

Análisis del Efecto de la Ingesta Alta de Proteínas y Suplementación Proteica Sobre la Función Renal en Deportistas de CrossFit®

Claudia González-González, estudiante

Eduardo Rodríguez-Villa, estudiante

Nicte Selene Fajardo Robledo, PhD

Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México

Erika Fernández-Rosillo, LN

Michelle Martín Apodaca, LN

Antonio Plasencia-Calleros, LN

Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA), México

Juan Manuel Viveros-Paredes, PhD

Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México

[Doi: 10.19044/esipreprint.6.2023.p567](https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2023.p567)

Approved: 20 June 2023

Posted: 23 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

González-González C., Rodríguez-Villa E., Robledo N.S.F., Fernández-Rosillo E., Apodaca M.M., Plasencia-Calleros A. & Viveros-Paredes J.M. (2023). *Análisis del Efecto de la Ingesta Alta de Proteínas y Suplementación Proteica Sobre la Función Renal en Deportistas de CrossFit®*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2023.p567>

Resumen

Para aumentar la masa muscular, el CrossFit® ha sido relevante a la hora de ofrecer un ejercicio hipertrófico, aunque, el requerimiento proteico a consumir puede transformarse en excesivo. Las funciones renales activadas por la cantidad de metabolitos de degradación de proteínas se han asociado con procesos que desencadenan alteraciones renales. **OBJETIVO:** Identificar la asociación del perfil de consumo de proteínas con la función renal del CrossFit®. **MATERIAL Y MÉTODO:** En un período de cuatro meses, se registró el peso, altura, índice de masa corporal; dieta e información de suplementación proteica de 27 deportistas de CrossFit® voluntarios (23 hombres, 4 mujeres; edad promedio: 28.20 ± 3.60 años) en "Distrito Crossfit" (Jalisco, México). Se solicitaron estudios de nitrógeno ureico en

sangre, urea y creatinina sérica, en "Salud Digna" (Jalisco, México), para determinar tasa de filtración glomerular, con las fórmulas de Cockcroft-Gault, Modification of Diet in Renal Disease-4 y Mawer. Se compararon grupos de consumo alto versus normal por g/kg/d y mayor y menor consumo de 236.00 g/día, considerando la cantidad requerida para aumentar la masa muscular. RESULTADOS: Existieron disminuciones significativas ($p < 0.050$) en la tasa de filtración glomerular con un alto consumo de 236.00 g/día y hubo un aumento significativo ($p < 0.050$) de creatinina sérica en la suplementación durante más de un año, con una ingesta aumentada de 236.00 g/día, en comparación con aquellos con una ingesta adecuada sin suplementación. CONCLUSIÓN: El factor relevante para generar un efecto significativo en la filtración glomerular, es la cantidad y el tiempo de consumo de proteínas.

Palabras clave: Creatinina, Dieta rica en proteínas, Entrenamiento de intervalos de alta intensidad, Tasa de filtración glomerular, Urea

Analysis of the Effect of High Protein Intake and Protein Supplementation on Renal Function in CrossFit® Athletes

Claudia González-González, estudiante

Eduardo Rodríguez-Villa, estudiante

Nicte Selene Fajardo Robledo, PhD

Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México

Erika Fernández-Rosillo, LN

Michelle Martín Apodaca, LN

Antonio Plasencia-Calleros, LN

Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA), México

Juan Manuel Viveros-Paredes, PhD

Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, México

Abstract

To increase muscle mass, CrossFit® has been relevant when offering a hypertrophic exercise, although, the protein requirement to consume can become excessive. Renal functions activated by the amount of protein breakdown metabolites have been associated with processes that trigger renal alterations. OBJECTIVE: Identify the association of the protein consumption profile with the renal function of CrossFit®. MATERIAL AND METHOD: Over a four-month period, the weight, height, body mass index, diet and

protein supplementation information of 27 CrossFit® athletes were recorded (23 men, 4 women; average age: 28.20 ± 3.60 years) in "Distrito Crossfit" (Jalisco, Mexico). A study of urea nitrogen in blood, urea and serum creatinine, in "Salud Digna" (Jalisco, Mexico), was requested to determine glomerular filtration rate, with the formulas of Cockcroft-Gault, Modification of Diet in Renal Disease-4 and Mawer. We compared groups of high versus normal consumption per g/kg/d and higher and lower consumption of 236.00 g/day, considering the amount required to increase muscle mass. RESULTS: There were significant decreases ($p < 0.050$) in the glomerular filtration rate with a high consumption of 236.00 g/day and there was a significant increase ($p < 0.050$) in serum creatinine in supplementation for more than a year, with an increased intake of 236.00 g/day, compared to those with an adequate intake without supplementation. CONCLUSION: The relevant factor to generate a significant effect to glomerular filtration, is the quantity and time of protein consumption.

Keywords: Creatinine, high-protein diet, high-intensity interval training, glomerular filtration rate, urea

Introducción

El deporte ha tomado una creciente importancia dentro de una forma de vida saludable (Rodríguez, C., 2023), una de las alternativas que ha tenido una repercusión ascendente en el tiempo es el CrossFit® (Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, 2017; Moran et al., 2017). Aunado a las nuevas redes sociales, el crecimiento en popularidad del CrossFit®, se debe a que ofrece una mejora de la aptitud aeróbica con un tiempo menor, en comparación con el entrenamiento aeróbico tradicional; así como mejorar la composición corporal y resistencia muscular (Huecker et al., 2019; Pérez, A. M. & Muñoz, 2018; Smith et al., 2013; Vigar & Medina, 2019).

Dentro de las mejoras corporales, el incrementar masa muscular, ha sido un objetivo común entre los atletas de esta disciplina (De Los Milagros, 2021; Vera, 2014); sus entrenamientos de potencia, alta intensidad y las actividades de fuerza y resistencia (principalmente las de resistencia) permiten potenciar la síntesis proteica muscular (Claudino et al., 2018; Damas et al., 2015; Escarez et al., 2015). Así mismo, otra justificación de practicar dicho deporte es que los intervalos de alta intensidad junto con ejercicios de resistencia no generan impacto negativo en la hipertrofia, por lo que se puede optar por esta disciplina con este fin (Sabag et al., 2018).

