

Percepción del gusto como factor de riesgo para obesidad infantil

Ana Carolina Ariza, D en C,⁽¹⁾ Tania G Sánchez-Pimienta, MC,⁽²⁾
Juan A Rivera, D en C.⁽²⁾

Ariza AC, Sánchez-Pimienta TG, Rivera JA.
Percepción del gusto como factor de riesgo para obesidad infantil.
Salud Publica Mex. 2018;60:472-478.
<https://doi.org/10.21149/8720>

Resumen

Objetivo. Describir el papel de la percepción del gusto como factor de riesgo para el desarrollo de obesidad en niños. **Material y métodos.** Se realizó una búsqueda inicial de artículos científicos publicados en PubMed entre el 1 de enero de 2011 y el 20 de marzo de 2016 para el tema sobre peso y obesidad en niños de entre 0 y 12 años. Los algoritmos utilizados fueron (*Obesity OR Overweight*) AND *Taste perception, Satiation, Satiety response, Appetite, Appetite regulation, Habituation, Taste receptors [MeSH]* y *PROP phenotype*. En búsquedas subsecuentes se incluyeron artículos previos y posteriores a la fecha de la búsqueda general (hasta mayo 2018). **Resultados.** Las preferencias por los sabores inician desde la gestación, por lo que los niños que son expuestos a sabores dulces en etapas tempranas de la infancia aumentan su riesgo de habituación a éstos. Asimismo, las experiencias hedónicas dadas por la ingestión de alimentos y bebidas dulces refuerzan el consumo de estos alimentos, lo que propicia la selección de productos o bebidas de sabor dulce en etapas posteriores. Estas preferencias se han asociado con el desarrollo de obesidad en los niños. Las variantes genéticas relacionadas con la percepción del gusto también pueden contribuir a la selección de cierto tipo de alimentos. Sin embargo, su relación con una mayor ingestión de energía, así como con un mayor peso corporal, ha sido poco explorada y ha mostrado resultados inconsistentes. **Conclusiones.** Se requiere más evidencia para entender las interacciones ambientales y genéticas de la percepción del gusto, a fin de considerarlo un factor más en las intervenciones de política pública.

Palabras clave: obesidad infantil; percepción del gusto; factores de riesgo

Ariza AC, Sánchez-Pimienta TG, Rivera JA.
Taste perception as a risk factor for childhood obesity.
Salud Publica Mex. 2018;60:472-478.
<https://doi.org/10.21149/8720>

Abstract

Objective. To describe the role of taste perception in the development of sweet taste habituation as well as its relationship to the development of obesity in children. **Materials and methods.** An initial search of scientific articles published in PubMed between January 1st, 2011 and March 20th, 2016 was performed in children between 0 and 12 years old. The algorithms used were (*Obesity OR Overweight*) AND (*Taste perception, Satiation, Satiety response, Appetite, Appetite regulation Habituation, Taste receptors [MeSH]*) and *PROP phenotype*. Subsequent searches included papers published before and after date of initial search (until May 2018). **Results.** Flavor preferences start as early as taste system development during pregnancy. Therefore, children who are exposed to sweet flavors in early childhood, increase their risk of habituation to them. Likewise, the hedonic experiences given by the ingestion of sweet foods and beverages, reinforce the consumption of these foods, perpetuating their selection in later stages. Preference for sweet taste has been associated with the development of obesity in children. Functional genetic variants related to taste perception can also contribute to the selection of certain types of foods and there is enough evidence that supports this idea. However, its contribution to a higher energy intake as well as a higher body weight has been poorly explored with inconsistent results. **Conclusions.** More evidence is required to understand the environmental and genetic interactions of taste perception, so in turn, it can be considered as a key factor for preventing child obesity.

Keywords: childhood obesity; taste perception; risk factors

(1) Cátedra Conacyt, Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

(2) Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

Fecha de recibido: 24 de abril de 2017 • **Fecha de aceptado:** 16 de febrero de 2018

Autora de correspondencia: Dra. Ana Carolina Ariza. Instituto Nacional de Salud Pública. 7^a Cerrada de Fray Pedro de Gante 50,

col. Sección XVI. 14000 Tlalpan, Ciudad de México, México.

Correo electrónico: carolina.ariza@insp.mx

La obesidad infantil se ha incrementado de manera alarmante en las últimas décadas y se estima que, en el mundo, 42 millones de niños padecen esta condición.¹ Esta prevalencia representa un problema de salud pública, ya que el exceso de peso durante la infancia es un factor de riesgo para el desarrollo de obesidad en la edad adulta y para el desarrollo a edades tempranas de diabetes, hipertensión, hiperlipidemias, enfermedades cardiovasculares, entre otras alteraciones metabólicas.²⁻⁵ La obesidad es una enfermedad crónica de etiología multifactorial, en la que interactúan factores biológicos, sociales, ambientales y de estilos de vida.⁶ La preferencia y habituación por alimentos y bebidas de sabor dulce o de alta palatabilidad se ha asociado con el desarrollo de obesidad en los niños.

