

En este artículo se explican los beneficios de los flavonoides en el rendimiento deportivo

# Efectos de los flavonoides cítricos sobre el rendimiento en el ejercicio de atletas

Revisión de evidencia clínica

**S. Bell**  
BioActor

## INTRODUCCIÓN

La nutrición deportiva y los suplementos nutricionales destinados a mejorar el rendimiento y la recuperación del ejercicio son comúnmente utilizados por los atletas [1, 2 y 3]. Por ejemplo, se consumen alimentos con alto contenido de carbohidratos y proteínas para reponer el almacenamiento de energía [4]. Aunque el deporte es beneficioso para mejorar el rendimiento y prevenir varias afecciones patológicas, como enfermedades cardiovasculares, diabetes de tipo II, síndrome metabólico y enfermedades neurodegenerativas, también induce la producción de especies de oxígeno reactivo (ERO), que está asociado con varias patologías [5 y 6, 7, 8 y 9]. El ejercicio extenuante aumenta la producción de especies radicales de oxígeno (ERO), que provocan daños en la fibra muscular, la que produce fatiga muscular [10]. Sin embargo, cada vez hay más pruebas que sugieren que la presencia de un pequeño estímulo, como la baja concentración de ROS, es capaz de expresar la transcripción de los principales genes antioxidantes. Los enzimas como el superóxido dismutasa y el glutatión son importantes defensas antioxidantes que protegen a las células del estrés oxidativo inducido por los radicales [9]. El ejercicio físico moderado actúa como un estimulador de las defensas antioxidantes del cuerpo, contra el daño oxidativo [11, 12]. La suplementación dietética con antioxidantes puede ser una estrategia efectiva, teniendo en cuenta los efectos de barrido (*scavenging*) de los radicales libres que podrían conducir

a una reducción del daño muscular causado por el ejercicio prolongado [13 y 14].

## FLAVONOIDES Y EL RENDIMIENTO DEL EJERCICIO

Los polifenoles, incluidos los flavonoides derivados principalmente de la fruta, han sido de interés debido a sus efectos antioxidantes y antiinflamatorios [9]. Estudios previos demostraron que los polifenoles derivados de las granadas, las cerezas y los arándanos reducen el dolor muscular y mejoran la fuerza muscular después del ejercicio excéntrico [15, 16, 17 y 18]. Además de los beneficios potenciales en la recuperación muscular, se ha demostrado que la administración de suplementos de flavonoides mejora el rendimiento del ejercicio de resistencia en humanos [5, 6, 19 y 20]. La administración de suplementos de antioxidantes que contienen flavonoides ha demostrado mejorar significativamente el rendimiento en el ciclismo de alta intensidad, con un mejoramiento de la producción de potencia [19]. Sin embargo, la administración de suplementos antioxidantes sin flavonoides no mejoró significativamente el rendimiento en el ciclismo de alta intensidad, lo que sugiere que los flavonoides son un factor clave para mejorar la potencia [19]. Otro punto de interés es la asociación que se ha realizado con la estimulación de la producción de óxido nítrico y la mejora de la función endotelial con diferentes flavonoides, incluyendo hesperidina [21]. El óxido nítrico actúa sobre las células del músculo liso en la pared arterial, causando vasodilatación y, por lo tanto, mejorando el flujo sanguíneo y reduciendo la presión arterial [22 y 23]. Durante el ejercicio, esto permite un aumento en el transporte de oxígeno y nutrientes a los músculos y elimina metabolitos que causan fatiga en ejercicios prolongados [24, 25 y 26]. Además, el aumento del flujo sanguíneo se conserva después del ejercicio, mejorando la recuperación de lo mismo [25].

El óxido nítrico también tiene una función de señalización fisiológica en el consumo de oxígeno mitocondrial, otro factor que tiene un efecto sobre la fatiga muscular y en el rendimiento del ejercicio [26 y 27]. El óxido nítrico tiene un efecto en la función mitocondrial humana basal, así como en el consumo de oxígeno en todo el cuerpo durante el ejercicio, debido a una disminución de la fuga de protones mitocondriales, lo que explica el aumento de la eficiencia mitocondrial [27].

Los estudios previos muestran resultados prometedores sobre los efectos de los flavonoides en el rendimiento del ejercicio. Sin embargo, no se han realizado investigaciones clínicas concluyentes para explorar los beneficios directos de los flavonoides cítricos en el rendimiento del ejercicio en atletas entrenados [8].

## WATTS'UP®, FLAVONOIDE CÍTRICO CLÍNICAMENTE VALIDADO PARA EL RENDIMIENTO DEL EJERCICIO.

WATTS'UP® es un ingrediente innovador desarrollado por BioActor y distribuido por Vivatis Farma. WATTS'UP® es un

extracto de citrus sinensis que ha sido estandarizado por su contenido de flavonoides. Una dosis diaria de 500 mg de WATTS'UP® ha sido clínicamente probada en atletas entrenados. El objetivo del estudio clínico, doble ciego y con placebo, fue dilucidar si la suplementación con WATTS'UP® durante 4 semanas mejoró la fuerza durante una prueba de ciclismo. Todos los rendimientos se realizaron con equipos de precisión, también utilizados por el Equipo olímpico holandés de ciclismo.

