

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?.

Is necessary the supplementation with antioxidants in athletes?

Alina Isabel María de Jesús Vieira

alinaipc@hotmail.com

Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Instituto Pedagógico de Caracas

RESUMEN

Durante el ejercicio se generan radicales y otras especies reactivas de oxígeno en el músculo en ejercicio. Para protegerse contra el daño oxidativo el cuerpo contiene un sistema de defensa antioxidante que consiste tanto de antioxidantes exógenos como endógenos. Los antioxidantes dietarios más comúnmente investigados por inhibir el daño de los radicales libres son la vitamina E, vitamina C, beta caroteno y selenio. Este artículo examina estudios en sujetos que muestran un incremento del estrés oxidativo durante el ejercicio intenso a fin de revisar la evidencia científica acerca del efecto de la suplementación con antioxidantes sobre el estrés oxidativo y la preparación física en atletas. La suplementación con antioxidantes parece reducir la peroxidación lipídica generada durante el ejercicio pero no intensifica la preparación para el ejercicio. Adicionalmente, no está claro si el ejercicio vigoroso regular incrementa la necesidad de aumentar la ingesta de antioxidantes por parte de los atletas. Así, si los atletas deben consumir suplementos antioxidantes sigue siendo controversial. Lo que está claro es la importancia de que los que realizan ejercicio regularmente u ocasionalmente consuman comidas ricas en antioxidantes.

Alina Isabel María de Jesús Vieira

Palabras clave: Suplementos antioxidantes; vitamina E, vitamina C, beta-caroteno, Selenio; ejercicio; atletas, estrés oxidativo

ABSTRACT

Muscular exercise promotes the production of radicals and other reactive oxygen species in the working muscle. To protect against exercise-induced oxidative injury exogenous dietary antioxidants interact with endogenous antioxidants to form a cooperative network of cellular antioxidants. The traditional dietary antioxidants most commonly investigated to inhibit free radical damage are vitamin E, vitamin C, beta carotene and selenium. This article examines studies of human subjects that have shown increases in oxidative stress during performance of strenuous exercise and then evaluates studies that examined whether antioxidant supplementation would reduce this stress. These studies offer some evidence as to whether participation in rigorous physical activity may increase the body's requirement for antioxidants. Supplementation with antioxidants appears to reduce lipid peroxidation but has not been shown to enhance exercise performance. Furthermore, it is currently unclear whether regular vigorous exercise increases the need for dietary intake of antioxidants of individual athletes is needed. Whether athletes should take antioxidant supplements remains controversial. However, it is important that those who exercise regularly or occasionally ingest foods rich in antioxidants.

Key words: Antioxidants supplements; vitamin E, vitamin C, beta-carotene, Selenium; Exercise, Athletes; oxidative stress

INTRODUCCIÓN

El interés por el rol que los antioxidantes juegan en la actividad física y en la preparación física incrementa día a día. Durante el ejercicio, sobre todo cuando éste es intenso, hay un incremento en la generación de radicales libres y por ende en el estrés oxidativo generado, es decir, un aumento de radicales libres y especies reactivas de oxígeno. Esos radicales libres son neutralizados por el sistema de defensa antioxidante que consiste tanto de enzimas como la catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa como de antioxidantes no enzimáticos como la vitamina A, E, C, entre otros. Es bien conocido que los complementos antioxidantes son usados por los atletas para contrarrestar el estrés oxidativo generado por el ejercicio. Ahora, si el ejercicio intenso incrementa en realidad la necesidad de antioxidantes adicionales en la dieta no está claro dado que el organismo podría ser capaz de contrarrestar cierto incremento en los radicales libres.

