

IMPACTO DE LAS DIFERENTES FASES DEL CICLO MENSTRUAL EN LA LIBERACIÓN DE BDNF EN RESPUESTA AL EJERCICIO FÍSICO AGUDO

CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Curso Académico: 2024-2025

Alumna: ANDREA GONZÁLEZ JIMÉNEZ

Tutor Académico: DIEGO PASTOR CAMPOS

ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN	3
2. MÉTODO	4
2.1 Participantes	4
2.2 Procedimiento	4
2.3 Ergoespirometría	5
2.4 Test cognitivos	5
Test de RALV-T.....	5
Test de Corsi.....	5
Test Stroop	5
3. BIBLIOGRAFÍA	6



1. CONTEXTUALIZACIÓN

El factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) es un regulador clave en la neurogénesis, el crecimiento y la supervivencia de las neuronas. Su papel en la plasticidad neuronal y en la función cognitiva ha sido ampliamente estudiado, destacando su influencia en la memoria, el aprendizaje y la adaptación cerebral frente al envejecimiento y las enfermedades neurodegenerativas. En este contexto, el ejercicio físico ha emergido como una estrategia eficaz para modular los niveles de BDNF y promover la salud cerebral (Pastor et al. 2022).

El BDNF es esencial en la plasticidad sináptica y está relacionado con la memoria humana y la función de aprendizaje, especialmente para la neuroplasticidad en el hipocampo y la corteza prefrontal. El BDNF no solo desempeña un papel central en la neuroplasticidad, sino que su expresión puede ser modulada por distintos factores, entre ellos el ejercicio físico. Investigaciones recientes han demostrado que la actividad física, especialmente el ejercicio de alta intensidad, induce un aumento significativo en los niveles circulantes de BDNF, lo que sugiere un vínculo crucial entre el movimiento y la salud cerebral (Ballester-Ferrer et al. 2022).

Diversos estudios han evidenciado que la respuesta del BDNF al ejercicio físico varía según la intensidad y duración del esfuerzo. Antunes et al. (2019) encontraron que entrenamientos de alta intensidad a corto plazo inducen mayores concentraciones de BDNF en comparación con ejercicios de baja o moderada intensidad, lo que se correlaciona con mayores niveles de lactato y una percepción de esfuerzo elevada. Asimismo, los efectos agudos del ejercicio sobre el BDNF parecen ser más pronunciados en individuos con menor capacidad aeróbica ($VO_2\max$).

En el metaanálisis de Chang et al. (2012) sugiere que los ejercicios de muy alta intensidad (>93% de la Frecuencia Cardíaca Máxima) generan los mayores beneficios cognitivos cuando se proporciona un periodo de descanso adecuado posterior a la sesión de entrenamiento. Además, las sesiones de menor volumen, que permiten mantener intensidades elevadas, parecen estar asociadas con una mejor respuesta cognitiva, especialmente cuando duran menos de veinte minutos.

En conclusión, la secreción de BDNF inducida por el ejercicio tiene un efecto regulador positivo en los mecanismos relacionados con la neurogénesis, la estimulación de la actividad de las estructuras cerebrales y un aumento en el tamaño del hipocampo.

El impacto del BDNF en la función cognitiva y la plasticidad neuronal también está condicionado por factores genéticos. El polimorfismo Val66Met, una variación en el gen del BDNF, afecta su secreción y puede influir en la respuesta del cerebro al ejercicio. Se ha sugerido que individuos portadores del alelo Met presentan una menor liberación de BDNF en comparación con los homocigotos Val/Val, lo que podría modificar los efectos neuroprotectores del entrenamiento físico en esta población.

Los niveles de BDNF también están influenciados por factores hormonales, como el ciclo menstrual. Se ha observado que el contenido de BDNF en las plaquetas varía a lo largo del ciclo, con mayores concentraciones plasmáticas en la fase folicular en comparación con la fase lútea. Además, la menopausia se asocia con una reducción en la secreción de BDNF, lo que podría estar relacionado con la disminución de estrógenos y su papel en la regulación de la expresión del receptor TrkB, un mediador clave de la acción del BDNF (Begliuomini et al., 2007).

El estudio de de Poli et al., 2021 tenía como objetivo evaluar el impacto de ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIE) realizado en las fases del ciclo menstrual lútea y folicular en las concentraciones de BDNF, la función cognitiva, el estado de ánimo y el disfrute del ejercicio en mujeres sanas. Aquí, demostraron por primera vez que, independientemente de la fase menstrual, el HIIE aumenta los niveles circulantes de BDNF. Además, indican que HIIE mitiga la tensión, la depresión y la ira medidas con POMS. Por otro lado, identifican una relación negativa entre la magnitud de los cambios periféricos de BDNF (sesión post-pre HIIE) y en la fase folicular. En la fase lútea se observó una relación inversa entre los cambios de BDNF (post-pre-sesión HIIE) con graded exercise test (GTX)-time y GTX-RPE. Estos datos sugieren que el estado de aptitud física puede ejercer un impacto importante en la concentración de BDNF después de una sesión de HIIE, principalmente durante la fase folicular.

