



Alimentos en la promoción de la salud, cambios introducidos

Componentes del huevo implicados en la función cognitiva

Egg components involved in cognitive function

Ana M. López-Sobaler^{1,3}, Viviana Loria-Kohen^{1,2}, María Dolores Salas-González^{1,2}, Laura M. Bermejo^{1,3}, Aránzazu Aparicio^{1,3}

¹Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. ²Grupo de Investigación VALORNUT-UCM (920030). Universidad Complutense de Madrid. Madrid. ³Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Clínico San Carlos (IdISSC). Madrid

Resumen

El interés por la relación entre la dieta y la función cognitiva ha aumentado en los últimos años. En este sentido, el huevo tiene numerosos nutrientes esenciales que son, además, beneficiosos para la función cognitiva. Diferentes estudios han demostrado que el consumo moderado de huevo no solo no aumenta el riesgo cardiovascular, sino que se asocia positivamente con un mejor desempeño cognitivo y un menor riesgo de demencia. La proteína del huevo es especialmente rica en triptófano, que es precursor de la serotonina, el neurotransmisor implicado en el estado de ánimo, y de la melatonina, la hormona que regula los ciclos de sueño-vigilia. La ingesta de hidrolizados de huevo ricos en triptófano se ha asociado con una mejor atención y una menor sensación de tristeza o depresión. La colina del huevo es necesaria para la síntesis de la acetilcolina, el neurotransmisor implicado en la memoria y el aprendizaje, y también para la síntesis de la fosfatidilcolina, cuya ingesta se ha relacionado con una mejor función mental y un menor riesgo de demencia en adultos. La ingesta de colina durante el embarazo disminuye el riesgo de defectos del tubo neural y se asocia a un mejor desarrollo del descendiente. Y la luteína y la zeaxantina, que se concentran especialmente en el tejido nervioso, se relacionan con una mejor función visual y desarrollo cognitivo del recién nacido y también del adulto mayor. Todas estas evidencias confirman la importancia de consumir huevo como parte de una dieta equilibrada para prevenir el deterioro y mejorar la salud cognitiva a lo largo de la vida.

Palabras clave:

Huevo. Función cognitiva.
Colina. Triptófano. Luteína.

Abstract

Interest in the relationship between diet and cognitive function has increased in recent years. In this sense, eggs contain many essential nutrients that are also beneficial for cognitive function. Several studies have shown that moderate egg consumption not only does not increase cardiovascular risk but is positively associated with better cognitive performance and a lower risk of dementia. Egg protein is particularly rich in tryptophan, which is a precursor to serotonin, the neurotransmitter involved in mood, and melatonin, the hormone that regulates the sleep-wake cycle. Consumption of tryptophan-rich egg hydrolysates has been associated with improved attention and reduced feelings of sadness or depression. Egg choline is needed for the synthesis of acetylcholine, the neurotransmitter involved in memory and learning, and also for the synthesis of phosphatidylcholine, the intake of which has been linked to better mental function and a lower risk of dementia in adults. Choline intake during pregnancy reduces the risk of neural tube defects and is associated with better offspring development. And lutein and zeaxanthin, which are particularly concentrated in the nervous system, are associated with better visual function and cognitive development in the offspring and also in the elderly. All this evidence confirms the importance of including eggs in a balanced diet to prevent cognitive decline and improve cognitive health throughout life.

Keywords:

Egg. Cognitive function.
Choline. Tryptophan. Lutein.

Conflicto de interés: los autores declaran no tener conflictos de interés.

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

López-Sobaler AM, Loria-Kohen V, Salas-González MD, Bermejo LM, Aparicio A. Componentes del huevo implicados en la función cognitiva. Nutr Hosp 2024;41(N.º Extra 3):24-27

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.05452>

Correspondencia:

Ana M. López-Sobaler. Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Plaza de Ramón y Cajal, s/n. 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha ido creciendo el interés por el estudio de la relación entre la dieta y la función cognitiva. Hay numerosos factores que influyen en la capacidad cognitiva, como, por ejemplo, el envejecimiento, algunas enfermedades, el estado de ánimo o el abuso de sustancias, entre otros. Aunque algunos de estos factores no pueden cambiarse, cada vez hay más evidencias de que los factores de estilo de vida modificables, como la dieta, la actividad física, la socialización o el consumo de tabaco o de alcohol, pueden estabilizar, mejorar o perjudicar la función cognitiva (1).

