

CONSUMO CALÓRICO, NECESIDADES ENERGÉTICAS Y MASA GRASA EN BOXEADORES AL INICIO DE LA PREPARACIÓN FÍSICA

CALORIC CONSUMPTION, ENERGY NEEDS AND FAT MASS IN BOXERS AT START OF THE PHYSICAL PREPARATION

Recibido el 14 de diciembre de 2021 / Aceptado el 21 de febrero de 2022 / DOI: 10.24310/riccafd.2022.v11i1.13964
Correspondencia: Norma Angélica Borbón Castro. normaa.borbon@ues.mx

Castro-Zamora, AA^{1ABCD}; Borbón-Castro, NA^{2ABEF}; Duarte-Félix, H^{3BC}; De La Cruz-Ortega, MF^{4BC}

¹Universidad Estatal de Sonora, México, andres.castrozamora@ues.mx

²Universidad Estatal de Sonora, México, normaa.borbon@ues.mx

³Universidad Estatal de Sonora, México, hector.duarte@ues.mx

⁴Universidad Estatal de Sonora, México, manueldelacruz@ues.mx

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación, ^BRecolector de datos, ^CRedactor del trabajo, ^DTratamiento estadístico, ^EApoyo económico, ^FIdea original y coordinador de toda la investigación.

RESUMEN

Antecedentes: el propósito del presente estudio fue comparar la ingesta nutrimental, masa grasa y VO_2 máx entre boxeadores amateur y profesionales al inicio de la preparación física, así como el requerimiento y consumo nutrimental intra e inter grupos y el porcentaje de adecuación nutrimental intergrupo. **Métodos:** se realizó un estudio de cohorte transversal y no experimental con 41 boxeadores del sexo masculino (26 profesionales y 15 amateurs; $M=20.29\pm 3.29$ años). La muestra fue seleccionada por conveniencia y se estratificó por maestría deportiva. Se aplicaron pruebas *t* de Student para comparar las variables inter e intra grupos y significancia de $p\leq 0.05$. **Resultados:** se observó mayor necesidad energética en boxeadores profesionales, aunque deficiente en ambos grupos respecto a la ingesta calórica diaria ($p<0.05$) principalmente por el consumo de carbohidratos (5.68 ± 1.72 gr/kg/peso corporal; amateurs y 5.63 ± 2.1872 gr/kg/peso corporal; profesionales). Ambos grupos presentaron desequilibrio en la ingesta de micronutrientes, principalmente en hierro, sodio, zinc, ácido ascórbico, tocoferol y



retinol. Conclusiones: existió deficiente ingesta calórica diaria en ambos grupos de boxeadores con desequilibrio de micronutrientes intra e intergrupo los cuales pudieran afectar negativamente el rendimiento físico de los boxeadores en alguna etapa de entrenamiento.

■ PALABRAS CLAVE

boxeadores, ingesta nutricional, nutrientes, masa grasa, preparación física.

■ ABSTRACT

Background: the purpose of this study is to compare the nutritional intake, fat mass and VO_2 max between amateur and professional boxers at the beginning of the season, as well as the nutritional requirement and consumption within and between groups and the percentage of intergroup nutritional adequacy. **Methods:** a non-experimental, cross-sectional cohort study was conducted with 41 male boxers (26 professionals and 15 amateurs; $M=20.29\pm 3.29$ years). The sample was selected for convenience and was stratified by sports mastery Student's *t* tests were applied to compare the inter- and intra-group variables and significance of $p\leq 0.05$. **Results:** greater energy needs were observed in professional boxers, although deficient in both groups with respect to daily caloric intake ($p<0.05$), mainly due to carbohydrate intake (5.68 ± 1.72 gr/kg/body weight; amateurs and 5.63 ± 2.18 gr/kg/body weight; professionals). Both groups presented imbalance in the intake of micronutrients, mainly iron, sodium, zinc, ascorbic acid, tocopherol and retinol. **Conclusions:** there was a deficient daily caloric intake in both groups of boxers with intra- and intergroup micronutrient imbalances, which could negatively affect the physical performance of the boxers at some stage of training.

■ KEY WORDS

boxers, nutritional intake, nutrients, fat mass, physical preparation.

■ INTRODUCCIÓN

La alimentación en deportistas juega un papel fundamental en las funciones vitales diarias y de rendimiento físico durante la preparación atlética (1,2). En los últimos años, estudios científicos han destacado que la adecuada intervención nutricional durante la preparación física en deportistas garantiza un buen estado de salud y rendimiento físico,



además, disminuye el índice lesivo o alteraciones del sistema inmune ocasionadas por deficiencias nutrimentales producto de la carga física o insuficiente consumo de alimentos (2,3,4,5,6). Asimismo, al considerar que la ingesta calórica diaria (ICD) en deportistas es mayor respecto a individuos sedentarios debido a la demanda energética generada durante las sesiones de entrenamiento, la adecuada intervención nutricional resulta indispensable para lograr cubrir las necesidades metabólicas, restablecer el glucógeno, adecuar el consumo de micronutrientes (6,7,8,9), reparar y construir tejidos y mantener regulado el metabolismo corporal (2,3,10,11,12,13).

Por consiguiente, el nutriólogo deportivo es parte fundamental del equipo multidisciplinario que interviene en la estructura del macrociclo de entrenamiento al tener que periodizar la ICD a las cargas de entrenamiento y composición corporal de cada deportista (14) evitando factores adversos que limiten el desempeño físico (9,15). Para esto, es importante qué, al inicio, durante y al final de la preparación física, todos los deportistas reciban evaluaciones exhaustivas por un equipo multidisciplinario que permitan la predicción del desempeño físico (16,17) a través de estudios antropométricos, bioquímicos, clínicos, dietéticos, psicológicos y fisiológicos (3,16,18). Además, con la evaluación de la aptitud física se podrá estimar el máximo consumo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) que permitirá conocer las unidades metabólicas (MET), gasto calórico y metabolitos generados según la intensidad de entrenamiento (12,19). Asimismo, evitar un déficit nutrimental o calórico que son perjudiciales para el rendimiento físico al afectar la salud ósea, función inmunológica, estado de ánimo y cognición del deportista (18).