La percepción del sabor es un mecanismo complejo en el que la preferencia, influenciada por mecanismos biológicos y las experiencias hedónicas producidas por el consumo de sabores dulces, puede resultar en la habituación a éstos. La habituación al sabor dulce se desarrolla a edades tempranas y juega un papel importante en la selección de alimentos en años posteriores. Genera comportamientos que pueden resultar en patrones de consumo poco saludables que, a su vez, pueden estar asociados con el desarrollo de la obesidad y su persistencia en la edad adulta.⁷ Por ejemplo, en México, el consumo de azucarados añadidos es muy elevado desde la edad preescolar⁸ y ha sido difícil reducir su consumo mediante programas educativos dirigidos a niños,⁹ posiblemente porque el habituarse al sabor dulce en edades tempranas se convierte en un obstáculo para la reducción posterior de su consumo.

La infancia es una etapa crítica en este sentido, ya que adoptar patrones de consumo que incluyan productos con sabor dulce puede resultar en un mayor consumo de éstos, tanto en volumen como en frecuencia.

Lo anterior puede incrementar la densidad energética de la dieta y, de esta forma, contribuir al desarrollo de obesidad en los niños.⁸⁻¹⁰

En relación con la preferencia influenciada por mecanismos innatos, se han identificado variaciones genéticas (polimorfismos) en los receptores que responden al sabor dulce y otros sabores, los cuales participan en la respuesta del sistema gustativo.¹¹ Se ha sugerido que estas variaciones pueden influir en la elección de alimentos con base en sus características de palatabilidad. En algunos estudios, la mayor sensibilidad al sabor dulce se ha asociado con un consumo elevado de energía, lo que puede llevar al desarrollo de obesidad; sin embargo, no todos los resultados son consistentes.^{12,13} Esta revisión narrativa pretende describir el papel de la percepción del gusto en el desarrollo de preferencias, la habituación al sabor dulce, las variantes genéticas de la percepción del gusto y la relación de estos factores con el desarrollo de la obesidad del niño.

Desarrollo de la percepción del gusto y señalización para compuestos dulces

El desarrollo del sistema gustativo inicia en las primeras semanas de gestación y, con excepción de algunas estructuras más complejas, ya funciona hacia los inicios del tercer trimestre del embarazo.¹² El sistema del gusto está integrado por células, nervios y estructuras cerebrales que, en conjunto, procesan las señales de la percepción del sabor; la presencia de receptores específicos en papillas gustativas y lengua hacen posible dicha señalización (figura 1). Tradicionalmente, se ha considerado la existencia de cinco gustos diferentes: dulce, salado, ácido, amargo y *umami* o *savory* (sabroso).¹⁴

La señalización del sabor dulce ocurre a través de una familia de receptores acoplados a proteína G, que