El consumo de proteínas como un factor para estimular la síntesis proteica, además del ejercicio hipertrófico, debe generar un balance positivo en la disponibilidad de aminoácidos (Groen et al., 2015; Kumar et al., 2009), las cantidades a consumir son superiores a las requeridas para compensar la

degradación y se relacionan con el esfuerzo de la actividad realizada (Artioli et al., 2019; Bean, 2016; Urdampilleta et al., 2012). De base, los deportistas requieren mayores cantidades de proteína que los 0.80 g/kg/d de los no deportistas (Gogojewicz et al., 2020; Grout et al., 2016; Huecker et al., 2019; Jäger et al., 2017; Naderi et al., 2016; Urdampilleta et al., 2012). Para la mayoría de los deportistas lo recomendado va de 1.40 a 2.00 g/kg/d para construir masa muscular y mantenerla a través de un balance positivo de aminoácidos (Jäger et al., 2017). Sin embargo, para disciplinas que lleven combinaciones de ejercicios como lo es el CrossFit®, la cantidad de proteína a consumir es menos conocida, abriendo la posibilidad de que se modifique el consumo llevándolo a más de 3.00 g/kg/d (recomendado en trabajos de resistencia) o de 1.60 a 1.80 g/kg/d (recomendado en trabajos de fuerza), para aumentar la masa muscular (Huecker et al., 2019; Jäger et al., 2017; Urdampilleta et al., 2012); incluyendo la existente perspectiva de que el esfuerzo físico intenso realizado podría estar relacionada empíricamente y sin fundamento científico, con consumir dietas elevadas en proteínas (Escarez et al., 2015; Gogojewicz et al., 2020; Urdampilleta et al., 2012).

El consumo en exceso de proteínas no se manifiesta negativamente en el corto plazo, el metabolismo proteico se encarga de oxidar los aminoácidos procedentes de las proteínas para formar Urea y cadenas de carbono aprovechables como energía o para almacenarse como grasa (Bean, 2016; Grout et al., 2016; Naderi et al., 2016; Schoenfeld & Aragon, 2018; Urdampilleta et al., 2012). Sin embargo, a largo plazo, debido a la función de los riñones de reabsorción de aminoácidos así como en la excreción de amonio y Urea, han sido estudiados dentro del marco de afección por el consumo excesivo de proteínas, encontrando contraste entre los efectos que van desde positivos a negativos (Escarez et al., 2015; Huecker et al., 2019; Wu, 2016).

El estudio de la función renal se apoya con el uso de indicadores tales como Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN), Urea, Creatinina Sérica (CrS) junto con valores de Tasa de Filtrado Glomerular (TFG) dado que con el consumo excesivo de proteínas, se genera una producción alta de Urea que se filtra por los riñones y mantiene los niveles sanguíneos entre 12.00 a 54.00 mg/dL. Esto permite monitorear si el aclaramiento de la sustancia es adecuado y no ocurren defectos en el filtrado glomerular que aumenten sus niveles. La relación BUN:creatinina se usa para diferenciar problemas a nivel "renal o prerrenal"; el intervalo normal es de 6.00 a 25.00 y el valor óptimo es 15.50. La CrS es la sustancia utilizada para la determinación de TFG dado que no sufre una reabsorción como la Urea, evitando dificultades de exactitud en el diagnóstico renal. Los valores de CrS van de 0.50 a 1.10 mg/dL en mujeres y de 0.60 a 1.20 mg/dL en varones (Castaño et al., 2009; Pérez, T. & Mutis, 2005; Rodríguez, A. & Rodríguez, 2011). La TFG media

se sitúa alrededor de 140.00 mL/min/1.73 m² en adultos sanos, y valores inferiores a 60.00 mL/min/1.73 m² se asocian a una prevalencia de las complicaciones de la enfermedad renal crónica (Beltrán, 2016). Dada la complejidad de determinar TFG por el método tradicional, se han desarrollado una serie de ecuaciones para estimarlo, a partir de CrS y determinadas variables antropométricas y demográficas, como Cockcroft-Gault (CG), Modification of Diet in Renal Disease-4 (MDRD-4) y Mawer (Castaño et al., 2009).

Considerando como incógnita si este comportamiento de consumo excesivo y crónico generaría un efecto en la tasa de filtración glomerular y otros parámetros que indiquen afección glomerular, el objetivo general del estudio es identificar la asociación del perfil de consumo proteico con la función renal de deportistas de CrossFit®.

Métodos

Un total de 27 voluntarios que realizaban CrossFit® al menos 4 veces por semana con 2 o más horas de trabajo diario, participaron en el estudio transversal observacional que evaluó el efecto del consumo de proteína sobre los niveles de BUN, Urea, CrS y TFG para poder y así poder identificar una posible alteración renal. El protocolo se ajustó a lo establecido en el artículo 100 de la Ley general de la salud, solicitando la aprobación de los voluntarios con la carta de consentimiento informado, y las recomendaciones de la Declaración de Helsinki de 2008.

Participantes

Se incluyeron voluntarios continuos. Los 27 deportistas entre hombres y mujeres practicaban CrossFit® en “Distrito Crossfit” (Masaryk Center, calle Florencia #2818, Zapopan, Jalisco, México). Los criterios de inclusión fueron: Tener entre 25 y 35 años, solo población del occidente de México, que estuvieran sometidos a una dieta proteica para incremento de músculo por más de 6 meses sin previa enfermedad renal. Todos los participantes realizaban el ejercicio al menos 4 veces por semana y dos o más horas diarias.

Procedimiento

Durante 4 meses se realizó el tamizaje de voluntarios en “Distrito Crossfit” a través de encuestas para verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión y haciendo uso de las instalaciones registrar peso, talla e Índice de Masa Corporal (IMC). En las visitas se aplicaron encuestas con el objetivo de recolectar datos sobre la cantidad de días y horas que en los que se realizaba la actividad física, edad y verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión. Se proporcionó un oficio a los participantes incluidos

en el protocolo donde colocarían su diario de alimentación con la información de todos los alimentos que consumen en calidad y cantidad por 24 horas, así como si existía uso adicional de suplementación proteica y el tiempo de uso. A todos los que cumplieron con los criterios de inclusión se les solicitó hacer una química sanguínea en los laboratorios de "Salud Digna" (Jalisco, Mexico) en el que contuviera los analitos de BUN, Urea y CrS. Los voluntarios se agruparon en grupos de consumo de proteínas en g/kg/d y en g/día; considerando que hay un consumo elevado para el objetivo previsto cuando hubo más de 3.30 g/kg/d (Moran et al., 2017). El consumo en g/día se agrupó considerando la media de peso de los participantes multiplicado por el límite de 3.30 g/kg/d, dando un valor de 236.00 g (se generaron grupos de más y menor o igual a 236.00 g/día). Por último, se procedió a determinar TFG con las fórmulas de CG, MDRD-4 y Mawer.

Mediciones

Gramos de proteína consumidos: De los alimentos mencionados se cuantificaron los gramos de proteína consumidos al día con la ayuda del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes.

Los valores de talla y peso fueron medidos por una báscula Tanita (Fit Scan BC-601F) y se usaron para el cálculo del IMC. Los datos obtenidos se transfirieron a una base de datos junto con los valores de la química sanguínea: BUN, Urea y CrS.

