

Dietas cetogénicas en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad

Ketogenic diets in the treatment of overweight and obesity

Covarrubias Gutiérrez, P.¹; Aburto Galván, M.¹; Sámano Orozco, L. F.²

1 Universidad de Morelia. Facultad de Nutrición.

2 Facultad de Nutrición Universidad de Morelia.

Remitido: 19/Febrero/2013. Aceptado: 14/Marzo/2013

RESUMEN

Introducción: El sobrepeso, la obesidad y sus complicaciones asociadas son un problema de salud pública importante a nivel mundial que ha sufrido un aumento en la mayoría de las edades, regiones y grupos socioeconómicos; para ello existe una gran variedad de propuestas dietoterapéuticas entre las que se encuentran las dietas cetogénicas; término acuñado en los años 20 del pasado siglo. Los efectos benéficos y adversos de dicha dieta han generado polémica y no hay una conclusión contundente sobre su eficacia y eficiencia en el tratamiento de la obesidad.

Métodos: Se realizó una búsqueda de artículos sobre dietas cetogénicas en las bases de datos Scielo y PubMed, utilizando las palabras clave dieta cetogénica, pérdida de peso, obesidad y sobrepeso, de la cual se obtuvieron un total de 68 artículos, mismos que se depuraron en dos etapas para su análisis.

Resultados: La pérdida de peso es similar con ambas dietas en los artículos analizados, siendo ligeramente mayor con las dietas cetogénicas.

Conclusión: Las dietas cetogénicas y las convencionales tienen una eficacia similar en la pérdida de peso, sin embargo, las primeras suelen mostrar efectos secundarios además de existir algunas limitantes para su uso a contra parte de las dietas no cetogénicas. Existe evi-

dencia de que la adherencia al plan alimenticio tiene una mayor influencia en la eficacia del tratamiento que la distribución de macronutrientes; de este modo, los esfuerzos por mejorar los tratamientos para la obesidad deben enfocarse en incrementar la adherencia al tratamiento.

PALABRAS CLAVE

Dieta cetogénica, pérdida de peso, obesidad, sobrepeso.

ABSTRACT

Introduction: Overweight, obesity and its associated complications are a major public health problem globally that has risen in most ages, regions and socioeconomic groups; thus there are a variety of proposal dietotherapeutical among which are ketogenic diets; term coined in the 20s of last century. Beneficial and adverse effects of this diet have generated controversy and no clear conclusion about its effectiveness and efficiency in the treatment of obesity.

Methods: Were searched articles about ketogenic diets in the databases Scielo and PubMed, using key words, ketogenic diet, weight loss, obesity and overweight, from which were obtained a total of 68 articles, same that were depurated in two stages for its analysis.

Results: Weight loss is similar with both diets in the articles analyzed, being slightly greater with ketogenic diets.

Conclusion: Ketogenic and conventional diets are similarly effective in weight loss, however, the former

Correspondencia:

Paulina Covarrubias Gutiérrez

E-mail: paulina.covarrubias.g@gmail.com

often show side effects besides some limitations exist for use against part of conventional diets. There is evidence that adherence to the meal plan has a greater influence on the efficacy that the distribution of macronutrients, in this way, efforts to improve treatments for obesity should focus on increasing adherence.

KEYWORDS

Ketogenic diet, weight loss, obesity, overweight.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad se ha incrementado a nivel mundial. Según la OMS, en el año 2008, 1400 millones de adultos mayores de 20 años tenían sobrepeso, dentro de los cuales, más de 200 millones de hombres y aproximadamente 300 millones de mujeres padecían obesidad. Según datos del mismo organismo, el sobrepeso y la obesidad son el quinto factor de riesgo de muerte en el mundo y cada año fallecen cerca de 2, 8 millones de personas, como consecuencia de los mismos⁽¹⁾.

La etiología de la obesidad es multifactorial, generalmente es el resultado de una interacción compleja entre la genética y factores ambientales; dentro de estos últimos se encuentran la inactividad física que ha generado una disminución en el gasto de energía y el incremento de la ingesta calórica, que en conjunto conllevan a un balance energético positivo. El aumento en la ingesta de energía, está asociado a su vez a un incremento en la variedad y disposición de alimentos de alta densidad energética, al aumento del tamaño de las porciones, a un mayor consumo de bebidas calóricas, al mejoramiento de las propiedades organolépticas de los alimentos y a una alteración del patrón de la ingesta de comida en general; a la par, se ha sugerido que el alto consumo de carbohidratos, especialmente de los simples o refinados, aumenta el riesgo de desarrollar obesidad, diabetes mellitus tipo 2 y síndrome metabólico; que incrementan significativamente la glucemia postprandial^(2,3).

Por otra parte, la obesidad incrementa el riesgo de desarrollo de complicaciones asociadas al síndrome metabólico como: dislipidemia, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, y resistencia a la insulina, disminuyendo la longevidad y la calidad de vida⁽⁴⁾. Lo anterior, aunado al hecho de que las estrategias dietéticas con las que se cuenta actualmente han mostrado una baja eficacia en la pérdida de peso y manteni-

miento de este a largo plazo, ponen de manifiesto la urgente necesidad de una estrategia eficaz y segura que permita tratar la obesidad y evitar el incremento en el desarrollo de las comorbilidades asociadas a esta^(3,5). En consecuencia a lo anterior, han surgido un gran número de propuestas dietoterapéuticas y se ha adaptado el uso de algunas dietas ya existentes que originalmente eran utilizadas para el tratamiento de otras patologías, con el fin de detener el incremento en la prevalencia de obesidad, ofreciendo tratamientos más eficaces.

Un ejemplo de estas propuestas dietoterapéuticas son las dietas bajas en hidratos de carbono o dietas cetogénicas, cuyo contenido de hidratos de carbono suele ser inferior a 50-60 g al día^(3,4). Este tipo de dietas han sido foco de atención, debido a que su asociación a una rápida pérdida de peso y en apariencia sin efectos secundarios; además de que se le han atribuido otros beneficios como una mayor efectividad comparada con las dietas hipocalóricas convencionales. Sin embargo, no todas las referencias hablan sobre algunos aspectos de estas dietas, tales como la cantidad adecuada de hidratos de carbono que deben administrarse para provocar una cetosis, así como tampoco de los efectos del alto consumo de lípidos sobre el riesgo cardiovascular^(4,5).

Esto ha generado polémica y desacuerdo sobre el uso de estas dietas, pues aunque se han realizado múltiples estudios para observar su eficacia y sus efectos tanto benéficos como adversos, los resultados o la interpretación de los mismos difieren bastante entre sí; sin concluir de manera uniforme sobre la relación costo-beneficio de su uso para el tratamiento de la obesidad y la prevención de enfermedades relacionadas con la misma.