En relación con la dieta, se ha prestado especial atención al papel de los alimentos y de los nutrientes en el desarrollo neurológico y en la función cognitiva en las primeras etapas de la vida y también durante el envejecimiento (2,3). Es importante mejorar nuestro conocimiento sobre el papel de la dieta en la salud cognitiva, ya que es la base para el desarrollo de nuevos enfoques preventivos, de tratamiento o de manejo del deterioro cognitivo a lo largo de toda la vida (1).

El huevo es un alimento que destaca por su excelente composición nutricional. Tiene un contenido relativamente bajo de energía, pero aporta unos 12 g de proteína de alta calidad por cada 100 gramos de alimento, también vitaminas y minerales en cantidades significativas y muy biodisponibles, así como componentes antioxidantes y antiinflamatorios como la luteína y la zeaxantina (4). Aunque se recomendó durante décadas restringir su consumo, hoy en día se sabe que el consumo de hasta un huevo diario no se asocia a un aumento del riesgo cardiovascular (5-7).

Algunos estudios han demostrado una asociación significativa y favorable entre el consumo de huevo y el riesgo de demencia. En el estudio *Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study* (8), se observó que ni la ingesta de colesterol ni la de huevo se asoció con un mayor riesgo de demencia o de enfermedad de Alzheimer en varones finlandeses, y que incluso la ingesta moderada de huevo se asoció positivamente con algunas tareas cognitivas. Por otro lado, el *Rancho Bernardo Study* mostró que el consumo de huevo no se asocia con el deterioro a largo plazo de diferentes funciones cognitivas, e incluso en el caso de los varones se asocia con efectos positivos sobre la memoria verbal (9). Más recientemente, Pan y cols. (10) estudiaron una cohorte de más de mil ancianos durante una media de 6,7 años. Aquellos que consumían al menos 1 huevo semanal o al menos 2 huevos semanales tuvieron un menor riesgo de desarrollar demencia que los que consumieron menos de 1 huevo a la semana. Estos hallazgos se confirmaron posteriormente en las autopsias de más de 500 participantes fallecidos, que demostraron que la ingesta de 1 huevo semanal o de 2 o más huevos semanales se asociaron con un menor riesgo de diagnóstico *post mortem* de enfermedad de Alzheimer.

En definitiva, el consumo de huevo parece asociarse con un mejor funcionamiento cerebral y menor deterioro cognitivo. El objetivo de este trabajo es revisar la evidencia científica sobre el papel de los componentes del huevo que tienen mayor impacto en la función cognitiva y sus posibles mecanismos.

VITAMINAS

Como ya se ha mencionado, el huevo contiene numerosas vitaminas y minerales, y todos, en mayor o menor medida, son importantes para el mantenimiento de la salud y de la función cognitiva. Algunas vitaminas se encuentran en el huevo en cantidades superiores al 15 % del valor de referencia de nutrientes (VRN) marcado por el Reglamento (UE) 1169/2011, lo que permitiría hacer declaraciones de propiedades saludables distintas de las relativas a la reducción del riesgo de enfermedad y al desarrollo y a la salud de los niños autorizadas en el Reglamento (UE) n.º 432/2012. En relación con las alegaciones de salud sobre la función cognitiva, podría declararse que “contribuyen a la función psicológica normal” la biotina (40 % del VRN), los folatos (25,6 % del VRN), la vitamina B₁₂ (84 % del VRN) y la niacina (20,6 % del VRN), aunque para esta última vitamina se señala que no se observan ingestas inadecuadas en la población general de la UE y tampoco un deterioro de las funciones psicológicas asociado a su baja ingesta.

