

SACIEDAD

Más allá del control del peso

Regulación del apetito, estructura del alimento y salud metabólica

Una revisión crítica de la señalización intestino-cerebro, la regulación glucémica, la arquitectura del alimento, la composición corporal y el envejecimiento saludable

TIPO DE ARTÍCULO	Revisión narrativa
AUTOR(ES)	José M. López, BSc, MD, PhD, LLD (c)]
AFILIACIÓN	ND Pharma & Biotech - INTABIOTECH
CORRESPONDENCIA	jmlopez@onsultant.com

NOTA EDITORIAL

Este artículo está estructurado como una revisión de orientación académica.

Resumen

La saciedad se ha abordado tradicionalmente como un mecanismo para el control del peso: se espera que los alimentos que generan una mayor sensación de plenitud reduzcan la ingesta energética posterior y, en última instancia, el peso corporal. Esta proposición es biológicamente plausible, pero incompleta. La saciedad no es una respuesta hormonal única ni es sinónimo de una menor ingesta calórica. Surge de la integración de la percepción sensorial, el procesamiento oral, la distensión y el vaciamiento gástricos, la detección intestinal de nutrientes, la señalización enteroendocrina, el metabolismo postabsortivo, las expectativas aprendidas, el procesamiento de la recompensa y el entorno alimentario. En consecuencia, la relevancia metabólica de un alimento saciante depende no solo de cuánto de lleno se siente un individuo, sino también de cómo se ha generado ese estado de saciedad.

Esta distinción ha adquirido una importancia creciente. La proteína puede aumentar la plenitud posprandial y estimular hormonas asociadas con la saciedad, como el péptido similar al glucagón tipo 1 (GLP-1) y el péptido YY (PYY); sin embargo, una mayor saciedad subjetiva no se traduce invariablemente en una menor ingesta energética diaria total ni en mejores resultados cardiometabólicos. La fibra dietética puede favorecer la plenitud mediante el volumen, la viscosidad, mecanismos gástricos e intestinales y la fermentación microbiana, al tiempo que ejerce efectos sobre el control glucémico, el metabolismo lipídico y el riesgo cardiovascular que van mucho más allá de la regulación del apetito. La textura de los alimentos y la velocidad de ingesta pueden modificar de forma relevante la ingesta energética incluso cuando la composición nutricional es similar. Por el contrario, una saciación excesiva puede ser indeseable en personas mayores o nutricionalmente vulnerables, en quienes preservar la ingesta de energía y proteínas constituye una prioridad.

Esta revisión sostiene, por tanto, que la saciedad debe entenderse como una propiedad de los alimentos, las comidas y los patrones dietéticos a nivel de sistema, y no como un criterio indirecto de valoración de la pérdida de peso. Las aplicaciones futuras de mayor interés se sitúan en la intersección entre la regulación del apetito, el control metabólico posprandial, la densidad nutricional, la preservación de la masa magra, la estructura del alimento y la adherencia dietética a largo plazo. En la era de la farmacoterapia basada en GLP-1, esta perspectiva más amplia adquiere especial relevancia: las estrategias nutricionales no deberían limitarse a intentar reproducir la supresión farmacológica del apetito, sino diseñar una mejor nutrición metabólica basada en una aportación adecuada de proteínas y fibra, una estructura alimentaria apropiada, una elevada densidad de micronutrientes y la preservación del tejido funcional.

Palabras clave: saciedad; saciación; apetito; salud metabólica; proteína; fibra dietética; GLP-1; PYY; control glucémico; matriz alimentaria; velocidad de ingesta; envejecimiento saludable; composición corporal; alimentos funcionales

TESIS CENTRAL

La saciedad no es un sustituto de la pérdida de peso. Su relevancia para la salud depende de la vía fisiológica mediante la que se genera, de la calidad nutricional de la comida, de la población en la que se produce y del resultado conductual posterior.

Mensajes clave

- La saciación (finalización de la comida) y la saciedad (supresión del hambre después de comer) son constructos fisiológicos relacionados, pero diferentes.
- Una mayor sensación subjetiva de plenitud no reduce necesariamente la ingesta energética diaria total, el peso corporal ni el riesgo cardiometabólico.
- La proteína, la fibra, la estructura del alimento, la densidad energética, la viscosidad y la velocidad de ingesta pueden influir sobre la saciedad mediante mecanismos distintos y parcialmente independientes.
- Los beneficios metabólicos de los alimentos ricos en proteínas y fibra no pueden reducirse exclusivamente a sus efectos sobre el apetito.
- En poblaciones de edad avanzada, frágiles o con el apetito suprimido farmacológicamente, maximizar la saciedad puede resultar nutricionalmente contraproducente.
- El desarrollo futuro de productos debería centrarse en la «arquitectura de la saciedad»: el diseño integrado de la densidad nutricional, la estructura del alimento, la cinética digestiva y la conducta alimentaria.

1. Introducción: la saciedad lleva demasiado tiempo planteando la pregunta equivocada

Durante décadas, los debates nutricionales en torno a la saciedad han tendido a comenzar con una pregunta aparentemente sencilla: ¿hará este alimento que las personas coman menos? Desde la perspectiva del control del peso, la lógica resulta convincente. Si un alimento aumenta la plenitud tras su consumo, retrasa la reaparición del hambre y reduce la ingesta energética posterior, su consumo repetido podría favorecer un balance energético negativo o, al menos, menos positivo. Este concepto ha sustentado una amplia investigación sobre dietas ricas en proteínas, fibras viscosas, alimentos de baja densidad energética y sustitutos de comidas.

Pero existe un problema conceptual. La saciedad es un estado fisiológico; el cambio de peso es un resultado a largo plazo. Ambos fenómenos están relacionados, pero no son intercambiables.

La distinción no es semántica. Los estudios controlados demuestran repetidamente que las valoraciones subjetivas del apetito y la ingesta energética real pueden disociarse. Una comida puede hacer que los participantes refieran una sensación de plenitud significativamente mayor sin producir una reducción relevante de la ingesta de alimentos más tarde ese mismo día. En el ensayo aleatorizado NewStart, por ejemplo, un desayuno con mayor contenido proteico produjo una mayor saciedad declarada que un desayuno bajo en proteínas, pero ello no se tradujo en diferencias significativas en la ingesta energética, la composición corporal, el perfil lipídico o la tolerancia a la glucosa durante el periodo de intervención (Dalgaard et al., 2025).