ANTECEDENTES

Partiendo de la premisa básica de que la pérdida de peso es una consecuencia del balance energético negativo, sería posible deducir que el ayuno prolongado sería la mejor técnica para reducir peso, sin embargo no lo es por las siguientes razones: causa hambre, supone la pérdida de masa magra, causa neutropenia y aumenta los niveles de bilirrubina en suero. La pérdida total de nitrógeno después de 3 a 4 semanas de inanición sería de aproximadamente 200 g, correspondiente a 1, 250 g de proteína y equivalente a una pérdida de 6 kg de tejido muscular, de modo que se generaría un resultado de aspecto caquético y ante la reintroducción de alimentos se lograría la rápida recuperación del peso perdido⁽⁶⁾.

La dieta cetogénica se ha utilizado con éxito desde la década de 1920 para el tratamiento de las convulsiones epilépticas en niños⁽⁷⁾; sin embargo, se ha utilizado como propuesta dietoterapéutica para el sobrepeso y obesidad a partir de la década de 1970, provocándose un importante auge de las dietas altas en proteínas impulsada por los libros sobre la dieta de Atkins; sin embargo los informes científicos sobre la eficacia de dicha dieta aparecieron mucho más tarde⁽⁸⁾.

Las hexosas y pentosas, así como sus polímeros, han jugado un importante papel en la dieta del humano. El organismo tiene la capacidad de sintetizar hidratos de carbono a partir de otros compuestos; razón por la cual algunos autores los han considerado nutrimentos no esenciales; pese a esto las recomendaciones dietoterapéuticas clásicas sugieren un porcentaje de consumo que oscile la mitad del total de calorías de la dieta habitual⁽⁹⁾.

Por otra parte, pesar de la creciente investigación y empleo de las dietas muy bajas en carbohidratos en el control de peso y manejo del síndrome metabólico no se cuenta con la suficiente información sobre los efectos en el rendimiento deportivo. Las dietas cetogénicas pueden ser útiles en los deportes que incluyen las divisiones de clase de peso⁽¹⁰⁾.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una búsqueda de artículos relacionados con dietas cetogénicas y sus efectos tanto benéficos, como adversos. Dicha búsqueda se realizó en las bases de datos internacionales Scielo y PubMed, así como en revistas científicas de la especialidad, haciendo uso de las palabras clave y la combinación de las mismas: dieta cetogénica, sobrepeso, obesidad, pérdida de peso.

La selección de los artículos, se llevó a cabo en dos etapas; en la primera se consideraron como criterios de inclusión una antigüedad menor a 10 años y que el título del artículo no tuviera relación con epilepsia o algún otro uso de las dietas cetogénicas diferente al tratamiento del sobrepeso u obesidad. De esta primera búsqueda y selección se obtuvieron 68 artículos.

Durante la segunda etapa se realizó una lectura de los resúmenes de cada uno de los artículos, obteniéndose un total de 7 estudios, donde el uso de las dietas cetogénicas se enfocaba en el tratamiento de la epilepsia o alguna otra enfermedad, mismos que fueron excluidos. Posteriormente se leyeron los 61 artículos res-

tantes, esta vez completos. De estos, se separaron 14 estudios en los cuales se compararon los efectos de las dietas cetogénicas y de las convencionales sobre la pérdida de peso, utilizando como muestras dos grupos de sujetos con características similares y a quienes les dieron uno de los dos tipos de dieta de manera aleatoria por un periodo de tiempo determinado. Dichos estudios se analizaron y se hizo una comparación entre los 14, acerca de las características de sus participantes, la metodología utilizada, la distribución de los macronutrientes de las dietas, las pérdidas de peso obtenidas en cada estudio, así como las modificaciones ocurridas en el perfil lipídico del inicio al final de los estudios. Asimismo, se eligieron los 13 artículos con contenido de mayor relevancia sobre los efectos benéficos y adversos de las dietas cetogénicas, obteniendo así un total de 27 artículos para la realización del presente (Ver tabla 1).

DESARROLLO

Las características distintivas del tratamiento con dieta cetogénica son la producción de cuerpos cetónicos (principalmente β -hidroxibutirato, acetoacetato y acetona), productos de oxidación de ácidos grasos en el hígado y la reducción de los niveles de glucosa en la sangre. Los cuerpos cetónicos proporcionan un sustrato alternativo a la glucosa para la obtención de la energía, y en el cerebro en desarrollo también constituyen elementos esenciales para la biosíntesis de las membranas celulares y lípidos⁽¹¹⁾.

Por otra parte, las dietas cetogénicas han mostrado beneficios cardiovasculares y en el metabolismo de los glúcidos, ya que promueven un perfil lipídico poco aterogénico, una disminución de la presión arterial y una menor resistencia a la insulina. Se ha sugerido también que estas dietas podrían tener efectos anticancerígenos, además de otros atributos benéficos sobre el metabolismo aeróbico y el sistema nervioso central a nivel de comunicación interneuronal; mientras que a la par se mantiene la controversia sobre los efectos adversos en especial los relacionados con las funciones hepática y renal⁽¹²⁾.

Fundamentos sobre las dietas cetogénicas y su uso

Las dietas cetogénicas incrementan los niveles de colesterol HDL y generan reducciones significativas de las concentraciones sanguíneas de triglicéridos, por lo que

Tabla 1. Características de los participantes.

Autor	No. Participantes				Edad (años)		Peso (kg)		IMC (m/kg ²)	
	DC		DNC		DC	DNC	DC	DNC	DC	DNC
	H	M	H	M						
Frisch et al	38	62	24	76	47	47	100.3	98.8	33.5	33.8
Johnston CS. et al	2	7	2	8	38.4 ± 3.9	37.2 ± 3.9	95.8 ± 5.7	99.4 ± 6.1	35.0 ± 1.6	34.6 ± 1.5
Halyburton et al	18	30	19	26	50.6 ± 1.1 ²	49.8 ± 1.3	93.6 ± 2.1	97.0 ± 2.1	33.3 ± 0.6	33.8 ± 0.6
Jabbek et al	NP	8	NP	8	20 - 40	20 - 40	95.6 ± 5.1	86.1 ± 8.4	32.9 ± 4.5	31.7 ± 4.2
L. Hernández et al	6	10	4	12	42.8 ± 10.0	43.4 ± 8.5	H:111 ± 12 M:96 ± 10	H:111 ± 20 M:101 ± 8	35.8 ± 2.9	36.7 ± 4.6
F. Krebs et al	11	13	10	12	14.2 ± 0.4	13.7 ± 0.3	109.3 ± 4.7	107.1 ± 6.1	38.0 ± 1.2	40.1 ± 1.8
A. Essah et al	2	15	3	10	40.9 ± 3.0	45.4 ± 2.3	100.9 ± 3.5	96.9 ± 2.8	36.0 ± 0.9	34.9 ± 0.8
D. Foster et al	50	103	49	105	46.2	44.9	103.3	103.5	36.1	36.1
A. Phillips et al	1	9	4	6	33 ± 2.3	38.0 ± 2.6	95.4 ± 4.1	100.2 ± 3.7	34.0 ± 0.9	33.8 ± 1.1
Bradley et al	5	7	4	8	37.1 ± 8.9	40.5 ± 10.4	97.7 ± 14.4	91.5 ± 11.1	34.5 ± 4.2	32.8 ± 3.0
Los siguientes estudios fueron cruzados										
Holloway et al	16	NP	16	NP	19-28	19-28	82.2 ± 2.0	82.1 ± 2.2	23.8 ± 0.5	23.7 ± 0.5
Johnstone AM. et al	18	NP	18	NP	55		111.9		35.8	
En los siguientes estudios, sometieron a sus participantes sólo a una Dieta Cetogénica										
Autor	No. Participantes				Edad (años)		Peso (kg)		IMC (m/kg ²)	
	DC				DC		DC	DC	DC	DC
	H	M	H	M	H	M				
HM Dashti et al	39		44		42.6 ± 1.7	40.6 ± 1.6	101.03 ± 2.33		37.77 ± 0.79	
J. Wood et al	30		NP		38.8 ± 14.2		93.3 ± 14.0		29.7 ± 3.5	

