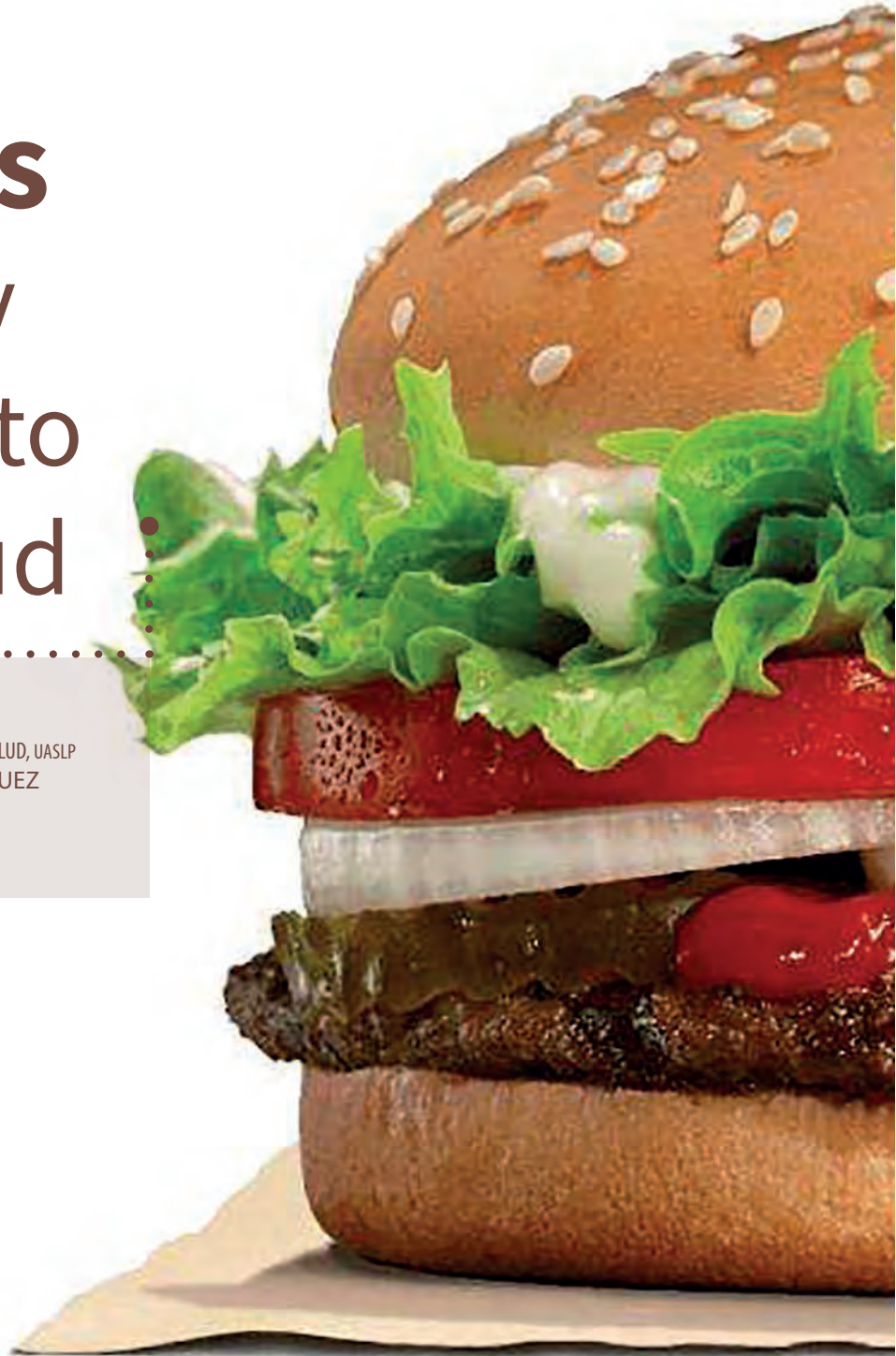


Recibido: 11.06.2021 • Aceptado: 11.08.2021

Palabras clave: AGEs, salud, enfermedad.

Los **AGEs** qué son y su impacto en la salud

CELIA ARADILLAS GARCÍA
celia@uaslp.mx
CENTRO DE INVESTIGACIÓN APLICADA EN AMBIENTE Y SALUD, UASLP
SAMANTHA SARAHÍ MONREAL RODRÍGUEZ
monrealsamii@gmail.com
LABORATORIO DE ANALISIS CLÍNICOS ME LAB
KAREN LIZETH COLLAZO MARTÍNEZ



Cuando pensamos en comida rápida, lo primero que se nos viene a la mente es una hamburguesa, hot dog o pizza, es decir, alimentos a base de harina ya preparados y listos para comer, pero ¿sabes cómo son procesados?, ¿cuánto tiempo estuvieron al fuego para tener esa consistencia y olor irresistible? o ¿por qué toman ese atractivo color café después de ser dorados?

