

**Artículo Original**

Nutr. clín. diet. hosp. 2017; 37(4):77-86  
DOI: 10.12873/374pons

## **Restricción calórica, un método eficaz, sencillo y saludable para perder peso**

### **Caloric restriction, an effective, simple and healthy way to lose weight**

Pons Sala, Victoria<sup>1</sup>; Drobnić Martínez, Franchek<sup>1</sup>; Pons Biescas, Antoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat.

<sup>2</sup> Universitat de les Illes Balears.

Recibido: 18/septiembre/2017. Aceptado: 1/diciembre/2017.

#### **RESUMEN**

**Introducción:** El modelo de Restricción Calórica (RC) pretende reducir el total de calorías ingeridas por semana. Las dos formas más usuales de alcanzar el déficit calórico deseado (% RC) son reducir la ingesta cada día o establecer unos días intermitentes de ayuno o restricción severa, donde el impacto de la restricción es más importante, tiene menor repercusión sobre la pérdida de masa muscular, y está más facilitada la adherencia al modelo de dieta.

Se propone trabajar sobre un modelo de RC cercana al 40% del contenido calórico ordinario, intercalando 3 días de restricción severa (600-800Kcal) por semana con los restantes de ingesta habitual, durante un periodo de 6 semanas.

**Contenido de la investigación:** Dieciocho sujetos sanos y físicamente activos, siguieron una pauta de restricción calórica ( $34.3 \pm 15.4\%$ ) durante 6 semanas, en las que mantuvieron su actividad física regular. Al inicio y al final del experimento se determinó la composición corporal por densitometría (DEXA) y se cuantificó la pérdida de peso y su distribución en los diferentes tejidos. También se valoraron las consecuencias de la dieta en parámetros hematológicos y bioquímicos.

**Conclusiones:** Se consigue una pérdida de peso considerable, principalmente a expensas de la masa grasa (de predominio androide), con un menor efecto sobre la masa li-

bre de grasar, y existe una buena tolerancia y adherencia a la pauta propuesta. Consideramos la RC como una buena opción para el ajuste de peso en deportistas.

#### **PALABRAS CLAVE**

Restricción calórica, dieta, pérdida de peso, composición corporal.

#### **SUMMARY**

**Introduction:** The Calorie Restriction (CR) model aims to reduce the total calories eaten per week. The two most common ways to achieve the desired caloric deficit (% CR) are to reduce intake every day or to establish intermittent fasting or severe restriction days, where the impact of the restriction is more important, has less impact on the loss of mass muscle, and adherence to the diet model is more facilitated.

It is proposed to work on a CR model close to 40% of the normal caloric content, intercalating 3 days of severe restriction (600-800Kcal) per week with the rest of habitual intake, over a period of 6 weeks.

**Content of the research:** Eighteen healthy and physically active subjects followed a caloric restriction pattern ( $34.3 \pm 15.4\%$ ) for 6 weeks, in which they maintained their regular physical activity. At the beginning and at the end of the experiment the body composition by densitometry was determined and the weight loss and its distribution in the different tissues were quantified. The consequences of diet were also evaluated in hematological and biochemical parameters.

**Conclusions:** A considerable weight loss is achieved, mainly at the expense of the fat mass (predominantly

---

#### **Correspondencia:**

Victoria Pons Sala  
vpon@car.edu

android), with a lower effect on the fat free mass, and there is a good tolerance and adherence to the proposed pattern.

We consider CR as a good option for weight adjustment in athletes.

## KEY WORDS

Caloric restriction, diet weight loss, body composition.

## ABREVIATURAS

ADN<sub>p</sub>: Programa informático. Análisis Dietético Nutricional.

CESNID: Centre d'Ensenyament Superior de Dietètica i Alimentació Humana.

CMO: Contenido mineral óseo.

DEXA: Absorciometría de energía dual de rayos X. Densitometria.

IDR: Ingestas diarias recomendadas.

IMC: Índice de masa corporal (peso/talla<sup>2</sup>).

MLG: Masa libre de grasa.

RC: Restricción calórica.

RE: Requerimientos energéticos.

REento: Requerimientos energéticos derivados del contenido de entrenamiento.

UB: Universidad de Barcelona.

## INTRODUCCIÓN

Conseguir la composición corporal más adecuada supone una ventaja para la competición en la mayoría de los deportes. En este sentido, los deportistas buscan mejorar su fuerza relativa o su eficiencia (Trexler ET 2014); precisan un peso óptimo, que se corresponde con el mínimo peso graso y la máxima preservación del peso muscular. El secreto del éxito es conseguir una buena calidad del entrenamiento durante la pérdida de peso, y la mejor condición física para la competición.

Por otro lado, la incorporación de la actividad física en los programas para perder peso en sujetos obesos o con sobrepeso es un estándar (Larson-Meyer DE 2010), y su adherencia generalmente va muy ligada a las sensaciones de vigor o fatiga que les acompañan en el proceso.

En ambas situaciones la estrategia nutricional más idónea será aquella capaz de mantener, o si cabe, mejorar el rendimiento, tanto en los entrenamientos como en la práctica del ejercicio físico que conviven con el periodo de dieta. Así como en las competiciones en los deportistas, que son las que motivan el ajuste de peso.