Análisis de TFG: Se utilizaron las fórmulas de CG, MDRD-4 y Mawer para calcular en cada caso TFG con las siguientes fórmulas: TFG por CG = $[(140.00 - \text{edad (años)}) \times \text{peso (kg)}] / [\text{CrS (mg/dL)} \times 72.00]$, para varones y la misma fórmula, pero multiplicado por 0.85 para mujeres; TFG por MDRD-4 = $[186.30 \times \text{CrS (mg/dL)} - 1.154 \times \text{edad (años)} - 0.203 \times (0.74 \text{ si mujer y/o } 1.21 \text{ si afroamericanos})]$ y TFG por Mawer para mujeres = $\text{peso magro corporal (kg)} \times [(25.30 - (0.17 \times \text{edad (años)})] \times [(1.00 - (0.03 \times \text{CrS (mg/dL)})] / [\text{CrS (mg/dL)} \times 14.40]$ y para hombres = $\text{peso magro corporal (kg)} \times [(29.30 - (0.20 \times \text{edad (años)})] \times [(1.00 - (0.03 \times \text{CrS (mg/dL)})] / [\text{CrS (mg/dL)} \times 14.40]$; donde para la obtención de peso magro corporal se utilizó la fórmula de James: $\text{peso magro corporal (kg)} \text{ para mujeres} = [1.07 \times \text{peso (kg)}] - [148.00 \times (\text{peso (kg)}^2) / (\text{talla (cm)}^2)]$, y para hombres = $[1.10 \times \text{peso (kg)}] - [128.00 \times (\text{peso (kg)}^2) / (\text{talla (cm)}^2)]$. Los valores obtenidos por la fórmula de CG, MDRD-4 y Mawer fueron estandarizados a la media de 1.73 m² de superficie corporal, primero calculando para cada caso el área superficial en m² con la fórmula de Dubois-Dubois = $[0,007184 \times \text{talla (cm)}^{0.725} \times \text{peso (kg)}^{0.425}]$; los valores de TFG entonces se multiplican por 1.73 entre los valores del área superficial en cada caso. También, se determinó el parámetro de composición corporal como el porcentaje de grasa

corporal = $[(\text{peso (kg)} - \text{peso magro corporal (kg)}) / (\text{peso (kg)})] \times 100.00$; y el porcentaje de masa magra = $100.00 - \text{porcentaje de grasa corporal}$.

Análisis estadístico

El tratamiento de los datos se realizó con el paquete estadístico GraphPad Prism 7. La estadística descriptiva se presentó como media y desviación estándar para las agrupaciones de consumo de proteína en g/kg/d y g/día y consumo de suplemento proteico. Para analizar la variación en biomarcadores que existía entre grupos de consumo de proteína por el tiempo que estuvieron sometidos a un suplemento proteico, se realizaron los diagramas de cajas y bigotes presentando además medias y desviación estándar de datos significativos. Luego, dependiendo de los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, para identificar las diferencias entre agrupaciones; se realizaron la prueba t-Student junto con la prueba U de Mann-Whitney para las variables con distribuciones paramétricas y no paramétricas, respectivamente. Un valor de $p < 0.050$ se consideró estadísticamente significativo para todos los análisis.

Resultados

De la población analizada de 27 deportistas de CrossFit®: La media de edad fue 28.20 ± 3.60 años, 85.20% fueron hombres. 70.40% son consumidores de suplemento proteico donde el tiempo más recurrente de consumo fue por más de un año. Para la agrupación de consumo de proteína en g/día la media fue de 216.20 ± 61.40 , mientras que para el consumo por g/kg/d la media fue 3.10 ± 1.10 (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de la muestra

Variable	n = 27	%
Sexo (Hombre)	23	85.2
Suplementación proteica		
Sí	19	70.4
Tiempo de consumo		
6 meses	5	18.5
1 año	2	7.4
> 1 año	12	44.4
Variable	\bar{x}	DS
Edad (años)	28.20	3.60
Talla (cm)	173.10	8.20
Peso (kg)	71.50	11.10
IMC (kg/m ²)	23.60	2.20
Masa magra (%)	78.60	2.20
Grasa corporal (%)	21.40	2.20
Consumo de proteína		
Gramos en 24 horas	216.20	61.40
Gramos de proteína en 24 horas/kg de peso	3.10	1.10

DS: Desviación estándar; IMC: Índice de masa corporal; n: Tamaño de muestra; \bar{x} : Media.

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos para los diferentes biomarcadores de función glomerular en los grupos de consumo proteico por g/kg/d y g/día, tanto para grupos de consumo adecuado (n=18) o elevado (n=9) considerando como elevado un consumo mayor a 3.30 g/kg/d y adecuado a un consumo que no sobrepase esta cantidad, según el recordatorio de 24 horas, como los que consumen más de 236.00 g/día (n=18) o menor o igual a 236 g/día (n=9). En ninguno de los grupos se encontraron diferencias significativas ($p>0.050$) en BUN, BUN:creatinina, Urea, ni CrS. La TFG obtenida por MDRD-4 y Mawer no presentó diferencias significativas para la agrupación de consumo por g/kg/d ($p>0.050$), pero sí mostraron una disminución significativa ($p<0.050$) entre los consumidores de más de 236.00 g/día con respecto a los que consumen igual o menor cantidad (MDRD-4; ≤ 236.00 g: 90.48 ± 14.90 mL/min/1.73 m² vs > 236.00 g: 74.87 ± 19.66 mL/min/1.73 m². Mawer; ≤ 236.00 g: 81.19 ± 11.79 mL/min/1.73 m² vs > 236.00 g: 67.56 ± 17.20 mL/min/1.73 m²). Los valores de CG tuvieron una disminución significativa ($p<0.050$). tanto en el grupo de deportistas que consumen una cantidad elevada de proteína con respecto a una cantidad adecuada (adecuado: 100.40 ± 12.35 mL/min/1.73 m² vs elevado: 85.14 ± 23.55 mL/min/1.73 m²); como los que consumen más de 236.00 g/día contra los que consumen igual o menor cantidad (≤ 236.00 g:

101.30 ± 13.24 mL/min/1.73 m² vs >236.00 g: 83.25 ± 20.87 mL/min/1.73 m²).

Tabla 2. Biomarcadores de función glomerular, según el consumo de proteína

	Variables						
	BUN (mg/dL)	BUN/CrS	Urea (mg/dL)	CrS (mg/dL)	TFG (mL/min/1.73m ²)		
					Fórmula Cockcroft- Gault	Fórmula MDRD- 4	Fórmula Mawer
Consumo en g/kg/día							
Adecuado (n=18)							
X̄	16.84	16.22	36.04	1.06	100.04	89.27	80.35
DS	3.20	3.77	6.84	0.22	12.35	13.59	10.88
Elevado (n=9)							
X̄	17.07	15.12	36.52	1.18	85.14	77.28	69.24
DS	2.04	3.15	4.35	0.35	23.55	23.25	19.66
Valor p	0.848	0.455	0.848	0.382 [#]	0.035^{#*}	0.076 [#]	0.076 [#]
Consumo en g//día							
≤236 gramos (n=18)							
X̄	16.54	16.10	35.40	1.06	101.30	90.48	81.19
DS	3.02	3.63	6.46	0.22	13.24	14.90	11.79
>236 gramos (n=9)							
X̄	17.66	15.41	37.78	1.20	83.25	74.87	67.56
DS	2.36	3.55	5.06	0.33	20.87	19.66	17.20
Valor p	0.345	0.644	0.344	0.164 [#]	0.011	0.030*	0.023*

BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CrS: Creatinina sérica; DS: Desviación estándar; n: Tamaño de muestra; TFG: Tasa de Filtración Glomerular; X̄: Media.

