

Efecto de un programa de restricción calórica sobre la memoria de trabajo y clasificación en un estudio de caso

Effect of a caloric restriction program on working memory and classification in a case study

Javier Sánchez-Betancourt^a, Arturo Meza-Amaya^b y Ana Karen Segura-Romero^c

Abstract:

Evidences on the relationship between eating style and the repercussions on brain tissue, its biochemistry, electrical activity, and associated psychological functions have become more important today. In this research, the performance of a 30-year-old participant with obesity and an average consumption of 2,100 calories per day was tracked on memory tests. Statistical analysis showed that the participant had a significant improvement in memory test performance after 3 weeks on a 1,400 calorie diet (calorie restriction). Additionally, she reported feeling more motivated and energetic. It is concluded that caloric restriction may favor cognitive processes due to a probable improvement in the physiological conditions of the hippocampus and frontal cortex. It is proposed to do a long-term follow-up and evaluate emotional functions.

Keywords:

Hippocampus, caloric restriction, working memory, planning, frontal cortex

Resumen:

Las evidencias sobre la relación entre el estilo de alimentación y las repercusiones que se tienen sobre el tejido cerebral, su bioquímica, actividad eléctrica y las funciones psicológicas asociadas han cobrado más importancia en la actualidad. En esta investigación se hizo el seguimiento del desempeño en pruebas de memoria de una participante de 30 años, con obesidad y un consumo promedio de 2100 calorías por día. El análisis estadístico demostró que la participante tuvo una mejora significativa en el desempeño de las pruebas de memoria después de 3 semanas con una dieta de 1400 calorías (restricción calórica). Adicionalmente, reportó sentirse con mayor motivación y nivel de energía. Se concluye que la restricción calórica puede favorecer procesos cognitivos debido a una probable mejora de las condiciones fisiológicas del hipocampo y la corteza frontal. Se propone hacer un seguimiento a largo plazo y evaluar funciones emocionales.

Palabras Clave:

Hipocampo, restricción calórica, memoria de trabajo, planificación, corteza frontal

Introducción

Los sistemas de salud muestran preocupación por la salud de sus habitantes, debido a las altas cifras registradas de patologías asociadas al consumo crónico de la denominada dieta occidental (la cual consiste en un exceso de calorías, grasas saturadas y azúcares refinados) (van den Berg, Kloppenborg, Kessels, Kappelle, & Biessels, 2009). En México, se han realizado dos campañas mejorar el etiquetado de los productos

alimenticios, en donde se resalta el exceso de sales, azúcares o grasas (White, & Barquera, 2020). La salud mental también está contemplada en esta preocupación y en los últimos años, ha aumentado el interés de saber como se relaciona nuestra dieta con nuestra actividad cerebral, ya que se están tratando de promover mejores condiciones de recuperación después de una lesión, un envejecimiento saludable, y en general, promover mejoras en destrezas cognitivas y sensoriales (Bruce-Keller, Keller, & Morrison, 2009).

^a Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de ciencias administrativas y sociales, <https://orcid.org/0000-0003-1122-6438>, Email: tadeo.sanchez@uabc.edu.mx

^b Universidad Autónoma de Baja California, <https://orcid.org/0000-0003-3214-6058>, Email: meza.arturo@gmail.com

^c Universidad Nacional Autónoma de México, <https://orcid.org/0000-0003-4474-1196>. Email: annyhannsuayed@gmail.com

Se ha demostrado, que una dieta rica en azúcar refinada en un periodo de 2 a 24 meses es capaz de reducir los niveles de BDNF en el hipocampo, así como alterar la formación del aprendizaje y memoria espacial. Dichos cambios estuvieron asociados con un decremento del ARNm y de proteína para sinapsina, menor liberación de neurotransmisor en la sinapsis, menor expresión de las proteínas CREB, así como de la proteína 43 asociada al crecimiento (Molteni, Barnard, Ying, Roberts, & Gómez-Pinilla, 2002). De manera opuesta, la restricción calórica y el ejercicio estimulan el aumento de la concentración del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) en estructuras del hipotálamo como el núcleo arqueado, núcleo periventricular, núcleo dorsomedial y núcleo ventromedial; dicho aumento se relaciona con un efecto de saciedad y de regulación del peso (Duan, Lee, Guo, & Mattson, 2001; Griesbach, Hovda, Molteni, Wu, & Gomez-Pinilla, 2004).