Este hecho, goza de mayor valor en aquellas modalidades deportivas donde el peso mínimo adecuado es una condición fundamental en el rendimiento. En muchas ocasiones va con-

dicionado a la categoría (karate, lucha, halterofilia, boxeo), favorece la técnica del gesto deportivo (pértiga, gimnasia, saltos de trampolín, remo, piragüismo, vela); o es determinante para mejorar la eficiencia energética y en los resultados de pruebas donde importa el consumo de oxígeno relativo al peso corporal (carreras, marcha, ciclismo, natación).

La experiencia en el deporte nos muestra que cuando se acerca la competición sin haber alcanzado el peso objetivo, se practica una restricción calórica e hídrica exagerada en los días previos de la competición sin demasiado éxito (Bourke L 2009). Y estas conductas drásticas para bajar el peso impiden entrenar bien el nivel técnico, táctico y la intensidad de trabajo, no garantizan la reposición de nutrientes para la práctica eficiente del deporte, facilitan la aparición de lesiones (Kininghan RB 2001, Horswill CA 1993), modifican el estado de ánimo dificultando la afrontación del evento, y ponen en peligro la salud (Oopik V 1996, Wenos DL 1998, Smith SA 1994, Martínez A 2015). Por otro lado la práctica de estas dietas restrictivas extremas puede inducir conductas compulsivas compensatorias que alternadas con las restricción, aumentan la fragilidad para padecer trastornos de la conducta alimentaria, de forma más acentuada en los practicantes más comprometidos (Resch M 2007, Wermer A 2013, Escobar-Molina R 2014).

Las dos formas más usuales de alcanzar el déficit calórico deseado (% RC) en una dieta, son reducir cada día ese porcentaje o bien establecer unos días intermitentes de ayuno o restricción severa, donde el impacto de la restricción puede ser más importante. Ambos métodos son válidos en relación al éxito sobre la disminución de peso, aunque el segundo, tiene menor repercusión sobre la perdida de masa muscular, facilita la adherencia y no activa los mecanismos de reserva energética (Varady KA 2011, Davis CS 2015, Harvie M 2017).

## OBJETIVOS

Los objetivos que se plantean en este estudio son determinar la utilidad de un modelo de dieta en RC, aplicado durante un periodo de 6 semanas, como un método eficaz, sencillo y saludable para perder peso. Caracterizar los cambios en la composición corporal y observar la modificación del patrón de disposición grasa en el cuerpo, extremidades, tronco, abdomen. También determinar, en caso de existir, la adaptación del perfil lipídico en ese periodo.

## METODOLOGÍA

### Sujetos

Para el estudio se reclutaron 18 sujetos del sexo masculino practicantes de taekwondo y de carreras de fondo de nivel regional o nacional. Los criterios de inclusión-exclusión fueron los siguientes: edad entre los 18 y los 50 años, género masculino, no fumadores, sanos, sin patología inflamatoria activa, no tomar suplementos nutricionales, seguir dieta variada y el compromiso en un entrenamiento regular mínimo de tres se-

siones semanales, sin modificaciones en el contenido de las mismas, durante el periodo establecido para el experimento. Caracterizamos la muestra en base a la media y la desviación estándar ( $X \pm SD$ ) de edad  $32,0 \pm 8,4$  años, talla  $1,78 \pm 0,05$  m, peso  $80,9 \pm 7,5$  kg e IMC  $25,6 \pm 2,8$  (kg/m<sup>2</sup>).

### Aspectos éticos

Todos los sujetos fueron informados de la finalidad, requisitos y posibles riesgos del estudio antes de dar su consentimiento por escrito a participar. La investigación se llevó a cabo respetando la Declaración de Helsinki para la investigación en seres humanos, y el proyecto está registrado en ClinicalTrials.gov (NCT02533479).

### Valoración nutricional y prescripción de la RC

Se procedió, mediante una entrevista, a conocer los hábitos alimentarios y de vida de los sujetos, registrando en detalle el entrenamiento que seguían y ratificando que no tomaban ni medicación ni suplementación alguna. La valoración nutricional se estableció mediante la administración de una encuesta dietética semanal sobre su comportamiento espontáneo, anotando todos los alimentos y líquidos consumidos a lo largo de una semana, especificando las raciones, la elaboración de los alimentos y su distribución a lo largo del día. Para calibrar el tamaño de las raciones se utilizaron gramajes, medidas caseras y un manual de fotos (Hercbergs S 2004), y a partir de esta información se realizó el análisis de la dieta con el programa informático ADN basado en las tablas de composición de alimentos CESNID (Farrán A 2004) así como las referencias para la interpretación de las medidas caseras (Palma I 2004), ambas publicadas por la Universidad de Barcelona (UB).

También se estimaron los requerimientos energéticos (RE), en los que se consideró la energía necesaria para la vida diaria correspondiente a su peso corporal utilizando las ecuaciones de la OMS y la energía consumida en el entrenamiento semanal (REento), a partir de una aplicación desarrollada en el sistema Open Acces, basada en el Compendio de actividades físicas de Ainsworth (Ainsworth BE 2011).

