



Revisión

Efecto de la frecuencia y horario de alimentación sobre la termogénesis inducida por la dieta en humanos, una revisión sistemática

Effect of feeding frequency and schedules on diet induced thermogenesis in humans, a systematic review

Lucía Cristina Vázquez Cisneros¹, Antonio López-Espinoza², Alma Gabriela Martínez Moreno², Mónica Navarro Meza², Ana Cristina Espinoza-Gallardo² y Ana Patricia Zepeda-Salvador²

¹Centro Universitario de la Costa Sur (CU Costa Sur). Universidad de Guadalajara. Autlán, Jalisco. México. ²Centro de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición (CICAN). Centro Universitario del Sur (CUSUR). Universidad de Guadalajara. Ciudad Guzmán, Jalisco. México

Resumen

El gasto energético total (GET) tiene tres componentes: el gasto basal, el gasto por actividad física (GAF) y la termogénesis inducida por la dieta (TID). Este último, aunque representa alrededor del 10% del GET, al ser alterado, podría tener efectos a largo plazo sobre el peso corporal. Diferentes factores han mostrado influir sobre la TID, entre ellos la composición de la dieta. Sin embargo, otros factores como la frecuencia y los horarios de alimentación han sido investigados por su papel en la alteración de la TID. Esta revisión sistemática analiza las investigaciones respecto a la frecuencia y los horarios de alimentación y su efecto sobre la TID en humanos. Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed y Web of Science, que dio como resultado un total de 542 artículos potenciales. De ellos, se excluyeron 528 en concordancia con los criterios de inclusión, utilizando 14 artículos para esta revisión sistemática. Aunque los resultados son aún incipientes, destacan el efecto de los ritmos circadianos con un incremento de la TID en respuesta a las ingestas matutinas en comparación con las nocturnas, un incremento en la TID posterior a la implementación de frecuencias regulares de alimentación y disminución de la TID posterior a las frecuencias variables. Por último, se observó una tendencia a incremento en la TID cuando los periodos interprandiales son iguales o mayores a dos horas y a disminución cuando son menores. Estos resultados señalan un área de investigación con potencial terapéutico en la prevención y el control del sobrepeso y la obesidad.

Palabras clave:

Termogénesis inducida por la dieta.
Efecto termogénico del alimento.
Frecuencia de alimentación.

Abstract

Total energy expenditure (TEE) has three components: basal expenditure, physical activity expenditure, and diet-induced thermogenesis (DIT). This last component, although represents 10% of TEE, if is altered, could have a long-term effect on body weight. Different factors have been shown to influence DIT, including diet composition. However, other factors such as feeding frequency and schedules have been studied for their role in altering DIT. This systematic review explores the research regarding the frequency and timing of feeding and its effect on DIT in humans. A search was made in the PubMed and Web of Science databases, which gave a total of 542 potential articles; 528 were excluded and 14 articles were used for this systematic review in accordance with the inclusion criteria. Although the results are still incipient, the effect of the circadian rhythms that influence the increase of the DIT in response to the morning meal when comparing it with night, as well as the increase in the DIT after the implementation of regular feeding frequencies and decreased DIT after the variable feeding frequencies, stand out. Finally, a tendency to increase in the DIT when the interprandial periods are equal to or greater than two hours and a decrease when these periods are less than two hours were also observed. These results point to a research field with therapeutic potential in the prevention and control of overweight and obesity.

Key words:

Diet-induced thermogenesis.
Thermogenic effect of food. Meal frequency.

Recibido: 29/09/2017 • Aceptado: 11/02/2018

Vázquez Cisneros LC, López-Espinoza A, Martínez Moreno AG, Navarro Meza M, Espinoza-Gallardo AC, Zepeda-Salvador AP. Efecto de la frecuencia y horario de alimentación sobre la termogénesis inducida por la dieta en humanos, una revisión sistemática. Nutr Hosp 2018;35(4):962-970

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1611>

Correspondencia:

Lucía Cristina Vázquez Cisneros. Centro Universitario de la Costa Sur (CU Costa Sur). Universidad de Guadalajara. Av. Independencia Nacional, 151. Colonia Centro. 48900 Autlán, Jalisco. México
e-mail: cristina.vazquezc@cucsur.udg.mx

INTRODUCCIÓN

El incremento en la incidencia y prevalencia de sobrepeso y obesidad a nivel mundial ha sido caracterizado como un desbalance entre la ingesta y el gasto energético (1). El gasto energético total (GET) tiene tres componentes: gasto basal, gasto por actividad física (GAF) y termogénesis inducida por la dieta (TID), también denominada efecto termogénico del alimento (ETA) (2). Este último componente, aunque representa un porcentaje menor (alrededor del 10% del GET), al ser alterado podría tener efectos a largo plazo sobre el peso corporal, ya que algunos autores han propuesto que incrementos en el gasto energético tan pequeños como 100 kcal al día podrían prevenir la ganancia de peso (3). Diferentes factores han mostrado su influencia sobre la TID, entre ellos la composición de la dieta, en la cual un incremento en la proporción de proteínas lleva a una elevación de la TID (4). Sin embargo, otros factores como la frecuencia y los horarios de la alimentación también han sido investigados, aunque los estudios al respecto han sido heterogéneos. Esta revisión sistemática analiza las investigaciones respecto a la frecuencia y los horarios de alimentación y su efecto sobre la TID en humanos.