Esta observación cambia de manera fundamental la forma en que debe interpretarse la saciedad. En lugar de considerar la plenitud como un indicador indirecto de pérdida de peso, la pregunta científicamente más útil es: ¿qué procesos fisiológicos, nutricionales y conductuales se modifican cuando un alimento genera saciedad y qué consecuencias tienen esos procesos para la salud?

Cuando el problema se formula de este modo, la saciedad pasa a ser mucho más que una cuestión de control del peso. Se relaciona con la glucemia posprandial, la secreción de insulina, la fisiología gastrointestinal, la elección de alimentos, la frecuencia de las comidas, la suficiencia proteica, la preservación del músculo esquelético, la ingesta de fibra dietética, el metabolismo microbiano gastrointestinal y la estructura física de los alimentos.

Algunos de estos procesos pueden contribuir al control ponderal. Otros poseen valor metabólico incluso cuando el peso corporal cambia poco o no cambia en absoluto.

Al mismo tiempo, una mayor saciedad no es universalmente deseable. Una persona mayor con disminución del apetito, un paciente con riesgo de desnutrición o alguien que tiene dificultades para consumir suficiente proteína presenta un problema fisiológico muy diferente del de una persona por lo demás sana que vive en un entorno altamente obesogénico. En la primera situación, una saciación excesiva puede resultar contraproducente. Por tanto, la saciedad no debe considerarse una propiedad beneficiosa por definición. Lo es cuando la magnitud, el momento y las consecuencias nutricionales de la respuesta son adecuados para el individuo y para el objetivo metabólico.

2. La saciación (*del inglés satiation*) no es lo mismo que la saciedad

Una discusión rigurosa debe comenzar separando dos conceptos que con frecuencia se utilizan de forma intercambiable. La saciación describe los procesos que tienen lugar durante una comida y que contribuyen a finalizarla. Influye en la cantidad de alimento consumida antes de dejar de comer. La saciedad, en cambio, describe la supresión del hambre y de la conducta de ingesta una vez finalizada la comida. Influye en el intervalo hasta el siguiente episodio de ingesta y, potencialmente, en la cantidad consumida posteriormente.

Esta distinción es central en la investigación moderna sobre el apetito. Los marcos metodológicos desarrollados para evaluar alimentos distinguen específicamente los efectos sobre la finalización de la comida de los efectos sobre el apetito posprandial y el consumo posterior (Blundell et al., 2010).

Un alimento podría, por tanto, producir una saciación intensa al ralentizar la ingesta o ocupar un volumen gástrico considerable sin generar una saciedad posprandial inusualmente prolongada. A la inversa, una comida relativamente modesta podría producir señales metabólicas o enteroendocrinas prolongadas que retrasasen la reaparición del hambre.

La cascada tradicional de la saciedad conceptualiza el control del apetito como una secuencia de procesos superpuestos. Antes de que se absorban los nutrientes, la información visual, olfativa, cognitiva y sensorial oral ya modifica las expectativas de plenitud. Durante el consumo, la masticación, la textura, la velocidad de ingesta y el llenado gástrico aportan información adicional. Cuando los nutrientes alcanzan el intestino, los receptores y las células enteroendocrinas detectan hidratos de carbono, aminoácidos, péptidos, ácidos grasos y otros componentes. Tras la absorción, los nutrientes circulantes y las señales metabólicas continúan influyendo sobre el sistema nervioso central.

El resultado no es una señal binaria de encendido o apagado. La saciedad es una computación biológica integrada. Esto ayuda a explicar por qué medir una sola hormona —o incluso varias— es insuficiente para caracterizar el efecto saciante de un alimento.

3. La arquitectura intestino-cerebro de la regulación del apetito

3.1 Señales gástricas: el volumen importa, pero no lo es todo

A medida que el alimento entra en el estómago, la distensión gástrica activa vías mecanosensibles que contribuyen a la sensación de plenitud. El vaciamiento gástrico determina después la rapidez con la que los nutrientes llegan al intestino delgado y, por tanto, influye tanto en la distensión gástrica como en la detección intestinal de nutrientes.

Un vaciamiento gástrico más lento se ha asociado con frecuencia a una sensación de plenitud más prolongada. El GLP-1 y otros péptidos gastrointestinales pueden ralentizar el vaciamiento gástrico, proporcionando un

mecanismo plausible por el que las señales originadas en el intestino influyen sobre el tamaño de la comida y el apetito posprandial (Hellström & Näslund, 2001).

Sin embargo, sería una simplificación excesiva afirmar que un vaciamiento gástrico más lento equivale a mayor saciedad. La regulación del apetito surge de múltiples señales interactivas, no de un único mecanismo gástrico. Esto es importante para la formulación de alimentos: aumentar la viscosidad, el volumen o el tiempo de residencia gástrica puede influir sobre el apetito, pero ninguna de estas variables garantiza una menor ingesta energética con independencia de las propiedades sensoriales, la liberación de nutrientes y la compensación alimentaria posterior.

3.2 Señalización enteroendocrina

El tracto intestinal es un importante órgano endocrino. La exposición a nutrientes estimula la liberación de varios péptidos implicados en la regulación del apetito, entre ellos la colecistoquinina (CCK), el GLP-1 y el PYY. La grelina, producida predominantemente en el estómago y estrechamente asociada a la señalización del hambre, generalmente disminuye después del consumo de alimentos.

El GLP-1 ocupa una posición especialmente relevante porque conecta la ingesta de nutrientes con la secreción de insulina dependiente de glucosa, la fisiología gástrica y la regulación central de la ingesta alimentaria. Sus acciones fisiológicas van mucho más allá de la saciedad (Müller et al., 2019).

Las comidas ricas en proteínas constituyen un buen ejemplo de esta respuesta integrada. Los experimentos en humanos han mostrado concentraciones posprandiales más elevadas de GLP-1 y PYY tras comidas ricas en proteínas en comparación con alternativas equiparadas en macronutrientes, mientras que los metaanálisis indican que la ingesta aguda de proteínas puede suprimir el apetito, reducir la grelina y aumentar la CCK y el GLP-1. Es importante señalar que la evidencia procedente de intervenciones a más largo plazo es mucho menos concluyente. Una vez más, no deben confundirse la fisiología y el resultado clínico. Un aumento agudo del GLP-1 demuestra una respuesta biológica; por sí solo, no demuestra una reducción de peso a largo plazo.