Se estipuló prescribir una RC que se hallara próxima al 40% respecto a la dieta habitual de cada uno de los participantes. Durante un periodo de 6 semanas se estableció una pauta de restricción de la ingesta para 3 días alternos (lunes, miércoles y viernes) y se solicitó mantener el comportamiento alimentario habitual sin modificaciones en la ración calórica y la distribución de comidas respecto a los registros previos al estudio en los días restantes.

### Valoración somática. Densitometría por imagen (DEXA)

Se realizaron dos mediciones previa y al final de la RC, según el protocolo estándar de composición corporal (Rothney MP 2012, Nana A 2012a, Nana A 2012b). Se evaluaron los cor-

tes y las referencias según los modelos publicados por consenso, para cuantificar de forma segmentaria cabeza, tronco, brazos, piernas, área androide y ginoide, en deportistas como se establece de un modo consensuado (Drobnić F 2012).

### Valoración de parámetros sanguíneos

Se realizaron extracciones de sangre por venopuncura antes y después del experimento para la determinación de los parámetros sanguíneos; hemograma completo, recuento leucocitario, perfil lipídico (colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos) perfil hepático (GOT, GPT, GGT, bilirrubina total y directa), el perfil básico inflamatorio (VSG, hierro y ferritina), y el perfil renal, (urea, creatinina, ácido úrico).

### Análisis estadístico

Se procedió al cálculo de estadísticos descriptivos básicos: a) media (Promedio) b) desviación típica (SD). Y a la aplicación de la prueba T de student entre dos variables pareadas y repetidas, considerando una significación estadística P <0,05. (Software Statistical Package for Social Sciences, SPSS v21.0 for Windows).

## RESULTADOS

### Valoración nutricional de la dieta habitual y la dieta de la RC

Los datos promedio de los requerimientos energéticos (RE) estimados para los 18 sujetos que participaron en el estudio se representan en la tabla 1.

También se valoró la dieta de los sujetos con la finalidad de conocer la ración calórica diaria de su ingesta habitual y la cobertura nutricional individual, para ajustar la pauta de restricción calórica; que se estableció entre 600-800Kcal/día durante tres días alternos semanales y correspondía a una restricción calórica teórica aproximada de un 40%, que con la variabilidad individual, al final del estudio y de acuerdo a nuestros cálculos se situó en el  $34,3 \pm 15,4$  % (tabla 1).

**Tabla 1.** Requerimientos energéticos

<b>n=18</b>	<b>Pre-RC</b>	<b>RC</b>
	<b>Promedio ± SD</b>	<b>Promedio ± SD</b>
RE diarios (Kcal/día)	$1.862 \pm 119$	
RE entrenamiento semanal (Kcal/sem)	$3.426 \pm 1.147$	
RE totales (Kcal/día)	$2.351 \pm 156$	
Ingesta real (Kcal/día)	$2.292 \pm 547$	$1.537 \pm 338$
Ratio restricción calórica (%)		$34,3 \pm 15,4$

En la tabla 2 se muestra un ejemplo de la dieta para un día de RC. Se trata de una dieta muy exigente, por lo que los sujetos tuvieron que estar muy comprometidos y experimentar tras la primera semana, la compensación de la pérdida de peso, su buen estado general, su sensación de bienestar y ausencia de fatiga y la posibilidad de comer con normalidad en los días intermedios sin que se alteraran sus compromisos personales.

#### Análisis nutricional, cobertura nutricional y distribución de la ración calórica

El análisis nutricional de la dieta de partida y la distribución de los cambios experimentados en el aporte de energía y macronutrientes en el periodo de RC (tabla 3), permiten observar que la RC promedio del grupo de sujetos tiene una mayor

**Tabla 2.** Ejemplo de pauta de restricción calórica 600Kcal.

Desayuno	Comida	Cena
1 vaso de leche desnatado o yogur natural desnatado	35g de arroz o pasta hervidos	100g de judía verde o espinacas o acelgas o cualquier variedad de lechuga o coliflor o brócoli o col
1 rebanada de pan de molde blanco o integral	70g de pechuga de pollo o pavo plancha	100g de pescado al vapor
1 loncha de fiambre de pavo o pollo o jamón dulce	1 tomate crudo pequeño (70g) 1 kiwi o 1 pera o 1 naranja o 100g de piña o melón	1 yogur natural desnatado

Se recomienda aumentar el consumo de agua o infusiones entre horas.

Las opciones son intercambiables entre los días.

Se incide en evitar el consumo de grasas trans de cualquier forma, fritos, embolsados, etc y de bollería y azucarados.