MÉTODO DE BÚSQUEDA DE LITERATURA

Se llevó a cabo una búsqueda de artículos durante cuatro meses (de marzo a junio de 2017) en las bases de datos PubMed y Web of Science. El criterio temporal para la búsqueda fue que los artículos hubiesen sido publicados entre enero de 1987 y junio de 2017, es decir, en los últimos 30 años. Se utilizaron los términos MeSH: “*Thermogenesis*” AND “*Diet*”. Adicionalmente, se realizaron búsquedas con los términos “*Diet induced thermogenesis*” AND “*Meal frequency*”, “*Thermic*” AND “*Effect*” AND “*Food*” y “*Thermic*” AND “*Effect*” AND “*Food*” AND “*Meal*” AND “*Frequency*”.

La selección de artículos se llevó a cabo considerando los siguientes criterios de inclusión: a) debían ser ensayos clínicos; b) realizados en humanos; c) originales; d) haber utilizado al menos dos patrones, frecuencias u horarios de alimentación diferentes; y e) reportar la medición de la TID.

De 184 artículos identificados en las búsquedas en la base de datos PubMed, se excluyeron: a) 153 por no ser relevantes para la temática al no contemplar en sus variables de estudio los horarios o frecuencia de alimentación; b) 17 por estar duplicados; c) uno por no especificar en sus resultados la medición de TID; y d) uno por no ser un artículo original. Al final se incluyeron 12 artículos de esta base de datos.

En cuanto a la base de datos Web of Science, de 358 artículos identificados originalmente se excluyeron: a) 35 por encontrarse repetidos entre los resultados de las búsquedas en esta base de datos; b) 65 por encontrarse duplicados con los resultados de PubMed; c) 216 por no ser relevantes para la temática; d) 37 por ser investigaciones con modelos animales; y e) tres por no ser originales. Por lo anterior, se utilizaron dos artículos de esta base de datos. Para la realización de esta revisión sistemática se contó con 14 artículos originales (Fig. 1). Los datos principales

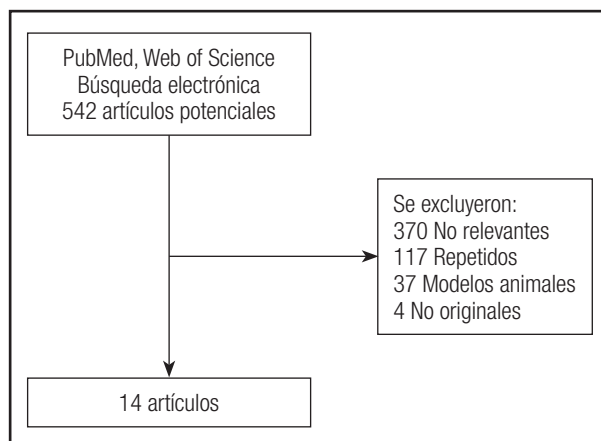


Figura 1.

Cuadro de flujo de la selección de estudios respecto a los efectos de los horarios y/o frecuencia de alimentación sobre la termogénesis inducida por la dieta (TID) o efecto termogénico del alimento (ETA).

de los estudios se encuentran en la matriz de datos (Tabla I), la cual se realizó por medio de un formulario de extracción de datos por duplicado.

RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REVISADOS

INDIVIDUOS ESTUDIADOS

De los 14 estudios analizados (Tabla I), solo tres incluyeron hombres y mujeres (2,5,6), cinco se enfocaron específicamente en hombres (1,4,7-9), mientras que los restantes seis se llevaron a cabo únicamente en mujeres (10-15). En este aspecto, cabe destacar que de los nueve estudios que incluyeron mujeres, solo seis reportaron el control o registro de la fase del ciclo menstrual de las participantes. De estos, tres iniciaron cada periodo de intervención en la misma fase del ciclo menstrual (10,11,13), uno reportó haber comenzado las intervenciones durante la fase temprana del ciclo (12), uno describió que las sesiones experimentales se llevaron a cabo durante la fase folicular (6) y en uno se realizaron las intervenciones los días 3 o 4, o 12 y 18 de dicho ciclo (5). Tres estudios no reportaron el registro o control de esta condición en sus participantes (2,14,15).

Las investigaciones fueron llevadas a cabo con individuos con edades entre los 18 (10,12,15) y los 66 años de edad (9). Respecto al número de participantes, la investigación que incluyó una mayor cantidad fue de 23 individuos (6), seguida por dos investigaciones con 20 participantes cada una (2,7). Por otro lado, la investigación que contó con menor número de participantes comprendió solo siete (14).

Todos los estudios señalaron que sus participantes eran saludables o libres de patologías diagnosticadas. De los 14 estudios, 12 señalaron el índice de masa corporal (IMC) de sus participantes (1,2,5-7,9-15); de las dos restantes, en una se describían

Tabla I. Investigaciones que evaluaron la frecuencia/horario de alimentación y su efecto sobre la TID o ETA