En los deportes que se compite por división de peso corporal, la alimentación juega un papel muy importante, pues a través de ella se repletan sustratos energéticos, además, el deportista puede disminuir gradualmente el peso corporal sin afectar negativamente el rendimiento físico y la salud (6,16,20), no obstante, al rededor del 86% de estos deportistas lo disminuyen rápidamente días previos a la competencia (21) generando problemas de rendimiento durante la pelea y en caso de adolescentes, también perjudicar el crecimiento y desarrollo (22). Al hablar del boxeo, usualmente semanas o días previos al pesaje oficial, los boxeadores disminuyen entre 5 y 10% del peso corporal restringiendo líquidos y alimentos en la dieta, auto-induciendo el sudor, incrementando los minutos de entrenamiento y utilizando saunas o ropa impermeable para favorecer la deshidratación (1,21). Estas prácticas comunes para los boxeadores son utilizadas para tener ventaja sobre el oponente durante el combate, aunque pueden generar fatiga por la depleción de sustratos, afectar la capacidad de concentración e inducir la pérdida de las funciones cognitivas y la memoria a corto plazo (23,24,25).



Además de causar alteraciones hormonales, hidroelectrolíticas, hipertermia, trastornos cardiovasculares, aumento de la resorción ósea e inmunodepresión (21).

En todo caso, la valoración nutricional al inicio de la preparación física permite conocer el estado de nutrición en los boxeadores (25,26,27) y adecuar la ICD según el microciclo de entrenamiento o necesidades fisiológicas, al tenerse que ajustar adecuadamente el peso corporal a la división de competencia (16,28,29). Por tal motivo, el propósito del presente estudio fue comparar la ingesta nutrimental, masa grasa y VO_2 máx entre boxeadores amateur y profesionales al inicio de la preparación física, así como el requerimiento y consumo nutrimental intra e inter grupos y el porcentaje de adecuación nutrimental (PAN) intergrupo.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos gimnasios de boxeo ubicados en las ciudades de Navojoa y Hermosillo, Sonora, México.

Diseño del estudio y participantes

Estudio de cohorte trasversal, no experimental realizado entre agosto y noviembre de 2016 en una muestra total de 41 boxeadores del sexo masculino (26 profesionales; edad 18 a 26 años, estatura 160.5 a 185.3 cm y peso corporal 59 a 87.8 kilogramos (kg) y 15 amateurs; edad 15 a 17 años, estatura 158 a 186 cm y peso corporal 43.9 a 81.5 kg) quienes entrenaban ininterrumpidamente seis días a la semana y tenían más de un año de experiencia en el boxeo. La muestra fue seleccionada por conveniencia y se estratificó por maestría deportiva (amateur y profesionales). Se tomó como criterio de exclusión a sujetos que estuvieran consumiendo suplementos alimenticios o fuera de temporada de entrenamiento. Antes de la intervención, todos los participantes fueron informados sobre las características de la investigación e instrumentos de medición y firmaron un consentimiento informado de acuerdo a la declaración de Helsinki apegado la investigación al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (30).

Variables e instrumentos

Todas las mediciones fueron realizadas durante el primer microciclo de preparación física, una hora antes de iniciar cada sesión de entrenamiento. Los instrumentos y mediciones fueron aplicados por



profesionales y técnicos en nutrición deportiva y entrenamiento físico, quienes recibieron capacitación previa al estudio para unificar criterios establecidos para el protocolo.

El primer día de la recolección de datos se inició con la prueba de Course Navette (31) para estimar el VO_2 máx expresado en valores absolutos y relativos, es decir, en mililitros por kilogramo por día (ml/kg/día) y litros por minuto (L/min). El segundo día, a cada sujeto se le evaluó el peso corporal con una báscula marca Tanita RD-901 Ironman graduada en kilogramos (kg), precisión de ± 100 gramos (gr) y capacidad máxima de 200kg, la estatura con un estadiómetro portable y graduado marca Seca, modelo 213 con una longitud de 2,2 metros y precisión de 1 milímetro (mm) y se tomó plicometría bicipital, tricípital, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo medio y pantorrilla para estimar densidad corporal utilizando un plicómetro marca Harpenden (BritishIndicators, UK), presión constante de $10\text{g}/\text{mm}^2$ al contacto y con la densidad se calculó el porcentaje de masa grasa a través de las ecuaciones de Withers et al. (32) y Siri (33). En el tercer día, se aplicó el primero de tres recordatorios de 24 horas (R24hr) para estimar la ICD, los otros dos fueron aplicados durante el microciclo (uno en día de entrenamiento y otro en día de descanso). La ICD y micronutrientos fue estimada a través de la base de datos propuesta por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. El requisito promedio estimado (RPE) de macronutrientos se calculó según lo establecido por expertos en el área de la nutrición deportiva (2,9,14).

La necesidad energética fue estimada con la ecuación propuesta por De Lorenzo que determina el gasto energético basal (GEB) y para obtener el total se agregó el gasto energético por actividad física (GEAF), gasto calórico por EF y termogénesis de alimentos (12). Para este estudio, se optó por agregar un 30% como GEAF por el tipo de actividades que realizaban los boxeadores fuera de entrenamiento, el gasto energético por EF se obtuvo dividiendo el resultado relativo del VO_2 máx entre 3,5 correspondiente al mínimo de oxígeno que necesita el organismo para mantener las funciones vitales, el resultado fue expresado como MET y posteriormente se calcularon según la intensidad de entrenamiento. La ecuación utilizada fue $0,0175 \times \text{MET de entrenamiento} \times \text{peso} \times \text{minutos de actividad}$, donde $0,0175 =$ equivalente a gasto energético en reposo (12,34). Para conocer las MET de entrenamiento fue necesario estimar la frecuencia cardiaca máxima ($FC_{\text{máx}}$) expresada en pulsos por minuto (ppm) con la ecuación $208 - (0,7 \times \text{edad})$ para deportistas (35) y FC de entrenamiento utilizando el monitor de pulso marca Polar® FT1 que incluía el transmisor codificado (Polar® T31).



Adecuación nutrimental

El PAN de macro y micronutrientos se valoró mediante la ecuación *ingesta diaria / ingesta diaria recomendada (IDR) x 100* utilizando valores de referencia establecidos por expertos en nutrición deportiva (36). La adecuación de consumo fue definida como aceptable cuando la ingesta de un nutriente estaba entre 95 y 105% (37). Resultados por debajo de 95% se categorizó como deficiente y por encima de 105% como excesivo.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el software Statistica versión 8.0 (StatSoft®, 2008). Antes de realizar los análisis, se examinó la normalidad y homogeneidad en la distribución de las variables con la prueba de Shapiro-Wilk. Se realizó estadística descriptiva de promedio y desviación estándar ($M \pm DE$) para las características biológicas, fisiológicas, antropométricas y gasto energético. Todas las comparaciones de las variables inter e intra grupos de boxeadores fueron realizadas mediante la prueba *t* de Student adoptando un valor de $p \leq 0.05$ para indicar significancia estadística.

■ RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran las características biológicas, fisiológicas, antropométricas y necesidad energética diaria en boxeadores amateur y profesionales al inicio de la preparación física.

Tabla 1. Características biológicas, fisiológicas, antropométricas y gasto energético entre boxeadores amateur y profesionales.

	Amateur (n=15)	Profesionales (n=26)
Biológicas		
Edad(años)	16.11 ± 0.78	21.80 ± 2.40
Peso corporal (kg)	56.91 ± 9.83	69.95 ± 8.98
Estatura (cm)	168.73 ± 8.08	171.50 ± 6.62
Fisiológicas		
VO ₂ máx (ml/kg/min)	45.61 ± 5.38	55.72 ± 4.66
(L/min)	2.64 ± 0.46	3.80 ± 0.54
MET (unidades)	13.03 ± 1.54	15.92 ± 1.33
FCmáx (ppm)	197.2 ± 0.77	192.6 ± 1.86
Intensidad (%)	74.0 ± 5.00	74.7 ± 2.95
FCentr. (ppm)	145.8 ± 9.82	143.8 ± 6.00
METentr. (unidades)	9.8 ± 1.20	11.9 ± 1.18
Antropometría (mm)		
Bicipital	3.57 ± 1.24	3.79 ± 0.94



	Amateur (n=15)	Profesionales (n=26)
Tricipital	6.91 ± 2.34	8.18 ± 2.28
Subescapular	8.07 ± 1.89	8.53 ± 1.62
Supraespinal	4.26 ± 1.06	10.08 ± 4.07
Abdominal	8.05 ± 2.12	12.84 ± 4.88
Muslo medio	9.16 ± 3.07	9.90 ± 3.33
Pantorrilla	8.67 ± 3.13	6.61 ± 2.14
Σ7 Pliegues	54.50±19.65	62.16±14.77
Gasto energético (Kcal)		
Basal	1529.34 ± 173.95	1654.32 ± 139.61
Actividad física	458.80 ± 52.18	496.29 ± 41.88
Ejercicio físico	1118.3 ± 195.14	1631.3 ± 231.01
Termogénesis	310.6 ± 39.35	379.5 ± 39.59
Total	3417.1 ± 432.80	4174.8 ± 435.48

kg: kilogramos, cm: centímetros, ppm: pulsos por minuto, kcal: kilocalorías, %: porcentaje, VO₂máx: máximo consumo de oxígeno, ml/kg/min: mililitros por kilogramo de peso por minuto, L/min: litros por minuto, MET: equivalente metabólico, METent.: equivalente metabólico por entrenamiento, FCmáx: frecuencia cardiaca máxima, FCentr.: frecuencia cardiaca de entrenamiento.

Al comparar la ingesta de macro y micronutrientes entre grupo de boxeadores (Tabla 2) se observaron diferencias significativas en el consumo de calcio y folato ($p < 0.05$), donde los boxeadores amateurs consumían 648.64±290.17mg de calcio y 0.48±0.24mg de folato, a diferencia de los profesionales quienes ingerían 1022.26±436.16mg de calcio y 0.33±0.11mg de folato.

Tabla 2. Comparación de la ingesta de macro y micronutrientes entre boxeadores amateur y profesionales.

		Amateur (n=15)	Profesionales (n=26)	p
Macronutrientes				
Proteínas	%	16.11 ± 4.77	15.21 ± 3.25	0.502
	kcal	407.93 ± 165.57	524.77 ± 198.22	0.061
	gr/kg/pc	1.77 ± 0.61	1.92 ± 0.65	0.462
Grasas	%	32.58 ± 8.27	35.27 ± 6.50	0.254
	kcal	859.70 ± 364.21	1095.05 ± 428.29	0.082
	gr/kg/pc	1.71 ± 0.75	1.71 ± 0.65	0.992
G. saturadas (gr)		14.41 ± 4.57	15.42 ± 7.49	0.647
G. poliinsaturadas (gr)		16.27 ± 6.85	20.92 ± 8.71	0.084
G. monoinsaturadas (gr)		35.66 ± 15.85	40.94 ± 19.02	0.370
Colesterol (mg)		703.93 ± 33.02	774.08 ± 472.80	0.646
Carbohidratos	%	51.31 ± 8.96	48.60±9.40	0.458
	kcal	1260.97 ± 307.93	1511.21±583.98	0.511
	gr/kg/pc	5.68 ± 1.72	5.63±2.18	0.472



	Amateur (n=15)	Profesionales (n=26)	<i>p</i>
Fibra (gr)	29.77 ± 9.28	27.28 ± 10.77	0.458
Fibra soluble (gr)	7.93 ± 2.73	7.14 ± 4.07	0.511
Fibra insoluble (gr)	31.77 ± 12.44	35.60 ± 18.05	0.472
Micronutrientos			
Minerales (mg)			
Calcio	648.64 ± 290.17	1022.26 ± 436.16	0.014*
Hierro	25.91 ± 9.06	24.68 ± 10.03	0.698
Potasio	2657.34 ± 898.80	3038.55 ± 1113.20	0.266
Sodio	3027.28 ± 1145.03	3719.90 ± 1610.85	0.158
Zinc	17.54 ± 7.37	19.25 ± 9.23	0.543
Vitaminas (mg)			
Retinol (A)	1400.67 ± 983.66	1420.08 ± 894.10	0.950
Ácido ascórbico (C)	147.92 ± 116.42	1089.37 ± 752.25	0.000*
Tocoferol (E)	9.73 ± 5.36	13.13 ± 7.21	0.121
Folato (B9)	0.48 ± 0.24	0.33 ± 0.11	0.023*

Nota. kcal: kilocalorías, gr: gramos, gr/kg/pc: gramos por kilogramo de peso corporal, mg: miligramos, G: grasas, $p < 0.05$ es estadísticamente significativo.

En la Figura 1 se presenta la comparación del porcentaje de masa grasa y del VO_2 máx realizada entre el grupo de boxeadores amateurs con los profesionales. Se observa que el porcentaje de masa grasa era similar en ambos grupos ($p > 0.05$) con promedios y desviación estándar de $9.63 \pm 3.38\%$ en los amateurs y de $10.61 \pm 1.99\%$ en los profesionales. En cambio, respecto al VO_2 máx se observa mayor capacidad aeróbica ($p < 0.05$) en el grupo de boxeadores profesionales quienes tuvieron 55.72 ± 4.66 ml/min/kg respecto a los amateurs que resultaron con un promedio de 45.61 ± 5.38 ml/min/kg.