**Tabla 3.** Distribución de la ración calórica Pre-RC y durante RC.

n=18	Pre-RC	RC	Diferencia	P
	Promedio ± SD	Promedio ± SD	%	
Peso (kg)	80,5 ± 7,8	76,3 ± 8,0	5	0,000 *
Ración calórica (Kcal/día)	2.291 ± 546	1.536 ± 338	33	0,000 *
<b>Glúcidos (g)</b>	233 ± 63	155 ± 41	34	0,000 *
Polisacáridos	122 ± 42	80,7 ± 29,6	34	0,002 *
Azúcares	83,7 ± 36,5	62,2 ± 19,7	26	0,025 *
CHO/kg (g)	2,94 ± 0,87	2,06 ± 0,63	30	0,001 *
<b>Proteína (g)</b>	102 ± 30	77 ± 18	25	0,001 *
Prot. animal	64,9 ± 20,0	52,8 ± 14,8	19	0,041 *
Prot vegetal	27,5 ± 14,3	21,0 ± 12,9	24	0,126
Prot/kg (g)	1,28 ± 0,39	1,02 ± 0,25	21	0,005 *
<b>Lípidos (g)</b>	96,3 ± 26,4	63,4 ± 20,2	34	0,001 *
AGMonosaturados	36,3 ± 9,88	26,6 ± 11,1	27	0,011 *
AG Poliinsaturados	14,0 ± 4,2	8,7 ± 2,9	38	0,001 *
AG Saturados	30,7 ± 9,9	19,2 ± 6,6	37	0,001 *
Colesterol (mg)	363 ± 156	245 ± 82	33	0,007 *

\*Diferencias significativas respecto a los valores Pre-RC (p<0,05).

repercusión en la ingesta de hidratos de carbono y grasas respecto a las proteínas cuyo aporte se pretendió garantizar en la pauta propuesta. El colesterol de la dieta disminuye notablemente, al imponerse los tres días de dieta prefijada con técnicas culinarias muy sencillas.

Para valorar la cobertura de los micronutrientes se han considerado los valores de la Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) propuestas para la población española por la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética FESNAD, (Cuervo M 2010). Según se muestra en la tabla 4, durante el periodo de la RC se redujo la ingesta diaria de micronutrientes, ofreciendo el análisis nutricional valores inferiores a la IDR (Farrán A 2004).

**Tabla 4.** Cobertura nutricional de la RC.

n=18	Pre-RC		RC		P
	Promedio ± SD	%IDR	Promedio ± SD	%IDR	
Fibra (g)	16,5 ± 5,5		13,6 ± 3,4		0,038 *
Calcio (mg)	848 ± 322	106%	729 ± 271	91%	0,160
Hierro (mg)	12,2 ± 5,0	122%	8,58 ± 1,30	86%	0,003 *
Magnesio (mg)	270 ± 65	77%	223 ± 32	64%	0,007 *
Sodio (mg)	2.616 ± 833		1.923 ± 677		0,007 *
Potasio (mg)	2.599 ± 672	74%	2.015 ± 364	58%	0,003 *
Fósforo (mg)	1.135 ± 461	162%	1.056 ± 336	151%	0,579
Zinc (mg)	9,1 ± 2,6	60%	7,12 ± 1,29	47%	0,005 *
Carotenoides (mcg)	1.978 ± 1.247		1.985 ± 904		0,982
Vit. B <sub>9</sub> , Ac. Fólico (mcg)	254 ± 147	64%	207 ± 84	54%	0,341
Vit. B <sub>3</sub> , Niacina (mg)	22,3 ± 8,3	112%	17,0 ± 3,9	85%	0,007 *
Retinoides (mcg)	613 ± 965		150 ± 67		0,073
Vit. B <sub>2</sub> , Riboflavina (mg)	1,65 ± 0,74	92%	2,43 ± 4,29	75%	0,111
Vit. B <sub>1</sub> , Tiamina (mg)	1,35 ± 0,50	113%	1,17 ± 0,28	97%	0,088
Vit. A, Retinol (mg)	920 ± 1039	92%	482 ± 166	48%	0,097
Vit. B <sub>6</sub> , Piridoxina (mg)	2,50 ± 2,60	139%	1,49 ± 0,25	83%	0,134
Vit. D, Calciferol (mcg)	2,96 ± 2,00	59%	1,67 ± 1,00	33%	0,052
Vit. E, Tocoferol (mg)	9,20 ± 2,66	77%	7,01 ± 2,93	58%	0,018 *
Vit. B <sub>12</sub> , Cobalamina (mcg)	6,2 ± 4,8	311%	3,5 ± 0,9	176%	0,048 *
Vit. C, Ac. Ascórbico (mg)	91,1 ± 54,1	152%	74,7 ± 40,1	125%	0,173

\*Diferencias significativas respecto a los valores Pre-RC (p<0,05).

Vit.= vitamina.

## VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

### Densitometría

El CMO no sufre variaciones en el corto periodo de tiempo que se administra la dieta. La grasa total experimenta cambios significativos a todos niveles, como masa total grasa del sujeto, en extremidades superiores o inferiores y a nivel central cuando se evalúa por la segmentación "androide" o "ginoide" (tabla 5). Es de especial interés visualizar un porcentaje más elevado en la reducción de la masa grasa en su distribución androide (grasa localizada en la parte superior de la cadera y por debajo de las costillas) del 22% (Pre-RC 1,741kg; PostRC 1,357kg) respecto a la grasa ginoide (grasa