PROTEÍNAS

Es bien conocido que el huevo es un alimento con un elevado contenido en proteínas de gran calidad y biodisponibilidad. La proteína del huevo destaca por su elevado contenido en triptófano. Este aminoácido es el precursor de la serotonina, un neurotransmisor implicado en la depresión y que se ha asociado de manera independiente con un mayor riesgo de deterioro cognitivo y demencia en adultos mayores (11). Se ha observado que los niveles bajos de triptófano se asocian con mayores deterioros cognitivos en ancianos sin demencia (12,13). Por otro lado, los tratamientos con hidrolizados de proteína de huevo enriquecidos en triptófano han demostrado mejorar el rendimiento en tareas de atención, velocidad y percepción motora (14,15); asimismo, mejoran aspectos emocionales y de bienestar (14,16) e inhiben la respuesta del cortisol al estrés agudo (17).

COLINA

Numerosos estudios observacionales y de intervención han demostrado la relación entre la ingesta de colina y la función cognitiva. El *Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study* (18) observó que tanto las ingestas de colina y de fosfatidilcolina se relacionaron con mejores resultados en diferentes pruebas cognitivas en varones finlandeses. La suplementación con colina en adultos sanos también se ha asociado con un mejor rendimiento en tareas de velocidad de procesamiento de memoria, habilidad visomotora (19) y memoria verbal (20).

La colina es especialmente importante durante el embarazo. La ingesta de colina por parte de la madre condiciona los niveles fetales y hay un transporte activo de colina a través de la placenta (21). Los niños expuestos a concentraciones menores de colina en el útero tienen más dificultades de aprendizaje, de memoria y alteraciones del comportamiento (22).

El cerebro tiene unas elevadas demandas de colina, y recientemente se ha descrito un mecanismo de transporte activo de este nutriente a través de la barrera hematoencefálica (23). Sin embargo, la captación cerebral de colina desde el plasma disminuye con la edad (24), por lo que es especialmente importante vigilar la ingesta de colina y evitar las deficiencias en las últimas etapas de la vida.

Se han propuesto varios mecanismos para explicar cómo la colina participa en la función cognitiva (25). En primer lugar, la colina es precursora del neurotransmisor acetilcolina, cuyas concentraciones disminuyen de forma progresiva en la enfermedad de Alzheimer (26). Además, la colina es precursora de la fosfatidilcolina, un fosfolípido necesario para la síntesis de membranas y el mantenimiento de la función sináptica. Los metaanálisis demuestran que las personas con enfermedad de Alzheimer tienen menores concentraciones de colina en plasma y líquido cefalorraquídeo (27) y los adultos con bajas concentraciones de lisofosfatidilcolina, un fosfolípido que contiene colina, tienen un mayor riesgo de deterioro cognitivo y de enfermedad de Alzheimer (28). La colina también participa en las reacciones de metilación, concretamente en el punto en que la homocisteína se convierte en metionina, lo que contribuye a la disponibilidad de S-adenosilmetionina, donador de grupos metilo en numerosas reacciones, incluida la metilación del ADN. De esta forma, la colina está implicada en el riesgo de defectos del tubo neural, de manera similar a los folatos y a la vitamina B₁₂. De hecho, la ingesta periconcepcional de colina y de otros nutrientes implicados en el ciclo de la metionina-metilación diferentes a los folatos disminuye el riesgo de defectos del tubo neural incluso cuando la ingesta de folatos es adecuada (29). Por último, la colina modula la expresión de genes claves relacionados con la memoria, el aprendizaje y funciones cognitivas mediante mecanismos epigenéticos (30).

LUTEÍNA Y ZEAXANTINA

El huevo contiene luteína y zeaxantina, que son pigmentos carotenoides no provitaminicos que se localizan en la yema. El huevo es uno de los pocos alimentos de origen animal que aporta estos carotenoides, y aunque su contenido es inferior al de fuentes vegetales, la biodisponibilidad en el huevo es superior (31).

Estos carotenoides se concentran en el cerebro y en el tejido neural, particularmente en la mácula o retina central, protegiendo a la mácula del estrés oxidativo inducido por la luz. El cerebro es un órgano muy oxigenado y con un elevado contenido en lípidos, lo que hace que sea especialmente sensible al estrés oxidativo (32).