3.3 La contribución ileal y colónica

La señalización de la saciedad no termina en el intestino delgado proximal. Cuando los nutrientes o los sustratos fermentables alcanzan regiones más distales del tracto gastrointestinal, pueden activarse vías endocrinas y neurales adicionales.

Las fibras dietéticas son especialmente interesantes porque sus efectos fisiológicos dependen en gran medida de sus características fisicoquímicas. La viscosidad puede modificar el vaciamiento gástrico y la difusión de nutrientes. La fermentabilidad determina en qué medida los microorganismos intestinales convierten los sustratos en metabolitos, incluidos los ácidos grasos de cadena corta. Estos metabolitos pueden, entre otros efectos, interactuar con vías enteroendocrinas implicadas en la secreción de GLP-1 y PYY (Akhlaghi, 2024).

Sin embargo, el término fibra describe un grupo heterogéneo de compuestos y no una intervención biológica única. Las revisiones sistemáticas muestran una variabilidad considerable en los resultados sobre el apetito en función del tipo de fibra, la dosis, la viscosidad, la fermentabilidad, el vehículo alimentario y la metodología experimental (Clark & Slavin, 2013). Por ello, la afirmación científicamente defendible no es simplemente que la fibra aumenta la saciedad, sino que determinadas fibras, administradas en matrices y cantidades adecuadas, pueden modificar varios mecanismos implicados en la regulación del apetito.

4. La saciedad más allá de la restricción calórica

El argumento más sólido para ir más allá del control del peso surge de observar que muchas características dietéticas asociadas con una mayor saciedad también afectan al metabolismo a través de vías parcialmente independientes del apetito. El reto consiste en distinguir la correlación de la causalidad.

Un alimento rico en fibra puede aumentar la plenitud y mejorar el control glucémico posprandial. Sería tentador afirmar que la saciedad mejoró el control glucémico. Normalmente, eso no es lo que ha ocurrido. Más bien, la fibra produjo ambos efectos mediante mecanismos fisiológicos superpuestos, pero distintos.

Por tanto, un modelo más preciso es considerar que la saciedad constituye con frecuencia una manifestación visible de una respuesta metabólica más amplia a las características físicas y nutricionales del alimento.

5. Glucemia posprandial: donde la salud metabólica se separa del apetito

El metabolismo posprandial se reconoce cada vez más como una dimensión importante de la salud metabólica. La velocidad con la que los hidratos de carbono digeribles pasan a estar disponibles, la composición y el orden de la comida, la viscosidad de la fibra, el vaciamiento gástrico y la estructura física de la fuente de carbohidratos pueden modificar la aparición de glucosa en la circulación.

Los patrones de hidratos de carbono de mayor calidad, caracterizados por una mayor ingesta de fibra dietética y cereales integrales, se han asociado en revisiones sistemáticas y estudios de intervención con mejores resultados cardiometabólicos. Una amplia serie de revisiones sistemáticas y metaanálisis encontró ventajas relevantes para la salud asociadas con un mayor consumo de fibra y cereales integrales (Reynolds et al., 2019). En personas con diabetes, una mayor ingesta de fibra también se ha asociado con mejoras en varias medidas del control glucémico y del riesgo cardiometabólico (Reynolds et al., 2020).

Algunas de esas mismas fibras pueden aumentar la plenitud. Sin embargo, su valor metabólico no debería atribuirse exclusiva —ni siquiera principalmente— a la sensación de estar lleno. La viscosidad puede ralentizar la accesibilidad de los nutrientes. La estructura de los cereales integrales puede modificar la cinética digestiva. La fermentación puede alterar el metabolismo colónico. Sustituir hidratos de carbono refinados por alimentos ricos en fibra cambia la matriz nutricional global. La saciedad puede acompañar a estos cambios sin ser su único mediador causal.

6. Proteína: quizá el ejemplo más claro de por qué la saciedad es mucho más que perder peso

La proteína se considera generalmente el macronutriente con mayor capacidad saciante aguda, aunque la magnitud del efecto varía sustancialmente entre estudios, poblaciones, fuentes proteicas y condiciones experimentales. Las revisiones y los metaanálisis respaldan, en conjunto, un aumento de la plenitud y una supresión del apetito tras comidas con mayor contenido proteico.

Sin embargo, su relevancia va mucho más allá del apetito. La proteína dietética aporta aminoácidos indispensables y sustenta el recambio proteico del músculo esquelético. Durante la restricción energética, preservar el tejido magro adquiere especial importancia porque la pérdida de peso no está constituida exclusivamente por tejido adiposo.

Una revisión sistemática y metaanálisis reciente concluyó que aumentar la ingesta proteica puede mejorar de forma relevante la preservación de la masa muscular durante la pérdida de peso intencional en adultos con sobrepeso u obesidad (Kokura et al., 2024). Esto crea una intersección nutricional especialmente interesante. Una comida con mayor contenido proteico, correctamente formulada, puede aumentar simultáneamente la saciedad asociada a la comida, mejorar la suficiencia proteica, favorecer la retención de tejido magro durante la restricción energética y reducir la proporción de la dieta ocupada por alimentos que aportan mucha energía pero escaso valor nutricional.

Estos resultados no deben reducirse a un único mecanismo. La preservación del tejido magro posee valor biológico incluso cuando los cambios en el apetito son modestos. A la inversa, una respuesta de saciedad intensa no resulta necesariamente útil si reduce la ingesta total de proteínas o micronutrientes.

7. Saciedad y envejecimiento saludable: una paradoja necesaria

La expresión nutrición que aumenta la saciedad suele sonar beneficiosa. Sin embargo, en el envejecimiento saludable la situación es más compleja. Las personas mayores presentan un mayor riesgo de disminución del apetito y de ingesta insuficiente de energía o proteínas. Las alteraciones de la fisiología gastrointestinal, el retraso del vaciamiento gástrico, los cambios en las respuestas hormonales, el deterioro sensorial, el uso de medicamentos, la enfermedad y los factores psicosociales pueden contribuir a lo que históricamente se ha denominado anorexia del envejecimiento.

