

SUPLEMENTACIÓN CON PREPARADOS DE INGREDIENTES MÚLTIPLES EN PERSONAS ACTIVAS

MULTI-INGREDIENT SUPPLEMENTATION IN PHYSICALLY ACTIVE INDIVIDUALS

Recibido el 17 de noviembre de 2023 / Aceptado el 7 de diciembre de 2023 / DOI: 10.24310/riccafd.12.3.2023.17761
Correspondencia: Ferbabdoi Naclerio. f.j.naclerio@gre.ac.uk

Naclerio, F^{A-F}

Institute for Lifecourse Development, Centre for Exercise Activity and Rehabilitation School of Human Sciences. University of Greenwich, United Kingdom. f.j.naclerio@gre.ac.uk

Responsabilidades

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

■ RESUMEN

Los preparados que combinan múltiples ingredientes (MTN) constituyen una amplia gama de suplementos dietéticos que aportan simultáneamente macronutrientes, micronutrientes, aminoácidos, derivados (p. ej., L-Carnitina, β-HMB) o estimulantes (p. ej., cafeína) que pueden favorecer el rendimiento físico y la recuperación post-esfuerzo. Dependiendo de su formulación, los MTN se ingieren antes (pre-entreno), durante o después (post-entreno) del entrenamiento o competición. Las formulaciones pre-entreno están diseñadas para estimular un mejor rendimiento tanto físico como mental. Por otro lado, los suplementos post-entreno tienen como objetivo acelerar la recuperación entre sesiones y maximizar los resultados del entrenamiento (por ejemplo, hipertrofia, fuerza, etc.). La literatura científica disponible parece abogar por el uso de MTN tanto para mejorar el rendimiento durante la sesión de entrenamiento (pre-entreno) como para favorecer la recuperación (post-entreno) luego de realizar diferentes tipos de ejercicio (p. ej., fuerza, resistencia, etc.). El presente comentario describe los nutrientes más comúnmente incluidos en los MTN comercializados para ser ingeridos antes y después del ejercicio. Además, se brindan recomendaciones para seleccionar los MTN adecuados en cada caso, y se indican pautas para diseñar protocolos de suplementación basados en cantidades de nutrientes por kg de masa



corporal, como es el caso de la cafeína (pre-entreno) o de proteínas, carbohidratos y creatina (post-entreno).

■ PALABRAS CLAVE

multi ingredientes, suplementos, cafeína, proteínas, carbohidratos, rendimiento físico, recuperación.

■ ABSTRACT

Multi-ingredients (MTN) are specialised dietary supplements containing macronutrients, micronutrients, amino acids, derivatives (e.g., L-Carnitine, β -HMB) or stimulants (e.g., caffeine) which may favour exercise performance. Depending on their unique formulation, MTN are ingested before (pre-workouts), during, or after (post-workout) training or competitions. Pre-workout formulations are designed to boost energy levels and acutely increase performance. On the other hand, post-workout supplements aim to accelerate recovery between sessions and maximise training outcomes (e.g., hypertrophy or strength enhancement) when regularly administered for several weeks. The revised literature seems to advocate for using both pre- and post-workout MTN to enhance exercise capacity and hasten post-exercise recovery under different training modalities (e.g., strength or endurance). The present commentary describes the most common ingredients including in pre- and post-workout MTN formulations. Additionally, recommendations for selecting appropriate MTN supplements are provided, along with guidelines for designing supplementation protocols based on amounts per kg of body mass of the most important ingredients, such as caffeine, in case of pre-workouts or protein, carbohydrates, and creatine for post-workouts.

■ KEY WORDS

multi-nutrient supplement, caffeine, protein-based admixtures, exercise performance, recovery.