*: p<0.050 diferencias significativas; #: Prueba Mann-Whitney.

Ninguno de los biomarcadores de función glomerular presentó diferencias significativas (p>0.050) entre deportistas que sí consumen un suplemento proteico (n=19), respecto a los que no se suplementan (n=8), como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Biomarcadores de función glomerular, según el consumo de suplemento proteico

Variable	Consumo de suplemento				Valor p
	Sí (n=19)		No (n=8)		
	\bar{x}	DS	\bar{x}	DS	
BUN (mg/dL)	17.49	2.68	15.54	2.83	0.101
BUN/creatinina	16.00	3.75	15.52	3.24	0.755
Urea (mg/dL)	37.44	5.74	33.25	6.05	0.101
CrS (mg/dL)	1.14	0.31	1.01	0.10	0.313 [#]
TFG (mL/min/1.73 m ²)					
Fórmula de Cockcroft-Gault	92.61	19.20	101.70	13.74	0.238 [#]
Fórmula MDRD-4	82.68	18.62	91.44	15.37	0.180 [#]
Fórmula Mawer	74.49	15.80	81.77	12.26	0.260 [#]

BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CrS: Creatinina sérica; DS: Desviación estándar; n: Tamaño de muestra; TFG: Tasa de filtración glomerular; \bar{x} : Media.

[#]: Prueba Mann-Whitney.

La Tabla 4 muestra valores de biomarcadores solo en deportistas consumidores de suplementos proteicos (n=19) agrupados en consumo de proteína por g/kg/d y g/día, tanto para grupos de consumo adecuado (n=13) o elevado (n=6) como los que consumen más de 236.00 g/día (n=12) o menos de 236.00 g/día (n=7). No se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) en los valores de, BUN, Urea y CrS en ninguno de los grupos. Para BUN:creatinina se encontró una disminución significativa ($p<0.050$) en el grupo de consumo de proteína por g/kg/d cuando se tiene un consumo elevado, respecto a un consumo adecuado (adecuado: 16.96 ± 3.76 vs elevado: 13.95 ± 3.02). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($p>0.050$) en el grupo de consumo por g/día. Los resultados para TFG mostraron una disminución significativa ($p<0.050$) en el grupo de consumo elevado, respecto a los de consumo adecuado (adecuado: 99.26 ± 13.33 mL/min/1.73 m² vs elevado: 78.19 ± 23.17 mL/min/1.73 m²); utilizando la fórmula de CG. Por otro lado, en el grupo de consumo en g/día no se presentaron diferencias significativas ($p>0.050$). En ninguno de los grupos se encontraron diferencias significativas ($p>0.050$) en TFG calculada por fórmula de MDRD-4 ni Mawer.

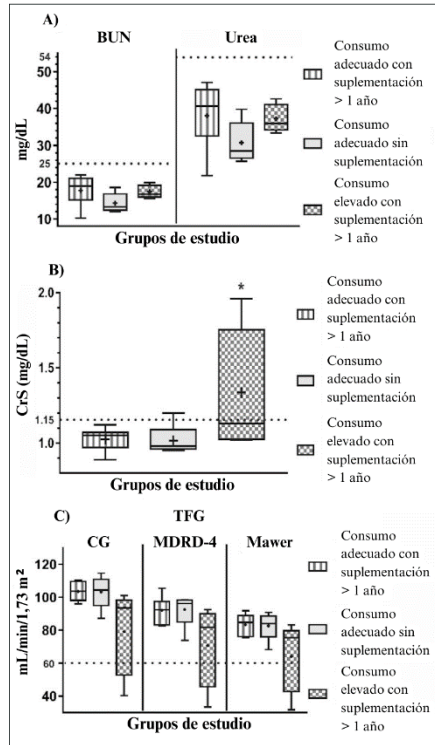
Tabla 4. Biomarcadores de función glomerular considerando suplementación proteica activa, según el consumo de proteína

	Variables						
	BUN (mg/dL)	BUN/CrS	Urea (mg/dL)	CrS (mg/dL)	TFG (mL/min/1.73m ²)		
					Fórmula Cockcroft- Gault	Fórmula MDRD- 4	Fórmula Mawer
Consumo en g/kg/día							
Adecuado (n=13)							
\bar{X}	17.79	16.96	38.08	1.08	99.26	88.02	79.45
DS	2.93	3.76	6.28	0.25	13.33	14.78	11.84
Elevado (n=6)							
\bar{X}	16.85	13.95	36.06	1.27	78.19	71.11	63.75
DS	2.12	3.02	4.54	0.40	23.17	22.11	18.97
Valor p	0.492	0.027[*]	0.492	0.291 [#]	0.017[#]	0.058	0.058
Consumo en g/día							
≤236 gramos (n=12)							
\bar{X}	17.52	16.63	37.49	1.09	98.90	87.55	79.01
DS	2.88	3.73	6.17	0.26	13.85	15.34	12.26
>236 gramos (n=7)							
\bar{X}	17.46	14.94	37.36	1.24	81.83	74.32	66.75
DS	2.52	3.81	5.83	0.38	23.24	21.91	19.05
Valor p	0.964	0.358	0.964	0.495 [#]	0.068 [#]	0.196 [#]	0.167 [#]

BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CrS: Creatinina sérica; DS: Desviación estándar; n: Tamaño de muestra; TFG: Tasa de Filtración Glomerular; \bar{X} : Media.

*: p<0.050 diferencias significativas; #: Prueba Mann-Whitney.

La variación de los valores de BUN, Urea, CrS y TFG, entre deportistas con suplementación por más de un año, con el factor de tener un consumo adecuado (n=7) o elevado de proteína (n=5), y deportistas sin suplementación con consumo adecuado de proteína (n=5) por g/kg/d; se muestra en la Figura 1. Existe un aumento significativo (p< 0.050) en los niveles de CrS en deportistas con una ingesta elevada de proteína (1.34 ± 0.41 mg/dL) respecto a los de rango adecuado sin suplementación (1.01 ± 0.10 mg/dL), y no existen diferencias significativas (p>0.050) entre este último grupo con los de consumo de proteína adecuado con suplementación proteica (1.02 ± 0.08 mg/dL). Para las variables de BUN, Urea y TFG no existen diferencias significativas (p>0.050) entre el grupo de consumidores de proteína adecuada sin suplementación, respecto a los deportistas con suplementación en consumo adecuado o elevado.



