

# SEBBM DIVULGACIÓN

## LA CIENCIA AL ALCANCE DE LA MANO

### Ejercicio físico y estrés oxidativo: una espada de doble filo

DOI: [http://dx.doi.org/10.18567/sebbmdiv\\_RPC.2018.09.1](http://dx.doi.org/10.18567/sebbmdiv_RPC.2018.09.1)

Antoni Sureda

Grupo en Nutrición Comunitaria y Estrés Oxidativo y CIBEROBN, Departamento de Biología Fundamental y Ciencias de la Salud, Universidad de las Islas Baleares



#### Biografía

*Antoni Sureda Gomila estudió la licenciatura de Bioquímica y la de Biología en la Universidad de las Islas Baleares y se doctoró en el programa de Nutrición Molecular por la misma Universidad. Ha realizado diversas estancias en otras universidades destacando la Universidad de Heidelberg (Alemania) o la Universidad Autónoma de Nuevo León (México). Actualmente es Profesor Titular del área de bioquímica con docencia en los Grados de Biología y de Bioquímica, en el máster oficial en Nutrición y Alimentación Humana y participa en el programa de doctorado en Nutrición y Ciencias de los Alimentos. Es miembro del grupo en Nutrición Comunitaria y Estrés Oxidativo y CIBEROBN (Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición). En especial, el grupo está interesado en los efectos de la dieta mediterránea sobre biomarcadores de estrés oxidativo en células inmunitarias sanguíneas y plasma, utilizando el ejercicio como modelo o como factor preventivo del riesgo cardiovascular.*

<http://www.sebbm.es/>

#### HEMEROTECA:

[http://www.sebbm.es/ES/divulgacion-ciencia-para-todos\\_10/la-ciencia-al-alcance-de-la-mano-articulos-de-divulgacion\\_29](http://www.sebbm.es/ES/divulgacion-ciencia-para-todos_10/la-ciencia-al-alcance-de-la-mano-articulos-de-divulgacion_29)

#### Resumen

**La práctica de ejercicio físico conlleva numerosos beneficios para el organismo, aunque también induce la generación de especies reactivas que pueden alterar las macromoléculas, pudiendo derivar en una situación de estrés oxidativo. En este documento, explico brevemente esta función dual del ejercicio físico y la importancia de las especies reactivas como señales celulares.**

#### Summary

**The practice of physical activity entails numerous beneficial effects for the organism but also induces the generation of reactive species that can alter macromolecules and lead to a situation of oxidative stress. In this document, I briefly explain this dual function of physical activity and the importance of reactive species as cellular signals.**

Los hábitos de vida de las sociedades occidentales fomentan comportamientos sedentarios perjudiciales para la salud. En este sentido, la inactividad física se considera uno de los mayores factores de riesgo asociados a la enfermedad cardiovascular (1). De hecho, una persona sedentaria presenta mayor riesgo de padecer obesidad, diabetes, tener el colesterol alto o sufrir un infarto de miocardio. Para hacer frente

a esta situación, la práctica de ejercicio físico es altamente recomendada por sus efectos beneficiosos para la salud. Sin embargo, el ejercicio provoca un aumento significativo en la generación de especies reactivas de oxígeno, abreviadas como EROs, las cuales poseen elevado potencial oxidante. En ese sentido, la pregunta que deberíamos hacernos sería ¿es realmente saludable la práctica de ejercicio físico?

Para empezar, deberíamos exponer qué se entiende por estrés oxidativo y cuál es su importancia biológica. El oxígeno molecular ( $O_2$ ), que por una parte es esencial para la vida, por otra puede ser convertido a especies reactivas oxidantes mediante una gran variedad de procesos celulares como son el propio metabolismo respiratorio, la función inmune o el comienzo y progresión de determinadas patologías. Estas especies moleculares son altamente reactivas y entre ellas destacan el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), el anión superóxido ( $O_2^-$ ) y el radical hidroxilo ( $OH^\cdot$ ). En condiciones normales, estas especies son desactivadas por medio de una batería de defensas antioxidantes endógenas. Entre estas defensas antioxidantes destacan las enzimas y otras proteínas antioxidantes como son la catalasa, la glutatión peroxidasa y la superóxido dismutasa, y proteínas antioxidantes como las UCPs (también denominadas "Proteínas Desacoplantes"), que controlan la generación mitocondrial de EROs. Además, encontramos antioxidantes de bajo peso molecular, como el glutatión reducido (GSH) o las

vitaminas C y E. Sin embargo, en el caso que se produzca un exceso en la producción de EROs, estas defensas pueden resultar insuficientes y verse sobrepasadas, apareciendo así una situación de estrés oxidativo. Por otro lado, estas especies reactivas no solo presentan acciones perjudiciales para el organismo, sino que a concentraciones bajas-moderadas actúan como mensajeros celulares activando vías sensibles al estado redox. Así, por ejemplo, la formación en reposo de  $O_2^-$  en el músculo esquelético es pequeña, pero aumenta significativamente durante la contracción muscular. Al  $O_2^-$  y al  $H_2O_2$  se les atribuye una función en la señalización celular, hecho que no ocurre con  $OH^{\cdot}$  ya que con su alta reactividad y baja vida media es prácticamente indetectable en condiciones basales de normalidad. Esa última especie aumenta durante un ejercicio agotador y se relaciona con la fatiga muscular. Esta doble acción de las EROs, que se asemeja a una espada de doble filo, nos lleva a la definición de "hormesis", donde niveles muy bajos de EROs no tendrían ningún efecto fisiológico, niveles medios/moderados inducirían respuestas adaptativas asociadas a la acción señalizadora y niveles elevados serían perjudiciales al ser capaces de dañar componentes celulares (2) (Figura 1).