Este trabajo se plantea como objetivo revisar la evidencia científica acerca del efecto de la suplementación con antioxidantes como la vitamina E, C, el beta-caroteno y el selenio sobre el estrés oxidativo y la preparación física en atletas. En esta revisión de tipo documental se hará alusión a la relación entre radicales libres, ejercicio y antioxidantes; al efecto de la suplementación con antioxidantes como la vitamina C, vitamina A, vitamina E, el selenio, sobre el estrés oxidativo y la preparación física; a los niveles de antioxidantes y recomendaciones para el uso de los mismos en atletas, considerando en todo momento la evidencia a favor o en contra del uso de antioxidantes adicionales por parte del atleta.

Mientras los efectos adversos de la ingesta restringida de proteínas, grasas y carbohidratos sobre la preparación física son bien conocidos, la información acerca del impacto de una baja ingesta de vitaminas y minerales sobre la capacidad y preparación para el ejercicio en humanos es limitada (Lukaski, 2004). Dentro de las vitaminas y minerales

están los que presentan función antioxidante. Antes de adentrarnos en los principales suplementos antioxidantes empleados por atletas y los estudios que han buscado esclarecer la eficacia o no del uso de antioxidantes sobre la disminución del estrés oxidativo y la preparación física, es importante hacer referencia a qué son los radicales libres y cómo se generan durante el ejercicio.

Generación de radicales libres por el ejercicio

El ejercicio físico está asociado con un incremento de 10 a 20 veces del consumo total de oxígeno. El flujo de oxígeno en las fibras activas del músculo puede incrementar incluso de 100 a 200 veces durante el ejercicio, por lo que durante el ejercicio intenso la producción de especies reactivas de oxígeno es elevada y puede resultar en la generación de estrés oxidativo (Sen, 2001).

Los radicales libres son moléculas que poseen uno o más electrones desapareados en su orbital externo y son capaces de existir en forma independiente. Estos radicales son producidos en todas las células y tienen el potencial de reaccionar con una variedad de especies químicas ya que participan en un amplio rango de funciones biológicas (Clarkson y Thompson, 2000). Son capaces de oxidar moléculas biológicas como carbohidratos, aminoácidos, ácidos grasos y nucleótidos.

Diferentes estudios en humanos sugieren que los radicales libres incrementan durante la actividad física. Pueden ser varias las vías mediante las cuales los radicales libres son generados durante el ejercicio:

- Incrementa el consumo de oxígeno, el cual es por sí mismo un dirradical (Clarkson, 1995). Dos del 5% de oxígeno usado en la mitocondria forma radicales libres. Incrementa la fosforilación oxidativa en respuesta al ejercicio con un concomitante incremento

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

de los radicales libres (Urso y Clarkson, 2003)

- Debido a la parcial reducción del oxígeno se incrementa la producción de intermediarios como superóxidos, peróxido de hidrógeno y radicales hidróxilo (Clarkson, 1995)
- El incremento de la epinefrina y otras catecolaminas puede producir radicales de oxígeno cuando son metabólicamente inactivadas (Clarkson, 1995; Urso y Clarkson, 2003)
- La producción de ácido láctico que puede convertir radicales superóxido en radicales más dañinos como los hidroxilos (Clarkson, 1995)
- El daño muscular como consecuencia de la sobre ejercitación puede conducir a la peroxidación lipídica de las membranas e incrementar los macrófagos y los glóbulos blancos en el músculo dañado lo cual puede producir radicales libres (Clarkson, 1995).

Algunos aspectos a considerar al evaluar estrés oxidativo, nivel de antioxidantes y suplementación con antioxidantes en relación a la actividad física

Para ayudar a la comprensión de los estudios mencionados en este trabajo, se señalan los métodos más comúnmente empleados para medir el estrés oxidativo en humanos y algunas consideraciones para medir el efecto de suplementos dietarios sobre la preparación física.