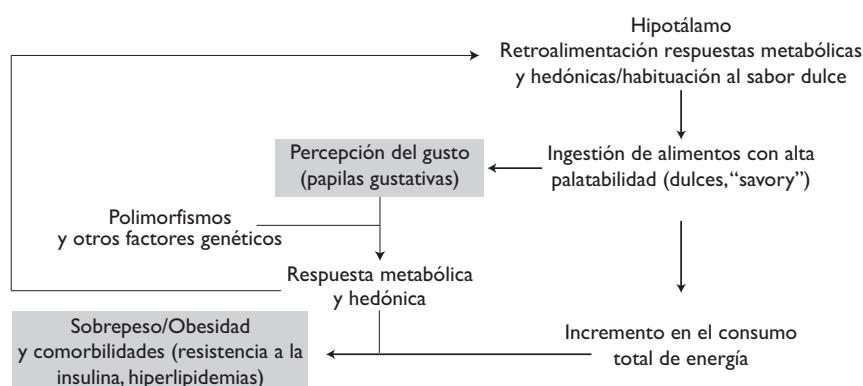


FIGURA I. FACTORES RELACIONADOS CON LA PERCEPCIÓN DEL GUSTO Y RIESGO DE SOBREPESO-OBESIDAD

funcionan como heterodímeros y se conocen como T1R1 y T1R3.¹⁵ En respuesta a un ligando de naturaleza dulce, los receptores promueven la liberación de Ca²⁺, lo que a su vez promueve la salida de ATP. El ATP es necesario para transmitir la información de las células sensoriales a las fibras nerviosas aferentes.¹⁶ Además del ATP, otros neurotransmisores como el GLP-1 pueden liberarse en estas células y activar sus receptores específicos tanto en células nerviosas como en otras células gustativas, con lo cual modulan la respuesta al sabor dulce. Asimismo, se ha descrito una vía independiente a los receptores T1R para el reconocimiento de monosacáridos en intestino a través de GLUTs, SGLT1 y KATP.¹⁷ Actualmente, se están estudiando otras vías de reconocimiento al sabor dulce TR1 independiente. Esta nueva vía involucra la expresión de alfa-glucosidasas en las células del gusto que, de manera específica, descomponen los disacáridos de la dieta en monosacáridos para que puedan servir como sustratos a otras vías independientes a TR1.¹⁸

Por otra parte, la ingestión de alimentos de alta palatabilidad (incluidos los sabores dulces) aumenta de manera dependiente los niveles de dopamina en el núcleo *accumbens*, una región localizada en el cerebro, involucrada en respuestas de reforzamiento. En humanos, se ha observado que la liberación de dopamina se correlaciona con el valor hedónico de la estimulación por los alimentos, proceso que, se ha sugerido, es independiente a la familiaridad o aprendizaje.^{14,17}

Desde edades muy tempranas, los niños muestran una preferencia no aprendida por los sabores dulces y salados.¹⁹ Esto podría deberse a una implicación evolutiva, en la cual el consumo de alimentos altos en energía fue crucial para el crecimiento. Sin embargo, en épocas actuales, en las que existe una elevada disponibilidad de alimentos con alta densidad energética, ricos en azúcares y grasas saturadas, el gusto preferencial por estos sabores contribuye a un exceso en el consumo de energía, lo que podría favorecer al desarrollo de obesidad en el niño.

Habituación al sabor dulce

La ingestión o el rechazo de alimentos están ligados al placer o desagrado asociados con estímulos gustativos.²⁰ Como se mencionó en el apartado previo, existe una gran cantidad de evidencia que indica que los niños presentan una elevada preferencia hacia los sabores dulces, la cual va disminuyendo hacia la adolescencia y la adultez.^{7,21-23} Las experiencias sensoriales y el condicionamiento o habituación al sabor dulce desde etapas tempranas juegan un papel crucial en la selección de alimentos en años posteriores.⁷

La exposición a los sabores inicia desde la etapa gestacional, ya que se ha demostrado la transferencia

de olores y sabores tanto al líquido amniótico como a la leche materna, por lo que la dieta de la madre determina la exposición temprana del infante hacia sabores específicos.²⁴

Diversos estudios han documentado la preferencia del infante al consumo de bebidas azucaradas o soluciones glucosadas sobre el consumo de agua natural desde los primeros meses de vida. Los estudios de Beauchamp y colaboradores,²⁵ realizados en la década de los ochenta, muestran en infantes de seis meses de edad que quienes fueron expuestos a la ingestión de agua azucarada como parte de la dieta en el futuro ingieren mayor volumen de una solución glucosada (pero no de agua) que aquellos que no consumieron frecuentemente agua endulzada. En aquel estudio se demostró también que la etnicidad es un factor importante en la habituación al sabor dulce, ya que los niños afroamericanos ingirieron mayor volumen de solución azucarada (pero no de agua) en comparación con los niños caucásicos. Siguiendo la misma línea de estudio, se evaluó la respuesta de preferencia a la solución azucarada a los dos años de edad en una submuestra de 63 niños afroamericanos que formaron parte del estudio anterior.²⁶ Una vez más se demostró que los niños que consumieron agua azucarada durante su infancia también ingirieron mayor volumen de la solución azucarada con respecto de aquéllos que no fueron expuestos a su consumo como parte de la dieta. Los autores observaron, además, una correlación positiva entre el consumo de la solución azucarada (0.6 mol) a los dos años de edad y el consumo de soluciones azucaradas 0.2 y 0.6 mol por los mismos individuos a los seis meses de edad.

Estos estudios muestran que la preferencia al sabor dulce puede resultar de la habituación oral a ese estímulo y que inclusive puede permanecer en etapas posteriores durante la infancia. En este sentido, Pepino y colaboradores,²⁷ en niños de 6 a 10 años de edad, mostraron que la exposición temprana (durante los dos primeros años) al agua azucarada se relaciona con preferencias por mayores concentraciones de azúcar posteriormente durante la infancia, lo que sugiere que los niños que reciben con regularidad agua azucarada en la infancia temprana prefieren, en años posteriores, mayores concentraciones de endulzantes en comparación con aquellos que tuvieron un bajo consumo de agua endulzada en esa etapa.