**Tabla 5.** Cambios en la composición corporal DEXA.

n=18	Pre-RC		P
	Promedio ± SD	Promedio ± SD	
Masa total (kg)	81,8 ± 8,5	77,4 ± 8,3	0,000 *
Tejido total (kg)	78,9 ± 8,7	74,1 ± 8,3	0,000 *
Grasa total (kg)	20,5 ± 6,4	17,4 ± 5,8	0,000 *
MLG total (kg)	58,4 ± 5,5	56,7 ± 6,0	0,004 *
CMO total (kg)	2,82 ± 0,32	2,81 ± 0,32	0,044 *
<b>Brazo total</b>			
Grasa (g)	1.797 ± 515	1.634 ± 521	0.000 *
MLG (g)	7.148 ± 979	6.961 ± 965	0,015 *
CMO (g)	466 ± 59	468 ± 53	0,550
Masa total (g)	9.412 ± 1.151	9.064 ± 1.196	0.000 *
<b>Piernas total</b>			
Grasa (g)	6.590 ± 2.149	5.904 ± 1.898	0.000 *
MLG (g)	20.537 ± 2.133	19.825 ± 240	0.000 *
CMO (g)	1.313 ± 150	1.315 ± 151	0,536
Masa total (g)	28.442 ± 3.361	27.045 ± 3.295	0.000 *
<b>Tronco total</b>			
Grasa (g)	10.330 ± 3.708	8.532 ± 3.343	0.000 *
MLG (g)	227.129 ± 2.440	26.463 ± 2440	0,002 *
CMO (g)	984 ± 144	970 ± 144	0,038 *
Masa total (g)	338.444 ± 4.739	35.965 ± 4237	0.000 *
<b>Androide total</b>			
Grasa (g)	1.740 ± 713	1.356 ± 624	0.000 *
MLG (g)	3.598 ± 395	3.444 ± 445	0.000 *
CMO (g)	55,4 ± 9,0	55,6 ± 9,4	0,666
Masa total (g)	5.394 ± 841	4.856 ± 727	0.000 *
<b>Ginoide total</b>			
Grasa (g)	3.739 ± 1.177	3.223 ± 1044	0.000 *
MLG (g)	8.421 ± 856	8.199 ± 932	0,002 *
CMO (g)	347 ± 43	348 ± 45	0,462
Masa total (g)	112.508 ± 1.508	11.771 ± 1379	0,000 *

\*Diferencias significativas respecto a los valores Pre-RC ( $p<0,05$ ). CMO= contenido mineral óseo. MLG= masa libre de grasa.

+ El valor de Tronco corresponde a la medición entre cada uno de los marcadores mencionados previamente desde la parte superior del tórax (nacimiento de primera costilla), hasta la zona superior de la pelvis. Es una medida que recoge todo el tórax y la mayor parte del abdomen.

localizada en nalgas y muslos) del 14% (Pre-RC 3,739kg; Post-RC 3,223kg), dado que la grasa androide se relaciona con un patrón de mayor riesgo de morbilidad.

### **Valoración de los Parámetros sanguíneos**

#### Hemograma

En los datos correspondientes al hemograma no se observan cambios significativos atribuibles a la RC en los parámetros celulares ni en los relacionados con el metabolismo del hierro, recuento de eritrocitos, hematocrito, hemoglobina sanguínea, hierro plasmático, ferritina, bilirrubina, saturación de transferrina o hierro sérico.

#### Bioquímica sanguínea

Los parámetros bioquímicos aportan informaciones interesantes (tabla 6). Seis semanas de RC parece que no causaron daño tisular, teniendo en cuenta que se mantuvieron las actividades séricas de GPT, GOT, GGT y creatina quinasa. La RC no influyó en los niveles de glucosa en plasma ni en los marcadores del metabolismo del nitrógeno, como los niveles plasmáticos de urea, creatinina y urato. Los niveles circulantes de colesterol y triglicéridos fueron significativamente más bajos después de las seis semanas de RC que los niveles anteriores, pero HDL y LDL mantuvieron sus valores pre-RC.

**Tabla 6.** Parámetros bioquímicos.

<b>n = 18</b>				<b>Pre-RC</b>	<b>Post-RC</b>	<b>P</b>
<b>Determinación</b>	<b>Rango Normalidad</b>	<b>U</b>	<b>n</b>	<b>Promedio ± SD</b>	<b>Promedio ± SD</b>	
Glucosa	74,1-106,1	mg/dl	14	84,1 ± 6,3	80,9 ± 11,3	0,250
Urea	<49,9	mg/dl	14	31,2 ± 9,2	35,4 ± 8,3	0,194
Ac. úrico	3,4-7,1	mg/dl	14	5,7 ± 1,2	5,9 ± 1,2	0,672
Creatinina	0,7-1,3	mg/dl	14	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,292
Bilirrubina	0,1-1,4	mg/dl	13	0,9 ± 0,6	0,9 ± 0,6	0,882
Calcio	8,6-10,2	mg/dl	13	9,5 ± 0,4	10,8 ± 4,4	0,317
GPT	3,0-40,2	UI/L	15	23,6 ± 5,5	25,1 ± 10,9	0,588
GOT	1,2-40,8	UI/L	15	21,8 ± 7,8	20,4 ± 6,9	0,467
GGT	7,8-60,2	UI/L	14	24,2 ± 17,7	33,9 ± 39,9	0,253
Creatinquinasa	39-308	UI/L	12	178 ± 103	165 ± 136	0,568
Colesterol total	<200	mg/dL	17	184 ± 37	176 ± 41	0,050 *
HDL	>56	mg/dL	17	53 ± 12	53 ± 10	0,807
LDL	<4,3	mg/dL	17	110 ± 32	107 ± 42	0,488
Triglicéridos	<197,8	mg/dL	17	99,4 ± 38,3	85,3 ± 41,3	0,050 *
Hierro	59-158	mcmol/L	14	87 ± 43	104 ± 62	0,416
Transferrina	200-360	g/L	13	266 ± 36,813	257 ± 31	0,050 *
Hierro unido TF	35,8-71,6	mcmol/L	13	66 ± 9	65 ± 8	0,138
Sat. Transferrina	20-45	%	13	23 ± 12	29 ± 18	0,396
Ferritina	30-400	ng/mL	14	158 ± 69	235 ± 357	0,435
Vitamina D	>30	ng/mL	15	21,6 ± 19,1	25,3 ± 18,9	0,001 *