Referencia	Tipo de estudio (duración de la intervención)	Grupos (n)	IMC kg/m ²	M/H	Edad (años)	Dieta	Frecuencia (horario) de alimentación	Tiempo con patrón antes de mediciones	Método estimación (TMR)	Tiempo medición TMR en ayunas	Tiempo medición GE Postprandial	Efecto sobre TID
Alhussain et al., 2016	Cruzado aleatorizado (2 sesiones de 2 semanas separadas por 2 semanas)	Patrón regular primero (5)	18,5 a 25	11/0	18 a 40	Dieta para cubrir requerimientos calóricos diarios	6 comidas/d	2 semanas	Calorimetría indirecta de circuito abierto	20 min	Periodos de 15 min en intervalos de 30 min durante 3 h	↑*
		Patrón irregular primero (6)					3-9 comidas/d					NS
Allrot et al., 2013	Cruzado aleatorizado (4 sesiones ≤ 1 d, separadas por ≥ 7 d)	F1 primero (10)	22,0 ± 0,3	0/20	27,1 ± 1,3	Desayuno con 674,8 kcal	F1: una comida grande en 20 min (T0 = 8:00 a.m.), seguida de una buffet ad lib T240	Mismo día	Calorimetría indirecta de circuito abierto	30 min	4 h	↓*
		F4 primero (10)					F4: cuatro comidas en 10 min c/u. Una cada 60 min (T0, T60, T120, T180) seguidas de una buffet ad lib T240					
Allrot et al., 2014	Cruzado aleatorizado (4 sesiones ≤ 1d, separadas por ≥ 7 d)	F1 primero (8)	31,9 ± 0,4	0/17	28,6 ± 1,5	Desayuno con 674,8 kcal	F1: una comida grande en 20 min (T0 = 8:00 a.m.), seguida de una buffet ad lib T240	Mismo día	Calorimetría indirecta de circuito abierto	30 min	4 h	↓*
		F4 primero (9)					F4: cuatro comidas en 10 min c/u. Una cada 60 min (T0, T60, T120, T180) seguidas de un buffet ad lib T240					
Belko y Barbieri, 1987	Cruzado aleatorizado (2 d separados)	Dos comidas primero (6)	NE	0/12	25 ± 1,5 (18 a 34)	Dieta para cubrir requerimientos calóricos diarios	Dos comidas al día, una cada 5 hrs (primera 8:15 a.m. aproximadamente)	Mismo día	Calorimetría indirecta	15 min	6 min cada 30 min durante 300 min después de cada comida (600 min)	NS
		Cuatro comidas primero (6)					Cuatro comidas al día, una cada 2,5 hrs (8:15 a.m. aproximadamente)					
Bo et al., 2015	Cruzado aleatorizado (2 sesiones de 1 d separadas por 7 d)	Mañana primero (10)	23,4 ± 3,2 (19 a 26)	10/10	27,6 ± 3,4	Comida estandarizada 1.168 kcal	8:00 a.m. primero (8 hrs de ayuno previo)	Mismo día	Calorimetría indirecta	30 min	60 min (min 120 al 180 después del inicio de la comida)	↑*
		Noche primero (10)					8:00 p.m. primero (8 hrs de ayuno previo)					NS
Chowdhury et al., 2016	Paralelo, controlado aleatorizado (6 semanas)	Desayuno (11)	33,7 ± 4,9	15/8	44 ± 10	Habitual	≥ 700 kcal antes de las 11:00 a.m.	6 semanas	Calorimetría indirecta	15 min	NE	↑ NS
		Ayuno (12)					0 kcal hasta las 12:00 p.m.					NS
Farshchi et al., 2004	Cruzado aleatorizado (2 sesiones de 2 semanas separadas por 2 semanas)	Patrón regular primero	22,4 ± 2,4	9/0	23,7 ± 7,4 (18 a 42)	Habitual	6 comidas/d	2 s	Calorimetría indirecta de circuito abierto	30 min	2 periodos de 15 min cada h por 3 h	↑ NS
		Patrón irregular primero					3-9 comidas/d					↓*

(Continúa en la página siguiente)

Tabla I (Cont.). Investigaciones que evaluaron la frecuencia/horario de alimentación y su efecto sobre la TID o ETA

Referencia	Tipo de estudio (duración de la intervención)	Grupos (n)	IMC kg/m ²	M/H	Edad (años)	Dieta	Frecuencia (horario) de alimentación	Tiempo con patrón antes de mediciones	Método estimación (TMR)	Tiempo medición TMR en ayunas	Tiempo medición GE Postprandial	Efecto sobre TID
Farshchi et al., 2005	Cruzado aleatorizado (2 sesiones de 2 semanas separadas por 2 semanas)	Patrón regular primero (5)	37,1 ± 4,8	10/0	39,9 ± 5,7 (32 a 47)	Habitual	6 comidas/d	2 s	Calorimetría indirecta de circuito abierto	30 min	2 periodos de 15 min cada h por 3 h	↑*
		Patrón irregular primero (5)					3-9 comidas/d					
Kobayashi et al., 2013	Cruzado aleatorizado (2 sesiones de 24 h separadas por 1 semana)	Desayuno primero (4)	NE	0/8	25,3 ± 1,2	Dieta para cubrir requerimientos calóricos diarios ajustados individualmente (2.190 ± 124 kcal/d)	Desayuno 8:00 a.m., comida 12:00 p.m., cena 19:00 p.m.	Mismo día	Calorimetría indirecta en cámara habitación	NE	24 h	NS
		No desayuno primero (4)					Comida 12:00 p.m., cena 19:00 p.m.					
Morris et al., 2015	Cruzado aleatorizado (2 intervenciones de 8 días separadas por 2 a 8 semanas)	Alineación circadiana primero	25,0 ± 3,0	7/6	29 ± 10 (20 a 49)	Dieta para cubrir requerimientos calóricos diarios	Desayuno 8 a.m., comida 12:00 p.m., snack 3:00 p.m., cena 8 p.m.	Día uno y tres	Calorimetría indirecta	24 min	114 min	NS
		Desalineación circadiana primero					Desayuno 8 a.m., comida 12:00 p.m., snack 3:00 p.m., cena 8 p.m.					
Smeets et al., 2008	Cruzado aleatorizado (2 sesiones de 36 h separadas por 4 semanas)	Tres comidas primero	23,2 ± 2,7	14/0	24,4 ± 7,1	Dieta para cubrir requerimientos calóricos diarios Composición: carbohidratos 50%, proteínas 35%, grasa 15%	Desayuno, comida, cena 16:30	Mismo día	Calorimetría indirecta en cámara tamaño habitación	NE	NE	NS
		Dos comidas primero					Desayuno, cena					
Tai, 1991	Cruzado aleatorizado (2 d)	Una comida grande primero	20,8 ± 2,1	7/0	26,7 ± 2,9 (23 a 30)	750 kcal 54,5% carbohidratos, 14,0% proteínas, 31,5% grasa	Una comida consumida en 10 minutos	Mismo día	Calorimetría indirecta cámara tamaño habitación	60 min	Intervalos de 1 min durante los últimos 10 min de cada media hora durante 5 h	↑*
		Seis comidas pequeñas primero					Seis comidas, una cada 30 min por 150 min					
Tobe, 2003	Paralelo (1 d)	No snacks (7)	19,7 ± 1,0	13/0	18 a 23	Habitual	Consumo de snacks poco frecuente	N/A	Calorimetría indirecta	30 min	8 periodos de 20 min durante 5 h	NS
		Snacks (6)					Consumo de snacks frecuente					