Por otro lado, los estrógenos tienen un papel importante en la regulación de la inmunocompetencia (es decir, menos activación de genes antiinflamatorios durante la fase lútea). En el estudio consideran que esta última condición podría afectar los niveles circulantes de BDNF en las mujeres. De hecho, algunos artículos encontraron una asociación entre BDNF y progesterona, lo que sugiere que las hormonas pueden regular la concentración de BDNF.

En conjunto, la secreción de BDNF inducida por el ejercicio físico regula procesos fundamentales como la neurogénesis, la plasticidad sináptica y la función cognitiva. Sin embargo, la magnitud de estos efectos varía en función de la intensidad del entrenamiento, el perfil genético y factores hormonales, como el ciclo menstrual. Comprender estas interacciones es crucial para diseñar estrategias de ejercicio que optimicen la salud cerebral y el rendimiento cognitivo. Este trabajo analizará el impacto del ejercicio sobre los niveles de BDNF y sus implicaciones en la neuroplasticidad, contribuyendo al desarrollo de intervenciones más eficaces en la prevención del deterioro cognitivo.

2. MÉTODO

2.1 Participantes

En este proyecto han participado cinco mujeres con edades comprendidas entre 19 y 26 años. Los criterios de inclusión establecidos fueron: ser mujer, no estar bajo un régimen de anticonceptivos hormonales, tener suficiente experiencia deportiva para afrontar un esfuerzo de alta intensidad y ser mayor de 18 años. Cada participante acudió al laboratorio en tres ocasiones diferentes.

2.2 Procedimiento

En primer lugar, se realiza la entrevista inicial a las participantes para recoger datos personales junto con datos relevantes, en este caso el último ciclo menstrual y duración del ciclo. Posteriormente las participantes firman un consentimiento informado por escrito y se lleva a cabo la medición cognitiva en basal de los tres test cognitivos. Se evalúa la memoria declarativa mediante el test de AVLT de Rey, la memoria visuoespacial con el test de Corsi, y la inhibición cognitiva a través del test de Stroop, implementando una aplicación informática validada.

En cuanto a la condición experimental, esta consta de dos pruebas de esfuerzo pertinentes a cada fase de la menstruación. La primera prueba de esfuerzo se realiza en la fase folicular, entre

5 y 7 días después de la menstruación. La segunda prueba de esfuerzo se realiza entre 5 y 7 días después de la ovulación.

2.3 Ergoespirometría

La condición experimental consiste en una prueba de esfuerzo con análisis de gases realizada en una cinta de correr. Esta es de carácter progresivo y se lleva a cabo hasta alcanzar la extenuación. La prueba comienza con una fase de calentamiento de tres minutos a velocidad constante de 5 km/h. A continuación, se iniciará el protocolo principal a 6 km/h, incrementando la velocidad de 1km/h cada minuto hasta alcanzar el agotamiento. Una vez la participante llegue al agotamiento, se realiza una vuelta a la calma de 3 minutos a 5 km/h. La cinta tendrá una inclinación de 1% durante toda la prueba y la monitorización de la frecuencia cardíaca (FC) será monitoreada mediante sensores de pecho Polar H7.

Para que la prueba de esfuerzo se considere maximal se deben cumplir los siguientes criterios específicos: superar el 90% de la FC Máxima estimada, alcanzar un cociente respiratorio (RER) mayor o igual a 1 y observar una meseta en el consumo de oxígeno.

Quince minutos tras finalizar la prueba de esfuerzo se llevará a cabo la medición de los test cognitivos.

2.4 Test cognitivos

Test de RALV-T

Para la evaluación cognitiva de las participantes, se utilizarán tres versiones diferentes del Auditory Verbal Learning Test (AVLT) de Rey (Savage & Gouvier, 1992). Esta prueba es ampliamente utilizada para evaluar la memoria a corto plazo y consiste en la memorización de 15 palabras en cinco intentos, seguida de una prueba de recuerdo tras un intervalo de 25-30 minutos con una tarea de interferencia. Adicionalmente, se realizará un retest a las 24 horas.

Test de Corsi

El ejercicio físico ha demostrado mejorar de forma aguda la memoria visuoespacial, y la condición física podría estar relacionada con un mejor desempeño en esta habilidad. Por este motivo, la memoria visuoespacial será evaluada mediante el Test de Corsi (Kessels et al., 2000). Esta prueba que consiste en reproducir secuencias de posiciones espaciales que son tocadas previamente por el evaluador sobre una serie de bloques dispuestos de forma irregular. La longitud de las secuencias aumenta progresivamente hasta que el participante no puede replicarlas correctamente o completa todos los niveles. Posteriormente, se realiza una segunda fase en la que debe reproducir nuevas secuencias en orden inverso.