En un experimento donde se compararon los efectos conductuales, celulares y moleculares de una dieta baja (2.8 kcal/g), normal (4 kcal/g) y alta en calorías (5.2 kcal/g) durante 10 meses, se encontró que los animales con la dieta hipocalórica tuvieron mejor desempeño en pruebas de memoria y aprendizaje que los animales de las otras dos dietas; así mismo, hubo un aumento en el número de neuronas en la región CA1 del hipocampo y reducción de la proteína mTOR (favoreciendo así los mecanismos de desechos de agregados proteicos) (Dong et al., 2015).

En lo que respecta a humanos, se ha encontrado que una dieta hipocalórica mediterránea más la activación física durante 6 meses, favoreció cambios importantes en la composición corporal, pero sobre todo, las conexiones corticales en mujeres con edad promedio de 46 años (García-Casares et al., 2017). Por ejemplo, se observó una reducción significativa en el peso total antes y después de la dieta mediterránea, pasando de 98.5 a 82.5 kg. Esta reducción estuvo asociada con la reducción de la conectividad de la red formada por la corteza prefrontal, corteza temporal y el cíngulo posterior; los cambios asociados con esta reducción se relacionan con menor atención en el apetito y la comida en general. Así mismo, se reportó una reducción en la red de la corteza parietal temporal y la ínsula, lo cual se relaciona con una reducción en la motivación y factores emocionales para comer más. También existen reportes de que la dieta hipocalórica es capaz de disminuir la atrofia muscular y aumentar el volumen de la corteza cingulada, lóbulo parietal, lóbulo temporal e hipocampo (Gu et al., 2015).

Debido a que el consumo de la dieta occidental implica mecanismos cerebrales de adicción, así como de aparente daño en áreas importantes para la cognición, esta investigación tiene como objetivo analizar el caso de una participante adulta en donde se determine el efecto

de una dieta diseñada de manera personalizada (ajustando la relación calorías-actividad física), sobre la memoria de trabajo y la habilidad para hacer clasificaciones.

Método

Participante. Se lanzó una convocatoria por redes sociales a voluntarios para participar en un estudio en donde se mediría el peso y se aplicarían algunas pruebas neuropsicológicas antes y durante un plan alimenticio de restricción calórica. Los criterios de inclusión fueron que la edad estuviera entre 20 a 35 años, sexo indistinto y preferentemente con sobrepeso. Los criterios de exclusión fueron que no estuviera actualmente en un programa de restricción calórica o que se encuentre bajo algún tratamiento psiquiátrico.

Primeramente, se contactó con una participante que manifestó estar interesada y que cumplía con los criterios, se le realizaron las pruebas y se estimó que su consumo diario de calorías sería de 1400. Sin embargo, a pesar de tener el programa de restricción no fue capaz de seguirlo durante una semana, así que se optó por descartarla.

Posteriormente, se reclutó a otra participante que tenía la edad de 30 años, con escolaridad de licenciatura, madre soltera de un menor de 14 años. La participante se dedicaba a las labores del hogar y tomar cursos en línea. Actualmente radica en el estado de Huajuapán de León, Oaxaca, con su madre y su hijo. No reportó algún tipo de enfermedad o consumo de medicamentos.

Materiales e instrumentos. El peso, talla y estatura fue determinada en el centro de salud de su localidad por un médico especialista en nutrición. La cantidad de grasa y masa muscular se determinó mediante plicometría, y se determinó la cantidad de calorías ingeridas, así como las que se deben consumir mediante la aplicación "Daily calorie counter". Las medidas de la participante fueron: altura 1.52 m, peso 70 kg y un IMC de 30.3, ubicándola en el rango de obesidad. El programa de restricción calórica otorgado por el centro de salud de la localidad, así como por la aplicación, coincidieron en proporcionar una dieta de 1400 calorías por día.

Medición de la memoria de trabajo y clasificación. Se empleó la prueba computarizada de *digit span* (Dspan) para medir la memoria de trabajo, que se definió como el promedio obtenido de dígitos memorizados durante las ejecuciones. La prueba de BCST, se usó para medir la capacidad para realizar clasificaciones. Se contabilizó el promedio de aciertos obtenidos por intento. Para evitar un efecto de aprendizaje sobre la prueba de dspan, el programa lanza estímulos de manera aleatoria. En el caso de la prueba BCST, no se puede tener este control aunque se trató de aplicar las evaluaciones con 24 horas de

diferencia. La plataforma usada para correr esta prueba fue "Psychology Experimental Building Language PEBL-2" (Mueller & Piper, 2014).