DC: Dieta cetogénica **M:** Mujeres **NP:** No participaron **DNC:** Dieta no cetogénica **H:** Hombres

son consideradas como cardioprotectoras. Además mejoran el metabolismo de la glucosa, disminuyendo los niveles sanguíneos tanto de esta como de insulina, así como la presión arterial⁽¹²⁾.

Las dietas cetogénicas se consideran efectivas en el tratamiento de diabetes mellitus tipo II, para prevenir o retrasar la pérdida de masa magra corporal total y la sarcopenia que se asocian al envejecimiento, esto debido a que favorecen un balance proteico positivo, por su alto contenido de proteínas⁽¹³⁾.

El fundamento metabólico de las dietas cetogénicas es el cambio de glucolítico a lipolítico que ocurre en ausencia de carbohidratos. A consecuencia de esto, los lípidos resultan ser la principal fuente energética. Esto a su vez, evita la insulinoresistencia, favoreciendo la síntesis de glucógeno, mejora el perfil glucémico y los niveles plasmáticos de hemoglobina A⁽¹²⁾.

Los cuerpos cetónicos resultantes de la activación del metabolismo lipolítico provocado por las dietas cetogénicas, mediante la activación de la glutatión peroxidasa

y el subsecuente incremento en la síntesis de glutatión mitocondrial, reducen la muerte celular. Por lo que se considera que este tipo de dieta incrementa el poder antioxidante del organismo^(12,13).

En cuanto al efecto anticancerígeno que se les ha atribuido a las dietas cetogénicas, se ha evidenciado su eficiencia en la reducción del tamaño tumoral, debido a la menor disponibilidad de glucosa, así como a la inhibición de la angiogénesis⁽¹²⁾.

Las dietas cetogénicas provocan un mayor efecto de saciedad debido a que los lípidos y las proteínas permanecen en el estómago durante un mayor periodo de tiempo, así como a la inhibición del apetito causada por el beta-hidroxibutirato y la acetona⁽¹⁴⁾. El aumento en la sensibilidad del sistema nervioso central hacia la leptina y el descenso en las concentraciones plasmáticas postprandiales de grelina, son probablemente los responsables de que las proteínas tengan un mayor efecto anorexígeno que los carbohidratos⁽¹³⁾. En la obesidad comunmente hay una elevación de niveles circulantes de leptina (inhibidora del apetito), por la resistencia a la acción de la misma, mientras que la grelina estimula el apetito⁽¹⁴⁾.

Por otra parte, uno de los supresores más potentes del apetito es la colecistoquinina, hormona estimulada por la ingesta de proteínas y lípidos, más no por el de carbohidratos⁽¹⁴⁾.

El cambio metabólico propiciado por las dietas cetogénicas se lleva a cabo cuando el contenido de carbohidratos de la dieta es suficientemente bajo para causar cetosis. Por lo tanto el nivel de carbohidratos que requiere tener una dieta cetogénica destinada a la pérdida de peso, debe ser inferior a 0.2-0.4g/kg de peso por día, cubriendo el resto del porcentaje con consumo de lípidos y proteínas⁽¹⁴⁾.

Bajo la misma cantidad de calorías, la dieta cetogénica es más eficiente que una dieta baja en grasas, lo que se debe a la menor eficiencia metabólica de ésta. Además de la pérdida energética causada por la eliminación de cetonas por medio del aliento y la orina, la gluconeogénesis también representa una importante pérdida energética, ya que se necesitan 110g de proteínas de calidad media para la formación de 60-65g de glucosa, lo cual genera una pérdida diaria de 400 a 600 Kcal/día aproximadamente⁽¹⁴⁾.

En cuanto a los estudios a largo plazo sobre dietas cetogénicas, éstos no superan un tiempo mayor a dos años,

sin embargo sucede lo mismo en el caso de las dietas convencionales, por lo que esta situación metodológica no se puede considerar como una limitante de las dietas cetogénicas. El hecho de que ningún estudio supere los dos años de duración, puede deberse a que no suele haber pacientes dispuestos a mantener una dieta ininterrumpida por un tiempo mayor al mencionado. Los principales motivos de este suceso son: expectativas irreales al inicio del tratamiento por parte de los participantes, interrupción por periodo vacacional, estilo de vida incompatible con la dieta, edad y nivel de estrés^(14,15).

RESULTADOS

Las características de los participantes de cada uno de los 14 estudios analizados se presentan en la tabla 1. En 10 de ellos los participantes se asignaron aleatoriamente a uno de los dos grupos muestra: Dieta Cetogénica (DC) o Dieta No Cetogénica (DNC). Dos estudios fueron cruzados y en los dos restantes solamente se sometió a los participantes a la Dieta Cetogénica. El número de participantes en los estudios se encuentra en un rango de 10 a 154, cuyas edades oscilan entre los 19 y 51 años en promedio, esto por grupo (DC o DNC). Todos los participantes de los diversos estudios presentaron sobrepeso u obesidad con un peso que iba desde 93.6 ± 14.0 hasta 109.3 ± 14.7 y un IMC desde 29.7 ± 3.5 hasta 40.1 ± 1.8 , exceptuando uno de los estudios cruzados, el de Holloway et al, cuyos participantes presentaron en promedio un peso de 82.2 ± 2.2 con un IMC normal debido a que el objetivo del estudio era determinar el efecto de las dietas cetogénicas sobre la función cognitiva de los participantes. Sin embargo, se reportaron las pérdidas de peso, razón por la que dicho estudio fue incluido en el presente.