Percepción del gusto, habituación al sabor dulce y obesidad

Son pocos los estudios que evalúan el impacto biológico o de habituación hacia el sabor dulce y su asociación con la obesidad. Uno de los métodos para evaluar la

motivación para comer es el *valor de reforzamiento de los alimentos*. Éste se define como un estímulo que aumenta la tasa de un comportamiento subsecuente, es decir, la forma en que el sabor de un alimento incrementa la motivación a consumir alimentos del mismo sabor.²⁸ Epstein y colaboradores²⁹ realizaron un estudio en niños de entre 8 y 12 años con riesgo de sobrepeso (IMC entre el percentil 50 y 85) para evaluar cómo los alimentos que varían en sabor pueden relacionarse de manera diferencial al reforzamiento y cómo estas medidas se relacionan con el consumo de energía. Los autores observaron un valor de reforzamiento mayor para los alimentos dulces en comparación con los salados y los *umami*, y fue el valor de reforzamiento el predictor de la ingesta total de energía. Otros estudios han demostrado diferencias individuales en el reforzamiento de alimentos dependiendo del peso corporal. Por ejemplo, Temple y colaboradores³⁰ observaron que los niños con valores mayores de IMC respondieron favorablemente hacia los alimentos de tipo *umami* a medida que los programas de reforzamiento progresaban. Igualmente, se observó una correlación positiva entre el valor de reforzamiento y la ingestión de energía. Ambos estudios muestran que la elección obtenida por reforzamiento de los sabores dulces y *umami* se relaciona con una mayor ingesta de energía, y el estudio de Temple y colaboradores también expone que puede ser influenciada por el peso corporal.

Por otra parte, algunos estudios en población adulta sana han evaluado el proceso cerebral de la parte hedónica y fisiológica del sabor.³¹⁻³³ Utilizando técnicas como la resonancia magnética o las mediciones encefalográficas, los resultados sugieren que, después de la activación de los receptores de sabor, las señales de respuesta se integran en un circuito neuronal que incluye tanto neuronas somatosensoriales como neuronas responsivas al sabor en la corteza gustativa primaria (ínsula).³¹ Estos estudios muestran una mayor activación neuronal conforme incrementa la concentración de sacrosa en las soluciones valoradas, así como su correlación con el valor hedónico otorgado por los participantes.^{32,33}

Existe poca evidencia con respecto a la respuesta neural en población infantil o en población con obesidad; sin embargo, Boutelle y colaboradores³⁴ realizaron un estudio que comparó la respuesta neural al azúcar y al agua en niños entre 8 y 12 años de edad con normopeso y obesidad, una vez cubierta la señal de saciedad. Los niños con obesidad presentaron una respuesta positiva mayor a la sacrosa en comparación con los niños con peso normal en áreas específicas del cerebro como la amígdala y la ínsula, aunque no en el *striatum*. Los autores observaron también una mayor respuesta neural al agua en los niños con obesidad; sin embargo, ésta no

fue tan elevada como la observada para la sacrosa. Se sugiere que esta estimulación podría darse debido a la respuesta de neuronas somatosensoriales en presencia de líquido en la boca, la expectativa de una recompensa o el intento de percibir el sabor.^{32,34} A pesar de que el estudio tuvo un pequeño tamaño de muestra ($n=23$), los resultados sugieren que la obesidad presenta un estado hiperresponsivo al azúcar, lo que, aunado a otros factores, podría contribuir a la sobrealimentación que conlleva a la obesidad. Al ser un área todavía poco explorada, se requieren mayores estudios para poder esclarecer si existen diferencias de respuesta neural al sabor dulce en niños con obesidad.

Variación genética en la percepción del gusto y su relación con obesidad

Los polimorfismos asociados con genes involucrados en la respuesta del sistema gustativo pueden explicar, en parte, la variabilidad en la elección de alimentos con ciertas características de palatabilidad. Existe una diversidad de variaciones genéticas dependiendo del receptor involucrado en la respuesta al sabor, dentro de los que se encuentran principalmente los genes de receptores del sabor dulce o *umami* (TAS1R2/TAS1R3)¹¹ y el receptor de respuesta a sabores amargos (TAS2R38).¹²