Numerosos estudios tanto observacionales como clínicos han encontrado una asociación positiva entre los niveles de luteína y zeaxantina y el rendimiento cognitivo y la función visual, tanto en adultos jóvenes como mayores (33-35). La luteína es también el carotenoide mayoritario en el cerebro del recién nacido (36) y está implicado en el desarrollo cognitivo en las etapas más tempranas de la vida. La ingesta de suplementos de luteína y de zeaxantina durante la gestación se ha relacionado positivamente

con el desarrollo cognitivo y del lenguaje del descendiente en los primeros años de la infancia (37) y en la etapa escolar (38). Un reciente metaanálisis de estudios clínicos concluyó que la luteína de la dieta previene el deterioro cognitivo, especialmente de las funciones ejecutivas (39).

CONCLUSIÓN

La evidencia científica sugiere que el consumo de huevo puede ser beneficioso para la función mental y la prevención del deterioro cognitivo. Los nutrientes como la colina, el triptófano, así como los carotenoides luteína y zeaxantina, presentes en el huevo, son críticos para la salud cerebral y el rendimiento cognitivo. Esto confirma la importancia de incluir el consumo de huevo en la dieta habitual como parte de las estrategias preventivas dirigidas a mejorar la salud cognitiva a lo largo de la vida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Puri S, Shaheen M, Grover B. Nutrition and cognitive health: A life course approach. *Front Public Health* 2023;(11):1023907. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1023907
2. Spencer SJ, Korosi A, Laye S, Shukitt-Hale B, Barrientos RM. Food for thought: how nutrition impacts cognition and emotion. *NPJ Sci Food* 2017;(1):7. DOI: 10.1038/s41538-017-0008-y
3. Ekstrand B, Scheers N, Rasmussen MK, Young JF, Ross AB, Landberg R. Brain foods - the role of diet in brain performance and health. *Nutr Rev* 2021;79(6):693-708. DOI: 10.1093/nutrit/nuaa091
4. Ortega RM, López-Sobaler AM, Andrés P, Aparicio A. Composición Nutricional de los alimentos. Herramienta para el diseño y valoración de alimentos y dietas. Madrid: Departamento de Nutrición y Ciencia de Los Alimentos. Universidad Complutense de Madrid; 2021. Disponible en: <https://www.ucm.es/idinutricion/tablas-de-composicion-nutricional>
5. Soliman GA. Dietary Cholesterol and the Lack of Evidence in Cardiovascular Disease. *Nutrients* 2018;10(6). DOI: 10.3390/nu10060780
6. Kang JW, Zivkovic AM. Are eggs good again? A precision nutrition perspective on the effects of eggs on cardiovascular risk, taking into account plasma lipid profiles and TMAO. *J Nutr Biochem* 2022(100):108906. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2021.108906
7. Drouin-Chartier JP, Chen S, Li Y, Schwab AL, Stampfer MJ, Sacks FM, et al. Egg consumption and risk of cardiovascular disease: three large prospective US cohort studies, systematic review, and updated meta-analysis. *BMJ* 2020;368:m513. DOI: 10.1136/bmj.m513
8. Ylilauri MP, Voutilainen S, Lönnerdal E, Mursu J, Virtanen HE, Koskinen TT, et al. Association of dietary cholesterol and egg intakes with the risk of incident dementia or Alzheimer disease: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *Am J Clin Nutr* 2017;105(2):476-84. DOI: 10.3945/ajcn.116.146753
9. Kritz-Silverstein D, Bettencourt R. The Longitudinal Association of Egg Consumption with Cognitive Function in Older Men and Women: The Rancho Bernardo Study. *Nutrients* 2023;16(1):53. DOI: 10.3390/nu16010053
10. Pan Y, Wallace TC, Karosas T, Bennett DA, Agarwal P, Chung M. Association of Egg Intake With Alzheimer's Dementia Risk in Older Adults: The Rush Memory and Aging Project. *J Nutr* 2024;154(7):2236-43. DOI: 10.1016/j.tjnut.2024.05.012
11. Lee GJ, Lu PH, Hua X, Lee S, Wu S, Nguyen K, et al. Depressive symptoms in mild cognitive impairment predict greater atrophy in Alzheimer's disease-related regions. *Biol Psychiatry* 2012;71(9):814-21. DOI: 10.1016/j.biopsych.2011.12.024
12. Ramos-Chávez LA, Roldán-Roldán G, García-Juárez B, González-Esquivel D, Pérez de la Cruz G, Pineda B, et al. Low Serum Tryptophan Levels as an Indicator of Global Cognitive Performance in Nondemented Women over 50 Years of Age. *Oxid Med Cell Longev* 2018;2018:8604718. DOI: 10.1155/2018/8604718