No se trata simplemente de medir la generación de radicales libres en sujetos humanos directamente o *in vivo*. Determinaciones indirectas como la medición de la peroxidación lipídica se usan con rutina. El método que más comúnmente se usa para detectar la peroxidación lipídica es la medición del malondialdehído (MDA) y de los dienos conjugados en la sangre. También se emplea la medición de producción de hidrocarburos a través del pentano y etano expirado (Clarkson y Thompson, 2000). Además se pueden medir cambios en antioxidantes naturales del cuerpo

como el glutatión. El glutatión sirve como un sustrato para la glutatión peroxidasa cuya función es remover el peróxido de hidrógeno. La actividad enzimática de la glutatión peroxidasa y de otras enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa, catalasa, glutatión reductasa puede ser usada para medir cambios en el estatus antioxidante. También se pueden medir antioxidantes como la vitamina E, C, A en la sangre (Clarkson, 1995).

Los suplementos dietarios pueden ser usados por personas físicamente activas para incrementar su preparación física, mejorar su salud o reducir las consecuencias potencialmente negativas de la actividad física (Haskell y Kiernan, 2000). Medir los efectos de la suplementación dietaria sobre aspectos como la preparación física no es sencillo. Muchos estudios sobre el efecto de los suplementos no son científicamente rigurosos por lo que no son aceptados por la mayoría de los científicos, médicos, nutricionistas y deportistas. En este sentido, como indica Haskell y Kiernan (2000), uno de los métodos de investigación más confiables es el que incluye un grupo control placebo además del grupo con tratamiento, doble ciego, donde los atletas sean asignados aleatoriamente tanto al grupo con tratamiento como al grupo placebo. Se debe poder detectar un efecto estadísticamente significativo del tratamiento, si este existe, y esto puede lograrse incrementando el tamaño de la muestra, maximizando la efectividad del tratamiento, seleccionando los procedimientos apropiados (diseño experimental) intensificando la adherencia de los sujetos asignados a los grupos de estudio (Haskell y Kiernan, 2000).

Algunos efectos de la suplementación con antioxidantes sobre el estrés oxidativo y la preparación física

Los antioxidantes son agentes que actúan para prevenir las alteraciones producidas por los radicales libres en las células (Goldfarb, 1999). El cuerpo contiene un sistema de defensa antioxidante que depende del

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

consumo dietario de vitaminas antioxidantes y minerales y de la producción endógena de componentes antioxidantes (Clarkson y Thompson, 2000). Existen antioxidantes enzimáticos como la superóxido dismutasa, la glutatión peroxidasa y la catalasa. También están los antioxidantes no enzimáticos como la vitamina E, vitamina C, el glutatión, ácido úrico, ácido lipoico, ubiquinonas y carotenoides. El selenio y el zinc que son minerales esenciales también tienen función antioxidante (Powers y Hamilton, 1999; Powers y cols, 2004). Dada la variedad de antioxidantes existentes y lo amplio del tema, en esta revisión se seleccionó trabajar con los antioxidantes más conocidos o más ampliamente usados como la vitamina E, C, el beta-caroteno y selenio, en relación a su efecto sobre el estrés oxidativo y la preparación física en atletas.

Vitamina E

La vitamina E o tocoferol es el principal antioxidante liposoluble de las membranas celulares. Se encuentra en alimentos como aceites vegetales, germen de trigo, cereales integrales, semillas, nueces, hígado, pescado y huevos (Lacueva, 1995). La vitamina E protege contra la peroxidación lipídica actuando directamente sobre una variedad de radicales de oxígeno para formar un relativamente inocuo radical tocoferol (Clarkson y Thompson, 2000). Desde que se conoce la función de la vitamina E de proteger la membrana celular contra la peroxidación lipídica, los estudios se han enfocado en la habilidad de la suplementación con esta vitamina de reducir el estrés oxidativo o el daño muscular causado por el ejercicio.