Con respecto al receptor de sabor dulce TAS1R2, la presencia del polimorfismo rs35874116 (Ile191Val) presenta resultados controversiales ya que se ha asociado tanto con un menor³⁵ como con un mayor consumo total de hidratos de carbono.³⁶ En el estudio de Eny y colaboradores,³⁵ se consideraron dos tipos de poblaciones, 1 037 adultos entre 20 y 29 años y adultos diabéticos. Los portadores del alelo homozigoto Val/Val (25%) presentaban etnicidad caucásica y asiática. La disminución en el consumo de hidratos de carbono totales (en ambos, adultos jóvenes y diabéticos) se observó únicamente en la población con sobrepeso u obesidad y fue medido a través de un cuestionario de frecuencia de consumo de un mes. En cambio, de los adultos mestizos del oeste de México evaluados en el estudio de Ramos y colaboradores, sólo 5.7% presentó el alelo homozigoto Val/Val ($n=441$).³⁶ Los autores no encontraron diferencias del consumo de hidratos de carbono asociadas con el IMC al utilizar un registro de consumo de tres días. Sin embargo y de manera interesante, observaron un incremento de 30% de triglicéridos en suero, asociado con la presencia del polimorfismo, lo que sugiere un mayor riesgo de hipertrigliceridemia en la población portadora del alelo homozigoto Val/Val.

Las discrepancias entre ambos estudios podrían explicarse por el tipo de población así como por el diseño de cada estudio, por lo que se necesita mayor eviden-

cia para demostrar una relación entre el polimorfismo del TAS1R2 con la presencia de obesidad, a través de cambios en el consumo de productos asociados con la respuesta de este receptor.

Por su parte, aunque los polimorfismos asociados con el gen TAS1R3 (rs307355 y rs35744813) se han vinculado con una menor percepción a soluciones de sucrosa, éstos resultados no han sido replicados.³⁷ Si bien se han observado asociaciones entre la preferencia y consumo de azúcares derivados de la variabilidad genética a los receptores al sabor dulce, es importante considerar que los pocos estudios existentes se han realizado en población adulta, por lo que su implicación en la obesidad infantil debe ser examinada en estudios específicos de esta población.

A diferencia de los receptores al sabor dulce, la variación en la habilidad de respuesta a compuestos amargos tipo "Tiourea" ha sido una de las más estudiadas. El gen TAS2R38 codifica para uno de 30 receptores de respuesta a sabor amargo y es uno de los principales responsables de esta variabilidad, para la cual se han descrito tres polimorfismos principales (rs713598, rs1726866 y rs10246939).^{11,38,39}

La feniltiocarbamida (PTC, por sus siglas en inglés) y el 6-n-propiltouracilo (PROP, por sus siglas en inglés) son compuestos que contienen un grupo funcional a tiourea (N-C=S). Hace más de 70 años, se describió la variabilidad en la capacidad de las personas para percibir estos compuestos amargos, que actualmente se conoce como el fenotipo PROP. Los individuos PROP "catadores" requieren menor concentración para distinguir el sabor, por lo tanto presentan una mayor sensibilidad. Los individuos PROP "no catadores" sólo detectan los compuestos PROP a altas concentraciones o incluso no los detectan por lo que presentan menor sensibilidad a estos compuestos.

Una gran variedad de estudios también se han asociado con el fenotipo "no catador" con una menor sensibilidad a otros sabores como el dulce y el *umami*, así como a irritantes y textura de los lípidos.^{12,39,40} Debido a esto, se ha sugerido que el fenotipo "no catador" está expuesto a una mayor ingesta de energía y, por lo tanto, a desarrollar obesidad.

Una revisión sistemática de Keller y colaboradores³⁹ muestra los artículos publicados hasta 2015 relacionados con el fenotipo PROP, la preferencia de alimentos, ingesta total de energía y peso corporal. En cuanto a la preferencia de alimentos, siete son estudios en niños y, de éstos, sólo tres evaluaron preferencias hacia alimentos *umami* o dulces. En uno de los estudios se observó que niños de ambos sexos entre 4 y 5 años con fenotipo "no catador" prefirieron alimentos *umami*, como el queso americano, en comparación con los niños con fenotipo

"catador", mientras que sólo las niñas "no catadoras" prefirieron la leche entera con respecto a sus contrapartes "catadoras". Sin embargo, los niños (sexo masculino) con fenotipo "no catador" también prefirieron el consumo de brócoli crudo. En otro estudio, niños de entre 5 y 10 años de ambos性s con alelos sensibles a PROP "catadores" prefirieron mayores concentraciones de azúcar y cereales azucarados en comparación con los niños con sólo un alelo sensible o ambos alelos insensibles.