Las características de los participantes en los estudios donde se compararon los efectos de las dietas cetogénicas contra las dietas convencionales o no cetogénicas, eran similares entre ambos grupos de estudio.

En la tabla 2 se observa la distribución de macronutrientes, la cantidad de calorías que se administró y el uso de multivitamínicos indicados en los dos tipos de dietas (DC y DNC). El porcentaje de calorías aportadas por los carbohidratos en las DC varía de 4% a menos de 40% o bien de 20 a 30g de hidratos de carbono, mientras que en las DNC se encuentra entre 40% y 60%.

Respecto a las proteínas, los porcentajes para las DC se encontraron entre 20 y 40%, o bien se genera-

Tabla 2. Características de las dietas. Distribución de macronutrientes.

Autor	Carbohidratos		Lípidos (Saturada)		Proteínas		Kcal/día o Restricción de kcal		Uso de Multivitamínico	
	DC	DNC	DC	DNC	DC	DNC	DC	DNC	Sí	No
Frisch et al	>40%	>55%	>35%	>30%	25%	15%	- 500	- 500	SD	SD
Johnston CS. et al	≈ 5%	≈ 40%	60 % (21)	30% (9)	≈ 30%	≈ 30%	1500	1500	✓	
Halyburton et al	4%	46%	61% (20)	30% (>8)	35%	24%	≈ - 30%	≈ - 30%	SD	SD
Jabbek et al	6 ± 3%	41 ± 4%	66 ± 5%	34 ± 3%	22 ± 4%	17 ± 2%	SD	SD	✓	
Hernández et al	≈ 20 g	≈ 55%	NHR	≈ 30%	NHR	≈ 15%	NHR	H: 1500-1800 M: 1200-1500	✓	
F. Krebs et al	≤ 20g	SD	NHR	≤ 30%	2 – 2.5 g/kg	SD	1285±80	1465 ± 90	✓	
A. Essah et al	< 30g <10%	SD	SD	≤ 30%	SD	SD	- 500	- 500	SD	SD
D. Foster et al	20g	55%	NHR	30%	NHR	15%	NHR	H: 1500-1800 M: 1200-1500	SD	SD
A. Phillips et al	20g	AHA	Atks	30%	Atks	AHA	-750	-750	SD	SD
Bradley et al	20%	60%	60%	20%	20%	20%	-500	-500	SD	SD
Holloway et al	4%	50%	70%	24%	26%	26%	NHR	NHR	✓	
Johnstone AM. et al	4%	35%	63%	35%	30%	30%	SD	SD	SD	SD
HM Dashti et al	30 g	NR	(20)	NR	1g/ kg	NR	SD	NR	✓	
J. Wood et al	13%	NR	60%	NR	27%	NR	SD	NR	✓	

DC: Dieta cetogénica **M:** Mujeres **NP:** No participaron **DNC:** Dieta no cetogénica **H:** Hombres **SD:** Sin datos
NHR: No hubo restricción **≈:** Aproximadamente **AHA:** American Heart Association **Atks:** Atkins **NR:** No se realizó

ron recomendaciones basadas en gramos por kilogramo de peso corporal; las cuales oscilaron entre 1g/kg y 2.5g/kg; en dos de los 14 estudios analizados no hubo restricción de proteínas; por su parte, en las DNC los porcentajes de este macronutriente oscilaron entre el 10 y 30%.

En cuanto al contenido de lípidos, en las dietas cetogénicas los porcentajes van desde 35 hasta 70%, con 20-21% de grasa saturada que en la tabla aparece entre paréntesis. Por su parte, en las dietas no cetogénicas los porcentajes de lípidos, oscilan entre 20 y 30% con un contenido de grasa saturada de menos de 10%.

En cuanto al contenido de calorías de los dos tipos de dietas, éstos son similares en ambas y se encuentran entre 1200 y 1800 kcal; en dos de los estudios se hizo una restricción de 500 kcal, en uno de 750kcal y

en otro estudio se restó aproximadamente el 30% al requerimiento de calorías para lograr la pérdida de peso. En tres de los estudios, a los participantes del grupo de la DC, no les hicieron ninguna restricción calórica, siempre y cuando consumieran las cantidades limitadas de carbohidratos que tenían establecidas; solamente en un estudio no hubo restricción calórica para los participantes de la DNC. Finalmente, en 7 de los 14 estudios analizados, los participantes consumieron un multivitamínico.

En la tabla 3 se evidencia que, en los 14 estudios analizados, el tamaño de la muestra varía desde 16 participantes hasta 307; con un tiempo de duración desde 5 días hasta 2 años. En el 64.3% de los estudios los participantes mantuvieron actividad física, mientras que el 28.6% de los estudios se realizaron en ausencia de actividad física, el 7% restante no menciona si es en pre-

Tabla 3. Parámetros para la evaluación de la metodología de los estudios.

Autor	Tamaño de la muestra	Duración del estudio	AF		Preparación de alimentos	
			Sí	No	Part.	Est.
Frisch et al	200 P	12 ms	SD	SD	✓	
Johnston CS. et al	20 P	6DC/4DNC sm		✓		✓
Halyburton et al	121 P	8DC/8DNC sm		✓	✓	
Jabbek et al	16 P	10 sm	✓		✓	
L. Hernández et al	32 P	6 sm	✓		✓	
F. Krebs et al	33 P	13 sm	✓		✓	
A. Essah et al	30 P	8 sm	✓		✓	
D. Foster et al	307 P	2 an	✓		✓	
A. Phillips et al	20 P	6 sm	✓		✓	
Bradley et al	24 P	8 sm		✓	✓ Menú proporcionado	
Holloway et al	16 P	5 ds	✓			✓
Johnstone AM. Et al	16 P	4 sm		✓		✓
HM Dashti et al	83 P	24 sm	✓		✓	
J. Wood et al	30 P	12 sm	✓		✓	

P: Participantes **DC:** Dieta cetogénica **MS:** Meses **DNC:** Dieta no cetogénica **SM:** Semanas **AN:** Años **AF:** Actividad física
DS: Días **EST:** Estudio **SD:** Sin datos

sencia o ausencia de ésta. En el 78.6% de los estudios analizados la preparación de los alimentos fue realizada por los mismos participantes y en el 21.4% los alimentos fueron proporcionados por el respectivo estudio.

En la tabla 4 se muestran las pérdidas de peso obtenidas en los 14 estudios analizados, desglosando dichas pérdidas en dos columnas; la primera columna aporta los datos de las pérdidas de peso obtenidas por las muestras con apego a la dieta cetogénica y la segunda aporta los datos de las pérdidas de peso obtenidas por las muestras con apego a la dieta no cetogénica, al hacer la comparación entre ambas columnas da como resultado lo siguiente:

Comparación de las pérdidas de peso obtenidas bajo la dieta cetogénica y la dieta no cetogénica

- El 57.14% de los estudios analizados presentan una mayor pérdida de peso obtenida bajo la dieta

cetogénica en comparación con la pérdida de peso obtenida bajo la dieta no cetogénica.