Clarkson (1995) en su revisión estudia la relación entre la suplementación con vitamina E y la preparación física de atletas. Por su parte Clarkson encontró en las diferentes investigaciones donde se usaron variedad de test y diferentes dosis de vitamina E, que la preparación física no es afectada por la suplementación de esta vitamina. En ambientes de gran altura, como el usado por escaladores de montañas, donde la

peroxidación lipídica incrementa en mayor grado ante el ejercicio intenso, la vitamina E mostró efectos beneficiosos sobre la preparación física y la reducción de peroxidación lipídica. En un estudio donde prisioneros voluntarios que realizaban labores físicas fuertes fueron sometidos 13 meses a dieta baja en vitamina E (9,4 mg de tocoferol total diario), se encontró que aunque los niveles de tocoferol sanguíneo bajaron drásticamente, no hubo evidencia de daño muscular.

Clarkson y Thompson (2000), hacen referencia a estudios donde la vitamina E fue efectiva disminuyendo la peroxidación lipídica (disminución de niveles de MDA) en respuesta al ejercicio intenso. También señalan que varios estudios investigando el efecto de la vitamina E sobre la preparación para el ejercicio no encontraron efectos beneficiosos sobre la resistencia o capacidad aeróbica, incluso después de cinco meses de suplementación. El único estudio que reportó que la suplementación con vitamina E intensifica la preparación física fue realizado a gran altitud. En su revisión, Clarkson y Thompson concluyeron que la suplementación con vitamina E parece no intensificar la preparación para el ejercicio pero podría proteger contra el daño muscular inducido por el ejercicio. Similarmente, Urso y Clarkson (2003) refieren tanto estudios donde la vitamina E no influye sobre el daño muscular producido por el ejercicio como estudios que relacionan la vitamina E con un efecto protector contra el daño muscular.

En una revisión crítica realizada por Viitala y Newhouse (2004) de varias investigaciones para determinar si la suplementación con vitamina E disminuye la peroxidación lipídica inducida por el ejercicio en humanos. Se seleccionaron nueve estudios que cumplieron criterios en relación al tamaño de la muestra, intensidad del test de ejercicio, biomarcadores de peroxidación lipídica, medidas del estatus de la vitamina E, entre otros. De estos estudios, seis no mostraron un efecto de la suplementación con vitamina E, y tres mostraron efectos positivos. En este sentido la suplementación con vitamina E no parece disminuir la peroxidación lipídica inducida por el ejercicio en humanos.

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

Viitala y cols (2004) estudiaron el posible efecto protector de la suplementación con vitamina E sobre la peroxidación lipídica inducida por ejercicio de resistencia de alta intensidad. Encontraron que el test de ejercicio causó un incremento significativo en el malondialdehído pero no hubo evidencia de que la suplementación con vitamina E fuera efectiva reduciendo el daño oxidativo en comparación con el grupo placebo.

La evidencia en relación a si la vitamina E podría disminuir la peroxidación lipídica y por ende el daño muscular generado con el ejercicio intenso no es concluyente con base en los estudios analizados. Por otro lado, la vitamina E no parece influir sobre la preparación física del atleta para el ejercicio, salvo en condiciones de gran altura donde hay un mayor incremento de la peroxidación lipídica ante el ejercicio intenso.

Vitamina C

La vitamina C o ácido ascórbico se encuentra en alimentos como la guayaba, mango, lechosa, frutas cítricas, tomate, pimentón (Lacueva, 1995). Esta vitamina puede interactuar con el radical tocoferol para regenerar el tocoferol reducido. La vitamina C es hidrosoluble y puede reaccionar directamente con el radical superóxido, radicales hidroxilos y con el oxígeno simple (Clarkson y Thompson, 2000).

La vitamina C está envuelta en rutas bioquímicas importantes para el metabolismo del ejercicio y para la salud de los individuos que ejercitan. El ejercicio generalmente causa un incremento transitorio en el ácido ascórbico circulante durante las horas posteriores al ejercicio pero estos niveles llegan por debajo de los niveles previos al ejercicio los días posteriores al ejercicio prolongado. Estos cambios pueden estar asociados con el estrés oxidativo inducido por el ejercicio. No está claro si el ejercicio regular incrementa el metabolismo de la vitamina C, sin embargo, similares respuestas a la suplementación con vitamina C entre atletas y

no atletas sugiere que el ejercicio regular no incrementa el requerimiento de vitamina C en atletas (Peake, 2003).