Con respecto a la relación entre el fenotipo PROP y la ingestión de alimentos o energía, la literatura médica muestra 13 artículos que incluyen a niños como su población de estudio. De éstos, dos estudiaron la ingestión de vitaminas o de un producto específico. El 50% de los artículos restantes no muestran diferencias en la ingestión de alimentos o de energía dependiente del fenotipo PROP. Del otro 50% se desprende que los niños con fenotipo "catador" consumen menos azúcares y más vegetales, aunque en uno de los estudios se reportó que consumen más proteína y más grasa. En un estudio más reciente realizado por Joseph PV y colaboradores,⁴¹ se muestra que algunas variantes de TAS2R38 se asociaron con el umbral de detección a sucrosa. Los niños con 1 o 2 alelos sensibles presentaron un menor umbral de detección ($F(2, 165)=4.55, p=0.01$; rs1726866), es decir, una mayor sensibilidad al azúcar ("catadores"). El genotipo no se asoció con una mayor cantidad de ingesta total de energía pero sí con mayor cantidad de azúcar añadida/kcal.⁴¹

Finalmente, con respecto a la relación entre el fenotipo PROP y el IMC, Keller y colaboradores³⁹ reportan 13 artículos que incluyen población de 4 a 13 años de edad. De estos estudios, siete no encuentran ningún tipo de asociación entre el fenotipo PROP y el IMC. Sólo un estudio reporta que el fenotipo PROP "catador" se asocia con un menor IMC. El resto muestra que el fenotipo "no catador" se asocia con mayor IMC; sin embargo, los datos varían dependiendo del género, del estado socioeconómico y la etnicidad de la población. En el estudio de Joseph y colaboradores no se observó una asociación entre el umbral de azúcar y el IMC; sin embargo, a mayor adiposidad menor umbral (mayor sensibilidad) hacia la sucrosa.⁴¹

La evidencia sugiere que el presentar el fenotipo "catador" influye en la elección de alimentos menos dulces, lo que implicaría un efecto protector ante la obesidad. Sin embargo, se requieren más estudios debido a la inconsistencia en los resultados asociados con peso corporal. Dichas inconsistencias pueden deberse a las metodologías utilizadas, además de otras variables que puedan estar confundiendo los resultados (sexo, etnicidad, nivel socioeconómico, entre otros). La evidencia más reciente muestra la complejidad de las interacciones

entre los polimorfismos, la sensibilidad en la percepción del gusto, la elección de alimentos y, por lo tanto, las diferencias en su posible asociación con el desarrollo de obesidad.

Conclusiones

Durante los últimos años, tanto la percepción del gusto como los factores genéticos y ambientales que la determinan han adquirido una gran importancia para comprender su papel en el desarrollo de obesidad y la evidencia se concentra cada vez más en poblaciones vulnerables como los niños. En esta población, el valor de reforzamiento de los alimentos dulces se ha asociado con una mayor ingesta de energía; sin embargo, existe poca evidencia sobre el rol del peso corporal y su asociación con la preferencia por los alimentos dulces. Además, las experiencias hedónicas asociadas con el consumo de sabores dulces refuerzan también la ingestión de estos alimentos. Por otra parte, estudios de la respuesta neural a los sabores dulces muestran que, en condiciones de obesidad, se presenta un estado hiperresponsivo al azúcar, lo que podría contribuir a la sobrealimentación y, con ello, a perpetuar la obesidad. De igual forma, los mecanismos genéticos que condicionan la preferencia por sabores dulces, juegan un papel importante en la elección y consumo de alimentos en la infancia, que se mantienen en el transcurso de la vida. Sin embargo, aún existen inconsistencias en la evidencia del papel de los fenotipos en la elección de alimentos y su relación con el peso corporal en niños.

Se requiere más evidencia sobre la contribución de la dieta gestacional de la madre y la relación del fenotipo PROP en las preferencias por el sabor dulce en los niños, así como sobre el rol del peso corporal en relación con estas preferencias. También se necesita más evidencia sobre la relación de otros polimorfismos asociados con el gusto, ingesta dietética y obesidad en población infantil. Estos conocimientos podrán ayudar a entender mejor el complejo sistema de percepción del gusto y, con ello, a considerarlo un factor más en las intervenciones que puedan traducirse en política pública.

Agradecimientos

A la Fundación Gonzalo Río Arronte I. A. P. y al Centro de Investigación en Nutrición y Salud del Instituto Nacional de Salud Pública por apoyar con el financiamiento de este trabajo. A María de los Ángeles Meza por su asesoría en la búsqueda inicial.