Al mismo tiempo, en las personas mayores puede ser necesario prestar una atención especial a la ingesta proteica porque la respuesta anabólica del músculo esquelético puede disminuir con la edad. La proteína genera, por tanto, una paradoja nutricional: es valiosa para preservar la masa muscular, pero también posee una elevada capacidad saciante.

La implicación es profunda. No existe un nivel de saciedad universalmente óptimo. En una persona con obesidad y picoteo frecuente, una saciedad prolongada puede resultar ventajosa. En una persona mayor frágil que tiene dificultades para consumir suficientes calorías y proteínas, el mismo grado de saciedad podría ser indeseable. La nutrición funcional futura debe, por ello, abandonar el objetivo simplista de maximizar la saciedad y avanzar hacia otro más sofisticado: optimizar el apetito en relación con las necesidades nutricionales.

8. Fibra: plenitud, fisiología glucémica y relevancia cardiovascular

La fibra dietética quizá constituya el ejemplo más claro de un componente alimentario cuyos beneficios se extienden mucho más allá del apetito. Distintos tipos de fibra pueden influir en la fisiología fecal, el tránsito gastrointestinal, la absorción de nutrientes, la fermentación, la ecología microbiana, el metabolismo de los ácidos biliares, la respuesta glucémica y el metabolismo lipídico. Su capacidad para influir sobre la saciedad depende en gran medida de propiedades como la viscosidad, la hidratación, la formación de geles, la fermentabilidad y su integración en la matriz alimentaria.

La literatura más amplia sobre salud resulta convincente. Los análisis sistemáticos asocian de forma consistente una mayor exposición a la fibra con mejores resultados de salud, incluido un menor riesgo cardiometabólico, mientras que la evidencia de intervención en personas con diabetes demuestra mejoras en parámetros glucémicos y en varios marcadores de riesgo cardiovascular.

Esto establece una distinción importante para la ciencia de los alimentos. Un ingrediente de fibra puede seleccionarse porque aumenta la viscosidad y la plenitud. Sin embargo, idealmente su valor debería evaluarse considerando el apetito, la glucemia posprandial, la tolerancia gastrointestinal, la fermentación, el metabolismo lipídico, el desplazamiento dietético y la adherencia a largo plazo. Es improbable que un alimento que produzca una plenitud espectacular a corto plazo, pero una tolerancia gastrointestinal deficiente, tenga éxito nutricional o comercial. Del mismo modo, no puede asumirse automáticamente que una fibra aislada reproduzca los efectos fisiológicos observados en estudios epidemiológicos de patrones dietéticos ricos en fibra. El contexto alimentario importa.

9. Estructura del alimento: las calorías no llegan al organismo como números

Los modelos nutricionales tradicionales reducen con frecuencia los alimentos a su composición en nutrientes: gramos de hidratos de carbono, proteína, grasa y fibra por ración. La conducta alimentaria humana no funciona como una etiqueta nutricional. Los alimentos tienen estructura. Deben morderse, masticarse, lubricarse, deglutirse, desintegrarse y digerirse. Sus características físicas determinan la rapidez con la que puede consumirse la energía y la velocidad con la que los nutrientes se vuelven accesibles para las enzimas digestivas.

Esto tiene implicaciones importantes para la saciedad. Los estudios controlados muestran que manipular la textura de los alimentos puede modificar la velocidad de ingesta y la ingesta energética incluso cuando los alimentos son, por lo demás, ampliamente comparables desde el punto de vista nutricional. En un estudio aleatorizado cruzado, las diferencias de velocidad de ingesta inducidas por la textura modificaron de forma relevante la ingesta energética tanto en comidas mínimamente procesadas como ultraprocesadas (Teo et al., 2022).

Por tanto, la velocidad de ingesta merece considerarse una propiedad metabólica del diseño de alimentos. Un alimento consumido rápidamente permite que una cantidad considerable de energía alcance el tracto gastrointestinal antes de que se haya desarrollado plenamente el conjunto de mecanismos de retroalimentación oral, gástrica e intestinal. Un alimento que exige un mayor procesamiento oral prolonga la exposición sensorial por caloría y concede a las señales de saciación más tiempo para interactuar con el consumo en curso. Esto no significa que todo alimento blando sea metabólicamente indeseable ni que todo alimento duro sea beneficioso. Pero la textura no es simplemente un atributo sensorial; puede influir sobre la conducta ingestiva.

10. La lección de los alimentos ultraprocesados

Una de las demostraciones modernas más influyentes de la importancia de la estructura del alimento procede del ensayo controlado en régimen de hospitalización realizado por Hall y colaboradores. Los participantes fueron expuestos a dietas ultraprocesadas y no procesadas en condiciones estrechamente controladas. Aunque las dietas se diseñaron para igualar varias características nutricionales presentadas, la condición ultraprocesada dio lugar a una ingesta energética espontánea y a un aumento de peso sustancialmente mayores (Hall et al., 2019).

Este experimento no debe interpretarse como una demostración de que todos los alimentos ultraprocesados provocan sobreingesta, ni de que el grado de procesamiento explique por sí solo el efecto. En realidad, demuestra algo más matizado y científicamente útil: la composición nutricional sobre el papel no es suficiente para predecir la conducta alimentaria. La densidad energética, la velocidad de ingesta, la textura, la palatabilidad, la forma del alimento y la accesibilidad de los nutrientes pueden modificar la manera en que se consumen las calorías.

Para la industria alimentaria, la implicación puede ser transformadora. La próxima generación de alimentos metabólicamente inteligentes no debería diseñarse únicamente modificando listas de ingredientes. Debería diseñarse a nivel de la arquitectura del alimento.

11. Densidad energética, volumen y la fisiología de «lo suficiente»

Los seres humanos comen alimentos en función de su peso y volumen, además de su contenido energético. Los alimentos con una proporción importante de agua, estructuras vegetales intactas u otros componentes de baja densidad energética pueden aportar un volumen oral y gástrico considerable con una entrega energética relativamente modesta. Este es uno de los mecanismos más prácticos mediante los que la saciedad puede contribuir a la regulación energética.