(Continúa en la página siguiente)

Tabla I (Cont.). Investigaciones que evaluaron la frecuencia/horario de alimentación y su efecto sobre la TID o ETA

Referencia	Tipo de estudio (duración de la intervención)	Grupos (n)	IMC kg/m ²	M/H	Edad (años)	Dieta	Frecuencia (horario) de alimentación	Tiempo con patrón antes de mediciones	Método estimación (TMR)	Tiempo medición TMR en ayunas	Tiempo medición GE Postprandial	Efecto sobre TID
Verboeket-Van De Venne et al., 1993	Cruzado aleatorizado (2 intervenciones de 1 semana, separadas por 2-4 semanas)	Patrón atracción primero (6) Patrón picoteo primero (4)	20,7 a 30,4	0/10	25 a 61	Dieta para cubrir requerimientos calóricos diarios	Dos comidas al día: comida 12:00 p.m. (40%), cena 18:00 (60%) Siete comidas al día: desayuno 7:30 (15%), colación matutina 10:00 (10%), comida 12:00 (25%), postre 14:00 (10%), fruta 16:00 (5%), cena 18:00 (25%), snack vespertino 20:30 (10%)	6 d	Agua doblemente marcada y cámara respiratoria	NE	NE	NS

n: tamaño de la muestra; IMC: índice de masa corporal; kg: kilogramo; m: metro; H: hombres; M: mujeres; TMR: tasa metabólica en reposo; GE: gasto energético; TID: termogénesis inducida por la dieta; ct: día; min: minuto; hr: hora; h: horas; c/u: cada una; ad lib: ad libitum; a.m.: antes meridiano; p.m.: posmeridiano; N/A: no se aplica; NS: no significativo; NE: no especificado. *Las diferencias entre grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$). †Diferencias entre grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0,01$).

la altura y el peso promedio de los participantes (4), mientras que en la última no se especificaban estas características (8). Con los datos de IMC o de peso y talla, es posible describir que siete investigaciones contaron con participantes normopeso (2,4,7,11,12,14,15) y seis tuvieron participantes con obesidad y/o sobrepeso (1,5,6,9,10,13).

DISEÑOS DE LOS ESTUDIOS Y DURACIÓN

De los 14 estudios seleccionados, 12 tuvieron diseño cruzado aleatorizado (1,2,4,5,7-14). De estos, tres estuvieron compuestos por fases de dos semanas de intervención, separadas por dos semanas como periodo de lavado (10-12), dos presentaron intervenciones de una semana con periodos de lavado de dos a cuatro semanas (9), y de dos a ocho semanas (5). Un estudio presentó dos sesiones de 36 horas de intervención, separadas por cuatro semanas de lavado (13). El resto de las investigaciones tuvieron fases de intervención menores a una semana; entre ellas encontramos dos con cuatro sesiones de menos de 24 horas, separadas por al menos siete días (1,7), y dos con dos sesiones de 24 horas de tratamiento, separadas por una semana (2,4). Por último, entre las investigaciones con diseño cruzado, la de menor duración reportó periodos de intervención de dos días separados (14).

Por otro lado, de las dos investigaciones cuyo diseño no fue cruzado, una tuvo un diseño paralelo, controlado y aleatorizado (6), y la última presentó un diseño paralelo (15). Las duraciones de estas investigaciones paralelas fueron: la primera, de seis semanas en la misma condición antecedidas por registros de valores base y seguidas de registro de valores finales (6); y por último, la investigación de Tobe, 2003 (15), que se llevó a cabo en menos de 24 horas, aunque evaluaba el efecto de un hábito alimentario de sus participantes que podía estar instaurado previamente por largos periodos de tiempo, el consumo habitual o no habitual de *snacks*.