Declaración de conflicto de intereses. Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud: sobrepeso y obesidad infantiles. Ginebra: OMS, 2018 [consultado febrero 19, 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>
- Messiah SE, Arheart KL, Natale RA, Hlaing WM, Lipshultz SE, Miller TL. BMI, waist circumference, and selected cardiovascular disease risk factors among preschool-age children. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(9):1942-9. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.353>
- Vander-Wal JS, Mitchell ER. Psychological complications of pediatric obesity. *Pediatr Clin North Am*. 2011;58(6):1393-401. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2011.09.008>
- Graversen L, Sorensen TI, Petersen L, Sovio U, Kaakinen M, Sandbaek A, et al. Preschool weight and body mass index in relation to central obesity and metabolic syndrome in adulthood. *PLoS One*. 2014;9(3):e89986. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089986>
- Llewellyn A, Simmonds M, Owen CG, Woolacott N. Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2016;17(1):56-67. <https://doi.org/10.1111/obr.12316>
- Kumar S, Kelly AS. Review of childhood obesity: from epidemiology, etiology, and comorbidities to clinical assessment and treatment. *Mayo Clin Proc*. 2017;92(2):251-265. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.09.017>
- Liem DG, Mennella JA. Sweet and sour preferences during childhood: role of early experiences. *Dev Psychobiol*. 2002;(4):388-95. <https://doi.org/10.1002/dev.10067>
- Sánchez-Pimienta TG, Batis C, Lutter CK, Rivera JA. Sugar-Sweetened Beverages Are the Main Sources of Added Sugar Intake in the Mexican Population. *J Nutr*. 2016;146(9):1888S-96S. <https://doi.org/10.3945/jn.115.220301>
- Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Gómez-Acosta LM, Morales-Ruan MC, Méndez Gómez-Humaráin I, Robles-Villaseñor MN, Hernández-Ávila M. Efecto del programa de servicios SaludArte en los componentes de alimentación y nutrición en escolares de la Ciudad de México. *Salud Pública Mex*. 2017;59(6):621-9. <https://doi.org/10.21149/8116>
- Araneda J, Bustos P, Cerecerá F, Amigo H. [Intake of sugar-sweetened non-alcoholic beverages and body mass index: A national sample of Chilean school children]. *Salud Pública Mex*. 2015;57(2):128-34. <https://doi.org/10.21149/spm.v57i2.7408>
- Hayes JE, Feeney EL, Allen AL. Do polymorphisms in chemosensory genes matter for human ingestive behavior? *Food Qual Prefer*. 2013;30(2):202-16. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.05.013>
- Keller KL, Olsen A, Cravener TL, Bloom R, Chung WK, Deng L, et al. Bitter taste phenotype and body weight predict children's selection of sweet and savory foods at a palatable test-meal. *Appetite*. 2014; 77:113-21. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.02.019>
- Oftedal KN, Tepper BJ. Influence of the PROP bitter taste phenotype and eating attitudes on energy intake and weight status in pre-adolescents: a 6-year follow-up study. *Physiol Behav*. 2013;118:103-11. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.016>
- Mennella JA, Beauchamp GK. The role of early life experiences in flavor perception and delight. In: Dubé L, Bechara A, Dagher A, Drewnowski A, et al. *Obesity prevention: The role of brain and society on individual behavior*. EUA: Academic Press, Elsevier, 2010. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374387-9.00016-7>
- Li X, Staszewski L, Xu H, Durick K, Zoller M, Adler E. Human receptors for sweet and umami taste. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2002;99(7):4692-6. <https://doi.org/10.1073/pnas.072090199>
- Coddou C, Yan Z, Obsil T, Huidobro-Toro JP, Stojilkovic SS. Activation and regulation of purinergic P2X receptor channels. *Pharmacol Rev*. 2011;63(3):641-83. <https://doi.org/10.1124/pr.110.003129>