- El 14.3% de los estudios tienen como resultado una elevada pérdida de peso obtenida bajo la dieta cetogénica en comparación con la pérdida de peso obtenida bajo la dieta no cetogénica.
- El 7.14% de los estudios analizados presentan similares pérdidas de peso obtenidas.
- El 7.14% de los estudios analizados muestran una mayor pérdida de peso obtenida bajo la dieta no cetogénica.
- El 14.3% restante de los estudios realiza únicamente la dieta cetogénica.

De los estudios analizados, 2 de 14, representan la mayor pérdida de peso obtenida, siendo de 13.7 ± 0.6 kg; ambos estudios coinciden en la realización de actividad física por los participantes y la preparación propia de los alimentos; sin embargo, dichos estudios difieren

Tabla 4. Pérdidas de peso obtenidas.

Autor	Pérdida de peso	
	DC	DNC
Frisch et al	5.8 ± 6.1 kg	4.3 ± 5.1 kg
Johnston CS. et al	6.3 ± 0.6 kg	7.2 ± 0.8
Halyburton et al	7.8 ± 0.4 kg	6.4 ± 0.4 kg
Jabbek et al	5.6 ± 2.6 kg	0.8 ± 1.5 kg
L. Hernández et al	6.2 ± 4.8 kg	6.0 ± 3.5 kg
F. Krebs et al	De 109.3 ± 4.7 a 96.1 ± 4.9 kg	De 107.1 ± 6.1 a 99.8 ± 7.8 kg
A. Essah et al	5.8 ± 0.75 kg	3.7 ± 0.7 kg
D. Foster et al	7.37 (-9.10 a -5.63) Kg	6.34 (-8.06 a -4.63) Kg
A. Phillips et al	De 95.4±4 a 89.7±4 kg	De 100±4 a 96.1±4 kg
Bradley et al	De 97.7 ± 14.4 a 90.3 ± 12.9 kg	De 91.5 ± 11.1 a 85.0 ± 11.2
Holloway et al	De 82.2 ± 2.0 a 81.4 ± 2.2 kg	De 82.1 ± 2.2 a 82.7 ± 2.2 kg
Johnstone AM. et al	6.75 kg	4.32 kg
HM Dashti et al	De 101.03±2.33 kg a 86.67±3.70 kg	NR
J. Wood et al	7.5 ± 2.5 kg	NR

DC: Dieta cetogénica **DNC:** Dieta no cetogénica **NR:** No se realizó

en el tiempo de duración, siendo de 13 semanas (F. Krebs et al) y 24 semanas (HM Dashti et al).

En la tabla 5 se comparan los cambios en el perfil lipídico de los participantes.

Colesterol total

De las muestras con apego a la dieta cetogénica, 35.7% presentan reducción significativa; sin embargo, 42.8% no muestran diferencias significativas; el porcentaje restante, es decir 21.5% de los estudios no aportan datos al respecto. En cuanto a las muestras con apego a la dieta no cetogénica, el 21.4% presentan reducciones significativas; únicamente 1 de 14 estudios muestra un aumento en colesterol total, es decir el 7.1%; el 35.7% de dichos estudios no tienen diferencias significativas, y en cuanto al 35.8% restante no aportan datos al respecto.

LDL

En cuanto a los grupos que llevaron a cabo la dieta cetogénica, el 40.1% presenta reducciones significati-

vas en los niveles de LDL, el 12.7% muestra aumentos en este nivel, el 35.7% no tiene como resultado diferencias significativas y el 14.3% restante no aporta datos al respecto. Mientras que de los grupos que hicieron la dieta no cetogénica, el 29.4% tienen como resultado reducciones significativas, únicamente el 1.4% presentan aumento en niveles de LDL, el 42.8% no tienen diferencias significativas y el 26.4% restante no aportan datos al respecto.

HDL

El 50% de las muestras con apego a la dieta cetogénica no presentan diferencias significativas en niveles de colesterol HDL, el 14.3% tienen aumentos significativos, mientras que únicamente el 7.1% de los estudios; es decir 1 de 14 muestra una reducción en los niveles de HDL en sus participantes. Es probable que esto se deba a la ausencia de actividad física en este estudio, ya que si se tiene una disminución de peso corporal pero no se realiza actividad física, el colesterol HDL no aumenta, es decir, se requiere del ejercicio

Tabla 5. Modificaciones en el perfil lipídico de los participantes.

Autor	Colesterol total		LDL		HDL		Triglicéridos	
	DC	DNC	DC	DNC	DC	DNC	DC	DNC
Frisch et al	≠	↑	≠	≠	≠	↓ 6ms ↑ 12ms	↓	≠
Johnston CS. et al	5.67 ± 0.28	5.28 ± 0.30	↑ 5 P ↓ 4 P	↑ 2 P ↓ 8 P	↓	↓	≠	≠
Halyburton et al	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Jabbek et al	≠	≠	≠	≠	≠	≠	↓ en ayunas	≠
Hernández et al	≠	≠	↑ en ayunas a las 6 sm	↓ en ayunas	≠	≠	↓ en ayunas + favorable	↓ en ayunas
F. Krebs et al	↓ sg	↓ sg	↓ sg	↓ sg	≠	↓ Modestas	↓ 3 veces > que en DNC.	↓ marginal
A. Essah et al	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
D. Foster et al	↓ sg	↓ sg	↓ sg	≠	↑ sg	≠	↓ > a los 3 y 6ms	≠
A. Phillips et al	≠	≠	≠	≠	≠	≠	↓ Notable a las 6 sm	↓ <evidente que en DC
Bradley et al	≠ 0.06	≠ <0.01	≠ 0.05	≠ 0.01	≠ 0.11	≠ <0.01	≠ <0.01	≠ 0.44
Holloway et al	↓ 0.6	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠
Johnstone AM. et al	Mejora sg	SD	Mejora sg	Mejora	SD	SD	SD	SD
HM Dashti et al	↓ sg	-	↓ sg	-	↑ sg	-	↓ sg a las 24 sm.	-
J. Wood et al	SD	SD	↓ →Leptina plasmática	SD	SD	SD	SD	SD

≠: Sin diferencias significativas ↓: Reducción DC: Dieta cetogénica SD: Sin datos SM: Semanas P: Participantes ↑: Aumento SG: Significativa MS: Meses

para incrementar el colesterol HDL, además, en este estudio el colesterol total sí se mostró disminuido, por lo que se puede deducir que parte de esa disminución fue en los niveles de HDL. De las muestras con apego a la dieta no cetogénica, 42.8% no presentan diferencias significativas en cuanto a niveles de HDL, el 14.3% muestra reducciones, en 1 de 14 estudios; es decir, en el 7.1% hay reducción a los 6 meses seguida de aumento a los 12 meses, el restante 35.8% no aportan datos al respecto.