Además, dos ensayos abiertos (*open label studies*) identificaron aún más la acción de WATTS'UP® en la Fuerza máxima (*peak force*) y desarrollo de la fuerza (*Rate of Force Development*), lo que lo convierte en el ingrediente ideal para una gran variedad de deportes ergogénicos y entrenamientos.

## ESTUDIO IN VITRO: MODO DE ACCIÓN

El estudio *in vitro* mostró un aumento del 25 % en la respiración mitocondrial con WATTS'UP®, que muestra una mayor eficacia del uso de oxígeno en las mitocondrias.

Más oxígeno en la sangre se transforma en energía potencial.

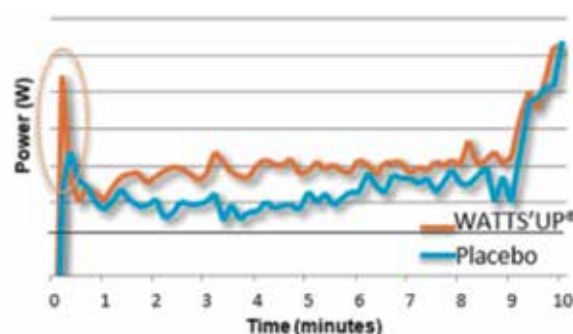
## BIODISPONIBILIDAD

WATTS'UP® fue desarrollado específicamente para obtener una biodisponibilidad alta. Un estudio de biodisponibilidad mostró que WATTS'UP® es absorbido por el cuerpo pocos minutos después de la ingestión. Además, los metabolitos activos permanecen disponibles durante varias horas. Esta alta biodisponibilidad ofrece un gran potencial para aumentar significativamente el rendimiento directamente desde los primeros minutos, y luego garantizar la potencia mantenida durante los entrenamientos de intervalo de alta intensidad y entrenamientos de resistencia.

## POTENCIA AERÓBICA Y ANAERÓBICA

En el estudio clínico se observó un efecto de tratamiento significativo en el grupo WATTS'UP®, con un fuerte aumento en la potencia anaeróbica al inicio del ejercicio, seguida

FIGURA 1. Efecto de la suplementación del WATTS'UP® medida en 4 semanas en una prueba de rendimiento completo



de una potencia aeróbica superior sostenida durante todo el entrenamiento. En la Figura 1 se muestra el aumento de potencia inmediata y el aumento de la resistencia.

Además de la potencia de salida, se midió el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ). El consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  max) permanece inalterado en combinación con una mayor potencia de salida, por lo tanto, respalda la función de WATTS'UP® en el proceso de mantenimiento del oxígeno en el músculo, en lugar de aumentar solo el suministro de oxígeno.

### FUERZA MÁXIMA (PEAK FORCE)

La fuerza máxima es la potencia mecánica más alta, o la fuerza máxima entregada en los tres primeros segundos de ejercicio. Tanto en el estudio clínico como en uno de los ensayos abiertos, se observó un aumento significativo en el rendimiento máximo de fuerza después de la suplementación durante cuatro semanas.

### DESARROLLO DE LA FUERZA

El desarrollo de la fuerza es la capacidad de generar la fuerza máxima en un tiempo mínimo. Para la fuerza explosiva, se necesita un desarrollo de la fuerza mayor. Por lo tanto, este parámetro es importante para una gran variedad de deportes, como el salto de altura y el esprint, pero también en el entrenamiento de fuerza o resistencia.

Generalmente, durante los ejercicios explosivos de levantamiento de pesos (por ejemplo, peso muerto), un atleta con un desarrollo de la fuerza alto podrá generar una cantidad significativa de fuerza en un movimiento explosivo y, por lo tanto, levantar con éxito cargas pesadas contra la gravedad. Los atletas con la misma fuerza absoluta máxima y con un desarrollo de fuerza bajo, no podrán levantar la barra sobre sus cabezas. El segundo ensayo abierto mostró un aumento de desarrollo de fuerza después de 4 semanas de suplementación de WATTS'UP®.

### CONCLUSIÓN

La suplementación con WATTS'UP®, un extracto de flavonoide cítrico estandarizado, ha demostrado mejorar el rendimiento del ejercicio en atletas. WATTS'UP® aumenta la potencia aeróbica y anaeróbica a través de un efecto directo sobre la eficiencia del uso de oxígeno en las mitocondrias. En resumen, WATTS'UP® muestra resultados positivos en la fuerza máxima, el desarrollo de la velocidad de la fuerza y la resistencia, por lo que es el candidato ideal a suplemento deportivo tanto para los atletas entrenados como para las personas activas que desean obtener más de sus entrenamientos.

#### Referencias

[1] Burke, L.M. and Read, R.S.D. (1993) Dietary Supplements in Sport. *Sports Medicine* 15(1), 43-65.  
 [2] Froiland, K., Koszewski, W., Hingst, J. and Kopecky, L. (2004) Nutritional Supplement Use among College Athletes and Their Sources of Information. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 14(1), 104-120.