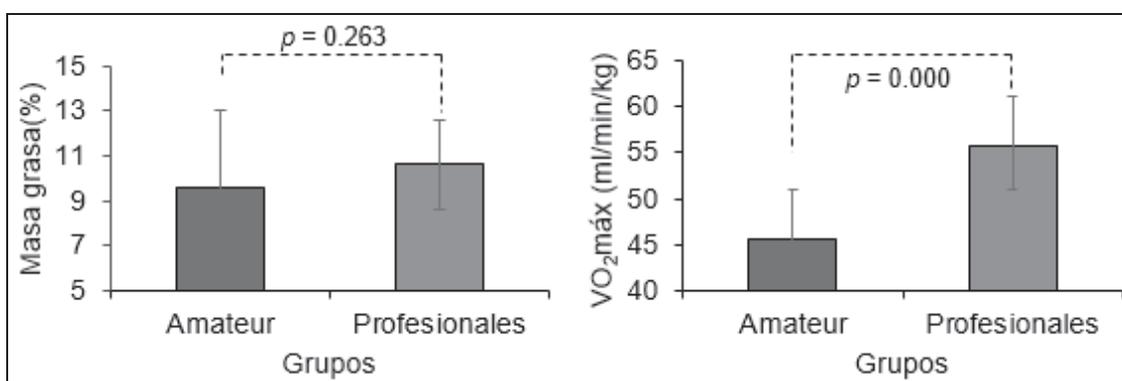


Fig. 1. Comparación de la masa grasa y VO_2 máx entre boxeadores amateur y profesionales.



Al comparar el requerimiento e ICD intra e inter grupos de boxeadores amateur y profesionales (Fig. 2) se observa que ambos casos consumían menos kilocalorías que las requeridas al día ($p < 0.05$). Los boxeadores amateurs requerían 3417.13 ± 432.80 kcal y consumían 2528.59 ± 703.45 kcal, mientras que los profesionales requerían 4174.84 ± 435.48 kcal y consumían 3079.24 ± 976.06 kcal. Asimismo, al comparar el requerimiento e ICD inter grupos, se pudo observar que los boxeadores amateurs requerían menos kilocalorías respecto al grupo de boxeadores profesionales ($p = 0.000$) y la ICD fue similar entre ambos grupos ($p = 0.063$).

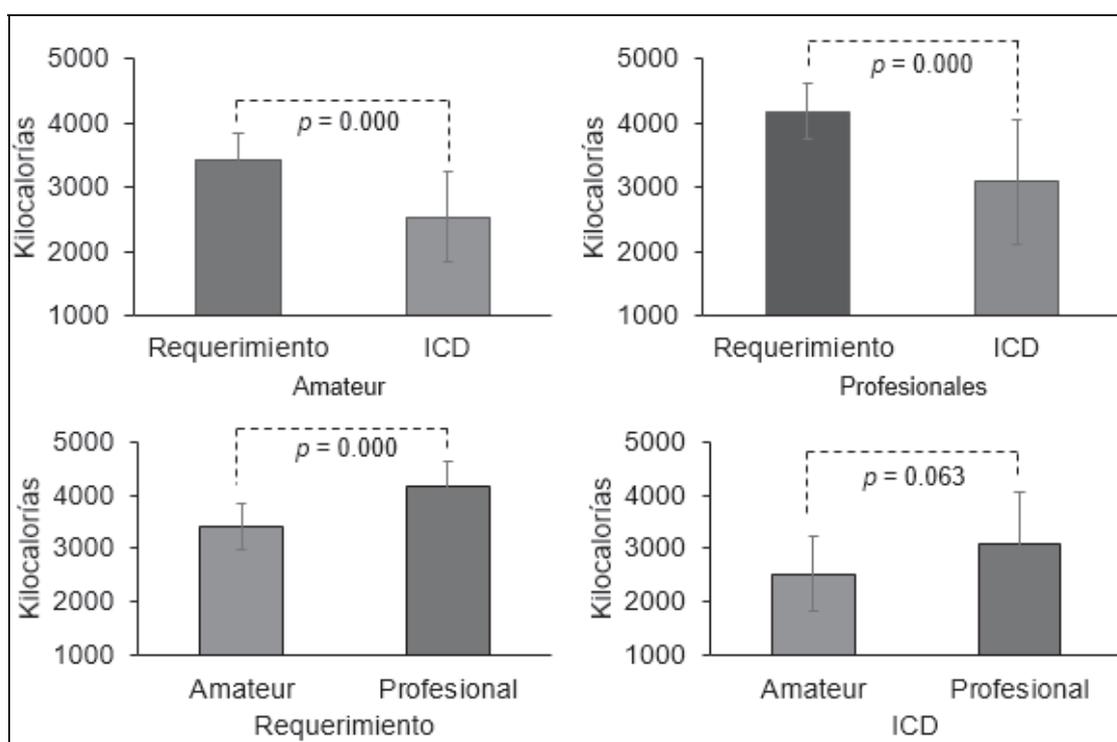


Fig. 2. Comparación del requerimiento con el consumo calórico intra e inter grupos de boxeadores amateur y profesionales. ICD: ingesta calórica diaria.

La Fig. 3 muestra la comparación entre la ingesta con el RPE de macronutrientes intra grupo. Respecto a la ingesta de proteínas, en el grupo de boxeadores profesionales se observa diferencia significativa ($p < 0.05$), quienes ingerían 1.92 g/kg/día y el RPE era de 1.54 g/kg/día. La ingesta de grasa ingerida en ambos grupos de boxeadores fue similar al requisito promedio estimado y la ingesta de carbohidratos estuvo por debajo del RPE ($p < 0.05$), el grupo de boxeadores amateurs ingerían 5.68 ± 1.72 g/kg/día y los profesionales 5.63 ± 2.18 g/kg/día, sin embargo, el RPE para cada grupo era de 9.84 ± 0.69 g/kg/día y 9.97 ± 0.63 g/kg/día respectivamente.