Procedimiento. Se lanzó la convocatoria por redes sociales, una vez que se tuvo el contacto con la participante se procedió a realizarle las mediciones corporales, conteo de calorías (se le pidió un registro de los últimos 5 días de los que había consumido) y pruebas neuropsicológicas (que se aplicaron 5 veces antes de la intervención). Una vez que el especialista del centro de salud determinó la cantidad de calorías ajustadas a la edad, sexo y peso de la participante, se procedió a darle un plan alimenticio que elaboró su nutrióloga (también se hizo el cálculo mediante la aplicación "Daily calorie countier" y se encontró similitud en las dos cantidades de calorías sugeridas). Desde que comenzó el programa de restricción se aplicaron durante 5 ocasiones las mismas pruebas para dar un seguimiento de las variables a lo largo de 3 semanas.

Análisis estadístico. Se utilizó el programa estadístico *Graph Pad Prism 9* y se empleó una *t de student* pareada para comparar las 5 mediciones hechas antes y durante la intervención.

Resultados

La aplicación "Daily calorie countier" reveló que los últimos 5 días antes de la intervención, la participante consumía en promedio 2100 calorías por día. Los datos corporales encontrados antes y durante la intervención se pueden ver en la tabla 1. Como se puede observar, aun no se observa un cambio notable en alguna de las variables medidas, aunque -se observa una tendencia en la circunferencia de los brazos y muslos.

Tabla 1.

Muestra las mediciones obtenidas antes y después de la restricción de alimentos.

Medidas/momento	Antes	Durante
Estatura	1.52	1.52
Peso	70 kg	69 kg
Cintura	98 cm	98 cm
Cuello	36 cm	36 cm
Cadera	105cm	103 cm
Circunferencia de brazo	34 cm	32 cm
Muslo medio	59 cm	56 cm
IMC	30.3	29.9
Grasa corporal	45 %	44.1 %
Masa corporal magra	38.5 %	38.5 %
Kcal. consumidas	2100	1400

Nota: Se encontró que el promedio en la prueba de Dspan fue de 4.4 mientras que el promedio de aciertos en la prueba de clasificación de tarjeta BCST fue de 63.68 (Ver figura 1 y 2). Después de 3 semanas de dieta, se encontraron promedios de 6.4 y 77.03, respectivamente. El análisis estadístico demostró que dichos aumentos fueron significativos.

Figura 1.

Muestra el promedio Dspan obtenido por la participante antes y durante la intervención. El análisis estadístico reveló que durante la restricción hubo un aumento significativo.

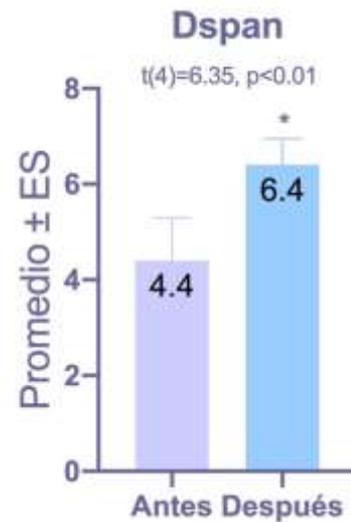
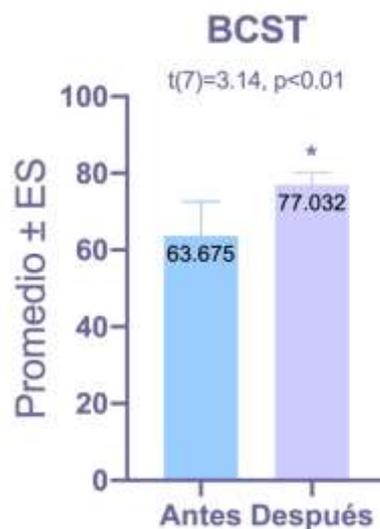


Figura 2.

Muestra que el promedio obtenido en la prueba de clasificación de cartas es superior durante la restricción calórica.



Discusión

La restricción en la cantidad de calorías de la participante tuvo un efecto favorable sobre la ejecución en las pruebas de memoria y de clasificación. Estos resultados son similares a estudios en donde la restricción calórica, sumada a un entrenamiento físico, tuvo mejoras en la memoria espacial; es probable que dicho efecto estuviera relacionado con la regulación del BDNF en el hipocampo (T Kishi & Sunagawa, 2012). Resultados similares se han encontrado con el ayuno intermitente durante 11 meses en ratones (Li, Wang, & Zuo, 2013). Adicionalmente, la restricción calórica ha sido efectiva para promover mejores ejecuciones de memoria espacial en ratas que fueron sometidas a 28 días de restricción (Takuya Kishi et al., 2015).