Test Stroop

La atención es una variable clave en el aprendizaje. Dentro de sus subcomponentes, la inhibición cognitiva se ha relacionado con el rendimiento académico y con los procesos de aprendizaje. Por ello, se incluirá su evaluación en el estudio mediante el Test de Stroop (Golden, 1994). Este test será administrado a través de una aplicación informática previamente validada en estudios anteriores (Ballester-Ferrer et al., 2022).

La prueba se realiza en una Tablet y ,durante cada prueba, cada uno de los estímulos (las palabras “rojo”, “amarillo”, “azul”, “verde” o “XXXX”) se muestran en el centro superior de la pantalla. Por otro lado, en la parte inferior de la pantalla hay 4 botones con 4 respuestas en color negro (“rojo”, “amarillo” “azul” o “verde”). El test consta de tres etapas de dificultad creciente:

- Condición congruente: el nombre de los colores aparece en tinta negra, y el participante tiene que hacer coincidir la palabra con el color de los cuatro botones inferiores.
- Condición neutral: en la parte superior aparece “XXXX” con tinta de los colores mencionados anteriormente. El sujeto tiene que clicar el botón que coincida con el color del que está tintado “XXXX”.
- Condición incogruente: en este caso, aparece el nombre del color tintado de otro color diferente, es decir, la palabra “azul” aparece en tinta verde. En este caso, el sujeto debe responder al color de la tinta, en vez del significado de la palabra.

3. BIBLIOGRAFÍA

- Antunes, B. M., Rossi, F. E., Teixeira, A. M., & Lira, F. S. (2020). Short-time high-intensity exercise increases peripheral BDNF in a physical fitness-dependent way in healthy men. *European journal of sport science*, 20(1), 43–50. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1611929>
- Ballester-Ferrer, J. A., Bonete-López, B., Roldan, A., Cervelló, E., & Pastor, D. (2022). Effect of acute exercise intensity on cognitive inhibition and well-being: Role of lactate and BDNF polymorphism in the dose-response relationship. *Frontiers in psychology*, 13, 1057475. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1057475>
- Begliuomini, S., Casarosa, E., Pluchino, N., Lenzi, E., Centofanti, M., Freschi, L., Ninni, F., Genazzani, A. R., & Luisi, S. (2008). Daily variation of brain-derived neurotrophic factor and cortisol in women with normal menstrual cycles, taking oral contraceptives and in postmenopause. *Human Reproduction*, 24(9), 2303–2309. <https://doi.org/10.1093/humrep/den257>
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*, 1453, 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>
- de Poli, R. A. B., Lopes, V. H. F., Lira, F. S., Zagatto, A. M., Jimenez-Maldonado, A., & Antunes, B. M. (2021). Peripheral BDNF and psycho-behavioral aspects are positively modulated by high-intensity intermittent exercise and fitness in healthy women. *Scientific reports*, 11(1), 4113. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83072-9>
- Gejl, A. K., Enevold, C., Bugge, A., Andersen, M. S., Nielsen, C. H., & Andersen, L. B. (2019). Associations between serum and plasma brain-derived neurotrophic factor and influence of storage time and centrifugation strategy. *Scientific reports*, 9(1), 9655. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45976-5>
- Golden C. (1994). Stroop. Test de Colores y Palabras. Madrid: *Tea Ediciones*.

- Kessels, R. P., van Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., & de Haan, E. H. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: standardization and normative data. *Applied neuropsychology*, 7(4), 252–258. https://doi.org/10.1207/S15324826AN0704_8
- Murawska-Ciałowicz, E., Wiatr, M., Ciałowicz, M., Gomes de Assis, G., Borowicz, W., Rocha-Rodrigues, S., Paprocka-Borowicz, M., & Marques, A. (2021). BDNF Impact on Biological Markers of Depression-Role of Physical Exercise and Training. *International journal of environmental research and public health*, 18(14), 7553. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147553>
- Pastor, D., Ballester-Ferrer, J. A., Carbonell-Hernández, L., Baladzhaeva, S., & Cervello, E. (2022). Physical Exercise and Cognitive Function. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9564. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159564>
- Savage, R. M., & Gouvier, W. D. (1992). Rey Auditory-Verbal Learning Test: the effects of age and gender, and norms for delayed recall and story recognition trials. *Archives of clinical neuropsychology : the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 7(5), 407–414.
- Saucedo Marquez, C. M., Vanaudenaerde, B., Troosters, T., & Wenderoth, N. (2015). High-intensity interval training evokes larger serum BDNF levels compared with intense continuous exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 119(12), 1363–1373. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00126.2015>
- Schmidt-Kassow, M., Schädle, S., Otterbein, S., Thiel, C., Doehring, A., Lötsch, J., & Kaiser, J. (2012). Kinetics of serum brain-derived neurotrophic factor following low-intensity versus high-intensity exercise in men and women. *Neuroreport*, 23(15), 889–893. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32835946ca>