TRATAMIENTOS DE INTERVENCIÓN

Las investigaciones seleccionadas para esta revisión sistemática tuvieron tratamientos diferenciales. Tres investigaciones utilizaron como variable independiente la frecuencia de alimentación, describiendo una intervención denominada "patrón regular", que consistía en consumir seis comidas diarias durante dos semanas, y otra llamada "patrón irregular", en la cual se consumía un número predeterminado variable de comidas al día, de entre tres y nueve: 7, 4, 9, 3, 5, 8, 6, 5, 9, 8, 3, 4, 7 y 6 ocasiones al día, promediando seis comidas al día durante las dos semanas de esta fase de intervención. En este diseño con un periodo de dos semanas de lavado, las determinaciones de calorimetría se realizaron al principio y al final de cada fase de intervención (10-12).

Otro grupo de investigaciones evaluaron los efectos diferenciales de omitir un tiempo de comida al día, como desayuno (6,8) o comida (13). Una variación en estas fue la de someter a los

participantes a una fase experimental con un número reducido de tiempos de comida al día (por ejemplo, dos) y en la otra fase, a un número más elevado (por ejemplo, seis o siete). Dentro de estas tenemos la investigación de Belko y Barbieri (1987), donde se proporcionaron en una fase dos comidas diarias, una cada cinco horas, mientras que en la otra fase se proporcionaron cuatro, una cada dos horas y media (4). También la de Verboeket-Van De Venne, Westerterp y Kester (1993), en la que se proporcionaron dos comidas diarias, una cada seis horas, en una fase de intervención, y siete, una cada dos o dos horas y media, en la otra (9). Dentro de este grupo puede ubicarse la investigación de Tobe de 2003 (15), en la cual, aunque no se señalaron periodos de tiempo, horarios, ni frecuencia de alimentación, sí se evaluaron diferentes variables entre un grupo de mujeres que fueron asignadas en dos grupos: un grupo que frecuentemente consumía *snacks* y uno que raramente consumía *snacks*, entendiendo estos últimos como dulces, galletas, chocolates, etc.

Una variante de este grupo de investigaciones es la de someter a los participantes al consumo de una comida en un corto periodo de tiempo, 10 o 20 minutos, y de la misma comida dividida en varias porciones, distribuidas cada cierto periodo, durante determinado intervalo (1,4,7,9,14). Así tenemos la de Tai y cols. (1991), en la cual se comparó el efecto de ofrecer una comida de 750 kcal en un periodo de diez minutos para un tratamiento o, para el otro tratamiento, dividida en seis fracciones, proporcionando una cada 30 minutos (14). Las de Allirot y cols. (2013) y Allirot y cols. (2014) (1,7), en las cuales se proporcionó una comida de 674,8 kcal, ya sea en una sola presentación durante 20 minutos, a las 8:00 a.m. para un tratamiento o la misma comida dividida en cuatro porciones, proporcionando una cada 60 minutos, con diez minutos para cada consumo, y comenzando a las 8:00 a.m., para el otro. En ambas, el gasto energético posprandial se midió durante cuatro horas. La diferencia de esta variante estriba en que el alimento proporcionado es una fracción de los requerimientos (1,7,14), mientras que en las investigaciones que omiten un tiempo de comida al día o establecen determinado número de comidas diarias se proporcionó una dieta que cubriera los requerimientos diarios (8,13) o se indicó dieta habitual, lo que permitió la compensación calórica en tiempos de comida posteriores (6). Una característica a destacar es que, en la mayoría de estas investigaciones, las mediciones se realizaron el mismo día en que se instauró el programa de alimentación (1,4,7,14), con excepción de las de Verboeket-Van De Venne, Westerterp y Kester (1993), en la cual el programa de alimentación se implantó seis días antes de las mediciones (9); la de Chowdhury y cols. (2016) (6), en la que el patrón de alimentación se había llevado a cabo durante seis semanas; y la de Tobe (2003), en la cual se evaluó el efecto del consumo habitual o no habitual de *snacks*, sin especificar durante cuánto tiempo habían tenido o no este hábito alimentario las personas en cada grupo (15).

Por último, encontramos dos investigaciones relacionadas con los ritmos circadianos, la primera evalúa los efectos de proporcionar una misma comida en la mañana o en la noche (2). La segunda también proporciona una comida específica a las 8 a.m. en una intervención y a las 8 p.m. en la otra. Sin embargo, para la intervención nocturna

se llevó a cabo previamente una inversión del ciclo luz-oscuridad de los participantes, con lo cual se simuló que la comida se estaba consumiendo a las 8 a.m. al igual que en la otra intervención (5).

DIETAS

En el aspecto de las dietas proporcionadas a los participantes, de manera general se utilizaron tres tipos de dietas. La primera fue la denominada dieta habitual, indicada en cuatro de las investigaciones (6,10,11,15) siguiendo las especificaciones de cada intervención. Así, en dos de ellas se indica dieta habitual, consumida en el número de comidas diarias indicadas en cada fase, seis para una condición y entre tres y nueve para la otra condición (10,11). En otra, dieta habitual siguiendo la instrucción de no consumir alimentos antes de las 12:00 p.m. para una condición o consumir alimentos que proporcionaran 700 kcal o más antes de las 11:00 a.m. para la otra (6). En la última de estas cuatro investigaciones se indicó dieta habitual, la cual incluía *snacks* para un grupo o no los incluía para el otro, de conformidad con los hábitos alimentarios regulares reportados por cada participante (15).

Otro tipo de dieta indicada en seis investigaciones incluyó proporcionar a cada participante los alimentos que cubrieran sus requerimientos energéticos diarios, dividiéndolos por el número de comidas indicadas según la fase de intervención (4,5,8,9,12,13). Por último, en un tercer grupo de investigaciones se indicó como dieta una porción de alimento estandarizada con determinada cantidad de calorías para el periodo de medición de la tasa metabólica posprandial (1,2,7,14).