■ DEFINICIÓN DE MULTI-INGREDIENTES

Los multiingredientes (MTN) son suplementos dietéticos especializados que contienen macronutrientes, micronutrientes (por ejemplo, minerales, vitaminas o probióticos) y otras sustancias nutricionales como aminoácidos (por ejemplo, leucina) y derivados (por ejemplo, L-carnitina, β -HMB) o estimulantes (normalmente cafeína) que pueden maximizar los resultados del ejercicio (1). Los MTN se administran antes, durante o



después de una sesión de ejercicio (2), dependiendo de su formulación única y del contexto deportivo. Los MTN preentrenamiento se ingieren para aumentar de forma aguda la motivación para entrenar, el estado de alerta percibido, la concentración en la tarea y aumentar los niveles de energía (3) para lograr finalmente el mejor rendimiento posible durante los entrenamientos o las competiciones (4,5). Por otro lado, los MTN post-entrenamiento se utilizan para acelerar la recuperación (6) y, en última instancia, maximizar los efectos del entrenamiento físico (por ejemplo, ganar masa muscular, aumentar la fuerza y la capacidad funcional general) (1).

La mayoría de los MTN contienen una mezcla patentada de ingredientes de los que se espera que produzcan beneficios cuando se toman según lo descrito. Aunque el entrenamiento físico es el estímulo más eficaz para aumentar el rendimiento, se ha demostrado que la adición de algunas estrategias nutricionales (por ejemplo, MTN antes o después del entrenamiento) maximiza los resultados del ejercicio en personas físicamente activas (7).

■ EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON MÚLTIPLES INGREDIENTES PARA FAVORECER LA SALUD Y LA ADPTACIÓN AL EJERCICIO EN PERSONAS FÍSICAMENTE ACTIVAS

Preentrenamiento: La mayoría de los suplementos preentrenamiento incluyen cafeína junto con aminoácidos (por ejemplo, L-citrulina, L-tirosina, L-aurina) y derivados como el malato de citrulina, la betaína y la L-carnitina (8), aunque también pueden combinarse con cantidades modestas o pequeñas de hidratos de carbono y proteínas (Puentes-Fernández et al. 2020).

La suplementación pre-entrenamiento se ha utilizado para retrasar la fatiga (9) y mejorar la capacidad de entrenamiento en atletas de fuerza-potencia y resistencia (10). En particular, se ha demostrado que la cafeína promueve una mayor capacidad de ejercicio de fuerza o potencia (11) y de resistencia (12). El efecto ergogénico de la cafeína se ha atribuido a su acción como bloqueante de los receptores de adenosina(13), que puede servir para disminuir la percepción de fatiga (14), estimula la liberación de neurotransmisores excitatorios (acetilcolina) y, finalmente, aumenta la excitabilidad de las motoneuronas (15). Además, la ingesta de cafeína también puede prolongar la oxidación de grasas con un ahorro concomitante de glucógeno durante sesiones de ejercicio de larga duración (16). Un estudio reciente de nuestro laboratorio descubrió efectos beneficiosos de la ingesta de una dosis única de un MTN pre-entrenamiento para aumentar el volumen de entrenamiento de resistencia en hombres y mujeres de mediana edad físicamente



activos (5). El MTN administrado aportaba 400 mg (~5,2 mg/kg de masa corporal) y de cafeína, 16 g (0,21 g/kg de masa corporal) de hidratos de carbono con una elevada proporción de isomaltulosa (disacárido de liberación lenta), 9 g (0,12 g/kg de masa corporal) de proteínas junto con citrulina-malato, L-leucina, L-tirosina, L-aurina y betaína. Cabe destacar que cuando el MTN se consumía antes de las sesiones de entrenamiento de resistencia, también se observaba un aumento significativo de la oxidación de las grasas (5).

Las pruebas disponibles sugieren que los MTN preentrenamiento que aportan cafeína y otros ingredientes con cafeína (por ejemplo, extracto de yerba mate, guaraná) combinados con aminoácidos como L-leucina, L-arginina, L-tirosina o L-aurina y otros derivados nutricionales (por ejemplo, citrulina-malato, betaína y L-carnitina) pueden ser beneficiosos para mejorar la capacidad de ejercicio y retrasar la fatiga en diferentes modalidades de ejercicio, como levantar pesas (5), montar en bicicleta o correr a intensidades de moderadas a bajas (17).