Los responsables de la coloración dorada y olor irresistible a nuestros alimentos son los productos finales de glicación avanzada (AGEs, por sus siglas en inglés), un grupo heterogéneo de compuestos generados a través de la glicación no enzimática de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos producidos de manera endógena y exógena. Para entenderlo mejor, la glicación es la unión de proteínas con azúcares, por ejemplo, la hemoglobina con la glucosa, que forma la hemoglobina glucosilada.

Los AGEs fueron descubiertos en 1912 por Louis-Camille Maillard, un médico y químico francés. En su tesis doctoral analizó un proceso químico que se crea entre las proteínas y los azúcares al calentar los alimentos y reorganiza los elementos aromáticos, crea sabores nuevos y cambia el color de los alimentos, por ejemplo, al freír, dorar u hornearlos. Este proceso se le conoce como reacción de Maillard.

Los AGEs se producen durante la cocción y procesamiento de alimentos y una proporción significativa se absorbe en el tracto gastrointestinal. Nuestro cuerpo también los produce de forma natural como por parte del metabolismo, aparecen en el plasma y se acumulan con el paso de la edad en varios tejidos.

Están involucrados en numerosas enfermedades crónicas como diabetes y sus complicaciones relacionadas, enfermedades cardiovasculares, renales y neurodegenerativas (Uribarri *et al.* 2015), debido a que el aumento de los AGEs en nuestro organismo favorece el estrés oxidativo y el envejecimiento.

¿Cómo se forman los AGEs?

Como ya se mencionó, los AGEs son el resultado de la reacción de Maillard, la cual implica un proceso de glicación. La condensación entre azúcares reductores,

como glucosa y fructosa, y el grupo amino libre de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos dan como resultado la formación de una base de Schiff (asociación del azúcar con la proteína).

La reordenación de la base de Schiff conduce a la formación de más productos denominados de Amadori. Los numerosos reordenamientos de productos de Amadori, como la isomerización o el enlace de hidrógeno, dan como resultado un grupo heterogéneo de productos de color marrón conocidos como AGEs.

La temperatura y el tiempo son los factores que afectan principalmente a esta reacción. A temperaturas muy altas y por un tiempo prolongado la formación de AGEs se verá favorecida (Deluyker, Evens y Bitto 2017).

¿Cuántos tipos de AGEs existen?

Existen dos tipos: los que provienen de la vía endógena y los de la exógena. Los de tipo endógeno comprenden a las proteínas de larga duración, como el colágeno, elastina, laminina que entran en contacto con la glucosa en sangre. Los AGEs exógenos provienen de alimentos cocidos o procesados y de diversas bebidas, debe resaltarse que los alimentos ya contienen AGEs, sin embargo, estos tienden a aumentar según su manera de cocinarlos (Uribarri *et al.* 2015).

Los AGEs y sus receptores

Los receptores de AGEs (RAGE) son capaces de modular su captación y remoción desde las células, a través de la endocitosis, proceso por el que una célula integra moléculas u otras partículas mediante una vesícula hacia su interior.

Los RAGE son inducidos por señales proinflamatorias, y su actividad biológica depende de su unión a una variedad de

ligandos liberados por células inflamadas, estresadas y dañadas.

Cabe mencionar que los RAGE interactúan más con patrones moleculares tales como ADN, RNA, ácido úrico, que con un ligando específico; esto los hace capaces de unirse a varios ligandos de carácter exógeno o endógeno (Uribarri *et al.* 2015).

AGEs y RAGE en los procesos de enfermedad

Cuando se acumulan en los tejidos inducen una inflamación e infección aumentada, de manera que el sistema inmunológico produce proteínas inflamatorias como las citocinas y aceleran la proporción de desarrollo de diversas enfermedades cardiovasculares, renales y neurodegenerativas: la enfermedad de Alzheimer y la enfermedad de Parkinson. Los AGEs también se han implicado en la patogénesis de la resistencia a la insulina, así como en la diabetes.

Los efectos patológicos de los AGEs están relacionados con dos mecanismos moleculares: su capacidad para promover el estrés oxidativo y la inflamación al unirse con los receptores de la superficie celular, (interacción con RAGE) y entrecruzarse con proteínas de la matriz extracelular, alterando su estructura y función.

La concentración de AGEs se ve incrementada en el suero y la orina de individuos normales, después de ingerir una dieta rica en AGEs, esto quiere decir que resisten al proceso digestivo y que son transportados como moléculas de bajo peso molecular por el torrente sanguíneo, de manera directamente proporcional a la cantidad ingerida. Sólo un tercio de los AGEs detectados en el suero son detectados en la orina después de 48 horas, el resto probablemente se une

covalentemente en tejidos y células, es decir, que se tienden a acumular en el cuerpo al existir una cantidad elevada de AGEs (Sergi, Hakim, Campbell y Williams 2021).

Los AGEs y el envejecimiento

Se ha comprobado que durante el envejecimiento existe un incremento en la formación y depósito de AGEs. Para ser más específicos, se considera que participan en el daño tisular (lesiones en la piel). Asimismo, está en estrecha relación con la generación de especies reactivas de oxígeno, que ocasionan una ruptura y daño en la función celular.