En este aspecto es posible ahondar en la información proporcionada. Así, en tres estudios, los días en que se determinó calorimetría (al inicio y final de cada fase de intervención), una vez transcurrido el periodo de medición de la tasa metabólica basal de cada participante (en ayunas) se proporcionó una comida de prueba o "*test meal*" que consistió en un alimento líquido con la energía proveniente en un 50% de carbohidratos, en un 35% de grasas y en un 15% de proteínas, para proceder con el periodo de mediciones posprandiales (10-12). En otra investigación en la que se proporcionó alimento líquido para las determinaciones, este proveyó 750 kcal, que provenían en un 54,5% de carbohidratos, en un 14,0% de proteínas y en un 31,5% de grasas (14).

En la investigación de Morris y cols., (2015) se proporcionó una de dos comidas para las pruebas: a) glucola, bagel con mantequilla, cereal con leche y azúcar, huevo y cacahuetes; y b) glucola, bagel con mantequilla, cereal con leche y azúcar, salchichas de pavo y almendras. Estos menús contenían alimentos habituales y glucola, que es una bebida de glucosa (5).

En dos de las investigaciones la comida de prueba consistió en pan blanco, croissant, mermelada de fresa, mantequilla sin sal, jugo de naranja, azúcar blanca y café negro o té (674,8 kcal) en una sola comida o dividido en cuatro porciones y proporcionadas una cada hora durante tres horas (1,7). De forma similar, en la publicación de Tobe y cols. (2003) la comida previa a las mediciones posprandiales consistió en pan, mantequilla, queso y leche (531 kcal), aportando 49% de carbohidratos, 15% de

proteína y 36% de grasa (15). En el estudio de Bo y cols. (2015) se proporcionó una comida estandarizada compuesta por pan blanco, jamón, queso, yogurt, jugo de fruta y un suplemento de proteína con 1.168 kcal; la composición nutricional fue 39% carbohidratos, 30% proteínas y 31% grasas (2). En la investigación de Belko y Barbieri (1987) se proporcionaron alimentos naturales "natural food items" y la energía de estos provenía de 50% carbohidratos, 15% proteínas y 35% grasas. En los experimentos de Verboeket-Van De Venne, Westerterp y Kester (1993) refieren como alimentos proporcionados en una de dos comidas pan, fruta y jugo de naranja en el grupo que consumió dos comidas al día, sin especificar el resto de los alimentos incluidos en la cena de este tratamiento o en las siete comidas del otro tratamiento. Sin embargo, refieren que el menú y la composición de macronutrientes fue la misma para las dos intervenciones, con la energía proveniente de 46% carbohidratos, 16% proteínas y 38% grasa (9). En tres de las investigaciones no se especifican los alimentos utilizados (6,8,13).

METODOLOGÍAS Y DURACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE CALORIMETRÍA

La metodología para medición de la tasa metabólica basal fue similar en la mayoría de las investigaciones. Se citaba a los participantes por la mañana, con determinadas horas de ayuno (generalmente entre 8 y 12), y se pedía que se recostaran y permanecieran inmóviles, sin realizar ninguna actividad, pero sin dormir, alrededor de 60 minutos, para posteriormente comenzar con la utilización del equipo de calorimetría indirecta por periodos de 15 minutos (4,6), 20 minutos (12), 24 minutos (5), 30 minutos (1,2,7,10,11,15) y hasta 60 minutos (14). Las determinaciones se realizaron por medio de calorimetría indirecta con el uso de equipos como Deltatrac II™ (7,1,2) o Quark RMR (7).

Por otro lado, en algunos casos los participantes se citaron horas antes de comenzar la intervención y pasaron de 24 a 36 horas en cámaras de calorimetría tamaño habitación (8,9,13,14). La metodología para la determinación de la TID o ETA fue en general uniforme, considerándose como la diferencia entre la tasa metabólica previa al consumo de alimentos y la tasa metabólica posterior al consumo de alimentos.

Sin embargo, el periodo de tiempo de medición del gasto energético posprandial fue diferencial. Aunque no todas las investigaciones lo especificaron, las que sí describen este aspecto reportan desde intervalos de un minuto, durante los últimos diez minutos de cada media hora, por un periodo de cinco horas (14), seis minutos cada 30 minutos por diez horas (4), ocho periodos de 20 minutos distribuidos en cinco horas (15) y dos periodos de 15 minutos cada hora por tres horas (11).

RIESGO DE SESGOS

Respecto al sesgo de selección, de los 14 estudios seleccionados, 13 fueron aleatorizados, aunque no se describe el método

utilizado para generar la secuencia de asignación (1,2,4-14). Por otro lado, el estudio restante requería cierta característica en el participante para ser asignado a uno u otro grupo: la presencia o ausencia del hábito de consumir *snacks* con frecuencia, lo cual no permitía aleatorización (15).

Adicionalmente, en cuanto al sesgo de realización, cabe mencionar que en la totalidad de los estudios los participantes tenían conocimiento de la intervención asignada, esto es, los horarios de alimentación o la cantidad de horas de ayuno entre comidas (1,2,4-15).

Al analizar los resultados de cada estudio, respecto al sesgo de detección, la totalidad no especifica si los evaluadores tenían conocimiento de la intervención aplicada a cada participante al llevar a cabo las mediciones de gasto energético. Sin embargo, estas mediciones se realizaron en los participantes de cada estudio con el equipo adecuado, en las mismas condiciones y por los mismos periodos de tiempo (1,2,4-15).

DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS

Algunas de las investigaciones revisadas describieron diferencias significativas entre tratamientos. Tal es el caso de un incremento en la TID como efecto de la implementación de dos semanas con un patrón regular de seis comidas diarias en comparación con el patrón irregular en la frecuencia de entre tres y nueve comidas diarias (11,12) y una disminución de la TID posterior a la implementación del patrón irregular (10,11).

Se ha descrito un aumento de la TID en personas que desayunan ≥ 700 kcal antes de las 11:00 de la mañana en comparación con quienes consumen cero calorías hasta después de las 12:00 p.m. (6).

Se ha referido una TID mayor posterior al consumo de una comida grande en diez minutos, en comparación con el consumo de la misma comida dividida en seis porciones consumidas una cada 30 min (14). De forma complementaria, se ha reportado una disminución en la TID posterior al consumo de cuatro comidas con duración de diez minutos cada una, llevándose a cabo una cada hora, en comparación con el consumo de la misma comida en un solo episodio de 20 minutos (1,7). Este aspecto muestra coincidencia con los reportes de disminución de la TID entre mujeres que consumen *snacks* frecuentemente al compararlas con otro grupo de mujeres que rara vez consumen *snacks* (15).

Es importante resaltar que aunque algunas investigaciones no encontraron diferencias significativas en la totalidad de las variables estudiadas, mostraron tendencias que requieren mayor investigación, como lo son los resultados de Farshchi, Taylor y Macdonald (2004), quienes no reportaron diferencia estadísticamente significativa en la TID posterior a la implementación del patrón de frecuencia regular de seis comidas al día durante dos semanas; sin embargo, sí describieron una tendencia al incremento de la misma (10). En cuanto a los ritmos circadianos, se reportó que la misma comida proporcionada a las 8 a.m. provoca una mayor TID que a las 8 p.m. (2).

DISCUSIÓN

Aunque la TID es un fenómeno ampliamente descrito e incluso relacionado con variables como la composición de la dieta (4), existen otras variables que requieren exploración. Uno de los factores más importantes al estudiar la alimentación son los ritmos circadianos (2,5). Al respecto encontramos dos investigaciones. En la primera de ellas se reporta un incremento en la TID al proporcionar los alimentos a las 8 a.m., en comparación con proporcionarlos a las 8 p.m. (2). En la segunda investigación se comparan los efectos de proporcionar una comida determinada a las 8 a.m. en una fase y a las 8 p.m. en la otra; sin embargo, en la intervención de las 8 p.m. previamente se invirtió el ciclo luz-oscuridad de los participantes, por lo cual para ellos esa comida también fue proporcionada en la fase de luz. Al comparar los efectos entre estas dos comidas no reportan diferencias significativas; sin embargo, en la determinación de la línea base reportan que las comidas ingeridas por la tarde provocaban una TID un 44% menor (5). Por tanto, es posible considerar que ambas investigaciones reportan hallazgos similares.

La relación entre la frecuencia y los horarios de alimentación es estrecha en dos sentidos. Por un lado, a mayor frecuencia de alimentación menores los periodos interprandiales; por otro lado, estos mayores o menores periodos interprandiales pueden conservarse fijos a través de los días o ser variables cada día. Esto nos lleva a considerar ambos aspectos, los horarios y frecuencias en la alimentación y la variabilidad de los mismos (10-12).

En el aspecto de la regularidad en el número de comidas al día, encontramos tres investigaciones que aplican un diseño experimental muy similar; en dos de ellas se encuentran diferencias significativas que señalan un incremento en la TID posterior a la implementación de un patrón de número de comidas al día regular o fijo (11,12), mientras que en la tercera se describe una tendencia en el mismo sentido aunque no significativa (10). De manera complementaria, en dos de estas investigaciones se describe una disminución significativa en la TID posterior a la implementación del patrón irregular (10,11).

Otro aspecto a considerar en estas investigaciones es el tiempo durante el cual se sometió a los participantes a determinado patrón de alimentación, previo a la evaluación de sus efectos sobre la TID. Aunque algunas investigaciones han encontrado diferencias significativas realizando las mediciones durante el mismo (y único) día de las propias intervenciones (1,2,7,14), en otras, donde no se han encontrado diferencias significativas, la brevedad de la intervención podría ser un factor clave (4,8,13).

Mientras algunas investigaciones reportan una tendencia a disminución en la TID debida al incremento en el número de tiempos de comida por día y, por tanto, a la disminución en su tamaño (1,7) o al consumo habitual de *snacks* entre comidas (15), otras investigaciones describen un efecto complementario con un incremento en la TID en respuesta al consumo de una comida con 750 kcal en una sola ocasión, al compararla con el consumo de la misma comida dividida en seis porciones y proporcionada una cada 30 minutos (14), o no describen diferencias significativas (4). En este punto es interesante considerar los periodos interprandiales; así, las comidas

presentadas cada 30 o 60 minutos parecen provocar una menor TID (1,7), al igual que el consumo habitual de *snacks* entre comidas (15). Sin embargo, cuando el periodo entre comidas es de alrededor de dos horas en comparación con cinco horas, no se encuentran efectos diferenciales (4), aspecto en el cual coinciden Verboeket-Van De Venne, Westerterp y Kester (1993), que proporcionaron siete comidas separadas por entre dos y dos y horas media en comparación con dos comidas separadas por seis horas (9).