Post-entrenamiento: Los suplementos MTN post-entrenamiento contienen proteínas de alta calidad (por ejemplo, suero de leche, caseína, carne de vacuno), hidratos de carbono y una variedad de ingredientes sinérgicos como creatina (18), vitamina D(19), ácidos grasos omega-3 de cadena larga (2), aminoácidos esenciales, en particular leucina (19) y derivados como β -HMB y L-carnitina (20). Las fórmulas postentrenamiento se utilizan para acelerar la recuperación tras el ejercicio y maximizar los resultados del entrenamiento (por ejemplo, aumento de masa muscular, fuerza o rendimiento de resistencia) (21).

Los efectos supuestamente superiores del MTN en comparación con la ingesta de cada ingrediente por separado se basan en su interacción sinérgica una vez que los ingredientes incluidos se ingieren como componente de una formulación especial (22). No obstante, los resultados esperados se basan en los efectos demostrados de cada ingrediente por separado. Por ejemplo, se ha demostrado que la creatina optimiza la recuperación y amplifica la capacidad de entrenamiento maximizando los resultados del entrenamiento en atletas de fuerza y resistencia (23). La vitamina D es un cofactor asociado a la función y el crecimiento muscular óptimos (24). Los ácidos grasos omega-3 de cadena larga favorecen la sensibilidad de la membrana muscular, lo que facilita la captación de aminoácidos y mejora la síntesis de proteínas musculares (25). Los extractos de proteínas de alta calidad, como el suero o la caseína, con una alta concentración de aminoácidos esenciales (>40%), en particular los aminoácidos de cadena ramificada, incluida la leucina, maximizan la síntesis de proteínas musculares y atenúan la degradación de proteínas musculares durante el ejercicio y en condiciones de reposo (18). Además, β -HMB, un metabolito de la leucina, también atenuaría



el catabolismo al tiempo que favorecería el anabolismo muscular (26), mientras que la L-carnitina optimiza la recuperación al atenuar la alteración de las membranas y, en consecuencia, aumenta el aporte de oxígeno a los músculos que trabajan (27).

Dos estudios recientes informaron de la recuperación de un rendimiento superior de fuerza y potencia en hombres jóvenes entrenados de forma recreativa al ingerir un MTN postentrenamiento que proporcionaba proteínas de suero de leche y de vacuno (6) o proteínas vegetales de arroz enriquecidas con aminoácidos (p. ej., leucina) y derivados (p. ej., β -HMB) (21) en lugar de un suplemento isocalórico que sólo proporcionaba hidratos de carbono. Parece que, independientemente de la fuente de proteínas (animal o vegetal), cuando se incluyen en el MTN cantidades equivalentes de aminoácidos esenciales (en particular leucina), cabría esperar efectos similares sobre los resultados inducidos por el ejercicio (por ejemplo, aumento de la síntesis de proteínas musculares tras el ejercicio y recuperación del rendimiento) (28). En esta línea, un metaanálisis sugirió ganancias superiores en fuerza y masa libre de grasa en individuos entrenados en resistencia que ingirieron MTN que contenía proteína de suero y creatina frente a un suplemento de comparación que sólo aportaba carbohidratos o proteínas.

Las pruebas disponibles abogan por el uso de mezclas de MTN después del entrenamiento que contengan extractos de proteínas de origen animal (suero de leche, caseína o carne de vacuno) o vegetal (enriquecidas con aminoácidos esenciales como la leucina), creatina, hidratos de carbono y pequeñas cantidades de grasa para promover la recuperación y maximizar los resultados inducidos por el ejercicio en personas físicamente activas y sanas.

■ PROTOCOLOS DE SUPLEMENTACIÓN Y RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

Suplementación previa al entrenamiento: El protocolo propuesto varía en función de la formulación elegida (por ejemplo, la cantidad de cafeína por dosis, los gramos de proteínas y carbohidratos por toma), la modalidad de ejercicio (por ejemplo, fuerza o resistencia) y la duración de las sesiones de entrenamiento (por ejemplo, más cortas o más largas de 1 hora). La cafeína, el principal componente de la mayoría de los MTN preentrenamiento (8), se absorbe rápidamente (entre 5 y 15 minutos) y alcanza su punto máximo entre 40 y 80 minutos después de la ingesta (29). Se espera que los efectos ergogénicos del MTN sean perceptibles en 15 minutos, y que duren hasta 60 a 80 minutos después de la ingestión. Por lo tanto, para disciplinas de larga duración (por ejemplo, maratones), la administración de MTN pre-entrenamiento