\*Diferencias significativas respecto a los valores Pre-RC ( $p<0,05$ ). Se colorea en azul el perfil lipídico estándar. TF= Transferrina.

## DISCUSIÓN

### ***La dieta y sus implicaciones nutricionales***

Los dos aspectos más importantes del presente estudio, evaluar la idoneidad de un modelo de dieta para perder peso graso en deportistas y su repercusión positiva en el rendimiento han sido satisfactorios. Ninguno de los 18 sujetos evaluados, mostró ningún malestar en su práctica deportiva y la adherencia fue completa. El comentario global respecto a la experiencia es positivo, y el balance de pérdida de peso de 5kg en 6 semanas sin percepción de fatiga, es óptimo. Todos los sujetos, consideraron el hecho de combinar al dia siguiente la dieta habitual, muy facilitador.

La RC como se ha planteado, puede ser una estrategia nutricional interesante para todos aquellos sujetos que no sean constantes en el seguimiento de una dieta hipocalórica estándar. Facilita su convivencia con los compromisos sociales y permite ajustar la restricción de modo que se garantice la recuperación en los días de entrenamiento más intenso, que pueden coincidir con el día sin restricción si es preciso.

A efectos de los resultados sobre la reducción de peso, son muy similares a los que persiguen otras dietas con el mismo objetivo. En general, si se pretende garantizar una cobertura nutricional mínima de micronutrientes, se establecen pérdidas de 500-1000g por semana. Si observamos los datos obtenidos a partir de los análisis nutricionales, cabe puntualizar que, para mantener esta estrategia nutricional de forma continuada es recomendable suplementar la alimentación con un complejo polivitamínico y mineral con el objeto de prevenir cualquier déficit que repercutiría en el rendimiento deportivo, tanto más cuando no existen IDR para deportistas a este respecto.

### ***La dieta y sus implicaciones bioquímicas***

Los datos correspondientes al hemograma informan de una discreta modificación que se halla dentro del rango de referencia de normalidad y puede considerarse así, sin orientar ningún trastorno del metabolismo del hierro o de neoformación de los eritrocitos. En los parámetros bioquímicos el hecho de que la urea y la creatinkinasa permanezcan estables, confirma que los sujetos toleran de manera adecuada la carga de entrenamiento a pesar de la dieta y la pérdida de peso. Conocemos que la urea podría aumentar en el caso de que las proteínas interviniieran en mayor proporción en el metabolismo aeróbico ante la limitación de los hidratos de carbono, y también que un ascenso de la creatinkinasa, podría relacionarse con un mayor catabolismo proteico, sea por sollicitación mecánica o metabólica (López-Chicharro J 2008).

El metabolismo de los lípidos fue influenciado por la RC, puesto que se produjo un descenso del colesterol y de los triglicéridos, seguramente influido por la pretendida mayor participación de las grasas en el metabolismo energético, dados

los supuestos que se consideraron a partir de los estudios precedentes consultados sobre RC. Los deportistas que consumen una dieta baja en hidratos de carbono promueven la oxidación de ácidos grasos (AG) (Phinney SD 1983, Volek JS 2016); de modo que los AG pasan a ser un combustible más disponible para el trabajo muscular que los hidratos de carbono y las proteinas, por lo que se facilita la oxidación de las grasas a este nivel. La composición de AG de la dieta parece afectar a la composición de los lípidos plasmáticos (Vessby B 1980), de este modo, la RC puede influir en la disponibilidad de AG en sangre y también en su utilización en el trabajo de contracción muscular.

### ***Valoración de la pérdida de la masa grasa por DEXA***

En la composición corporal evaluada con DEXA comprobamos la disminución de la masa total con una afectación discreta de la masa libre de grasa.