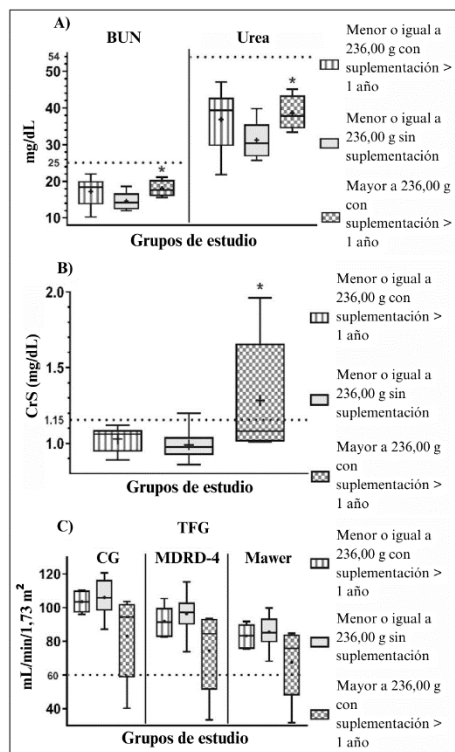
BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CG: Cockcroft-Gault; CrS: Creatinina sérica; TFG: Tasa de filtración glomerular.

*: $p < 0.050$ diferencias significativas con respecto al consumo adecuado sin suplementación.

Figura 1. BUN, Urea, CrS y TFG en deportistas de CrossFit®, según el tiempo de suplementación proteica y el consumo de proteína en g/kg/d. Variaciones de los biomarcadores expresados como gráfico de caja y bigotes, marcando valores máximos y mínimos, así como la mediana: A) Nitrógeno Ureico en Sangre y Urea considerando g/kg/d. B) Creatinina sérica considerando g/kg/d. C) Tasa de filtración glomerular considerando g/kg/d. Las líneas punteadas de las gráficas muestran valores críticos y las cruces indican la media.

La variación de los valores de BUN, Urea, CrS y TFG comparados entre deportistas con suplementación por más de un año, con el factor de tener un consumo de proteína mayor a 236.00 g/día ($n=6$) o menor o igual a esta cantidad ($n=6$), y los deportistas no suplementados con consumo menor o igual a 236.00 g/día ($n=6$); se muestra en la Figura 2. Los valores de CrS muestran un aumento significativo ($p < 0.050$) en el grupo de consumidores de mayores cantidades a 236.00 g/día (1.28 ± 0.39 mg/dL), respecto a los no suplementados con menor o igual consumo de proteína a 236.00 g/día (0.99 ± 0.11 mg/dL); este último grupo no tiene diferencias significativas ($p > 0.050$) con los deportistas suplementados con consumo de proteína menor o igual a 236.00 g/día (1.03 ± 0.08 mg/dL). Se muestra el aumento significativo ($p < 0.050$) en los valores de BUN y Urea en deportistas que

reciben una suplementación y han consumido más de 236.00 g/día (BUN: 18.05 ± 2.16 mg/dL. Urea: 38.63 ± 4.61 mg/dL), respecto a los no suplementados con consumo de proteína menor o igual a 236.00 g/día (BUN: 14.60 ± 2.42 mg/dL. Urea: 31.24 ± 5.19 mg/dL); estos no presentaron diferencias significativas con los deportistas suplementados con consumo de proteína menor o igual a 236.00 g/día (BUN: 17.23 ± 4.09 mg/dL. Urea: 36.88 ± 8.75 mg/dL). Para TFG no existen diferencias significativas ($p > 0.050$) entre el grupo de consumidores de proteína menor o igual a 236.00 gramos sin suplementación, respecto a los deportistas en suplementación con consumo mayor a 236.00 gramos de proteína, o menor o igual a esta cantidad.



BUN: Nitrógeno Ureico en Sangre; CG: Cockcroft-Gault; CrS: Creatinina sérica; TFG: Tasa de filtración glomerular.

*: $p < 0.050$ diferencias significativas con respecto al consumo adecuado sin suplementación.

Figura 2. BUN, Urea, CrS y TFG en deportistas de CrossFit®, según el tiempo de suplementación proteica y el consumo de proteína en g/día. Variaciones de los biomarcadores expresados como gráfico de caja y bigotes, marcando valores máximos y mínimos, así como la mediana: A) Nitrógeno Ureico en Sangre y Urea considerando g/día. B) Creatinina sérica considerando g/día. C) Tasa de filtración glomerular considerando g/día. Las líneas punteadas de las gráficas muestran valores críticos y las cruces indican la media.

Discusión

El propósito del presente estudio fue investigar el efecto a nivel renal de perfiles de consumo proteico en deportistas de CrossFit® que tuvieran el objetivo de incrementar masa muscular, examinando los valores de BUN, Urea, CrS y TFG, que son parámetros ampliamente utilizados para la evaluación de función renal (De Oliveira et al., 2020). Para la determinación de TFG, la National Kidney Foundation (2002) estableció las ecuaciones de MDRD-4 y CG como estimadores útiles. Pese que la ecuación de CG parece ser menos precisa que la ecuación de MDRD (Helou, 2010; National Kidney Foundation, 2010); a su vez, las limitaciones para ambas ecuaciones implican extrapolar su uso a otras poblaciones con hábitos de dieta y valores de superficie corporal, donde en jóvenes, tienden a sobreestimar los valores de CG (Castaño et al., 2009). Marco et al. (2009), identificó que para jóvenes sanos existe una correlación deficiente entre las TFG obtenidas utilizando las ecuaciones de CG y MDRD-4, es decir que las detecciones de disminución de TFG por los dos métodos no eran las mismas. Al entrar con grupos de deportistas, en jugadores profesionales de rugby, encontraron que los valores por fórmula de CG fueron superiores a los valores por MDRD y también fue más precisa (Banfi et al., 2012). Un aspecto para considerar fue la estandarización por superficie corporal, ya que para diferentes disciplinas la ecuación CG puede sobreestimar TFG (sin estar estandarizada) en sujetos sanos con sobrepeso, como los jugadores de rugby, mientras que la fórmula MDRD la subestima sistemáticamente (Milic et al., 2012). Para este estudio, los valores de TFG seguían un sentido descendente al analizarlos con CG, MDRD-4 y por último Mawer; aportando información coincidente con estudios previos en deportistas, añadiendo que los valores que se obtuvieron estaban estandarizados por superficie corporal, algo que resulta sin antecedentes. Por lo tanto, sería interesante evaluar la fiabilidad de los estimadores en deportistas de CrossFit® al estar estandarizados por superficie corporal. Varios estudios han utilizado las fórmulas de MDRD-4 y CG para evaluar los efectos de la actividad física con la función renal (García et al., 2021; Wołyniec et al., 2018). Hasta el momento no existen artículos en los que se incluya la fórmula de Mawer, a pesar de que es la única fórmula de las tres que considera el peso magro corporal, por lo cual se incluyó en el presente estudio para analizar TFG. Tampoco se correlaciona TFG y otros biomarcadores sanguíneos con los perfiles de consumo proteico en deportistas de CrossFit®, dado que los artículos consultados generan determinaciones por orina (Little et al., 2019); además de que con este artículo se evalúa solo población del occidente de México.