a base de cafeína inmediatamente antes de empezar o durante el ejercicio puede ser más ventajosa que ingerirlos entre 60 y 30 minutos antes (29). Por lo tanto, para sesiones de ejercicio de larga duración (>1 hora), los suplementos pre-entrenamiento pueden ingerirse 1 hora antes (buscando efectos ergogénicos más tempranos) o inmediatamente antes (buscando efectos ergogénicos hacia la mitad y el último segmento del entrenamiento) o en algún momento durante la sesión, para mantener los efectos esperados de mejora del rendimiento en actividades de ejercicio de larga duración (> 90 min). Por el contrario, para sesiones de entrenamiento más cortas (~45 min a ~1 hora), los suplementos pre-entrenamiento pueden ingerirse entre 1 hora, 30 o 15 minutos antes del entrenamiento.

Las dosis típicas de MTN pre-entrenamiento deben proporcionar entre 3 y 6 mg/kg de masa corporal de cafeína. Esta cantidad está dentro del rango de efectos ergogénicos de la cafeína (30). Los MTN con cafeína suelen contener nutrientes sinérgicos como la L-tirosina. Además, para favorecer una glucemia estable y atenuar los efectos catabólicos inducidos por el ejercicio durante los entrenamientos, algunos MTN pre-entrenamiento también pueden contener hidratos de carbono (~0,20 g/kg) y proteínas (~0,15 g/kg) (5).

Suplementación post-entrenamiento: Aunque varios estudios han empleado dosis absolutas (por ejemplo, de 30 a 60 g) (10), es muy recomendable ajustar el protocolo de ingestión en función de la masa corporal (g/kg) de cada persona. La dosis exacta dependerá de la formulación del suplemento teniendo en cuenta las proporciones de hidratos de carbono, proteínas y otros ingredientes clave como la creatina. Por ejemplo, el MTN postentrenamiento con 0,30 a 0,45 hasta 0,60 g/kg de carbohidratos, 0,20-0,30 hasta 0,50 g/kg de proteína de alta calidad como suero de leche, carne de vacuno o una fuente completa de proteína vegetal (como arroz o guisantes) administrada con una proporción 1:1 o 2:1 de CHO/proteína y enriquecida con aminoácidos, ha demostrado ser eficaz para optimizar la recuperación y los resultados del ejercicio en atletas que entrenan con resistencia (6,21). Además, la dosis diaria mínima eficaz de suplementos de creatina se ha establecido en 0,03 g/kg de masa corporal (23). Sin embargo, para maximizar los beneficios fisiológicos atribuidos a la suplementación con creatina, actualmente se recomiendan dosis diarias más elevadas, de hasta 0,1 gramos por kilogramo de masa corporal (23,31).

En general, cuando se ingiere de forma constante durante al menos cuatro semanas, una única ingesta postentrenamiento administrada en los 20 minutos posteriores a la sesión de entrenamiento sería adecuada para acelerar y optimizar los resultados de rendimiento. Las ingestas adicionales (como las realizadas después del desayuno, antes



de dormir y durante los días en que no se entrena) deben examinarse individualmente al integrarlas en la dieta habitual.

■ RECOMENDACIONES ADICIONALES

Al considerar los suplementos MTN, conviene tener en cuenta que muchos de los productos disponibles en el mercado se fabrican como parte de una mezcla patentada con cantidades no reveladas de cada ingrediente. No obstante, un análisis minucioso de la composición del producto permite al consumidor conocer todas las cantidades de ingredientes y, por tanto, evaluar si el producto incluye las dosis adecuadas para los efectos reivindicados de cada ingrediente. Debe prestarse especial atención a los ingredientes específicos que puedan estar infradosificados (por ejemplo, la creatina). En este sentido, para lograr los beneficios esperados, los consumidores pueden tener la opción de combinar la suplementación con MTN con otros productos. Por otro lado, conocer la cantidad de ingredientes (p. ej., cafeína, proteínas, PUFA o hidratos de carbono) permitirá a los consumidores reconsiderar el diseño de la dieta, incluyendo una selección de alimentos y un horario más adecuados para cada comida diaria.