Sin embargo, existe una diferencia importante entre reducir la densidad energética incorporando alimentos con significado fisiológico y limitarse a sustituir nutrientes por volumen no calórico. El valor metabólico de las verduras, las legumbres, la fruta, los cereales integrales o los alimentos con proteínas de alta calidad no puede reducirse a sus efectos sobre el volumen gástrico. Su densidad nutricional y sus características fisiológicas importan simultáneamente. Por ello, la formulación ideal no es simplemente la que ocupa el estómago, sino aquella que hace que las calorías consumidas merezcan la pena desde el punto de vista nutricional.

12. Saciedad y calidad de la dieta: la vía conductual olvidada

Otra vía por la que la saciedad puede influir sobre la salud metabólica es conductual más que puramente endocrina. El hambre repetida entre comidas puede fomentar oportunidades adicionales de ingesta. En los entornos alimentarios modernos, esas oportunidades implican con frecuencia alimentos densamente energéticos y de fácil disponibilidad. Un patrón de comidas que produzca un grado adecuado de plenitud sostenida puede, por tanto, reducir la presión conductual hacia el picoteo.

Sin embargo, este resultado dista de ser automático. Los seres humanos comen por motivos distintos del hambre homeostática. La recompensa, el hábito, el estrés, las señales ambientales, el contexto social y la disponibilidad de alimentos pueden imponerse a la saciación gastrointestinal y a la señalización de saciedad. Esta es una de las razones por las que las mediciones de hambre realizadas en laboratorio no siempre predicen la ingesta en el mundo real.

Por tanto, la saciedad debe considerarse un componente del control del apetito, y no el árbitro final de la ingesta alimentaria. El objetivo práctico debería ser reducir el hambre fisiológica innecesaria sin pretender que la fisiología pueda eliminar las dimensiones psicológicas y ambientales de la alimentación.

13. La era del GLP-1 cambia la conversación

El extraordinario impacto clínico de los agonistas del receptor de GLP-1 y de las terapias incretínicas relacionadas ha hecho visible la biología del apetito para un público mucho más amplio. La biología del GLP-1 demuestra que la regulación del apetito, la fisiología gástrica y el metabolismo de la glucosa están profundamente interconectados. El GLP-1 fisiológico contribuye a la secreción de insulina dependiente de glucosa, a la regulación gastrointestinal y al control del apetito, mientras que la estimulación farmacológica del receptor puede producir efectos mucho mayores y más sostenidos que los generados fisiológicamente por los alimentos ordinarios (Müller et al., 2019).

Esta distinción es crucial. Un yogur, una bebida proteica, un ingrediente de fibra o una comida estructurada no deberían describirse como equivalentes nutricionales del agonismo farmacológico del receptor de GLP-1 simplemente porque produzcan un aumento agudo del GLP-1 endógeno. La secreción fisiológica y la activación farmacológica del receptor difieren sustancialmente en magnitud, duración, farmacocinética y efectos sistémicos.

La oportunidad legítima para la industria alimentaria se encuentra en otro lugar. En vez de intentar crear un ficticio «Ozempic natural», la ciencia de los alimentos puede diseñar una nutrición que trabaje de forma inteligente en torno a la fisiología humana del apetito.

14. Saciedad durante la pérdida de peso farmacológica: el nuevo problema nutricional

El auge de una farmacoterapia antiobesidad potente también ha puesto de manifiesto una segunda cuestión. Cuando la ingesta energética disminuye de forma sustancial, la calidad nutricional adquiere más importancia,

no menos. La pérdida de peso incluye inevitablemente cierta pérdida de tejido libre de grasa. Esto no significa que las terapias con GLP-1 «destruyan músculo» de manera singular; cierta pérdida de tejido magro acompaña a una pérdida de peso importante obtenida mediante múltiples enfoques.

Lo que sí significa es que el objetivo del tratamiento de la obesidad no debería reducirse a hacer descender el número que marca la báscula. El objetivo clínico emergente se describe mejor como pérdida de grasa con preservación de tejido metabólica y funcionalmente valioso.

En este punto, el desarrollo de productos nutricionales tiene un papel importante. Los alimentos diseñados para personas con apetito reducido farmacológicamente pueden necesitar combinar una elevada densidad nutricional, una cantidad adecuada de proteína de alta calidad, fibra apropiada, suficiencia de micronutrientes, buena tolerancia gastrointestinal y tamaños de ración manejables. En estas circunstancias, maximizar la saciedad sería un objetivo de formulación equivocado. El consumidor ya experimenta una fuerte supresión del apetito. El reto pasa a ser aportar suficiente valor nutricional antes de que la saciación ponga fin a la comida.

15. Por qué «alto en proteínas» no significa automáticamente metabólicamente superior

La proteína requiere una matización adicional. Las dietas con mayor contenido proteico pueden aumentar la plenitud y ayudar a preservar la masa magra durante la pérdida de peso. Sin embargo, importan la fuente de proteína, los nutrientes que la acompañan y el alimento que dicha proteína sustituye o por el que es sustituida.

Treinta gramos de proteína no pueden evaluarse al margen de su matriz alimentaria. Una comida rica en proteínas basada en legumbres aporta fibra, almidón resistente, minerales y compuestos bioactivos vegetales. Una matriz láctea aporta calcio y otros nutrientes. Un tentempié altamente procesado que contenga proteínas puede presentar cantidades muy diferentes de grasa, sodio, fibra o energía.

Por consiguiente, las comparaciones basadas únicamente en gramos de proteína corren el riesgo de ignorar la sustitución nutricional real que se está produciendo dentro de la dieta. Esto resulta especialmente relevante para el desarrollo comercial de productos. Una alegación como «alto en proteínas para la saciedad» aborda solo una dimensión del alimento. El objetivo más sofisticado es alcanzar una suficiencia proteica dentro de una matriz globalmente adecuada desde el punto de vista metabólico.

16. El mismo problema se aplica a la fibra

Añadir una fibra aislada a un producto denso en energía y de consumo rápido no lo transforma necesariamente en el equivalente metabólico de un alimento intacto rico en fibra. La matriz alimentaria determina la hidratación, la viscosidad, la masticación, la accesibilidad de los nutrientes y su liberación gastrointestinal.