Los biomarcadores renales, BUN, Urea y CrS, especialmente este último, se ven afectados por las condiciones establecidas en el estudio dado que el aumento de masa muscular y un consumo de carne incrementa sus

valores (National Kidney Foundation, 2010). Sin embargo, de base, Chávez et al. (2019), expone para deportistas universitarios en atletismo, ecuavóley, fútbol, gimnasia, tenis, taekwondo y voleibol, una adaptación a la carga física ya que los valores de Urea y CrS se encontraban dentro de la normalidad, lo que relaciona aquellos perfiles de alto consumo proteico de la muestra, en la generación de variaciones en estos parámetros. Por otro lado, la ingesta de carne genera un incremento transitorio en CrS que puede ser enmascarado por un aumento en TFG (Bergström et al., 1985; National Kidney Foundation, 2010; Viberti et al., 1987). En contraste, los valores de TFG obtenidos en el estudio, cuando existía un consumo de proteína de forma elevada o con más de 236.00 g/día con suplementación por más de un año, presentaban un descenso de 23.00% y 22.30% respectivamente contra sus valores de consumo adecuado o menor a 236.00 g/día, pese a no encontrar diferencias significativas. En esta línea, estudios por 2 años en individuos obesos con una dieta baja en carbohidratos y alta en proteínas generaron incrementos en la depuración de CrS a los 3 y 12 meses para que al término de 24 meses los valores volvieran a los base indicando un periodo de hiperfiltración y por último una pérdida de reserva renal; que si bien este perfil no fue asociado a efectos adversos en TFG (Friedman et al., 2012), dietas ricas en proteínas basadas en carne y productos lácteos, pueden tener efectos perjudiciales causados por una combinación de hiperfiltración, hipertensión y aumento en formación de cálculos urinarios, siendo que el consumo de más de 2,00 g/kg/d podría causar problemas de salud (Marckmann et al., 2015). De manera consecuente, la ingesta alta de proteínas en la dieta puede causar hipertensión intraglomerular, lo que puede provocar hiperfiltración renal, lesión glomerular y proteinuria generando la reducción de TFG (Ko et al., 2020; National Kidney Foundation, 2010). Para los biomarcadores de BUN, Urea y CrS se han generado estudios con población similar utilizando suplementos de proteína y creatinina consumidos por periodos de 3 años y en algunos casos con dietas elevadas en proteínas que no tuvieron un efecto significativo en los niveles urinarios de creatinina y Urea, donde las alteraciones observadas fueron relacionadas a un efecto transitorio de la incidencia del CrossFit® como entrenamiento de alta intensidad (Claro & Domingues, 2022). Existe coincidencia en la ausencia de diferencias significativas entre los valores entre grupos de consumo de suplementos y grupos sin consumo de suplementos donde los valores de BUN, Urea y CrS se encontraban en la normalidad; sin embargo, al considerar valores consumos de proteína superiores a 3.30 g/kg/d con una suplementación por más de 1 año los niveles de CrS tuvieron un aumento significativo por encima del valor de 1.20 mg/dL, implicando a un 18.52% de la población, generando a su vez un valor medio de 71.28 mL/min/1.73 m². Los valores para Urea cuando existía un consumo proteico mayor a

236.00 g/día con suplementación presentaba una media de 37.36 mg/dL y cuando esta suplementación estaba presente por más de 1 año, la media presentaba un aumento significativo hasta 38.63 mg/dL, un 23.66% más que los valores cuando existe un consumo menor a 236,00 g/día. Contrastando con el valor medio de 25.90 mg/dL en atletas universitarios que no llevan a cabo un consumo proteico elevado ni se registró el consumo de suplementos (Chávez et al., 2019).

Los estudios de Tejedor & Vázquez (2021), hacen mención del uso de suplementos en fisiculturistas tales como creatina, L-carnitina, L-tartrato, glutamina, aislado de suero hidrolizado y la proteína del suero de la leche y su posibilidad de efectos adversos en función renal y gastrointestinal con influencia del tiempo de manera directamente proporcional; es decir, a mayor tiempo de uso y dosis existen mayor aparición de los mismos. En este punto, los estudios a largo plazo que incluyan aquellos con tamaños de muestra grandes permitirían determinar mejor los efectos de la ingesta alta de proteínas en la salud renal. En contraste con estos datos, Antonio & Ellerbroek (2018), realizó una investigación con 5 hombres fisiculturistas que recibieron durante 2 años una dieta alta en proteínas (>2.20 g/kg/d) los resultados muestran que estos sujetos no tuvieron ningún efecto en las medidas de la composición corporal, así como la función hepática o renal. Por lo tanto, se sugiere que consumir una dieta rica en proteínas durante un período de 2 años no causa efectos secundarios dañinos. Sin embargo, los estudios in vivo en modelos animales (murinos) evidencian que, si bien el consumo de una dieta alta en proteínas muestra parámetros plasmáticos poco claramente afectados, el perfil urinario y morfológico renal si se muestra mayormente deteriorado (Aparicio et al., 2013). Apoyando esta postura, Brändle et al. (1996), en su investigación acerca de la ingesta crónica de proteínas en la dieta sobre la función renal en sujetos sanos se muestra que la ingesta crónica de proteínas por vía oral de cantidades diversas de proteínas es una variable de control crucial para la tasa de filtración glomerular en sujetos con riñones sanos. Se sugiere que estos cambios reflejan en parte cambios estructurales de los glomérulos y túbulos debido a la ingesta crónica de proteínas.

En similitud con el presente estudio, las conclusiones obtenidas por El-Reshaid et al. (2018), en su estudio histopatológico en culturistas con enfermedad renal, señala que hay un mayor reconocimiento de la asociación de enfermedad renal en atletas y culturistas que usan esteroides anabólicos y una dieta rica en proteínas. Es importante que los atletas y sus entrenadores deben recibir información sobre los riesgos para la salud de estas intervenciones y deben consultar a un médico para detectar cualquier desarrollo de enfermedad renal, no obstante, no existe registro de dosis estandarizadas y del tiempo de seguridad para su uso (Tejedor & Vázquez,

2021). Los autores recomiendan analizar CrS y la proteinuria antes de iniciarse en el consumo de este tipo de dietas y suplementos, dado que si se cuenta con Enfermedad Renal Crónica la realización de esta actividad puede ir en contra de la salud (Arenas, 2000).

La limitación más importante involucra la ausencia de investigaciones previas en población mexicana con las cuales comparar el efecto de los perfiles proteicos en función renal, así como la evaluación de TFG en deportistas de CrossFit®. Tampoco se caracterizó el suplemento proteico utilizado, por lo que es posible encontrar variaciones en cuanto a la procedencia de las proteínas que pudieran afectar los valores de los biomarcadores renales entre cada individuo. Por otro lado, la población utilizada consistía en deportistas sanos que eran físicamente activos. Sería conveniente que se analizaran los efectos del consumo proteico en un estudio longitudinal con voluntarios que en estudio longitudinal con voluntarios que apenas comienzan a realizar el deporte contra aquellas que tuvieran cierto tiempo; como fue el caso de este estudio. Así como evaluar poblaciones no sanas que pudieran seguir un consumo elevado de proteína desde el inicio de su actividad con la necesidad de lograr resultados acelerados.