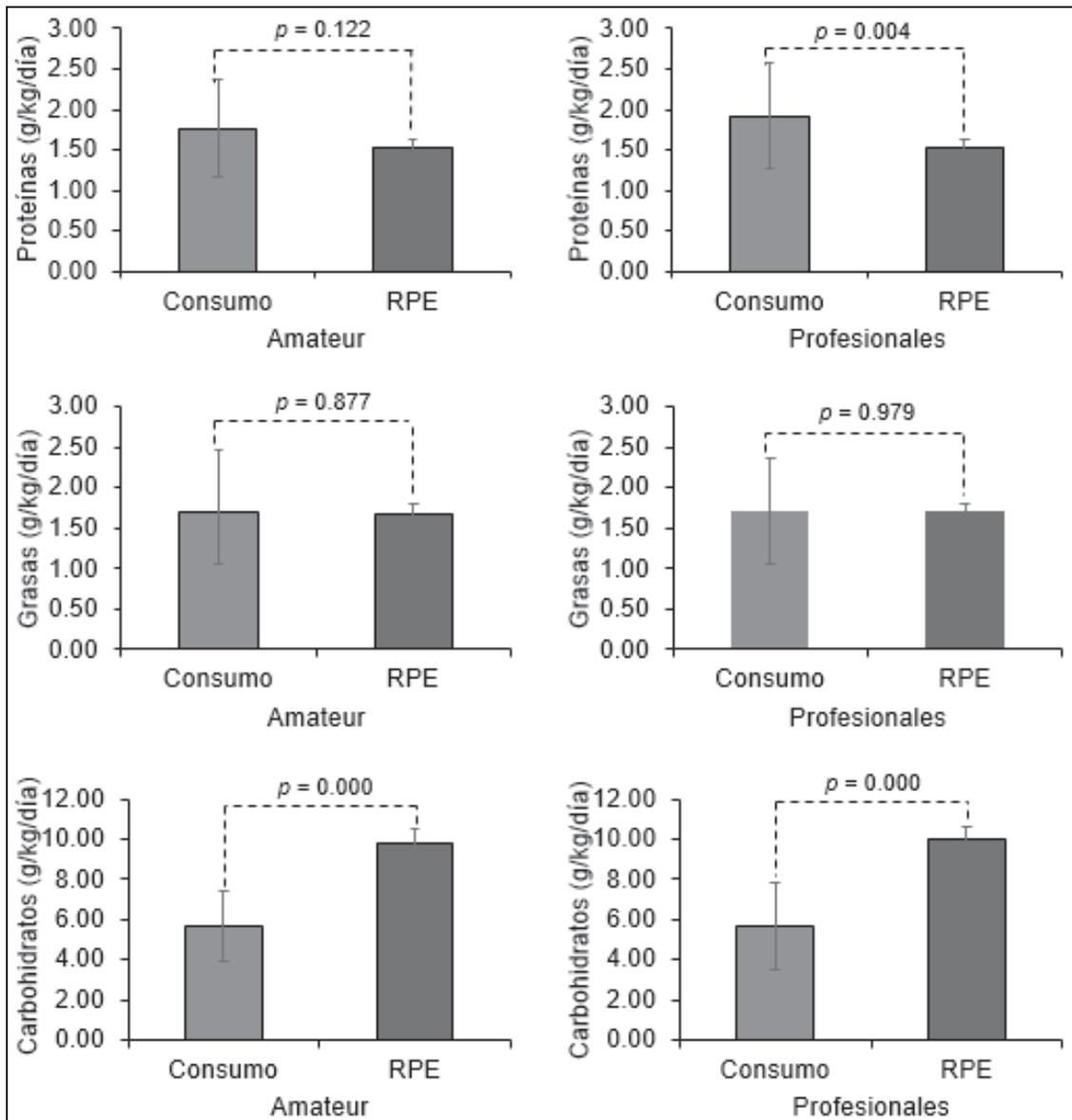


Fig. 3 Comparación entre la ingesta con el requerimiento de macronutrientos intra grupo. RPE: requisito promedio estimado.

Al comparar el PAN entre boxeadores amateur y profesionales (Tabla 3) de acuerdo al requisito promedio estimado no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en macronutrientos, aunque se observó excesivo consumo de proteínas en ambos grupos y deficiente en carbohidratos. Asimismo, el consumo de fibra fue deficiente en ambos grupos. Dentro de los micronutrientos, en minerales se observó diferencias significativas ($p < 0.05$) en el consumo de calcio, aunque en ambos grupos fue deficiente, similar al consumo de potasio. El consumo de hierro, sodio y zinc fue excesivo en ambos grupos ($p > 0.05$) y en vitaminas, el grupo de boxeadores profesionales consumía mayor cantidad de retinol y ácido ascórbico respecto a los amateurs ($p > 0.05$), aunque en ambos



grupos tuvieron un consumo excesivo. En cambio, en tocoferol y folato no se presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) aunque en el grupo de amateurs se observó un excesivo consumo de folato.

Tabla 3. Comparación del porcentaje de adecuación nutrimental entre boxeadores amateur y profesionales.

		Amateur (n=15)	Profesionales (n=26)	p	IDR
Macronutrientes					
Proteínas		118.93±45.17	125.08±0.10	0.661	1.2-2 ¹⁴
Grasas		102.89±46.49	105.39±0.10	0.858	1-2 ⁹
Carbohidratos		57.83±16.98	56.46±0.10	0.836	5-12 ²
Fibra	Promedio	79.39±24.75	72.74±28.72	0.458	25-50 ^{14,17}
	Máximo	59.54±18.56	54.56±21.54	0.458	
Micronutrientes					
Minerales					
Calcio		43.24±19.34	64.77±24.43	0.015	1500 ⁵
Hierro		323.90±113.29	308.45±125.33	0.698	8 ⁸
Potasio		75.92±25.68	86.81±31.81	0.407	3500 ¹⁸
Sodio		201.82±76.33	206.12±76.88	0.864	1500 ¹⁷
Zinc	Promedio	140.30±58.96	158.83±74.68	0.416	10-15 ¹⁷
	Máximo	116.92±49.13	132.36±62.23	0.416	
Vitaminas					
Retinol	Promedio	175.09±122.96	467.43±199.54	0.000	0.7-0.9 ³
	Máximo	155.63±109.29	415.49±177.37	0.000	
Ácido ascórbico		164.36±129.35	1155.42±852.73	0.000	90 ³
Tocoferol		64.90±35.72	84.22±35.67	0.108	15 ¹⁰
Folato		119.27±60.43	86.74±36.57	0.066	0.4 ³

Nota. IDR: ingesta diaria recomendada. Macronutrientes y fibra en gramos por día, micronutrientes en miligramos por día.

■ DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo comparar la ICD y necesidad energética entre boxeadores amateur y profesionales al inicio de la preparación física. A través de los resultados se observó que la necesidad energética diaria fue mayor en los boxeadores profesionales respecto a los amateurs, situación que puede estar relacionada a la diferencia del peso corporal que influye en el GEB (38), además de la diferencia fisiológica del VO_2 máx requerido para calcular MET y GEEF en deportistas (12,39). Autores como Debnath et al. (40) describen la existencia de una fuerte correlación positiva entre la ingesta calórica y el VO_2 máx, apoyando que, al incrementarse la intensidad del esfuerzo físico, el músculo requiere más oxígeno para producir la energía y el movimiento. En este caso, los



boxeadores profesionales requerían por encima de 700kcal respecto a los amateurs, no obstante, la ICD fue similar en ambos grupos quienes tuvieron un balance negativo de 1000kcal aproximadamente pudiendo repercutir negativamente en rendimiento físico de los boxeadores al disminuirse fuerza muscular, reflejos y reservas de glucógeno como lo argumentan Peos et al. (20), principalmente por el bajo consumo de CHO asociado a la recuperación física post-ejercicio, poniendo de manifiesto estimular a los deportistas en adecuar el aporte de este nutrimento con el propósito de recuperar el tejido muscular (41).

Si bien, el consumo de CHO en los boxeadores amateurs y profesionales evaluados en este estudio coincide con lo observado por Pettersson y Berg (1) al intervenir 68 deportistas de combate para analizar la ingesta dietética entre el pesaje y primer combate, en ambos casos, el consumo fue deficiente según Lambert y Jones (42) y Vitale y Getzin (2) quienes recomiendan entre 8 y 12gr/kg de peso corporal con la finalidad de reponer el glucógeno posterior a entrenamientos intensos o cuando las sesiones diarias oscilan entre 4 y 5 horas. Asimismo, entre los CHO debe ajustarse la fibra dietética por los beneficios otorgados a la salud y rendimiento físico (40) que, en el presente estudio ambos grupos de boxeadores cumplieron con las recomendaciones diarias (14). Sin embargo, en la nutrición por ser un área compleja, puede existir discrepancia en el tipo de estrategia implementada en una preparación atlética, tal es el caso de Morton et al. (27) quienes reportaron la disminución de 9.4kg (5.1% de grasa) sin afectaciones al rendimiento en un boxeador durante 12 semanas de intervención nutricional. La estrategia consistió en consumir entre 2 y 2.5gr/kg/pc de CHO con bajo o medio índice glicémico aunado a 2gr/kg/pc de proteína durante ese periodo hasta antes del pesaje oficial y posterior a este, se proporcionaron 12gr/kg/pc en CHO de bajo índice glicémico aunado a una estrategia hídrica logrando un rebote de 4.3kg equivalente a dos divisiones durante la competencia. Esta estrategia nutricional contribuyó en la oxidación de lípidos e indujo la gluconeogénesis (27) con resíntesis de glucógeno muscular (4,43) mismas que pudieron retrasar la fatiga durante las sesiones de entrenamiento o la competencia.

La ingesta proteica observada en el presente estudio fue excesiva de acuerdo al PAN, aunque se encontraba dentro del rango normal para deportistas (3,2) y es poco probable encontrar deficiencias de este macronutriente (11) cuando se consume una dieta normal. El exceso de proteínas pudo estar asociado a la intensidad del entrenamiento durante el microciclo, en este sentido, se puede inferir que para adecuar el consumo de boxeadores amateurs deben ingerir 1.51 ± 0.11 gr/kg/pc y los profesionales 1.54 ± 0.10 gr/kg/pc (10% de la ICD) pudiendo beneficiar positivamente en la construcción de hormonas, enzimas y



síntesis de proteínas musculares, además de prevenir la pérdida de masa muscular magra y facilitar adaptaciones al entrenamiento (3,13). Asimismo, consumir 0.25gr/kg/día de proteína combinada con 1gr/kg/día de CHO entre la primera hora posterior a entrenamientos intensos o excéntricos minimiza el daño muscular y aumenta la resíntesis de glucógeno muscular (2), probablemente como resultado de la activación enzimática glucógeno sintasa al ser estimulada por la insulina para captar glucosa en los músculos (44).

El consumo de grasas estuvo dentro del rango normal (45) con un PAN aceptable, favoreciendo la función nerviosa (27), absorción de vitaminas liposolubles y carotenoides e indispensable en el crecimiento y desarrollo del deportista adolescente (46). Además, al haber existido bajo consumo de CHO (amateur: 5.68 ± 1.72 gr/kg/peso y profesionales: 5.63 ± 2.18 gr/kg/peso), posiblemente las grasas fueron utilizadas como fuente energética durante las sesiones de entrenamiento aeróbico y por el consumo de ácidos grasos poliinsaturados (ω -3 y ω -6) pudo haber existido beneficios en la reducción inflamatoria y daño muscular derivado de la carga física tal como lo describen Lee et al. (13).

En cambio, ambos grupos de boxeadores presentaron un desequilibrio en la ingesta de micronutrientes y, aunque no existen criterios claros sobre el requerimiento diario en deportistas (47) es sabido que su excesivo consumo puede provocar efectos adversos en el rendimiento y salud a largo plazo (13,26,47,48). En este caso, el excesivo consumo de hierro, sodio y zinc pudieran contrarrestar el desempeño atlético en posteriores etapas de entrenamiento debido a que están relacionados con el adecuado funcionamiento orgánico (7). Contrario a esto, comúnmente los deportistas presentan deficiencias de micronutrientes como lo destacan Papadopoulou et al. (6) posterior a evaluar la dieta en 60 atletas de Tae Kwon Do. La restricción de alimentos en la dieta generalmente es el principal motivo de las deficiencias nutricionales, aunado a la cantidad de sudor y orina que se generan durante las sesiones de entrenamiento (15,28,29,49) los cuales pueden afectar funciones nerviosas, circulatorias y fisiológicas tales como la disminución de la densidad mineral ósea, la aparición de debilidad física y padecimientos musculares (5). Por tal, la ingesta deficiente de tocoferol en ambos grupos de boxeadores y de folato en profesionales puede estar relacionada con una mayor formación de radicales libres derivados de las cargas físicas intensas (26) y problemas gastrointestinales por el excesivo consumo de ácido ascórbico, aunque suplementar con mega dosis (500mg/día) posterior a entrenamientos intensos puede evitar infecciones en el tracto respiratorio superior (3). Además, el excesivo consumo de retinol que tuvieron durante la preparación física pudo haberles generado toxicidad y por ende ocasionar síntomas como náuseas, vómitos, diarreas, dolores



de cabeza y articulares (3,47).