13. Solvang SH, Nordrehaug JE, Tell GS, Nygård O, McCann A, Ueland PM, et al. The kynurenine pathway and cognitive performance in community-dwelling older adults. *The Hordaland Health Study*. *Brain Behav Immun* 2019;75:155-62. DOI: 10.1016/j.bbi.2018.10.003
14. Mohajeri MH, Wittwer J, Vargas K, Hogan E, Holmes A, Rogers PJ, et al. Chronic treatment with a tryptophan-rich protein hydrolysate improves emotional processing, mental energy levels and reaction time in middle-aged women. *Br J Nutr* 2015;113(2):350-65. DOI: 10.1017/S0007114514003754
15. Zahar S, Schneider N, Makwana A, Chapman S, Corthesy J, Amico M, et al. Dietary tryptophan-rich protein hydrolysate can acutely impact physiological and psychological measures of mood and stress in healthy adults. *Nutr Neurosci* 2023;26(4):303-12. DOI: 10.1080/1028415X.2022.2047435
16. Gibson EL, Vargas K, Hogan E, Holmes A, Rogers PJ, Wittwer J, et al. Effects of acute treatment with a tryptophan-rich protein hydrolysate on plasma amino acids, mood and emotional functioning in older women. *Psychopharmacology (Berl)* 2014;231(24):4595-610. DOI: 10.1007/s00213-014-3609-z
17. Firk C, Markus CR. Mood and cortisol responses following tryptophan-rich hydrolyzed protein and acute stress in healthy subjects with high and low cognitive reactivity to depression. *Clin Nutr* 2009;28(3):266-71. DOI: 10.1016/j.clnu.2009.03.002
18. Ylilauri MPT, Voutilainen S, Lönnroos E, Virtanen HEK, Tuomainen TP, Salonen JT, et al. Associations of dietary choline intake with risk of incident dementia and with cognitive performance: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *Am J Clin Nutr* 2019;110(6):1416-23. DOI: 10.1093/ajcn/nqz148
19. Naber M, Hommel B, Colzato LS. Improved human visuomotor performance and pupil constriction after choline supplementation in a placebo-controlled double-blind study. *Sci Rep* 2015;5:13188. DOI: 10.1038/srep13188
20. Yamashita S, Kawada N, Wang W, Susaki K, Takeda Y, Kimura M, et al. Effects of egg yolk choline intake on cognitive functions and plasma choline levels in healthy middle-aged and older Japanese: a randomized double-blinded placebo-controlled parallel-group study. *Lipids Health Dis* 2023;22(1):75. DOI: 10.1186/s12944-023-01844-w
21. Obeid R, Schön C, Derbyshire E, Jiang X, Mellott TJ, Blusztajn JK, et al. A Narrative Review on Maternal Choline Intake and Liver Function of the Fetus and the Infant; Implications for Research, Policy, and Practice. *Nutrients* 2024;16(2). DOI: 10.3390/nu16020260
22. Obeid R, Derbyshire E, Schon C. Association between Maternal Choline, Fetal Brain Development, and Child Neurocognition: Systematic Review and Meta-Analysis of Human Studies. *Adv Nutr* 2022;13(6):2445-57. DOI: 10.1093/advances/nmac082
23. Cater RJ, Mukherjee D, Iturbe EG, Erramilli SK, Chen T, Koo K, et al. Structural and molecular basis of choline uptake into the brain by FLVCR2. *Nature* 2024;629(8012):704-9. DOI: 10.1038/s41586-024-07326-y
24. Cohen BM, Renshaw PF, Stoll AL, Wurtman RJ, Yurgelun-Todd D, Babb SM. Decreased brain choline uptake in older adults. An in vivo proton magnetic resonance spectroscopy study. *JAMA* 1995;274(11):902-7.
25. López-Sobaler AM, Lorenzo Mora AM, Salas González MF, Peral-Suárez A, Aparicio A, Ortega RM. Importance of choline in cognitive function. *Nutr Hosp* 2021;37(Spec No2):18-23. DOI: 10.20960/nh.03351