Se pierde un volumen de grasa nada despreciable y en buena parte de la zona abdominal, de predominio androide más que ginoide, en relación al tronco. Es interesante considerar que una amplia gama de alteraciones metabólicas en suero desfavorables se asocian con obesidad abdominal, resistencia a la insulina e inflamación moderada (Bogl LH 2016). La supuesta mejora de la tolerancia a la insulina y el aumento de la oxidación de las grasas se observa con cierta celeridad en la aplicación de este modelo de dietas cuando se asocia a ejercicio, tal como se orienta en la prevención del riesgo cardiovascular en pacientes obesos, dislipémicos o diabéticos (Racette SB 2006, Weis EP 2006). Aspecto que se apoya con nuestros resultados al detectar esta mayor pérdida de grasa de localización abdominal, y nos lleva a considerar la RC como una dieta adecuada para los sujetos con sobrepeso y factores de morbilidad que siguen programas de actividad física.

La RC de seis semanas resulta en una discreta pérdida de masa magra, similar a lo que se encuentra en otros ensayos de RC, (Mettler S 2010) para una reducción calórica del 40% durante dos semanas y una ingesta de proteinas de 1 g/kg/día, que coincide con la practicada en esta investigación. La pérdida de masa corporal magra durante la reducción de peso se considera un efecto negativo que conduce a un rendimiento comprometido (Fogelholm M 1994). Esta pérdida de masa corporal magra durante la RC mediante ayuno parcial intermitente, probablemente podría evitarse aumentando la ingesta de proteinas, que algunos autores proponen alrededor de 2,3 g/kg/día (Mettler S 2010), o complementando la dieta con aminoácidos de cadena ramificada que contribuyen a mantener la masa magra, mientras se promueve la pérdida de masa grasa (Dudgeon WD 2016). Con independencia de cómo se haga, los deportistas deben aspirar a preservar la masa corporal magra durante la reducción de peso (Fogelholm M 1994; Mettle S 2010). De hecho una de las mayores preocupaciones de los deportistas que entran gran-

des volúmenes e intensidades, es preservar el tejido muscular, siendo una práctica habitual en estos casos la suplementación con leucina (Kanda A 2013, Cholewa JM 2017) o con su metabolito hidroximetilbutirato o HMB (Zanchi NE 2011), a los que se les atribuye propiedades anticatabólicas y potenciadoras de la síntesis proteica.

La RC alrededor del 35% a través de ayuno parcial intermitente durante seis semanas condujo a una disminución de 0,7-0,9 kg por semana, que está de acuerdo con otros autores que han observado una pérdida de peso corporal de alrededor de 1 kg por semana con una ingesta energética de aproximadamente 25 Kcal/kg/día (Fogelholm M 1994), y cuyas pérdidas se reflejan igualmente en una disminución similar de grasa corporal y músculo (Consolazio CF 1968).

## CONCLUSIONES

La Restricción Calórica del 35%, conseguida mediante una pauta de restricción severa de 3 días alternos por semana durante 6 semanas, reduce de forma significativa el peso, la masa corporal grasa y de forma más discreta la masa libre de grasa, en el individuo que mantiene una actividad física continuada. La distribución de la pérdida de grasa se expresa con un predominio androide. Reduce los niveles plasmáticos de triglicéridos y colesterol. Mantenida a largo plazo precisa un complemento que ofrezca los micronutrientes que garanticen la ingesta diaria recomendada.