Cada vez se hacen más intentos por proponer como un factor protector para el daño neurocognitivo a la alimentación y la actividad física (Smith, 2019). Emplear dietas hipocalóricas parece tener efectos favorables, que podrían resultar útiles contra la obesidad, demencia e incluso depresión. Para aumentar los alcances de esta investigación, se propone probar qué tanto duran estos beneficios o si se pierden en las recaídas alimenticias. Es evidente que 3 semanas es muy poco tiempo, sería interesante ver qué pasa con las variables estudiadas durante meses o años con ese estilo de vida. También se propone estudiar el efecto de esta alimentación sobre el estado de ánimo.

Referencias

- Bruce-Keller, A. J., Keller, J. N., & Morrison, C. D. (2009). Obesity and vulnerability of the CNS. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, 1792(5), 395–400. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2008.10.004>
- Dong, W., Wang, R., Ma, L. N., Xu, B. L., Zhang, J. S., Zhao, Z. W., ... Zhang, X. (2015). Autophagy involving age-related cognitive behavior and hippocampus injury is modulated by different caloric intake in mice. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 8(7), 11843–11853.
- Duan, W., Lee, J., Guo, Z., & Mattson, M. P. (2001). Dietary restriction stimulates BDNF production in the brain and thereby protects neurons against excitotoxic injury. *Journal of Molecular Neuroscience*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.1385/JMN:16:1:1>
- García-Casares, N., Bernal-López, M. R., Roé-Vellvé, N., Gutiérrez-Bedmar, M., Fernández-García, J. C., García-Arnés, J. A., ... Gómez-Huelgas, R. (2017). Brain functional connectivity is modified by a hypocaloric mediterranean diet and physical activity in obese women. *Nutrients*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/nu9070685>
- Griesbach, G. S., Hovda, D. A., Molteni, R., Wu, A., & Gomez-Pinilla, F. (2004). Voluntary exercise following traumatic brain injury: brain-derived neurotrophic factor upregulation and recovery of function. *Neuroscience*, 125(1), 129–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2004.01.030>
- Gu, Y., Brickman, A. M., Stern, Y., Habeck, C. G., Razlighi, Q. R., Luchsinger, J. A., ... Scarmeas, N. (2015). Mediterranean diet and brain structure in a multiethnic elderly cohort. *Neurology*, 85(20), 1744–1751. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002121>
- Kishi, T., & Sunagawa, K. (2012). Exercise training plus calorie restriction causes synergistic protection against cognitive decline via up-regulation of BDNF in hippocampus of stroke-prone hypertensive rats. In *2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 6764–6767). <https://doi.org/10.1109/EMBC.2012.6347547>
- Kishi, Takuya, Hirooka, Y., Nagayama, T., Isegawa, K., Katsuki, M., Takesue, K., & Sunagawa, K. (2015). Calorie Restriction Improves Cognitive Decline via Up-Regulation of Brain-Derived Neurotrophic Factor. *International Heart Journal*, 56(1), 110–115. <https://doi.org/10.1536/ihj.14-168>
- Li, L., Wang, Z., & Zuo, Z. (2013). Chronic Intermittent Fasting Improves Cognitive Functions and Brain Structures in Mice. *PLOS ONE*, 8(6), e66069. Retrieved from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066069>
- Molteni, R., Barnard, R. J., Ying, Z., Roberts, C. K., & Gómez-Pinilla, F. (2002). A high-fat, refined sugar diet reduces hippocampal brain-derived neurotrophic factor, neuronal plasticity, and learning. *Neuroscience*, 112(4), 803–814. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(02\)00123-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-4522(02)00123-9)
- Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.10.024>
- Smith, P. J. (2019). Pathways of Prevention: A Scoping Review of Dietary and Exercise Interventions for Neurocognition. *Brain Plasticity*, 5(1), 3–38. <https://doi.org/10.3233/bpl-190083>
- van den Berg, E., Kloppenborg, R. P., Kessels, R. P. C., Kappelle, L. J., & Biessels, G. J. (2009). Type 2 diabetes mellitus, hypertension, dyslipidemia and obesity: A systematic comparison of their impact on cognition. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, 1792(5), 470–481. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2008.09.004>
- White, M., & Barquera, S. (2020). Mexico Adopts Food Warning Labels, Why Now?. *Health systems and reform*, 6(1), e1752063. <https://doi.org/10.1080/23288604.2020.1752063>