Conclusion

El consumo de proteínas por encima de niveles de 3.30 g/kg/d o mayor a 236.00 g/día generó disminución en TFG analizándose sin considerar la suplementación, pero que no significaba valores por debajo del límite seguro; lo mismo ocurría cuando se consideraba la suplementación. Dado que en el análisis individual de sujetos suplementados y no suplementados resultó sin diferencias significativas, se evidencia la falta de asociación entre el consumo suplementado o no de proteínas, de manera que el factor relevante es la cantidad de estas. Esto se demuestra con el aumento de creatinina cuando se tenía un consumo anormal junto con la suplementación por un tiempo prolongado, donde se llegaron a valores por encima de los niveles normales, considerándose también, el tiempo como factor relevante en identificar alteraciones renales. El conocimiento generado por estudios de causa-efecto como este, permite tomar consciencia en los efectos de consumo excesivo de proteínas en deportistas de CrossFit® y resaltan la importancia del monitoreo periódico del filtrado glomerular, que es lo recomendable para propiciar el aseguramiento de la salud renal en deportistas de CrossFit®.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Laboratorio de Investigación y Desarrollo Farmacéutico del Centro Universitario de Ciencias Exactas e

Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, así como a la Universidad del Valle de Atemajac.

Conflictos de intereses

Los autores del presente estudio no tienen ninguna participación en organización o entidad con intereses económicos o de otro tipo relacionados con el tema o materiales discutidos en este manuscrito.

Referencias:

1. Antonio, J., & Ellerbroek, A. (2018). Informes de casos en fisicoculturistas bien entrenados: Dos años con una dieta rica en proteínas. *JEPonline*, 21(1), 14-24.
2. Aparicio, V., Nebot, E., García, R., Machado, M., Porres, J. M., Sánchez, C., & Aranda, P. (2013). High-protein diets and renal status in rats. *Nutricion Hospitalaria*, 28(1), 232-237. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6165>
3. Arenas, M. D. (2000). Cuando el deporte deja de ser salud: Dietas, suplementos y sustancias para aumentar el rendimiento y su relación con el riñón. *Nefrología*, 20(6), 223-226. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2018.10.004>
4. Artioli, G. G., Solis, M. Y., Tritto, A. C., & Franchini, E. (2019). Nutrition in combat sports. In D. Bagchi, S. Nair & C. K. Sen (Eds.), *Nutrition and enhanced sports performance* (2ª edición, págs. 109-122). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813922-6.00009-6>
5. Banfi, G., Sloand, J., Shelly, M., Del Fabbro, M., Barassi, A., & Melzi d'Eril, G. V. (2012). Limitations of cockcroft-gault and MDRD formulas in estimating GFR among top-level rugby players. *Journal of Nephrology*, 25(6), 1047-1053. <https://doi.org/10.5301/jn.5000094>
6. Bean, A. (2016). Una visión general de la nutrición deportiva. *La guía completa de la nutrición del deportista* (5ª edición, págs. 15-16). PAIDOTRIBO.
7. Beltrán, A. (2016). *Evaluación de la función renal en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) sin tratamiento sustitutorio, tras un programa de intervención nutricional (PIN): Estudio aleatorizado* (Doctorado). Disponible en Repositorio Institucional de la UCM. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/40267/>
8. Bergström, J., Ahlberg, M., & Alvestrand, A. (1985). Influence of protein intake on renal hemodynamics and plasma hormone concentrations in normal subjects. *Acta Medica Scandinavica*, 217(2), 189-196. <https://doi.org/10.1111/j.0954-6820.1985.tb01655.x>

9. Brändle, E., Sieberth, H. G., & Hautmann, R. E. (1996). Effect of chronic dietary protein intake on the renal function in healthy subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 50(11), 734-740.
10. Castaño, I., Slon, M. F., & García, N. (2009). Estudios de función renal: Función glomerular y tubular. análisis de la orina. *Nefrología*, 2(1), 17-30.
11. Chávez, J. P., Sánchez, J. A., Fernández, D. O., Bonifaz, I. G., Palacios, D. G., & Santillán, R. R. (2019). Effects of physical charges on uric acid, creatinine and urea in college athletes. *Revista cubana de investigaciones biomédicas*, 38(1), 1-18.
12. Claro, D., & Domingues, T. (2022). Evaluation of creatinine and urea levels in crossfit athletes using nutritional supplements and on high-protein diets. *Revista Brasileira De Nutrição Esportiva*, 16(97), 86-94.
13. Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte. (Ago 24, 2017). *Crossfit, entrenamiento versátil y práctico*. gob.mx. <http://www.gob.mx/conade/prensa/crossfit-entrenamiento-versatil-y-practico>
14. Damas, F., Phillips, S., Vechin, F. C., & Ugrinowitsch, C. (2015). A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. *Sports Medicine*, 45(6), 801-807. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0320-0>
15. De Los Milagros, M. (2021). *Alimentación en personas que realizan crossfit entre 18 a 35 años, que concurren a diferentes gimnasios de la ciudad de santa fe, año 2020* (Licenciatura). Disponible en Repositorio Digital U.C.U. <http://repositorio.ucu.edu.ar/xmlui/handle/522/359>
16. De Oliveira, N. J., Da Silva, C. A., Meneses, G. C., Pinto, D. V., Brito, L. C., Da Cruz, S. G., de Sousa Alves, R., Martins, A. M. C., de Oliveira Assumpção, C., & De Francesco Daher, E. (2020). Novel renal biomarkers show that creatine supplementation is safe: A double-blind, placebo-controlled randomized clinical trial. *Toxicology Research*, 9(3), 263-270. <https://doi.org/10.1093/toxres/tfaa028>
17. El-Reshaid, W., El-Reshaid, K., Al-Bader, S., Ramadan, A., & Mada, J. P. (2018). Complementary bodybuilding: A potential risk for permanent kidney disease. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation : An Official Publication of the Saudi Center for Organ Transplantation, Saudi Arabia*, 29(2), 326-331. <https://doi.org/10.4103/1319-2442.229269>