Triglicéridos

En el caso de los triglicéridos, en la tabla 5 se puede observar que es donde mayor beneficio se puede obtener de las dietas cetogénicas, ya que el 50% de los gru-

pos que llevaron a cabo dicha dieta obtuvieron una reducción en sus niveles de triglicéridos; el 21.4% no tienen diferencias significativas, lo cual puede deberse a que 1 de estos 3 estudios tuvo un tiempo de duración de 5 días, que probablemente es insuficiente para obtener resultados notorios, el 28.6% restante no aporta datos al respecto. Cabe destacar que en el estudio realizado por F. Krebs y colaboradores la muestra con apego a la dieta cetogénica presenta una reducción en los niveles de triglicéridos proporcionalmente tres veces mayor que la muestra con apego a la dieta no cetogénica. En cuanto a las muestras con apego a la dieta no cetogénica, el 21.4% presenta reducción en los niveles de triglicéridos, sin embargo únicamente 1 de estos 3 estudios muestra una reducción más evidente que en la dieta cetogénica, mientras que el 42.8% no tiene dife-

rencias significativas y el 35.8% restante no aporta datos al respecto.

En la figura 1 se presentan de manera general las causas principales por las que los participantes de los estudios abandonaron el tratamiento y dejaron el estudio antes de que este finalizara. Cada círculo de la figura representa una causa de abandono y debajo de ella se especifica el número de participantes que dejaron el estudio debido a dicha causa; en algunas entre paréntesis se define el grupo al que pertenecía los participantes que abandonaron el tratamiento.

DISCUSIÓN

Pérdida de peso

De manera general, tanto la dieta cetogénica como la no cetogénica, tienen efectos similares sobre el peso, pues las pérdidas obtenidas no difieren significativamente entre ambas, siendo ligeramente mayores en las dietas cetogénicas. En el caso del estudio de Jabekk et al, donde sí se observa una gran diferencia entre las pérdidas de peso (Tabla 4.), es importante mencionar que los pacientes del grupo de la dieta no cetogénica,

Figura 1. Principales causas de deserción de los estudios.



DC: Dieta cetogénica **DNC:** Dieta no cetogénica **ND:** No definido **P:** Participantes

tuvieron una ganancia de masa muscular, sin cambios significativos en la masa grasa, mientras que el grupo que llevó a cabo la dieta cetogénica, presentó una pérdida de masa grasa, sin cambios significativos en la masa muscular; lo anterior, puede ser una de las explicaciones de este resultado. Por otro lado, en el estudio de Krebs et al, donde también se observó una diferencia significativa en las pérdidas de peso entre ambas dietas, es importante destacar que las dietas no fueron isocalóricas (como se observa en la Tabla 2), de modo que el grupo que llevó a cabo la dieta no cetogénica, consumió en promedio una mayor cantidad de calorías que el grupo de la dieta cetogénica^(18,20).

Se observó además que las dietas cetogénicas generalmente provocan más saciedad, lo que se debe al alto contenido de lípidos y proteínas, que son más difíciles de digerir. Esto puede conllevar a un menor consumo de calorías, lo que finalmente también puede influir en la pérdida de peso⁽³⁾.

Perfil lipídico

Colesterol total

Los cambios presentados en los niveles de colesterol total durante las intervenciones, difieren entre ambas dietas en la mayoría de los estudios, aunque en algunos sí se observó una mejora importante en este parámetro, tanto con la dieta cetogénica como con la dieta no cetogénica, el porcentaje de mejora en los niveles de colesterol total es mayor con las primeras, además en el 42.8% de los estudios que no mostraron diferencias significativas es probable que esto se deba a que 5 de 6 de los estudios que no muestran diferencias significativas tienen un tiempo de duración de 5 días, 6 semanas, 8 semanas y 10 semanas, por lo tanto se deduce que las dietas cetogénicas a corto plazo no resultan efectivas para evidenciar cambios en niveles de colesterol total en un 83.3% de los estudios de corta duración. Por otra parte, en un estudio, se presentó un aumento en el colesterol total en el grupo de la dieta no cetogénica.

Por esto se puede deducir que las dietas cetogénicas tienen mayor efectividad en la reducción de colesterol total que las dietas no cetogénicas, pero a largo plazo. Sin embargo, es importante considerar que con las dietas no cetogénicas también se obtienen reducciones en los niveles de colesterol total y que estas se logran con la pérdida de peso y la actividad física *per se*, de modo que se debe identificar si la reducción del colesterol to-

tal se debe a la composición de la dieta o a la pérdida de peso y la actividad física.

LDL

En cuanto al colesterol LDL, no se observaron diferencias significativas, si bien, las concentraciones de este, en dos estudios comparativos disminuyeron en mayor medida con la dieta no cetogénica que con la cetogénica, en los estudios donde sólo se consumió esta última, también hubo disminuciones significativas. Además, aunque el porcentaje de reducción de los niveles de colesterol LDL es 10.7% mayor con las dietas cetogénicas, que con las dietas no cetogénicas, el porcentaje de aumento en los mismos, es 11.3% mayor con las dietas cetogénicas que con las convencionales. De este modo, se puede decir que las dietas cetogénicas no ofrecen ventaja con respecto a las convencionales en cuanto al colesterol LDL, e incluso conllevan un mayor riesgo de aumento en los niveles del mismo.

HDL

En cuanto a las concentraciones del colesterol HDL, las dietas cetogénicas mostraron tener mejores efectos sobre estas que las dietas no cetogénicas, pues en dos estudios, en los grupos que llevaron a cabo la dieta cetogénica, hubo un aumento significativo en los niveles de HDL y sólo en un estudio, se obtuvo una disminución en los mismos con las dietas cetogénicas; mientras que con las dietas no cetogénicas solamente se presentó un incremento en los niveles de HDL en un estudio y hasta los doce meses de tratamiento, además de que en el 14.3% de los estudios, hubo una reducción de HDL con este tipo de dietas.

Triglicéridos

En un alto porcentaje de los diversos estudios analizados en donde se incluyeron ambas dietas (DC y DNC) para obtener resultados comparativos, se muestran significativas diferencias en cuanto a la disminución de los niveles de triglicéridos propiciados por las dietas cetogénicas, en contraste con las disminuciones no significativas propiciadas por las dietas convencionales, de modo que se puede deducir que las dietas cetogénicas ofrecen más beneficios en la reducción de las concentraciones de triglicéridos.