Hasta la fecha, la bibliografía científica disponible sugiere que la mayoría de los MTN disponibles en el mercado son seguros y que los efectos adversos notificados son mínimos, por no decir inexistentes (32). No obstante, cabe mencionar que la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha han analizado el impacto de los MTN en el rendimiento, la función muscular o los indicadores generales de salud (por ejemplo, marcadores hematológicos, presión arterial o frecuencia cardíaca) durante periodos relativamente cortos (aproximadamente ocho semanas) sin un examen exhaustivo de la dieta. Por lo tanto, en futuros estudios debería considerarse la posibilidad de realizar estudios más prolongados con una integración adecuada del MTN en la dieta y la identificación de las respuestas individuales a diversos protocolos de suplementación administrados en cantidades relativas (g/kg de masa corporal).

■ AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Equipo de Investigación en Ciencias del Deporte del Centro para la Actividad Física y la Rehabilitación su firme apoyo y su valiosa cooperación en todos los proyectos de nutrición deportiva llevados a cabo en el centro.



■ CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses relacionado con el contenido de este manuscrito.

■ FINANCIACIÓN

No hay financiación asociada a la elaboración del presente manuscrito.

Declaración de disponibilidad de los datos: NA.

■ REFERENCIAS

1. Bell KE, Snijders T, Zulyniak M, Kumbhare D, Parise G, Chabowski A, et al. A whey protein-based multi-ingredient nutritional supplement stimulates gains in lean body mass and strength in healthy older men: A randomized controlled trial. *PLoS One*. 2017;12(7):e0181387.
2. O'Bryan KR, Doering TM, Morton RW, Coffey VG, Phillips SM, Cox GR. Do multi-ingredient protein supplements augment resistance training-induced gains in skeletal muscle mass and strength? A systematic review and meta-analysis of 35 trials. *Br J Sports Med*. 2020;54(10):573-81.
3. Hoffman JR, Kang J, Ratamess NA, Hoffman MW, Tranchina CP, Faigenbaum AD. Examination of a pre-exercise, high energy supplement on exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr*. 2009; 2(6):<https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-2>
4. Damas F, Phillips S, Vechin FC, Ugrinowitsch C. A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. *Sport Med*. 2015;45(6):801-7.
5. Puente-Fernández J, Seijo M, Larumbe-zabala E, Jiménez A, Liguori G, Rossato CJL, et al. Effects of Multi-Ingredient Preworkout Supplementation across a Five-Day Resistance and Endurance Training Microcycle in Middle-Aged Adults. *Nutrients*. 2020;12(12):1-19.
6. Naclerio F, Larumbe-Zabala E, Cooper K, Seijo M. Effects of a multi-ingredient beverage on recovery of contractile properties, performance, and muscle soreness after hard resistance training sessions. *J Strength Cond Res*. 2020 Feb;1.
7. McKendry J, Currier BS, Lim C, McLeod JC, Thomas ACQ, Phillips SM. Nutritional supplements to support resistance exercise in countering the sarcopenia of aging. *Nutrients*. 2020;12(7):1-29.
8. Jagim AR, Harty PS, Camic CL. Common ingredient profiles of multi-ingredient pre-workout supplements. *Nutrients*. 2019;11:254.
9. Ratamess NA, Hoffman JR, Ross R, Shanklin M, Faigenbaum AD, Kang J. Effects of an amino acid/creatine energy supplement on the acute



hormonal response to resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007;17(6):608-23.

10. Puente-Fernández J, Larumbe-Zabala E, Jiménez A, Liguori G, Rosato CJL, Mayo X, et al. No impact of combining multi-ingredient supplementation with exercise on body composition and physical performance, in healthy middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol.* 2023 Feb 1;172.

11. Grgic J, Trexler ET, Lazinica B, Pedisic Z. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1).

12. Southward K, Rutherford-Markwick KJ, Ali A. The Effect of Acute Caffeine Ingestion on Endurance Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine.* 2018 Aug 1;48(8):1913-28.

13. Davis JM, Zhao Z, Stock HS, Mehl KA, Buggy J, Hand GA. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2003;284:R399-404.