Clarkson (1995) encontró que varios estudios bien controlados han reportado que altas dosis de vitamina C no afectan la preparación física. En un estudio donde se examinaba el efecto de la restricción de vitamina C sobre la preparación física de 12 hombres sanos se encontró que la deficiencia marginal de vitamina C no altera la preparación para el ejercicio. Por otro lado, Tauler y cols (2003) encontraron que la suplementación con vitamina C en 16 atletas de resistencia defiende del estrés oxidativo inducido por el ejercicio, evitando efectos negativos de los radicales libres sobre la integridad de los eritrocitos.

Clarkson y Thompson (2000), en su revisión reportan estudios que señalan que la suplementación con vitamina C resulta en un aumento de los depósitos de esta vitamina que es liberada a la circulación durante el ejercicio. Estudios con grupos suplementados con vitamina C y grupo placebo sugieren que la suplementación con vitamina C reduce la intensidad del daño muscular producido durante el ejercicio. Aproximadamente la mitad de los sujetos suplementados muestran más de un 33% de reducción en el daño muscular en relación con el placebo. Los resultados de los estudios con suplementación con vitamina C son diversos pero la mayoría de los estudios bien controlados no reportan efectos beneficiosos de la vitamina C sobre la resistencia o la preparación física para el ejercicio.

Urso y Clarkson (2003) encontraron que en la mayoría de los estudios bien controlados donde se desarrollaron test de ejercicio intenso, la capacidad de trabajo para realizar el ejercicio tanto del grupo suplementado como del placebo fueron similares. Otros estudios han mostrado que la suplementación con vitamina C intensifica la preparación para el ejercicio sólo en sujetos con niveles plasmáticos de vitamina C bajos. En relación al daño muscular generado por el ejercicio intenso hay tanto

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

estudios a favor como en contra de que la suplementación con vitamina C disminuye el daño muscular pero esto parece depender de la dosis empleada y la duración de la suplementación. A pesar de que la suplementación con vitamina C parece no influir en la preparación para el ejercicio, la evidencia aunque no es concluyente, sugiere que la suplementación con esta vitamina podría intervenir en la disminución del daño muscular generado por el ejercicio.

Beta-caroteno

El beta caroteno que se encuentra en frutas frescas y vegetales con coloración amarillo-naranja y en las hojas verdes, es el principal carotenoide precursor de la vitamina A, y es el que más eficientemente elimina el oxígeno simple (Clarkson y Thompson, 2000). Clarkson (1995) señala que no existe mucha evidencia de que la vitamina A está relacionada con la actividad física, sujetos sometidos a dieta deficiente en vitamina A por 6 meses no muestran alteración en su preparación física. Aguiló y cols (2003) evaluaron el efecto de diferentes intensidades de ejercicio y diferentes estatus de entrenamiento sobre antioxidantes como los carotenos en ciclistas amateur y profesionales. En general, los niveles plasmáticos de vitaminas antioxidantes y carotenos respondieron ante el ejercicio, incrementando y/o disminuyendo como consecuencia de los diferentes estatus de entrenamiento y de la diferente intensidad y duración de los test de ejercicio.

La vitamina A es tóxica y la suplementación con esta vitamina resulta peligrosa por lo que estudios para evaluar el efecto de la suplementación de vitamina A no son muy realizados. El beta-caroteno, un precursor de la vitamina A, no es tóxico y actúa como antioxidante, sin embargo no ha sido muy estudiado con respecto a su relación con la preparación física. Se necesitan más estudios que señalen la relación entre el uso de beta-carotenos y el nivel de estrés oxidativo post ejercicio en atletas.