En conclusión, la ICD fue deficiente en ambos grupos, principalmente por el bajo consumo de CHO los cuales son importante para la obtención energética durante la práctica deportiva. El consumo de proteínas estuvo ligeramente alto y en grasas fue normal para la etapa que se encontraban entrenando, pudiendo permitir que el porcentaje de masa grasa y VO_2 máx fuera adecuado para el deporte, periodo de entrenamiento y nivel deportivo de los boxeadores, aunque se observó que falta adecuar el consumo de minerales y vitaminas intra e intergrupo los cuales son esenciales en las funciones del organismo y claves en el rendimiento físico de los deportistas durante todo el macrociclo de entrenamiento.

■ LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

La principal fortaleza de esta investigación es la intervención en boxeadores amateurs con experiencia en el deporte y profesionales incluyéndose campeones del mundo, pudiéndose tomar como referencia en futuros estudios. Entre las limitaciones, se encuentran solo haber analizado algunas vitaminas y minerales por las características del software utilizado, haber sido imposible evaluar concentraciones de micronutrientes en sangre que permitieran relacionar la ingesta con concentraciones séricas e inferir si cumplían con los requerimientos diarios de acuerdo a un parámetro objetivo. No obstante, siempre se incluyó asesoría previa y se mostraron réplicas de alimentos a los sujetos para disminuir sesgos al momento de responder cada R24Hr, además, se contempló el VO_2 máx para estimar el gasto calórico por sesión de entrenamiento. Por último, se recomienda que en futuras investigaciones además del auto-informe, se considere el estado de micronutrientes en sangre y correlacionar los resultados con lo obtenidos a través de R24Hr.

■ REFERENCIAS

1. Petterson S, Berg CM. Dietary intake at competition in elite Olympic combat sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2014; 24(1):98-109. doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0041
2. Vitale K, Getzin A. Nutrition and supplement update for the endurance athlete: review and recommendations. *Nutrients*. 2019; 11(6):1289. doi.org/10.3390/nu11061289
3. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018; 15(1):1-57. doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y



4. Naderi A, Samanipour MH, Sarshin A, Forbes SC, Koozehchian MS, Franchini E, et al. Effects of two different doses of carbohydrate ingestion on taekwondo-related performance during a simulated tournament. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2021; 18(1):1-8. doi.org/10.1186/s12970-021-00434-4
5. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2016; 116(3):501-528. doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006
6. Papadopoulou SK, Dalatsi VA, Methenitis SK, Feidantsis KG, Pagkalos IG, Hasiapidou M. Nutritional routine of tae kwon do athletes prior to competition: what is the impact of weight control practices?. *Journal of the American College of Nutrition*. 2017; 36(6):448-454. doi.org/10.1080/07315724.2017.1319305
7. Opoka W, Kryczyk-Poprawa A, Studzińska M, Piotrowska J, Muszyńska B. The comparison of trace elements content with labels on dietary supplements used by athletes. *Acta Poloniae Pharmaceutica. Drug Research*. 2020; 77(4). [doi: 10.32383/appdr/126547](https://doi.org/10.32383/appdr/126547)
8. Rubeor A, Goojha C, Manning J, White J. Does iron supplementation improve performance in iron-deficient nonanemic athletes?. *Sports Health*. 2018; 10(5):400-405. doi.org/10.1177/1941738118777488
9. Stellingwerff T, Maughan RJ, Burke LM. Nutrition for power sports: middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *Journal of Sports Sciences*. 2011; 29(sup1):79-89. doi.org/10.1080/02640414.2011.589469
10. Gogojewicz A, Śliwicka E, Durkalec-Michalski K. Assessment of dietary intake and nutritional status in CrossFit-trained individuals: A descriptive study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(13):4772. doi.org/10.3390/ijerph17134772
11. Kårlund A, Gómez-Gallego C, Turpeinen AM, Palo-Oja OM, El-Nezami H, Kolehmainen M. Protein supplements and their relation with nutrition, microbiota composition and health: is more protein always better for sportspeople?. *Nutrients*. 2019; 11(4):829. doi.org/10.3390/nu11040829
12. Tumnark P, Cardoso P, Cabral J, Conceição F. An Ontology to Integrate Multiple Knowledge Domains of Training-Dietary-Competition in Weightlifting: A Nutritional Approach. *ECTI Transactions on Computer and Information Technology (ECTI-CIT)*. 2018; 12(2):140-152. doi.org/10.37936/ecti-cit.2018122.135896
13. Lee EC, Fragala MS, Kavouras SA, Queen RM, Pryor JL, Casa DJ. Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2017; 31(10):2920. [doi: 10.1519/JSC.0000000000002122](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002122)
14. Jenner SL, Trakman G, Coutts A, Kempton T, Ryan S, Forsyth A, Belski R. Dietary intake of professional Australian football athletes surrounding body composition assessment. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018; 15(1):1-8. doi.org/10.1186/s12970-018-0248-5
15. Salomon A, Mandecka A, Róžańska D, Konikowska K, Kosendiak A, Regulska-Illow B. Dietary Intake of Minerals in Diets of Adults Preparing for Marathon. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2017; 18(2):23-32