14. Hespel P, Maughan RJ, Greenhaff PL. Dietary supplements for football. *J Sports Sciences.* 2006;24(7):749-61.

15. Rekling JC, Funk GD, Bayliss DA, Dong XW, Feldman JL. Synaptic control of motoneuronal excitability. *Physiol Rev.* 2000;80:767-852.

16. Burke LM, Angus DJ, Cox GR, Cummings NK, Febbraio MA, Gawthorn K, et al. Effect of fat adaptation and carbohydrate restoration on metabolism and performance during prolonged cycling. *J Appl Physiol (1985).* 2000/11/25. 2000;89(6):2413-21.

17. Alkhatib A, Seijo M, Larumbe E, Naclerio F. Acute effectiveness of a “fat-loss” product on substrate utilization, perception of hunger, mood state and rate of perceived exertion at rest and during exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015 Nov;12(1):44.

18. Naclerio F, Larumbe-Zabala E. Effects of Whey Protein Alone or as Part of a Multi-ingredient Formulation on Strength, Fat-Free Mass, or Lean Body Mass in Resistance-Trained Individuals: A Meta-analysis. *Sports Med.* 2015/09/26. 2016;46(1):125-37.

19. Wageh MAI, Fortino SA, McGlory C, Kumbhare D, Phillips SM, Parise G. The Effect of a Multi-ingredient Supplement on Resistance Training-induced Adaptations. *Med Sci Sports Exerc.* 2021;53(8).

20. Naclerio F, Larumbe-Zabala E, Cooper R, Allgrove J, Earnest CPP. A multi-ingredient containing carbohydrate, proteins L-glutamine and L-carnitine attenuates fatigue perception with no effect on performance, muscle damage or immunity in soccer players. *PLoS One.* 2015;10(4):e0125188.

21. Naclerio F, Seijo M, Earnest CP, Puente-Fernández J, Larumbe-Zabala E. Ingesting a Post-Workout Vegan-Protein Multi-Ingredient Expedites



Recovery after Resistance Training in Trained Young Males. *J Diet Suppl.* 2021;18(6):698-713.

22. Liao CD, Tsauo JY, Wu YT, Cheng CP, Chen HC, Huang YC, et al. Effects of protein supplementation combined with resistance exercise on body composition and physical function in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2017 Oct;106(4):1078-91.

23. Cooper R, Naclerio F, Allgrove J, Jimenez A. Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. *J Int Soc Sports Nutr [Internet].* 2012/07/24. 2012;9(1):33.

24. Chiang C m, Ismaeel A, Griffis RB, Weems S. Effects of vitamin D supplementation on muscle strength in athletes: A systematic review. *J Strength Cond Res.* 2017;31(2):566-74.

25. Smith GI, Atherton P, Reeds DN, Mohammed BS, Rankin D, Rennie MJ, et al. Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: A randomized controlled trial. *Am J Cl Nut* 2011;93(2):402-12.

26. Kraemer WJ, Hooper DR, Szivak TK, Kupchak BR, Dunn-Lewis C, Comstock BA, et al. The Addition of Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate and Isomaltulose to Whey Protein Improves Recovery from Highly Demanding Resistance Exercise. *J Am Coll Nutr.* 2015;34(2):91-9.

27. Spiering BA, Kraemer WJ, Vingren JL, Hatfield DL, Fragala MS, Ho JY, et al. Responses of criterion variables to different supplemental doses of L-carnitine L-tartrate. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):259-264.

28. Joy JM, Lowery RP, Wilson JM, Purpura M, De Souza EO, Wilson SM, et al. The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutr J* 2013;12(1):86.

29. Guest NS, VanDusseldorp TA, Nelson MT, Grgic J, Schoenfeld BJ, Jenkins NDM, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2021;18(1):1-37.

30. Pickering C, Grgic J. Caffeine and Exercise: What Next? *Sport Med.* 2019;49(7):1007-30.

31. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:18.

32. Harty PS, Zabriskie HA, Erickson JL, Molling PE, Kerksick CM, Jagim AR. Multi-ingredient pre-workout supplements, safety implications, and performance outcomes: A brief review. Vol. 15, *J Int Soc Sports.* 2018. p. 1-28.