La Restricción Calórica intermitente y supervisada, es una dieta factible, práctica y útil.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(8): 1575-81.
2. Bogl LH, Kaye SM, Rämö JT, Kangas AJ, Soininen P, Hakkarainen A, Lundbom J, Lundbom N, Ortega-Alonso A, Rissanen A, Alakorpela M, Kaprio J, Pietiläinen KH. Abdominal obesity and circulating metabolites: A twin study approach *Metabolism* 2016; 65(3): 111-21.
3. Bourke LM, Cox GR. Combat sports medicine: Nutrition in combat sports. Kordi-Maffulli-Wroble-Wallace Eds., 2009.
4. Consolazio CF, Matoush LO, Johnson HL, Krzywicki H, Isaac GJ, Witt N. Metabolic aspects of calorie restriction: hypohydration effects on body weight and blood parameters. *Am J Clin Nutr* 1968; 21(8): 793-802.
5. Cuervo M, Abete I, Baladia E, Corbalán M, Manera M, Basulto J, Martínez JA. Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). Ingestas dietéticas de referencia para la población española. Ed. EUNSA, 2010.
6. Davis CS, Clarke RE, Coulter SN, Rounsefell KN, Walker RE, Rauch CE, Huggins CE, Ryan L. Intermittent energy restriction and weight loss: a systematic review. *Eur J Clin Nutr.* 2016; 70(3): 292-9.
7. Drobnić F, Galobardes A, Til L, Yanguas J, Del Río L, Di Gregorio S, García M, Fernández X. Análisis de la composición corporal mediante DXA en fútbol. Evaluación del sistema y el método. Proceedings 4º Congreso FEMEDE, Santander 2012. En proceso de publicación.
8. Drobnić F, Pons V, Pons A. La restricción calórica como modelo de dieta en el deporte de alto nivel competitivo. En Salud y deporte y cineantropometría. Sirvent Belando JE y Alvero Cruz JR eds. Universitat d'Alacant. Sant Vicent del Raspeig, 2014: 13-20.
9. Dudgeon WD, Kelley EP, Scheett TP. In a single-blind, matched group design: branched-chain amino acid supplementation and resistance training maintains lean body mass during a caloric restricted diet. *J Int Soc Sports Nutr* 2016; 13: 1.
10. Escobar-Molina R, Rodríguez-Ruiz S, Gutiérrez-García C, Franchini E. Weight loss and psychological-related states in high-level judo athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2015; 25 (2): 110-8.
11. Farrán, A, Zamora, R, Cervera P. Tablas de composición de alimentos CESNID, Edicions de la Universitat de Barcelona, McGraw Hill Interamericana, 2004.
12. Fogelholm M. (1994). Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Med* 1994; 18(4): 249-267.
13. Harvie M. Potential Benefits and Harms of Intermittent Energy Restriction and Intermittent Fasting Amongst Obese, Overweight and Normal Weight Subjects—A Narrative Review of Human and Animal Evidence. *Behav Sci* 2017 Jan; 7(1).
14. Hercberg, Deheeger M Preziosi P. Portions Alimentaires (Manual-photos pour l' estimation des quantités. SU-VI-MAX. Ed Candia, 2004.
15. Horswill CA. Weight loss and weight cycling in amateur wrestlers: implications for performance and resting metabolic rate. *Int J Sports Nut* 1993; 3(3): 245-260.
16. Kanda A, Nakayama K, Fukasawa T, Koga J, Kanegae M, Kawanaka K, Higuchi M. Post-exercise whey protein hydrolysate supplementation induces a greater increase in muscle protein synthesis than its constituent amino acid content. *2013* 28; 110(6): 981-7.
17. Kiningham RB, Gorenflo DW. Weight loss methods of high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(5): 810-3.
18. Larson-Meyer DE, Redman L, Heilbronn LK, Martin CK, Ravussin E. Caloric restriction with or without exercise: the fitness versus fatness debate. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42 (1): 152-159.
19. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. Editorial Médica Panamericana, 2008.
20. Martínez Rodríguez A, Drobnić Martínez F. Planificación nutricional y deportiva personalizada (2): Estrategias para el control de peso en el deporte. Limencop SL, 2015.
21. Mettler S, Mitchell N, Tipton KD. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(2): 326-337.

22. Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, Burke LM. Techniques for Undertaking Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Whole-Body Scans to Estimate Body Composition in Tall and/or Broad Subjects. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012a; 22(5): 313-22.
23. Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, Burke LM. Effects of daily activities on dual-energy X-ray absorptiometry measurements of body composition in active people. *Med Sci Sports Exerc* 2012b; 44(1): 180-9.
24. Oopik V, Paasuke M, Sikku T, Timpmann S, Medijainen L, Ereline J, Smirnova T, Gapejeva E. Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. *J Sports Med Phys Fitness* 1996; 36(2): 127-131.
25. Palma I, Farran A, Cantós D. Tablas de composición de alimentos por medidas caseras de consumo habitual en España CESNID, Edicions de la Universitat de Barcelona, McGraw Hill Interamericana, 2004.
26. Phinney SD, Bistrian BR, Evans WJ, et al. The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *Metabolism: clinical and experimental* 1983; 32(8): 769-76.
27. Racette SB, Weiss EP, et al. One year of caloric restriction in humans: feasibility and effects on body composition and abdominal adipose tissue" *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006; 61(9): 943-50.
28. Resch M. Eating disorders in sports—sport in eating disorders. *Orv. Hetil* 2007; 148(40): 1899-902.
29. Rothney MP. y cols. Precision of GE Lunar iDXA for the Measurement of Total and Regional Body Composition in Nonobese Adults. *J Clin Densitom* 2012; 15(4): 399-404.
30. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Norton LE. Metabolic adaptation to weight loss: implications for the athlete. *J Int Soc Sports Nutr* 2014; 11(1):7.
31. Varady K.A. Intermittent versus daily calorie restriction: which diet regimen is more for weight loss? *Obes Rev.* 2011 Jul; 12 (7): 593-601.
32. Vessby B, Gustafsson IB, Boberg J, Karlström B, Lithell H, Werner I. Substituting polyunsaturated for saturated fat as a single change in a Swedish diet: effects on serum lipoprotein metabolism and glucose tolerance in patients with hyperlipoproteinemia. *Eur J Clin Invest* 1980; 10 (3): 193-202.
33. Volek JS, Freidenreich DJ, Saenz C, Kunce LJ, Creighton BC, Bartley JM, Davitt PM, Munoz CX, Anderson JM, Maresh CM, Lee EC, Schuenke MD, Aerni G, Kraemer WJ, Phinney SD. Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners. *Metabolism: clinical and experimental* 2016; 65(3): 100-10.
34. Wenos DL, Amato HK. Weight cycling alters muscular strength and endurance, ratings of perceived exertion, and total body water in college wrestlers. *Perceptual and Motor Skills* 1998; 87: 975-978.
35. Zanchi NE, Gerlinger-Romero F, Guimarães-Ferreira L, de Siqueira Filho MA, Felitti V, Lira FS, Seelaender M, Lancha AH Jr. HMB supplementation: clinical and athletic performance-related effects and mechanisms of action. *Amino Acids* 2011; 40(4): 1015-25.