16. Mielgo-Ayuso J, Maroto-Sánchez B, Luzardo-Socorro R, Palacios G, Palacios N, González-Gross M. Valoración del estado nutricional y del gasto energético en deportistas. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*. 2015; 21(1):225-234. doi:10.14642/RENC.2015.21.sup1.5069
17. Yerzhanova E, Sabyrbek Z, Milašius K. Comparative evaluation of actual nutrition and micronutrients provision of judo wrestlers of various sport performance levels. *Sporto mokslas / Sport Science*. 2017; 3(89):47-53. doi.org/10.15823/sm.2017.28
18. Chapman S, Roberts J, Smith L, Rawcliffe A, Izard R. Sex differences in dietary intake in British Army recruits undergoing phase one training. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2019; 16(1):1-9. doi.org/10.1186/s12970-019-0327-2
19. Sagayama H, Hamaguchi G, Toguchi M, Ichikawa M, Yamada Y, Ebine N, et al. Energy requirement assessment in Japanese table tennis players using the doubly labeled water method. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2017; 27(5):421-428. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0022>
20. Peos JJ, Norton LE, Helms ER, Galpin AJ, Fournier P. Intermittent dieting: theoretical considerations for the athlete. *Sports*. 2019; 7(1):22. doi:10.3390/sports7010022
21. Mata-Ordoñez F, Sánchez-Oliver A, Domínguez-Herrera R. Importancia de la nutrición en las estrategias de pérdida de peso en deportes de combate. *Journal of Sport and Health Research*. 2018; 10(1):1-12.
22. Franchini E, Brito CJ, Artioli GG. Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. (2012; 9(1): 1-6. doi.org/10.1186/1550-2783-9-52
23. Durkalec-Michalski K, Goscianska I, Jeszka J. Does conventional body weight reduction decreasing anaerobic capacity of boxers in the competition period?. *Archives of Budo*. 2015; 11:251-258.
24. Martínez-Abellán A, Ros EC, Morán-Navarro R, López-Gullón JM, Pallarés JG, De la Cruz-Sánchez E, Montero FO. Efecto de la bajada de peso y la competición sobre el perfil de estado de ánimo en deportes de combate. *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 2015; 15(3):99-104.
25. Reljic D, Jost J, Dickau K, Kinscherf R, Bonaterra G, Friedmann-Bette B. Effects of pre-competitive rapid weight loss on nutrition, vitamin status and oxidative stress in elite boxers. *Journal of Sports Sciences*. 2015; 33(5):437-448. doi.org/10.1080/02640414.2014.949825
26. Mazzeo F, Santamaria S, Monda V, Tafuri D, Dalia C, Varriale L, et al. Dietary supplements use in competitive and non-competitive boxer: An exploratory study. *Biology and Medicine*. 2016; 8(4):1-8. doi.org/10.4172/0974-8369.1000294
27. Morton JP, Robertson C, Sutton L, MacLaren DP. (2010). Making the Weight: A Case Study From Professional Boxing. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2010; 20:80-85. doi.org/10.1123/ijsnem.20.1.80
28. Anyżewska A, Dzierżanowski I, Woźniak A, Leonkiewicz M, Wawrzyniak A. Rapid weight loss and dietary inadequacies among martial arts practitioners from Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018; 15(11):2476. doi.org/10.3390/ijerph15112476



29. Książek A, Karpala J, Słowińska-Lisowska M. An evaluation of diets in the Polish national judo team during the pre-competition weight loss period. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*. 2017; 13:101-106
30. de la Salud, P. (1987). Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf
31. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 1988; 6(2):93-101. doi.org/10.1080/02640418808729800
32. Withers RT, Craig NP, Bourdon PC, Norton KI. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1987; 56(2):191-200. doi.org/10.1007/BF00640643
33. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. University of California. "Lawrence Berkeley National Laboratory". 1956; no. 3349.
34. Elder SJ, Roberts SB. The effects of exercise on food intake and body fatness: a summary of published studies. *Nutrition Reviews*. 2007; 65(1):1-19. doi.org/10.1111/j.1753-4887.2007.tb00263.x
35. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001; 37(1):153-156.
36. Córdoba-Caro LG, Luego LM, García V. Adecuación nutricional de la ingesta de los estudiantes de secundaria de Badajoz. *Nutrición Hospitalaria*. 2012; 27(4):1065-1071. doi.org/10.3305/nh.2012.27.4.5800
37. Trindade CDZ, Montenegro KR, Schneider CD, de Souza FA, Baroni BM. Adequacy of dietary intake in swimmers during the general preparation phase. *Sport Sciences for Health*. 2017; 13(2):373-380.
38. De Lorenzo A, Bertini I, Candeloro N, Piccinelli R. A new predictive equation to calculate resting metabolic rate in athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 1999; 39(3):213-219.
39. Nabli MA, Abdelkrim NB, Castagna C, Jabri I, Batikh T, Chamari K. Energy demands and metabolic equivalents (METs) in U-19 basketball refereeing during official games. *Journal Sports Medicine Doping Studies*. 2017; 7(190):2161-0673. [doi:10.4172/2161-0673.1000190](https://doi.org/10.4172/2161-0673.1000190)
40. Debnath M, Chatterjee S, Bandyopadhyay A, Datta G, Dey SK. Prediction of athletic performance through nutrition knowledge and practice: a cross-sectional study among young team athletes. *Sport Mont*. 2019; 17(3):13-20. [doi: 10.26773/smj.191012](https://doi.org/10.26773/smj.191012)
41. Alva LM, Pautaso VC, Genuario A, Schenone A, Ravelli S. Evaluación nutricional e ingesta de macronutrientes de taekwondistas. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 2021; 10(3): 99-115. [doi: 10.24310/riccafd.2021.v10i3.12775](https://doi.org/10.24310/riccafd.2021.v10i3.12775)
42. Lambert C, Jones B. Alternatives to rapid weight loss in US wrestling. *International Journal of Sports Medicine*. 2010; 31(08):523-528. [doi.org/ 10.1055/s-0030-1254177](https://doi.org/10.1055/s-0030-1254177)



43. Van Proeyen K, Szlufcik K, Nielens H, Ramaekers M, Hespel P. Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state. *Journal of Applied Physiology*. 2011; 110(1):236-245. doi.org/10.1152/jappphysiol.00907.2010
44. Jeukendrup AE, Jentjens RL, Moseley L. Nutritional considerations in triathlon. *Sports Medicine*. 2005; 35(2):163-181. doi.org/10.2165/00007256-200535020-00005
45. Nunes CL, Matias CN, Santos DA, Morgado JP, Monteiro CP, Sousa M. Characterization and Comparison of Nutritional Intake between Preparatory and Competitive Phase of Highly Trained Athletes. *Medicina*. 2018; 54(3):1-14. doi: [10.3390/medicina54030041](https://doi.org/10.3390/medicina54030041)
46. Tyagi P, Bhushanam GV. A comparative study on the macronutrient intake of elite Indian female weightlifters and boxers. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*. 2021; 6(1):79-84. doi.org/10.22271/journalof-sport.2021.v6.i1b.2175
47. Wardenaar F, Brinkmans N, Ceelen I, Van Rooij B, Mensink M, Witkamp R, De Vries J. Micronutrient intakes in 553 Dutch elite and sub-elite athletes: prevalence of low and high intakes in users and non-users of nutritional supplements. *Nutrients*. 2017; 9(2):142. doi.org/10.3390/nu9020142
48. Baart AM, Balvers MGJ, de Vries JHM., Ten Haaf DSM, Hopman MTE, Klein Gunnewiek JMT. Relationship between intake and plasma concentrations of vitamin B12 and folate in 873 adults with a physically active lifestyle: a cross-sectional study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2021; 34(2):324-333. doi.org/10.1111/jhn.12814
49. Fleming S, Costarelli V. Nutrient intake and body composition in relation to making weight in young male Taekwondo players. *Nutrition & Food Science*. 2007; 37(5):358-366. doi.org/10.1108/00346650710828389