18. Escarez, B. M., Flores, C. A., & Meneses, N. S. (2015). *Consumo de proteínas en deportistas que realizan crossfit, en el box "acción crossfit" durante el año 2015* (Licenciatura). Disponible en Universidad Gabriela Mistral. <https://repositorio.ugm.cl/bitstream/handle/20.500.12743/1462/CD%20T613.71%20ES74c%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Friedman, A. N., Ogden, L. G., Foster, G. D., Klein, S., Stein, R., Miller, B., Hill, J. O., Brill, C., Bailer, B., Rosenbaum, D. R., & Wyatt, H. R. (2012). Comparative effects of low-carbohydrate high-protein versus low-fat diets on the kidney. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology : CJASN*, 7(7), 1103-1111. <https://doi.org/10.2215/cjn.11741111>
20. García, D., Landázuri, P., & Sánchez, O. (2021). Effect of a shock micro-cycle on biochemical markers in university soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3581. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073581>
21. Gogojewicz, A., Śliwicka, E., & Durkalec, K. (2020). Assessment of dietary intake and nutritional status in CrossFit-trained individuals: A descriptive study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4772. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134772>
22. Groen, B. B., Horstman, A. M., Hamer, H. M., de Haan, M., van Kranenburg, J., Bierau, J., Poeze, M., Wodzig, W. K., Rasmussen, B. B., & van Loon, L. J. (2015). Post-prandial protein handling: You are what you just ate. *PloS One*, 10(11), e0141582. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141582>
23. Grout, A., McClave, S. A., Jampolis, M. B., Krueger, K., Hurt, R. T., Landes, S., & Kiraly, L. (2016). Basic principles of sports nutrition. *Current Nutrition Reports*, 5(3), 213-222. <https://doi.org/10.1007/s13668-016-0177-3>
24. Helou, R. (2010). Should we continue to use the cockcroft-gault formula? *Nephron.Clinical Practice*, 116(3), 172-85. <https://doi.org/10.1159/000317197>
25. Huecker, M., Sarav, M., Pearlman, M., & Laster, J. (2019). Protein supplementation in sport: Source, timing, and intended benefits. *Current Nutrition Reports*, 8(4), 382-396. <https://doi.org/10.1007/s13668-019-00293-1>
26. Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B.,

- Willoughby, D. S., . . . Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(20), 20-8. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
27. Ko, G. J., Rhee, C. M., Kalantar-Zadeh, K., & Joshi, S. (2020). The effects of high-protein diets on kidney health and longevity. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*, 31(8), 1667-1679. <https://doi.org/10.1681/asn.2020010028>
28. Kumar, V., Atherton, P., Smith, K., & Rennie, M. J. (2009). Human muscle protein synthesis and breakdown during and after exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 106(6), 2026-2039. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91481.2008>
29. Little, C., Lipman, G., Migliaccio, D., Young, D. S., & Krabak, B. (2019). Accuracy of estimated creatinine in multistage ultramarathon runners. *Wilderness & Environmental Medicine*, 30(2), 129-133. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2018.12.006>
30. Marckmann, P., Osthers, P., Pedersen, A. N., & Jespersen, B. (2015). High-protein diets and renal health. *Journal of Renal Nutrition : The Official Journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*, 25(1), 1-5. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2014.06.002>
31. Marco, M. P., Muray, S., Valdivielso, J. M., & Fernández, E. (2009). Occult chronic kidney disease: Discordance among different methods used to estimate glomerular filtration rate in a healthy population. *Clinical Nephrology*, 71(5), 475-481. <https://doi.org/10.5414/cnp71475>
32. Milic, R., Colombini, A., Lombardi, G., Lanteri, P., & Banfi, G. (2012). Estimation of glomerular filtration rate by MDRD equation in athletes: Role of body surface area. *European Journal of Applied Physiology*, 112(1), 201-206. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1969-1>
33. Moran, S., Booker, H., Staines, J., & Williams, S. (2017). Rates and risk factors of injury in CrossFit™: A prospective cohort study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(9), 1147-1153. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06827-4>
34. Naderi, A., De Oliveira, E. P., Ziegenfuss, T. N., & Willems, M. T. (2016). Timing, optimal dose and intake duration of dietary supplements with evidence-based use in sports nutrition. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 20(4), 1-12. <https://doi.org/10.20463/jenb.2016.0031>

35. National Kidney Foundation. (2002). K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: Evaluation, classification and stratification. *Am J Kidney Dis*.
36. National Kidney Foundation. (2010). Frequently asked questions about GFR estimates *Am J Kidney Dis*.
37. Pérez, A. M., & Muñoz, V. M. (2018). Deporte, cultura y sociedad: Un estado actual de la cuestión. *Revista De Humanidades*, 44(34), 11-38. <https://doi.org/10.5944/rdh.34.2018.21881>
38. Pérez, T., & Mutis, C. (2005). Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (BUN), glucosa, creatin kinasa (CK) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en bogotá, D.C. *REDVET. Revista Electrónica De Veterinaria*, 6(2), 1-28.
39. Rodríguez, A., & Rodríguez, R. (2011). Pruebas de laboratorio en atención primaria. *Medicina De Familia.SEMERGEN*, 37(3), 130-135. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2010.12.003>
40. Rodríguez, C. (2023). Importancia de la actividad física para el cuidado de la salud. *Fronteras En Ciencias Sociales Y Humanidades*, 2(1), 188-196.
41. Sabag, A., Najafi, A., Michael, S., Esgin, T., Halaki, M., & Hackett, D. (2018). The compatibility of concurrent high intensity interval training and resistance training for muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 36(21), 2472-2483. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1464636>
42. Schoenfeld, B. J., & Aragon, A. A. (2018). How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? implications for daily protein distribution. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(10), 10-1. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0215-1>
43. Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 3159-3172. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318289e59f>
44. Tejedor, C., & Vázquez, M. (2021). *Efectos del uso de suplementos proteicos en fisicoculturistas* (Licenciatura). Disponible en Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11357>
45. Urdampilleta, A., Vicente, N., & Martínez, J. M. (2012). Necesidades proteicas de los deportistas y pautas diético-nutricionales para la ganancia de masa muscular. *Revista Española De Nutrición Humana*

- Y Dietética*, 16(1), 25-35. [https://doi.org/10.1016/S2173-1292\(12\)70068-6](https://doi.org/10.1016/S2173-1292(12)70068-6)
46. Vera, M. (2014). *El crossfit un nuevo deporte para mejorar la salud y las capacidades físicas de los estudiantes de la universidad de magallanes* (Licenciatura). Disponible en Universidad de Magallanes. http://umag.cl/biblioteca/tesis/vera_carrasco_2014.pdf
47. Viberti, G., Bognetti, E., Wiseman, M. J., Dodds, R., Gross, J. L., & Keen, H. (1987). Effect of protein-restricted diet on renal response to a meat meal in humans. *The American Journal of Physiology*, 253(3 Pt 2), 388. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.1987.253.3.f388>
48. Vigar, C. J., & Medina, F. (2019). Does a relationship exist between the number of training or competition hours and the presence of sonographic alterations in the shoulder of CrossFit athletes? *Journal of Invasive Techniques in Physical Therapy*, 02(01), 9-17. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1681106>
49. Wołyniec, W., Ratkowski, W., Kasprowicz, K., Jastrzębski, Z., Małgorzewicz, S., Witek, K., Grzywacz, T., Żmijewski, P., & Renke, M. (2018). Glomerular filtration rate is unchanged by ultramarathon. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3207-3215. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002348>
50. Wu, G. (2016). Dietary protein intake and human health. *Food & Function*, 7(3), 1251-1265. <https://doi.org/10.1039/c5fo01530h>