Función cognitiva y estado de ánimo

En dos de los estudios que se analizaron, se aborda este tema. En el estudio de J. Holloway et al, para eva-

luar la función cognitiva se midieron los siguientes parámetros: poder de atención, velocidad de la memoria, procesamiento de la información visual rápida, velocidad de procesamiento de la información, continuidad de la atención, calidad de la memoria episódica y calidad de la memoria de trabajo, esto mediante la evaluación computarizada CDR (Cognitive Drug Research); de estos, los primeros cuatro se observaron significativamente deteriorados en los participantes del grupo que consumió la dieta cetogénica, en comparación con el grupo que llevó a cabo la dieta estándar o no cetogénica, mientras que los tres últimos parámetros no se vieron afectados por el tipo de dieta empleada. Los autores encontraron que el deterioro cognitivo está asociado a una elevación en los niveles de ácidos grasos libres en plasma. Por su parte, en el estudio de K. Halyburton et al, se encontró que ambos tipos de dietas tienen efectos similares en la memoria y que la velocidad de procesamiento se incrementó en ambos grupos, durante la intervención. Sin embargo, también se observó que la dieta no cetogénica promovió una mayor mejora en la función cognitiva que la dieta cetogénica. En este estudio también se evaluó el estado de ánimo, esto mediante el Inventario de Depresión de Beck y el Inventario del Estado de Ansiedad de Spielberger, además de las subescalas del cuestionario POMS, que son tensión, depresión, enojo, vigor, fatiga. Todos estos parámetros mostraron una mejoría durante la intervención, y no se encontró una diferencia significativa en el efecto de la composición de la dieta, sobre estos^(17,25).

Desventajas de las dietas cetogénicas

El uso de las dietas cetogénicas tiene diversas desventajas que no se presentan en la dieta convencional. La primera de ellas es el aporte de vitaminas y minerales que ofrecen las dietas cetogénicas, que es muy bajo y no cubre los requerimientos de las personas, lo cual se debe a que la restricción de carbohidratos también limita en gran medida la ingesta de frutas y verduras, que son los alimentos más ricos en los micronutrientes mencionados. Esta situación también va a repercutir en la ingesta de fibra dietética, que igualmente va a ser baja y puede generar episodios de estreñimiento. Además de esto, en el artículo de Rodríguez (2006), se mencionan otros efectos adversos de las dietas cetogénicas, como son diarrea, calambres, halitosis (por la aumentada producción de cuerpos cetónicos) y astenia (por la reducción de carbohidratos)⁽³⁾.

Por otra parte, contrariamente a lo que se piensa, las dietas cetogénicas no son más fáciles de seguir que las dietas altas en hidratos de carbono. En los estudios que analizamos, se observó que hubo más participantes de los grupos de dieta cetogénica que no pudieron seguir o cumplir el tratamiento, que en los grupos de dieta no cetogénica (Ver Figura 1), esto por la limitación en la ingesta de vegetales, frutas y sobre todo cereales que son grupos de alimentos que se consumen con mucha frecuencia.

Además, en la mayoría de los estudios, dentro de los criterios de exclusión de participantes, se pudo observar que figuran principalmente enfermedades cardíacas y de hígado, asimismo en la figura 1 se observa que un participante que siguió una dieta cetogénica, desarrolló arritmias cardíacas, de modo que a la hora de utilizar una dieta de este tipo deben considerarse estos aspectos⁽¹⁶⁾.

CONCLUSIONES

Tanto la dieta cetogénica, como la no cetogénica son eficaces en la pérdida de peso, aunque no existe diferencia significativa entre ambas con respecto a este tema. Por esto, se le puede atribuir una mayor influencia a la adherencia al plan alimenticio, que a la composición de la dieta, en la eficacia de la pérdida de peso.

Entre las ventajas que nos puede ofrecer la dieta cetogénica, se encuentran que tiene un mayor efecto saciante, lo que puede disminuir la ingesta calórica, no afecta el perfil lipídico e incluso puede ayudar a mejorarlo, específicamente reduciendo las concentraciones plasmáticas de colesterol total y triglicéridos, así como aumentando los niveles de colesterol HDL. Sin embargo, no mostró tener efectos benéficos sobre las concentraciones de colesterol LDL, con respecto a la dieta no cetogénica.

Mientras que las desventajas son: limitación de la ingesta de vitaminas, minerales y fibra, que son muy importantes para el funcionamiento correcto del organismo, efectos adversos como estreñimiento, halitosis, diarrea, astenia, calambres, entre otros. Su seguimiento y adherencia a este tipo de dieta, no es más fácil y requiere tener cierta preparación y conocimiento sobre la composición de los alimentos para no ingerir más carbohidratos de los que se tiene permitidos. Además, no todas las personas pueden utilizar este tipo de dietas, ya que aquellas que tienen enfermedades cardíacas o del hígado tienen mayores riesgos al seguir

una dieta cetogénica, por el alto contenido de grasas que puede comprometer el funcionamiento del corazón, y cuando hay una patología del hígado, por su imposibilidad para metabolizarlas y para llevar a cabo la gluconeogénesis. Por otra parte, en algunos estudios se observó un deterioro en la cognición con el uso de las dietas cetogénicas, especialmente en los siguientes parámetros: poder de atención, velocidad de la memoria, procesamiento de la información visual rápida y procesamiento de la información.

De este modo, podemos ver que las dietas cetogénicas tienen más desventajas que ventajas y no ofrecen una pérdida de peso significativamente mayor que las dietas convencionales, por lo que su uso no sería tan recomendable y no ofrecería beneficios valiosos en comparación con la dieta tradicional, para reducir las altas prevalencias de obesidad y sobrepeso, que son el mayor problema de salud pública en México.