De manera específica, la práctica de

ejercicio físico supone un aumento, incluso superior a diez veces, del consumo de oxígeno, lo que a su vez implica un aumento significativo en la tasa de producción de EROs. Así, si bien un episodio puntual de ejercicio aeróbico y anaeróbico, sobre todo si es de elevada intensidad y larga duración, pueden producir daño oxidativo y conllevar una situación de estrés oxidativo, la práctica regular de una actividad física moderada potencia las defensas antioxidantes y aporta una mayor resistencia a la aparición de estrés oxidativo (3). De acuerdo al concepto de hormesis, la presencia de pequeños estímulos, como bajas/moderadas concentraciones de especies reactivas y otras especies oxidantes, puede inducir la expresión de enzimas antioxidantes y otros mecanismos de defensa y de adaptación. Así, el ejercicio regular (entrenamiento), al provocar la presencia continuada de estímulos oxidantes, favorece la adaptación frente al estrés oxidativo inducido asociado a este mismo ejercicio, dando como resultado una mayor protección antioxidante (4). De hecho, las evidencias científicas han puesto de manifiesto que los individuos que realizan ejercicio de forma regular son menos propensos a padecer estrés oxidativo después de la realización de un ejercicio agudo en comparación con individuos no entrenados. Esta diferencia se debe a un mayor grado de activación de los enzimas

antioxidantes y una mayor síntesis de los mismos, tanto en músculo como en células sanguíneas y plasma. Tras la práctica de ejercicio se observa la activación de diversas vías de señalización celular que conducen a un aumento en la expresión de genes que codifican proteínas con función antioxidante o reparadora de macromoléculas. Es necesario señalar que la administración de suplementos antioxidantes provoca por una parte una protección frente a los efectos dañinos de las especies reactivas, pero, por otro lado, bloquea la respuesta adaptativa fisiológica al evitar la función señalizadora del  $O_2^-$  y al  $H_2O_2$  (5, 6). Para concluir, se debe indicar que la práctica de actividad física de forma regular y bien planificada actuaría como antioxidante. En contrapartida, la acumulación de estímulos oxidantes seguidos en el tiempo asociado a un ejercicio extenuante puede contribuir a la aparición de fatiga y al síndrome de sobreentrenamiento.

## Referencias

1. Ford ES, Caspersen CJ. Sedentary behaviour and cardiovascular disease: a review of prospective studies. *Int J Epidemiol.* 2012;41(5):1338-53.
2. Ferrer MD, Sureda A, Mestre A, Tur JA, Pons A. The double edge of reactive oxygen species as damaging and signaling molecules in HL60 cell culture. *Cell Physiol Biochem.* 2010;25(2-3):241-52.
3. Fernández, J. M., Da Silva-Grigoletto, M. E., & Túnez-Fiñana, I. Estrés oxidativo inducido por el ejercicio. *Revista andaluza de medicina del deporte.* 2009;2(1):19-34.
4. Radak Z, Ishihara K, Tekus E, Varga C, Posa A, Balogh L, Boldogh I, Koltai E. Exercise, oxidants, and antioxidants change the shape of the bell-shaped hormesis curve. *Redox Biol.* 2017;12:285-290.
5. Mankowski RT, Anton SD, Buford TW, Leeuwenburgh C. Dietary Antioxidants as Modifiers of Physiologic Adaptations to Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(9):1857-68.
6. González Calvo, G., & García López, D. Ejercicio físico y radicales libres, ¿es necesaria una suplementación con antioxidantes? *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fís. Dep.* 2012;12(46):369-388.

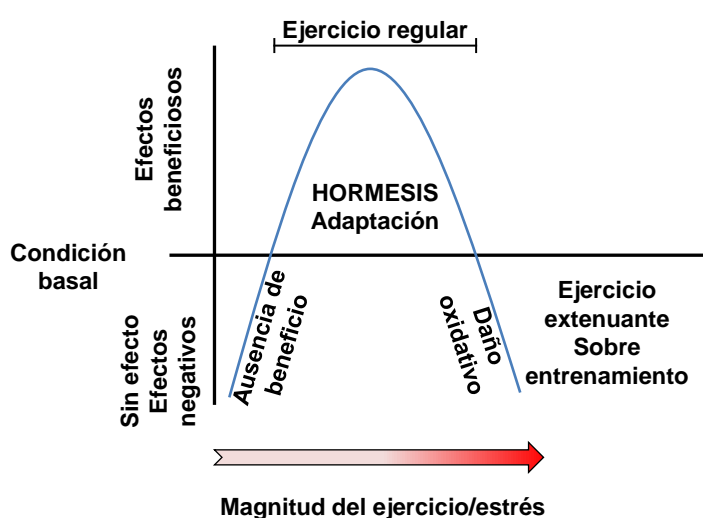


Figura. Ejercicio y hormesis.