[3] Tscholl, P., Alonso, J.M., Dollé, G., Junge, A. and Dvorak, J. (2010) The Use of Drugs and Nutritional Supplements in Top-Level Track and Field Athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 38(1), 133-140.  
 [4] Reid, K. (2013) Performance Food: Promoting foods with a functional benefit in sports performance. *Nutrition Bulletin* 38(4), 429-437.  
 [5] Davis, J.M., Carlstedt, C.J., Chen, S., Carmichael, M.D. and Murphy, E.A. (2010) The dietary flavonoid quercetin increases  $VO_2$  max and endurance capacity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 20(1), 56-62.  
 [6] Davis, J.M., Murphy, E.A., Carmichael, M.D. and Davis, B. (2009) Quercetin increases brain and muscle mitochondrial biogenesis and exercise tolerance. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 296(4), R1071-R1077.  
 [7] Halliwell, B. (1991) Reactive oxygen species in living systems: Source, biochemistry, and role in human disease. *The American Journal of Medicine* 91(3, Supplement 3), S14-S22.  
 [8] Malaguti, M., Angeloni, C. and Hrelia, S. (2013) Polyphenols in Exercise Performance and Prevention of Exercise-Induced Muscle Damage. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013, 825928.  
 [9] Masella, R., Di Benedetto, R., Vari, R., Filesi, C. and Giovannini, C. (2005) Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione-related enzymes. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 16(10), 577-586.  
 [10] Peternej, T.-T. and Coombes, J.S. (2011) Antioxidant Supplementation during Exercise Training. *Sports Medicine* 41(12), 1043-1069.  
 [11] Gomez-Cabrera, M.-C., Domenech, E. and Viña, J. (2008) Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radical Biology and Medicine* 44(2), 126-131.  
 [12] Powers, S.K., Nelson, W.B. and Hudson, M.B. (2011) Exercise-induced oxidative stress in humans: Cause and consequences. *Free Radical Biology and Medicine* 51(5), 942-950.  
 [13] Myburgh, K. H. (2014). Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress? *Sports Medicine, Suppl1*, S57-70.  
 [14] Sachdev, S. and Davies, K.J. (2008) Production, detection, and adaptive responses to free radicals in exercise. *Free Radical Biology and Medicine* 44(2), 215-223.  
 [15] Bowtell, J.L., Sumners, D.P., Dyer, A., Fox, P. and Mileva, K.N. (2011) Montmorency cherry juice reduces muscle damage caused by intensive strength exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43(8), 1544-1551.  
 [16] McLeay, Y., Barnes, M.J., Mundel, T., Hurst, S.M., Hurst, R.D. and Stannard, S.R. (2012) Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 9(1), 19.  
 [17] Trombold, J.R., Barnes, J.N., Critchley, L. and Coyle, E.F. (2010) Ellagitannin consumption improves strength recovery 2-3 d after eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42(3), 493-498.  
 [18] Trombold, J.R., Reinfeld, A.S., Casler, J.R. and Coyle, E.F. (2011) The effect of pomegranate juice supplementation on strength and soreness after eccentric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25(7), 1782-1788.  
 [19] MacRae, H.S. and Mefferd, K.M. (2006) Dietary antioxidant supplementation combined with quercetin improves cycling time trial performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16(4), 405-419.  
 [20] Nieman, D.C., Williams, A.S., Shanelly, R.A., Jin, F., McAnulty, S.R., Triplett, N.T., Austin, M.D., and Henson, D.A. (2010) Quercetin's influence on exercise performance and muscle mitochondrial biogenesis. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42(2), 338-345.  
 [21] Rizza, S., Muniyappa, R., Iantorno, M., Kim, J.A., Chen, H., Pullikotil, P., Senese, N., Tesaro, M., Lauro, D., Cardillo, C. and Quon, M.J. (2011) Citrus polyphenol hesperidin stimulates production of nitric oxide in endothelial cells while improving endothelial function and reducing inflammatory markers in patients with metabolic syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 96(5), E782-E792.  
 [22] Cooke, M., John, P., Dzau, M. and Victor, J. (1997) Nitric oxide synthase: role in the genesis of vascular disease. *Annual Review of Medicine* 1, 489-509.  
 [23] Umans, J.G. and Levi, R. (1995) Nitric oxide in the regulation of blood flow and arterial pressure. *Annual Review of Physiology* 57, 771-790.  
 [24] Bescós, R., Sureda, A., Tur, J.A. and Pons, A. (2012) The effect of nitric-oxide-related supplements on human performance. *Sports Medicine* 2, 99-117.  
 [25] Bloomer, R.J. (2010) Nitric oxide supplements for sports. *Strenght & Conditioning Journal* 2, 14-20.  
 [26] Wylie, L.J., Mohr, M., Krstrup, P., Jackman, S. R., Ermidis, G., Kelly, J., Black, M.I., Bailey, S.J., Vanhatalo, A. and Jones, A.M. (2013) Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology* 7, 1673-1684.  
 [27] Larsen FJ, Schiffer TA, Borniquel S, Sahlin K, Ekblom B, Lundberg JO, Weitzberg E (2011) Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell Metab* 13:149-159