Las revisiones sistemáticas sobre fibra y apetito muestran precisamente por qué fracasan las generalizaciones simples a nivel de ingrediente: los efectos son muy heterogéneos entre tipos de fibra y condiciones experimentales (Clark & Slavin, 2013). Esto no reduce el valor de las fibras funcionales. Significa que deben seleccionarse de forma racional y que sus características fisicoquímicas deben corresponderse con el resultado fisiológico que se pretende obtener.

17. Un concepto más útil: Arquitectura de la Saciedad

La evidencia acumulada respalda un concepto más amplio que puede resultar más útil que la búsqueda tradicional de un único ingrediente saciante. Ese concepto es la Arquitectura de la Saciedad.

La Arquitectura de la Saciedad describe el efecto combinado de la composición nutricional, la calidad y cantidad de proteína, la química de la fibra, el volumen del alimento, la densidad energética, la viscosidad, la estructura física, las exigencias de procesamiento oral, la velocidad de ingesta, el comportamiento gástrico, la liberación intestinal de nutrientes, las características sensoriales y el patrón temporal de consumo.

Ninguna de estas variables actúa de forma independiente. Un alimento bien diseñado puede utilizar varias simultáneamente. Por ejemplo, una comida metabólicamente inteligente puede combinar una fracción proteica relevante con fibra viscosa o estructuralmente intacta, una densidad energética moderada y una textura que desincentive un consumo excesivamente rápido. La ventaja de este enfoque de sistemas es que no requiere ninguna afirmación biológica exagerada. La carga fisiológica se distribuye entre varios mecanismos modestos, en lugar de atribuirse a un único ingrediente de moda.

MARCO PROPUESTO

ARQUITECTURA DE LA SACIEDAD = composición nutricional + matriz alimentaria + estructura física + procesamiento oral + cinética digestiva + respuesta endocrina + conducta alimentaria + necesidad nutricional específica de la población.

18. Saciedad por caloría frente a saciedad por gramo de nutrición

Uno de los cambios conceptuales más prometedores consistiría en dejar de preguntar qué alimentos producen la mayor plenitud y comenzar a preguntar: ¿qué valor nutricional se aporta por cada unidad de energía necesaria para alcanzar una saciedad confortable?

Esto conduce a una filosofía de formulación fundamentalmente distinta. Un alimento que contenga proteína de alta calidad, fibra y micronutrientes puede generar una plenitud moderada pero sostenida al tiempo que aporta una nutrición significativa. Otro producto puede producir una fuerte plenitud gástrica únicamente por volumen, pero aportar un valor nutricional relativamente escaso. Desde la perspectiva de la salud metabólica, no son equivalentes.

El futuro de la investigación sobre saciedad debería, por tanto, integrar la densidad nutricional con los resultados relacionados con el apetito.

19. La saciedad subjetiva es útil, pero no suficiente

Las escalas visuales analógicas siguen siendo herramientas valiosas en la investigación del apetito. Permiten a los participantes informar sobre hambre, plenitud, deseo de comer y consumo previsto a lo largo del tiempo. Sin embargo, estas mediciones captan percepción; no miden directamente la conducta.

Las recomendaciones metodológicas en investigación del apetito llevan tiempo subrayando la importancia de distinguir las valoraciones subjetivas del apetito del consumo posterior de alimentos (Blundell et al., 2010). Esta cuestión va más allá de una simple precaución metodológica. Si un producto de ensayo produce una mejora estadísticamente significativa de la plenitud pero los participantes consumen después exactamente la misma cantidad de alimento, el efecto biológico puede ser real, pero su importancia práctica para la regulación energética es incierta.

Del mismo modo, una reducción de la energía consumida en la comida siguiente no demuestra una reducción de la ingesta durante 24 horas, porque puede producirse una compensación posterior. Y una reducción de la ingesta durante un solo día no demuestra una pérdida de peso mantenida. Por tanto, la jerarquía de la evidencia importa.

20. Cómo medir correctamente la saciedad

Una evaluación robusta de un alimento orientado a la saciedad debería distinguir idealmente al menos cuatro niveles de evidencia.

El primero es la evidencia mecánica: comportamiento gástrico, hormonas gastrointestinales, glucemia u otras respuestas fisiológicas. El segundo es el apetito subjetivo: hambre, plenitud y deseo de comer. El tercero es la conducta: tamaño de la comida, consumo posterior ad libitum, frecuencia de ingesta e ingesta energética diaria total. El cuarto son los resultados crónicos: ingesta dietética sostenida, composición corporal y parámetros metabólicos relevantes.

Cada nivel responde a una pregunta distinta. El error aparece cuando la evidencia de un nivel se utiliza para afirmar un resultado correspondiente a otro. Un aumento del GLP-1 no demuestra pérdida de peso. Una mayor plenitud no demuestra una reducción de la ingesta calórica. Una menor ingesta en el almuerzo no demuestra una menor ingesta diaria. Una ingesta diaria más baja durante varios días no demuestra una pérdida de grasa sostenida. Y la pérdida de peso no demuestra necesariamente una mejor calidad de la dieta. Esta jerarquía debería hacerse explícita tanto en la investigación académica como en la comunicación de producto.

Nivel de evidencia	Mediciones principales	Qué puede sustentar
1. Mecánico	Hormonas, vaciamiento gástrico, glucemia	Plausibilidad biológica
2. Apetito subjetivo	Hambre, plenitud, deseo de comer	Respuesta percibida del apetito
3. Conductual	Tamaño de la comida, ingesta ad libitum, ingesta diaria	Conducta alimentaria real
4. Resultados crónicos	Composición corporal, calidad de la dieta, marcadores metabólicos	Relevancia clínica a largo plazo

21. La ciencia regulatoria ha llegado a la misma conclusión

El pensamiento regulatorio en Europa refleja esta distinción científica. Las directrices de la EFSA sobre valoraciones del apetito, ingesta energética, control del peso y respuestas de glucosa en sangre tratan estos aspectos como efectos fisiológicos alegados distintos, que requieren una fundamentación adecuada, en lugar de asumir que la evidencia de uno demuestra automáticamente los demás. La evidencia procedente de intervenciones en humanos, los comparadores adecuados y la pertinencia de la duración del estudio son elementos centrales.