17. de Araujo IE, Oliveira-Maia AJ, Sotnikova TD, Gainetdinov RR, Caron MG, Nicoletti MA, Simon SA. Food reward in the absence of taste receptor signaling. *Neuron*. 2008;57(6):930-41. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.01.032>
18. Sukumaran SK, Yee KK, Iwata S, Kotha R, Quezada-Calvillo R, Nichols BL, et al. Taste cell-expressed α -glucosidase enzymes contribute to gustatory responses to disaccharides. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2016;113(21):6035-40. <https://doi.org/10.1073/pnas.1520843113>
19. Drewnowski A, Mennella JA, Johnson SL, Bellisio F. Sweetness and food preference. *J Nutr*. 2012;142(6):1142S-8S. <https://doi.org/10.3945/jn.111.149575>
20. Leterme A, Brun L, Dittmar A, Robin O. Autonomic nervous system responses to sweet taste: evidence for habituation rather than pleasure. *Physiol Behav*. 2008;93(4-5):994-999. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.01.005>
21. Schiffman SS, Graham BG. Elevated and sustained desire for sweet taste in african-americans: a potential factor in the development of obesity. *Nutrition*. 2000;16(10):886-93. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00403-2](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00403-2)
22. Desor JA, Greene LS, Maller O. Preferences for sweet and salty in 9- to 15-year-old and adult humans. *Science*. 1975;190(4215):686-7. <https://doi.org/10.1126/science.1188365>
23. Mennella JA, Finkbeiner S, Reed DR. The proof is in the pudding: children prefer lower fat but higher sugar than do mothers. *Int J Obes (Lond)*. 2012;36(10):1285-91. <https://doi.org/10.1038/ijo.2012.51>
24. Mennella JA, Beauchamp GK. Maternal diet alters the sensory qualities of human milk and the nursing's behavior. *Pediatrics*. 1991;88(4):737-44.
25. Beauchamp GK, Moran M. Dietary experience and sweet taste preference in human infants. *Appetite*. 1982;3(2):139-52. [https://doi.org/10.1016/S0195-6663\(82\)80007-X](https://doi.org/10.1016/S0195-6663(82)80007-X)
26. Beauchamp GK, ver Moran M. Acceptance of sweet and salty tastes in 2-year-old children. *Appetite*. 1984;5(4):291-305. [https://doi.org/10.1016/S0195-6663\(84\)80002-1](https://doi.org/10.1016/S0195-6663(84)80002-1)
27. Pepino MY, Mennella JA. Factors contributing to individual differences in sucrose preference. *Chem Senses*. 2005;30(suppl 1):i319-20. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjh243>
28. Epstein LH, Leddy JJ, Temple JL, Faith MS. Food reinforcement and eating: a multilevel analysis. *Psychol Bull*. 2007;133(5):884-906. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.5.884>
29. Epstein LH, Carr KA, Scheid JL, Gebre E, O'Brien A, Paluch RA, Temple JL. Taste and food reinforcement in non-overweight youth. *Appetite*. 2015;91:226-32. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.04.050>
30. Temple JL, Legierski CM, Giacomelli AM, Salvy SJ, Epstein LH. Overweight children find food more reinforcing and consume more energy than do non-overweight children. *Am J Clin Nutr*. 2008;87(5):1121-7. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.5.1121>
31. Spetter MS, Smeets PA, de Graaf C, Viergever MA. Representation of sweet and salty taste intensity in the brain. *Chem Senses*. 2010;35(9):831-40. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjq093>
32. Rudenga K, Green B, Nachtigal D, Small DM. Evidence for an integrated oral sensory module in the human anterior ventral insula. *Chem Senses*. 2010;35(8):693-703. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjq068>
33. Jacquin-Piques A, Mouillot T, Gigot V, Meillon S, Leloup C, Penicaud L, Brondel L, et al. Preference for Sucrose Solutions Modulates Taste Cortical Activity in Humans. *Chem Senses*. 2016;41(7):591-9.
34. Boutelle KN, Wierenga CE, Bischoff-Grethe A, Melrose AJ, Grenesko-Stevens E, Paulus MP, et al. Increased brain response to appetitive tastes in the insula and amygdala in obese compared with healthy weight children when sated. *Int J Obes (Lond)*. 2015;39(4):620-8. <https://doi.org/10.1038/ijo.2014.206>
35. Eny KM, Wolever TM, Corey PN, El-Sohemy A. Genetic variation in TAS1R2 (Ile191Val) is associated with consumption of sugars in overweight and obese individuals in 2 distinct populations. *Am J Clin Nutr*. 2010;92(6):1501-10. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29836>
36. Ramos-Lopez O, Panduro A, Martinez-Lopez E, Roman S. Sweet Taste Receptor TAS1R2 polymorphism (Val191Val) is associated with a higher carbohydrate intake and hypertriglyceridemia among the population of West Mexico. *Nutrients*. 2016;8(2):101-13. <https://doi.org/10.3390/nut8020101>
37. Fushan AA, Simons CT, Slack JP, Manichaikul A, Drayna D. Allelic polymorphism within the TAS1R3 promoter is associated with human taste sensitivity to sucrose. *Curr Biol*. 2009;19(15):1288-93. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.06.015>
38. Drewnowski A, Henderson SA, Shore AB. Genetic sensitivity to 6-n-propylthiouracil (PROP) and hedonic responses to bitter and sweet tastes. *Chem Senses*. 1997;22(1):27-37. <https://doi.org/10.1093/chemse/22.1.27>
39. Keller KL, Adise S. Variation in the ability to taste bitter thiourea compounds: implications for food acceptance, dietary intake, and obesity risk in children. *Annu Rev Nutr*. 2016;17(36):157-82. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071715-050916>
40. Burd C, Senerat A, Chambers E, Keller KL. PROP taster status interacts with the built environment to influence children's food acceptance and body weight status. *Obesity (Silver Spring)*. 2013;21(4):786-94. <https://doi.org/10.1002/oby.20059>
41. Joseph PV, Reed DR, Mennella JA. Individual differences among children in sucrose detection thresholds: relationship with age, gender, and bitter taste genotype. *Nurs Res*. 2016;65(1):3-12.