26. Hampel H, Mesulam M-M, Cuello AC, Farlow MR, Giacobini E, Grossberg GT, et al. The cholinergic system in the pathophysiology and treatment of Alzheimer's disease. *Brain* 2018;141(7):1917-33. DOI: 10.1093/brain/awy132
27. De Wilde MC, Vellas B, Girault E, Yavuz AC, Sijben JW. Lower brain and blood nutrient status in Alzheimer's disease: Results from meta-analyses. *Alzheimers Dement (NY)* 2017;3(3):416-31. DOI: 10.1016/j.trci.2017.06.002
28. Semba RD. Perspective: The Potential Role of Circulating Lysophosphatidylcholine in Neuroprotection against Alzheimer Disease. *Adv Nutr* 2020;11(4):760-72. DOI: 10.1093/advances/nmaa024
29. Petersen JM, Smith-Webb RS, Shaw GM, Carmichael SL, Desrosiers TA, Nestoridi E, et al. Periconceptional intakes of methyl donors and other micronutrients involved in one-carbon metabolism may further reduce the risk of neural tube defects in offspring: a United States population-based case-control study of women meeting the folic acid recommendations. *Am J Clin Nutr* 2023;118(3):720-8. DOI: 10.1016/j.ajcnut.2023.05.034
30. Bekdash RA. Neuroprotective Effects of Choline and Other Methyl Donors. *Nutrients* 2019;11(12). DOI: 10.3390/nu11122995
31. Thurnham DI. Macular zeaxanthins and lutein-a review of dietary sources and bioavailability and some relationships with macular pigment optical density and age-related macular disease. *Nutr Res Rev* 2007;20(2):163-79. DOI: 10.1017/S0954422407842235
32. Joseph JA, Shukitt-Hale B, Casadesus G, Fisher D. Oxidative stress and inflammation in brain aging: nutritional considerations. *Neurochem Res* 2005;30(6-7):927-35. DOI: 10.1007/s11064-005-6967-4
33. Lindbergh CA, Renzi-Hammond LM, Hammond BR, Terry DP, Mewborn CM, Puente AN, et al. Lutein and Zeaxanthin Influence Brain Function in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Int Neuropsychol Soc* 2018;24(1):77-90. DOI: 10.1017/S1355617717000534
34. Hammond BR Jr., Miller LS, Bello MO, Lindbergh CA, Mewborn C, Renzi-Hammond LM. Effects of Lutein/Zeaxanthin Supplementation on the Cognitive Function of Community Dwelling Older Adults: A Randomized, Double-Masked, Placebo-Controlled Trial. *Front Aging Neurosci* 2017;9:254. DOI: 10.3389/fnagi.2017.00254
35. Zhang Y, Dawson R, Kong L, Tan L. Lutein supplementation for early-life health and development: current knowledge, challenges, and implications. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2024;1-16. DOI: 10.1080/10408398.2024.2357275
36. Stringham JM, Johnson EJ, Hammond BR. Lutein across the Lifespan: From Childhood Cognitive Performance to the Aging Eye and Brain. *Curr Dev Nutr* 2019;3(7):nzz066. DOI: 10.1093/cdn/nzz066
37. Kadam I, Nebie C, Dalloul M, Hittelman J, Fordjour L, Hoepner L, et al. Maternal Lutein Intake during Pregnancies with or without Gestational Diabetes Mellitus and Cognitive Development of Children at 2 Years of Age: A Prospective Observational Study. *Nutrients* 2024;16(2). DOI: 10.3390/nu16020328
38. Mahmassani HA, Switkowski KM, Scott TM, Johnson EJ, Rifas-Shiman SL, Oken E, et al. Maternal Intake of Lutein and Zeaxanthin during Pregnancy Is Positively Associated with Offspring Verbal Intelligence and Behavior Regulation in Mid-Childhood in the Project Viva Cohort. *J Nutr* 2021;151(3):615-27. DOI: 10.1093/jn/nxaa348
39. Li J, Abdel-Aal EM. Dietary Lutein and Cognitive Function in Adults: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Molecules* 2021;26(19). DOI: 10.3390/molecules26195794