La importancia de este marco va más allá del cumplimiento regulatorio. Representa un buen razonamiento científico. Una empresa que demuestre una mayor plenitud tras consumir un producto no debería comunicar automáticamente pérdida de peso. Un producto que reduzca la respuesta glucémica posprandial no debería afirmar automáticamente una mejora del control glucémico a largo plazo. Y un producto que estimule el GLP-1 endógeno ciertamente no debería sugerir equivalencia farmacológica con un agonista del receptor de GLP-1.

La precisión científica no es un obstáculo para la innovación. Es lo que hace que la innovación sea defendible.

22. Diseñar la próxima generación de alimentos saciantes

Probablemente, los alimentos funcionales más prometedores no serán aquellos que produzcan la mayor supresión posible del apetito. Serán los que generen la cantidad adecuada de saciedad para la población adecuada, al tiempo que mejoren la calidad nutricional de las calorías que se siguen consumiendo.

Para el control del peso, esto podría significar comidas con un aporte adecuado de proteínas y fibra, menor densidad energética y una estructura física que reduzca el consumo rápido. Para la salud metabólica, el énfasis podría desplazarse hacia hidratos de carbono de disponibilidad lenta, fibra viscosa, calidad proteica y matrices alimentarias que moderen la liberación posprandial de nutrientes. Para el envejecimiento saludable, la estrategia quizá deba ser casi la inversa: alimentos densos en nutrientes que aporten cantidades sustanciales de proteína de alta calidad y micronutrientes sin provocar una saciación precoz excesiva. Para consumidores en tratamiento basado en GLP-1, los alimentos de pequeño volumen, densos en nutrientes, ricos en proteínas y con fibra adecuada y excelente tolerabilidad pueden adquirir una relevancia creciente.

Por tanto, no existe un único «alimento para la saciedad». Existen problemas nutricionales distintos que requieren perfiles de apetito diferentes.

23. La personalización será importante

La variabilidad individual de las respuestas del apetito es considerable. La composición corporal, el sexo, la edad, la dieta habitual, el fenotipo metabólico, el sueño, la actividad física, la medicación, la fisiología gastrointestinal y la conducta alimentaria aprendida pueden modificar las respuestas a los alimentos. Esta variabilidad explica en parte por qué los efectos medios observados en ensayos controlados no predicen necesariamente lo que experimentará cada individuo.

Por ello, es probable que la futura ciencia de la saciedad avance hacia el fenotipado. En lugar de preguntar si la proteína o la fibra son saciantes por término medio, los investigadores podrán preguntarse cada vez más: ¿quién responde, en qué circunstancias metabólicas, a qué hora del día, dentro de qué matriz alimentaria y con qué consecuencia posterior? Se trata de una pregunta de investigación mucho más sofisticada que la búsqueda histórica de ingredientes universalmente saciantes.

24. El error conceptual de maximizar un biomarcador

La ciencia de la nutrición se enfrenta repetidamente a la tentación de optimizar aquello que resulta fácil medir. Si el GLP-1 se asocia con la saciedad, maximícese el GLP-1. Si la viscosidad retrasa el vaciamiento gástrico, maximícese la viscosidad. Si la plenitud predice una menor ingesta, maximícese la plenitud. Los sistemas biológicos rara vez se comportan de forma tan simple.

Un biomarcador es útil únicamente en la medida en que represente de forma significativa el resultado de interés. Esto es especialmente relevante en la saciedad, porque varios procesos fisiológicos que suprimen el apetito pueden volverse indeseables cuando son excesivos. Las náuseas pueden reducir la ingesta de alimentos. Una distensión gástrica intensa puede reducir la ingesta. La enfermedad puede reducir la ingesta. Ninguna de estas situaciones representa una saciedad nutricional deseable.

Por tanto, el objetivo no puede ser suprimir el apetito a cualquier precio. El objetivo debe seguir siendo la salud.

25. De «comer menos» a «comer adecuadamente»

Quizá la evolución más importante en este campo sea lingüística. La nutrición tradicional para el control del peso pide a los consumidores que coman menos. Un marco orientado a la salud metabólica les pide que coman adecuadamente.

Comer adecuadamente significa consumir energía suficiente —pero no excesiva—, una cantidad adecuada de proteínas, fibra y micronutrientes, y alimentos cuyas características físicas y nutricionales favorezcan la regulación fisiológica en lugar de desafiarla continuamente. La saciedad es útil porque puede hacer más fácil comer adecuadamente. Pero es el medio, no el objetivo final.

26. Implicaciones para las industrias alimentaria y nutracéutica

Esta interpretación más amplia crea oportunidades considerables para la innovación, pero también eleva el listón científico. La primera generación de productos orientados a la saciedad solía apoyarse en una propuesta relativamente simple: añadir proteína o fibra, demostrar una mayor plenitud y posicionar el producto para el control del peso. La próxima generación debería ser más ambiciosa.

Los programas de desarrollo deberían integrar desde el principio tecnología de los alimentos, fisiología gastrointestinal, nutrición, variables metabólicas y conducta del consumidor. La formulación no debería investigar únicamente qué ingredientes están presentes, sino también a qué velocidad se consume el producto, cómo se hidrata, cómo cambia su estructura durante la masticación, cómo se liberan los nutrientes, cómo se comporta la matriz en el estómago, cómo responden la glucosa y la insulina, si la fibra se fermenta, si la tolerancia gastrointestinal es aceptable, si el consumidor compensa en comidas posteriores y si el producto mejora con el tiempo la composición nutricional de la dieta.

Se trata de una filosofía de I+D fundamentalmente distinta.

27. La saciedad como propiedad de sistemas, no de ingredientes

Ningún nutriente controla por sí solo el apetito humano. La proteína importa. La fibra importa. La densidad energética importa. La textura importa. La velocidad de ingesta importa. La mecánica gástrica importa. Importan el GLP-1, el PYY, la CCK y la grelina. Importa la recompensa. Importa el entorno. Pero todos sus efectos ocurren simultáneamente.

La enseñanza duradera de décadas de investigación sobre saciedad no es, por tanto, el descubrimiento de un mecanismo dominante. Es la constatación de que la regulación del apetito está distribuida por todo un sistema biológico. El diseño de alimentos debería reflejar esa complejidad.