Por último, otro aspecto a considerar es el porcentaje de energía que se proporciona en cada tiempo de comida, ya que mientras en algunas investigaciones estos porcentajes se mantuvieron fijos, dividiendo una comida en porciones iguales y proporcionando una porción cada determinado tiempo (1,4,7,14), en la investigación de Verboeket-Van De Venne, Westerterp y Kester (1993) el porcentaje de energía proporcionado en cada tiempo de comida fue variable a través del día, proporcionando en una intervención dos comidas diarias: comida a las 12:00 p.m. (40%) y cena a las 18:00 (60%), mientras que en la otra intervención se proporcionaron siete comidas diarias: desayuno 7:30 (15%), colación matutina 10:00 (10%), comida 12:00 (25%), postre 14:00 (10%), fruta 16:00 (5%), cena 18:00 (25%) y *snack* vespertino 20:30 (10%). Por tanto, los ritmos circadianos podrían haber influido en los resultados.

CONCLUSIONES

Las investigaciones que se han realizado respecto a los efectos de la alteración de la frecuencia y los horarios de alimentación sobre la TID han sido variadas, comprendiendo el aumento o disminución en la longitud de los periodos interprandiales, incrementando o disminuyendo el número de tiempos de comida, evaluando el efecto de proporcionar la misma comida en diferentes extremos del ritmo circadiano y, por último, sometiendo a los participantes a frecuencias de alimentación fijas o variables. Las duraciones de los experimentos van desde unas horas hasta un par de semanas en cada fase de intervención, separadas a su vez por periodos de lavado de desde dos hasta ocho semanas. Si bien la evidencia aún es limitada y es necesario realizar más investigaciones con mayor número de participantes, metodologías más homogéneas y controles más estrictos, la evidencia revisada muestra una tendencia a mayor TID al consumir alimentos por la mañana en comparación con la noche, mayor TID al tener una frecuencia regular de comidas diarias al compararla con frecuencia variable, una tendencia a incremento en la TID cuando los periodos interprandiales son iguales o mayores a dos horas, y una tendencia a disminución en la TID cuando estos periodos son menores. Estos hallazgos deben ser revisados de forma exhaustiva debido a su potencial terapéutico en la prevención y el tratamiento de la obesidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Allriot X, Seyssel K, Saulais L, Roth H, Charrié A, Drai J, et al. Effects of a breakfast spread out over time on the food intake at lunch and the hormonal responses in obese men. *Physiol Behav* 2014;127:37-44.

2. Bo S, Fadda M, Castiglione A, Ciccone G, De Francesco A, Fedele D, et al. Is the timing of caloric intake associated with variation in diet-induced thermogenesis and in the metabolic pattern? A randomized cross-over study. *Int J Obes* 2015;39:1689-95.
3. Hill JO, Wyatt HR, Reed GW, Peters JC. Obesity and the environment: where do we go from here? *Science* 2003;299:853-5.
4. Belko AZ, Barbieri TF. Effect of meal size and frequency on the thermic effect of food. *Nutr Res* 1987;7:237-42.
5. Morris CJ, García JI, Myers S, Yang JN, Trienekens N, Scheer FA. The human circadian system has a dominating role in causing the morning/evening difference in diet-induced thermogenesis. *Obes* 2015;23:2053-8.
6. Chowdhury EA, Richardson JD, Holman GD, Tsintzas K, Thompson D, Betts JA. The causal role of breakfast in energy balance and health: a randomized controlled trial in obese adults. *Am J Clin Nutr* 2016;103:747-56.
7. Alliot X, Saulais L, Seyssel K, Graeppi-Dulac J, Roth H, Charrié A, et al. An isocaloric increase of eating episodes in the morning contributes to decrease energy intake at lunch in lean men. *Physiol Behav* 2013;110:169-78.
8. Kobayashi F, Ogata H, Omi N, Nagasaka S, Yamaguchi S, Hibi M, et al. Effect of breakfast skipping on diurnal variation of energy metabolism and blood glucose. *Obes Res Clin Pract* 2014;8:e249-57.
9. Verboeket-Van De Venne WP, Westerterp KR, Keester AD. Effect of the pattern of food intake on human energy metabolism. *Br J Nutr* 1993;70:103-15.
10. Farshchi HR, Taylor MA, Macdonald IA. Decreased thermic effect of food after an irregular compared with a regular meal pattern in healthy lean women. *Int J Obes* 2004;28:653-60.
11. Farshchi HR, Taylor MA, Macdonald IA. Beneficial metabolic effects of regular meal frequency on dietary thermogenesis, insulin sensitivity, and fasting lipid profiles in healthy obese women. *Am J Clin Nutr* 2005;81:16-24.
12. Alhussain MH, Macdonald IA, Taylor MA. Irregular meal-pattern effects on energy expenditure, metabolism, and appetite regulation: a randomized controlled trial in healthy normal-weight women. *Am J Clin Nutr* 2016;104:21-32.
13. Smeets AJ, Westerterp-Plantenga MS. Acute effects on metabolism and appetite profile of one meal difference in the lower range of meal frequency. *Br J Nutr* 2008;99:1316-21.
14. Tai MM, Castillo P, Pi-Sunyer FX. Meal size and frequency: effect on the thermic effect of food. *Am J Clin Nutr* 1991;54:783-7.
15. Tobe H. The effect of habitual snacking on diet-induced thermogenesis in young women. *Jpn J Phys Fitness Sports Med* 2003;52:249-54.