Así, podemos concluir que los esfuerzos por mejorar los tratamientos para el sobrepeso y la obesidad deben centrarse mayormente en lograr una mejor adherencia al plan alimenticio, que en alterar la composición o distribución de los macronutrientes de la dieta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Organización Mundial de la Salud [Internet]. Sobrepeso y Obesidad. Nota descriptiva No. 311. Mayo 2012. Recuperado el 11 de agosto de 2013: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.
- Frisch S, Zittermann A, Berthold HK, Götting C, Kuhn J, Kleesiek K, Stehle P, Körtke H. A randomized controlled trial on the efficacy of carbohydrate-reduced or fat-reduced diets in patients attending a telemedically guided weight loss program. *Cardiovasc Diabetol*. 2009 Jul 18; 8:36. DOI: 10.1186/1475-2840-8-36.
- Cano Rodríguez I, Ballesteros-Pomar MD, Pérez-Corral B, Aguado R. Dietas bajas en hidratos de carbono frente a dietas bajas en grasas. *Endocrinol Nutr*. 2006 Mar 3; 53 (3): 209-217. DOI: 10.1016/S1575-0922(06)71091-9.
- Lobley GE, Bremner DM, Holtrop G, Johnstone AM, Maloney C. Impact of high-protein diets with either moderate or low carbohydrate on weight loss, body composition, blood pressure and glucose tolerance in rats. *BJN*. 2007 Mar 29; 97:1099-1108. DOI: 10.1017/S0007114507691934.
- Sumithran P, Proietto J. Ketogenic diets for weight loss: A review of their principles, safety and efficacy. *Obes Res Clin Pract*. 2008 Marzo; 2 (1): 1-13. DOI: 10.1016/j.orcp.2007.11.003.
- Cappello G, Franceschelli A, Cappello A, De Luca P. Ketogenic enteral nutrition as a treatment for obesity: short term and long term results from 19, 000 patients. *Nutr Metab*. 2012 Oct 30; 9:96. DOI: 10.1186/1743-7075-9-96.
- Milder JB, Liang L-P, Patela M. Acute Oxidative Stress and Systemic Nrf2 Activation by the Ketogenic Diet. *Neurobiol Dis*. 2010 Oct; 40(1): 238-244. DOI: 10.1016/j.nbd.2010.05.030.
- Clifton P. Effects of a high protein diet on body weight and comorbidities associated with obesity. *BJN*. 2012; 108: S122-S129. DOI: 10.1017/S0007114512002322.
- Esquivel Solís V. Dietas modificadas en carbohidratos: implicaciones fisiológicas. *Rev. Costarric. salud pública*. 2005 Jul; 14 (26): 1-5.
- Paoli A, Grimaldi K, D'Agostino D, Cenci L, Moro T, Bianco A, Palma A. Ketogenics diets does not affect strength performance in elite artistic gymnasts. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012; 9:34. DOI: 10.1186/1550-2783-9-34.
- Masino SA, Rho JM. Mechanisms of Ketogenic Diet Action. *Epilepsia*. 2010 Dic 15; 5: 85. DOI: 10.1111/j.1528-1167.2010.02871.x.
- Pérez Guisado J. Las dietas cetogénicas: beneficios adicionales a la pérdida de peso y efectos secundarios infundados. *ALAN*. 2008; 58 (4): 223-229.
- Nuttal FQ, Gannon MC. Effect of a LoBAG30 diet on protein metabolism in men with type 2 diabetes. A Randomized Controlled Trial. *Nutr Metab*. 2012 May 20; 9:43. DOI: 10.1186/1743-7075-9-43.
- Pérez Guisado J. Las dietas cetogénicas: fundamentos y eficacia para la pérdida de peso. *ALAN*. 2008; 58 (2): 126-131.
- Sámano Orozco LF. Abandono del Tratamiento Dietético en Pacientes Diagnosticados con Obesidad en un Consultorio Privado de Nutrición. *Nutr. Clin. Diet. Hosp*. 2011; 31(1):15-19.
- Johnston CS, Tjonn SL, Swan PD, White A, Hutchins H, Sears B. Ketogenic low-carbohydrate diets have no metabolic advantage over non ketogenic low-carbohydrate diets. *Am J Clin Nutr*. 2006 May; 83(5):1055-1061.
- Halyburton AK, Brinkworth GD, Wilson CJ, Noakes M, Buckley JD, Keogh JB, et al. Low- and high-carbohydrate weight-loss diets have similar effects on mood but not cognitive performance. *Am J Clin Nutr*. 2007 Sept; 86:580-587.
- Jabekk PT, Moe IA, Meen HD, Tomten SE, Høstmark AT. Resistance training in overweight women on a ketogenic diet conserved lean body mass while reducing body fat. *Nutr Metab*. 2010 Mar 2; 7:17. DOI: 10.1186/1743-7075-7-17.
- Hernandez TL, Sutherland JP, Wolfe P, Allian-Sauer M, Capell WH, Talley ND, et al. Lack of suppression of circulating free fatty acids and hypercholesterolemia during weight loss on a high-fat, low-carbohydrate diet. *Am J Clin Nutr*. 2010 Ene 27; 91: 578-585. DOI: 10.3945/ajcn.2009.27909.
- Krebs NF, Gao D, Gralla J, Collins JS, Johnson SL. Efficacy and Safety of a High Protein, Low Carbohydrate Diet for Weight Loss in Severely Obese Adolescents. *Journal Pediatr*. 2010 Ago; 157(2): 252-8. DOI: 10.1016/j.jpeds.2010.02.010.
- Essah PA, Levy JR, Sistrun SN, Kelly SM, Nestler JE. Effect of weight loss by a low-fat diet and a low-carbohydrate diet on peptide YY levels. *Int J Obes (lond)*. 2010 Ago; 34(8): 1239-1242. DOI: 10.1038/ijo.2010.48.

22. Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, Makris AP, Rosenbaum DL, Brill C, et al. Weight and Metabolic Outcomes After 2 Years on a Low-Carbohydrate Versus Low-Fat Diet. *Ann Intern Med.* 2010 Ago 3; 153(3): 147–157. DOI:10.1059/0003-4819-153-3-201008030-00005.
23. Philips SA, Jurva JW, Syed AQ, Syed AQ, Kulinski JP, Pleuss J, et al. Benefit of Low-Fat over Low-Carbohydrate Diet on Endothelial Health in Obesity. *Hypertension.* 2008 Feb; 51(2): 376–382. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.101824.
24. Bradley U, Spence M, Courtney CH, McKinley MC, Ennis CN, McCance DR, et al. Low-Fat Versus Low-Carbohydrate Weight Reduction Diets Effects on Weight Loss, Insulin Resistance, and Cardiovascular Risk: A Randomized Control Trial. *Diabetes.* 2009 Dic; 58: 2741–2748. DOI: 10.2337/db09-0098.
25. Holloway CJ, Cochlin LE, Emmanuel Y, Murray A, Codreanu I, Edwards LM, et al. A high-fat diet impairs cardiac high-energy phosphate metabolism and cognitive function in healthy human subjects. *Am J Clin Nutr.* 2011 Ene 26; 93:748–55. DOI: 10.3945/ajcn.110.002758.
26. Johnstone AM, Lobley GE, Horgan GW, Bremner DM, Fyfe CL, Morrice PC, et al. Effects of a high-protein, low-carbohydrate v. high-protein, moderate carbohydrate weight-loss diet on antioxidant status, endothelial marker and plasma indices of the cardio-metabolic profile. *Br J Nutr.* 2011 Jul; 106(2):282-91. DOI: 10.1017/S0007114511000092.
27. Dashti HM, Mathew TC, Hussein T, Asfar SK, Behbahani A, Khoursheed MA, et al. Long-term effects of a ketogenic diet in obese patients. *Exp Clin Cardiol.* 2004; 9(3): 200–205.
28. Wood RJ, Volek JS, Davis SR, Dell’Ova C, Fernandez ML. Effects of a carbohydrate-restricted diet on emerging plasma markers for cardiovascular disease. *Nutr Metab.* 2006 May 4; 3:19. DOI: 10.1186/1743-7075-3-19.