28. Una nota crítica sobre causalidad

La afirmación de que una mayor saciedad mejora la salud metabólica debe utilizarse con cautela. Existe escasa justificación para considerar la saciedad subjetiva, por sí misma, como un determinante causal independiente de la salud cardiometabólica.

Una formulación más defendible sería la siguiente: los alimentos y patrones dietéticos que generan una saciedad adecuada poseen con frecuencia características nutricionales y estructurales que también pueden mejorar la salud metabólica. La saciedad puede facilitar la adherencia y la regulación energética, mientras que los nutrientes subyacentes y la matriz alimentaria ejercen efectos metabólicos adicionales.

Esta distinción evita un error causal frecuente. La fibra no es saludable porque haga que las personas se sientan llenas. La proteína no es metabólicamente valiosa porque suprima el apetito. Los alimentos íntegros no son ventajosos únicamente porque se consuman más despacio. Estas características interactúan, pero mantienen efectos biológicos independientes de la percepción del apetito.

29. Conclusiones

La saciedad merece ser rescatada del estrecho territorio conceptual del marketing de pérdida de peso. Es una expresión de un sistema fisiológico mucho más complejo que conecta la percepción sensorial, el procesamiento oral, la mecánica gastrointestinal, la señalización endocrina, el metabolismo de los nutrientes, la función cerebral y la conducta alimentaria.

Aumentar la saciedad puede contribuir al control del peso, pero la relación no es lineal ni está garantizada. Puede producirse una plenitud aguda sin reducciones de la ingesta energética diaria, del peso corporal o del riesgo cardiometabólico. La mayor oportunidad se encuentra en otro lugar.

Los alimentos ricos en proteínas pueden combinar la regulación del apetito con la preservación del tejido magro. Las fibras dietéticas seleccionadas adecuadamente pueden combinar plenitud con mejoras de la fisiología glucémica y cardiovascular. La textura y la estructura del alimento pueden ralentizar la ingesta y modificar el consumo energético espontáneo con independencia de la mera información nutricional. Y, en poblaciones mayores o nutricionalmente vulnerables, una saciación excesiva puede ser contraproducente, demostrando que la supresión del apetito no puede considerarse por sí misma un beneficio nutricional incondicional.

La era del GLP-1 refuerza estos principios en lugar de invalidarlos. Una potente supresión farmacológica del apetito hace que la calidad nutricional y la preservación del tejido magro sean más importantes, no menos.

Por tanto, el objetivo futuro no debería ser formular alimentos que hagan que las personas coman lo mínimo posible. Debería ser crear alimentos que permitan alcanzar una saciedad confortable después de consumir la cantidad y el tipo de nutrición que mejor sustenten su fisiología. La diferencia puede parecer sutil. Representa un cambio profundo en el pensamiento nutricional.

La saciedad es mucho más que el control del peso porque el metabolismo humano es mucho más que el peso corporal.

Referencias

- Akhlaghi, M. (2024). The role of dietary fibers in regulating appetite, an overview of mechanisms and weight consequences. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(10), 3139–3150. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2130160>
- Blundell, J., de Graaf, C., Hulshof, T., et al. (2010). Appetite control: methodological aspects of the evaluation of foods. *Obesity Reviews*, 11(3), 251–270. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2010.00714.x>
- Clark, M. J., & Slavin, J. L. (2013). The effect of fiber on satiety and food intake: A systematic review. *Journal of the American College of Nutrition*, 32(3), 200–211. <https://doi.org/10.1080/07315724.2013.791194>
- Dalgaard, L. B., Thams, L., Jensen, J. S., et al. (2025). No effects of high- v. low-protein breakfast on body composition and cardiometabolic health in young women with overweight: The NewStart randomised trial. *British Journal of Nutrition*, 133(1), 126–135. <https://doi.org/10.1017/S0007114524003015>
- European Food Safety Authority Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. (2012). Guidance on the scientific requirements for health claims related to appetite ratings, weight management, and blood glucose concentrations. *EFSA Journal*, 10(3), 2604.
- Hall, K. D., Ayuketah, A., Brychta, R., et al. (2019). Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: An inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. *Cell Metabolism*, 30(1), 67–77.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.05.008>
- Hellström, P. M., & Näslund, E. (2001). Interactions between gastric emptying and satiety, with special reference to glucagon-like peptide-1. *Physiology & Behavior*, 74(4–5), 735–741. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(01\)00618-7](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(01)00618-7)
- Kohanmoo, A., Faghih, S., & Akhlaghi, M. (2020). Effect of short- and long-term protein consumption on appetite and appetite-regulating gastrointestinal hormones: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Physiology & Behavior*, 226, 113123. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113123>
- Kokura, Y., et al. (2024). Enhanced protein intake on maintaining muscle mass, strength, and physical function in adults with overweight/obesity: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*, 63, 417–426. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2024.06.030>
- Müller, T. D., Finan, B., Bloom, S. R., et al. (2019). Glucagon-like peptide 1 (GLP-1). *Molecular Metabolism*, 30, 72–130. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2019.09.010>
- Paddon-Jones, D., Westman, E., Mattes, R. D., Wolfe, R. R., Astrup, A., & Westerterp-Plantenga, M. (2008). Protein, weight management, and satiety. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87(5), 1558S–1561S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.5.1558S>
- Reynolds, A., Mann, J., Cummings, J., Winter, N., Mete, E., & Te Morenga, L. (2019). Carbohydrate quality and human health: A series of systematic reviews and meta-analyses. *The Lancet*, 393(10170), 434–445. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31809-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31809-9)

- Reynolds, A. N., Akerman, A. P., & Mann, J. (2020). Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. *PLOS Medicine*, 17(3), e1003053. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003053>
- Teo, P. S., Lim, A. J., Goh, A. T., et al. (2022). Texture-based differences in eating rate influence energy intake for minimally processed and ultra-processed meals. *American Journal of Clinical Nutrition*, 116, 244–254. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqac068>
- van der Klaauw, A. A., Keogh, J. M., Henning, E., et al. (2013). High protein intake stimulates postprandial GLP-1 and PYY release. *Obesity*, 21(8), 1602–1607. <https://doi.org/10.1002/oby.20154>
- Wanders, A. J., van den Borne, J. J. G. C., de Graaf, C., et al. (2011). Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: A systematic review of randomized controlled trials. *Obesity Reviews*, 12(9), 724–739. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00895.x>