Los AGEs tienden a acumularse en una gran variedad de tejidos, asociados principalmente a condiciones de inflamación crónica, incluyendo ateromas coronarios, corteza renal, membrana basal mesangial y glomerular, capa dermal, placas amiloides en enfermedad de Alzheimer, en cartílago de artritis reumatoide, músculo cardíaco, pulmón e hígado, en lupus eritematoso y osteoartritis (Gill *et al.* 2019).

Los AGEs en los alimentos

Los alimentos de origen animal con alto contenido de grasas y proteínas

desde su estado crudo son generalmente ricos en AGEs y propensos a la formación de nuevos AGEs durante la cocción. Por el contrario, los alimentos ricos en carbohidratos como las verduras, las frutas, los cereales integrales y la leche contienen relativamente pocos AGEs, incluso después de cocinarlos.

En todas las opciones de alimentos, la exposición a temperaturas muy altas y niveles de humedad más bajos provoca que los niveles de AGEs sean más altos en comparación con los alimentos preparados a temperaturas más bajas o con más humedad. En este caso, al freír o asar a la parrilla son los métodos de cocción que llegan a producir más AGEs en comparación con otros métodos de cocción de la comida como hervir, escalfar, guisar y cocer al vapor (Gill *et al.*, 2019).

Influencia de los AGEs con los niños

La población infantil es la mayor consumidora de comida rápida en nuestro país, la comercialización agresiva de productos alimenticios



Doctora en Ciencias Médicas por la Universidad de Guanajuato, es investigadora en el Centro de Investigación Aplicada en Ambiente y Salud de la CIACYT y de la Facultad de Medicina de la UASLP. Trabaja actualmente en el proyecto "Prevención de enfermedades crónico-metabólicas".



dirigidos a niños y la alta exposición a alimentos ultraprocesados en hogares, escuelas y mercados conducen a un ambiente poco saludable. La mayoría es comida frita o procesada y, por consecuencia, ingieren una cantidad elevada de AGEs en cada bocado; tan solo una hamburguesa de una cadena de comida rápida contiene aproximadamente 5527 Ku AGEs/ 100 g. Al consumir una cantidad elevada de AGEs estos tienden a acumularse en los tejidos, si estos llegan a permanecer por mucho tiempo, se aglomeraran de manera altamente significativa, esto provoca estrés oxidativo y desencadena una serie de complicaciones para su salud, como la inflamación

crónica, y arteriosclerosis por la peroxidación de lípidos y por consecuencia la hipertensión. (Corica *et al.* 2019).

Todo esto puede evitarse si la familia cambia la manera de cocinar los alimentos, ya que será lo que el niño consuma. Así se evitará que una mala alimentación repercuta en su vida adulta.

Conclusiones

Para finalizar, conviene resaltar que los AGEs se consideran de importancia para la salud, ya que se asocian con complicaciones de la diabetes. Forman parte de la dieta cotidiana y es bueno saber cómo ingerirlos en menor cantidad. Debe recordarse que se producen de manera endógena, sobre todo en pacientes diabéticos descontrolados; a su vez que el aumento de estos compuestos en nuestro organismo favorece el estrés

oxidativo y el envejecimiento. Por lo anterior, es recomendable saber un poco sobre cómo cocinar los alimentos para conservar una mejor salud. **UP**



Referencias bibliográficas:

- Corica, D., Tommaso A., Rosaria M. R., Mariateresa C., Alibrandi A., Pepe, G., De Luca, F y Wasniewska M. (2019). Could AGE/RAGE-Related Oxidative Homeostasis Dysregulation Enhance Susceptibility to Pathogenesis of Cardio-Metabolic Complications in Childhood Obesity?. *Frontiers in Endocrinology* 10:426. doi: 10.3389/fendo.2019.00426.
- Deluyker, D., Evens, L y Virginie Bito. (2017). Advanced Glycation End Products (AGEs) and Cardiovascular Dysfunction: Focus on High Molecular Weight AGEs. *Amino Acids* 49(9), pp. 1535-1541. doi: 10.1007/s00726-017-2464-8.
- Sergi, D., Hakim B., Campbell M.F. y Williams L. M. (2021). "The Role of Dietary Advanced Glycation End Products in Metabolic Dysfunction". *Molecular Nutrition & Food Research* 65(1):1900934. doi: 10.1002/mnfr.201900934.
- Uribarri, J., del Castillo M. D., de la Maza, M. P., Filip, R., Gugliucci, A., Luevano-Contreras, C., Macías-Cervantes, M. H., Markowicz Bastos, D. H., Medrano, Teresita Menini, A., Portero-Otin, M., Rojas, A., Rodrigues Sampaio, G., Wrobel, K., Wrobel, K., y Garay-Sevilla, M. E. (2015). Dietary Advanced Glycation End Products and Their Role in Health and Disease. *Advances in Nutrition* 6(4), pp. 461-473. doi: 10.3945/an.115.008433.
- Gill, V., Kumar, V., Singh, K., Kumar, A., Kim, J. J. (2019) *Advanced Glycation End Products (AGEs) May Be a Striking Link Between Modern Diet and Health. Biomolecules.* 9(12):888.