Selenio

El selenio es un mineral que se encuentra en mariscos, guisantes, lentejas, judías, cereales integrales, vísceras, productos lácteos, verduras. El selenio es un componente esencial de la glutatión peroxidasa y otras peroxidases. El glutatión sirve como sustrato para la glutatión peroxidasa, una enzima que actúa removiendo el peróxido de hidrógeno. La glutatión peroxidasa actúa sobre la forma reducida de glutatión (GSH) para producir la forma oxidada (GSSG), y al igual que otras enzimas antioxidantes (superoxido dismutasa, catalasa, glutatión reductasa), reduce la peroxidación lipídica (Clarkson y Thompson, 2000). El selenio es un antioxidante mucho más potente que las vitaminas E, C, A y beta-caroteno, pero mucho más tóxico (Baraboi y Shestakova, 2004).

En su revisión, Clarkson y Thompson (2000) reportan un estudio donde la suplementación con selenio (100 mg/d) por 14 días, resulta en una disminución de los niveles de malondialdehído durante el ejercicio. Al estudiar el efecto de 10 semanas de suplementación con selenio (180 mg/d) o placebo durante un programa de entrenamiento de resistencia hubo poca diferencia entre el grupo suplementado y placebo en el nivel total de glutatión o GSSG en respuesta al test de ejercicio aeróbico. En otro estudio se encontró que la suplementación con selenio incrementa la actividad de la glutatión peroxidasa muscular en respuesta al ejercicio agudo Clarkson y Thompson (2000). Los estudios señalados muestran que el selenio parece ser eficaz disminuyendo el estrés oxidativo generado por el ejercicio intenso, sin embargo se deberían considerar más estudios para concluir con mayor base a este respecto.

Combinación de antioxidantes

Aguilo y cols (2004), estudiaron el efecto de la suplementación de una mezcla de antioxidantes (vitamina E y C y beta-caroteno) sobre el estado de Fe basal de 18 atletas de carreras de resistencia masculinos

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

antes y después del periodo de entrenamiento para la competencia (3 meses). El estudio fue doble ciego distribuyéndose los atletas en dos grupos: placebo (lactosa) y suplementado con antioxidantes (vitamina E, 500 mg/d; vitamina C, 1g/d; y beta caroteno, 30 mg/d). El ejercicio disminuyó la defensa antioxidante en el grupo placebo pero no en el grupo suplementado con antioxidantes. El grupo placebo mostró un estrés oxidativo mayor y una disminución en el Fe sérico (24%) y en el índice de saturación de Fe (28%) en relación al grupo suplementado por lo que los investigadores sugieren que podría existir una relación entre el metabolismo del Fe y el estrés oxidativo. El uso de esta mezcla de antioxidantes mostró un efecto positivo sobre el estrés oxidativo, disminuyéndolo.

Goldfarb y cols (2005), estudiaron el efecto del tratamiento con una combinación de antioxidantes sobre el estrés oxidativo generado por ejercicio de resistencia excéntrico en 18 mujeres entrenadas. En el estudio doble ciego, las mujeres fueron distribuidas al azar en el grupo suplementado con antioxidantes (400 UI vitamina E, 1 g vitamina C y 90 µg selenio por día) o en el grupo placebo (lactosa) y el tratamiento fue 14 días antes y 2 días después del ejercicio excéntrico de flexión de codos. Los resultados sugieren que el ejercicio realizado incrementa los biomarcadores sanguíneos de estrés oxidativo y que la suplementación con vitamina E, C y selenio puede atenuar el incremento de malondialdehído y la oxidación de proteínas.

Clarkson y Thompson (2000) en su revisión reportan estudios donde se examina el efecto de diferentes mezclas de antioxidantes. Con una mezcla de equivalentes de α -tocoferol, ácido ascórbico, beta-caroteno, o placebo y sometidos los sujetos a una caminadora eléctrica se encontró una reducción de los niveles de malondialdehído en el grupo suplementado, por lo que los resultados sugieren que esta mezcla disminuye la peroxidación lipídica. De igual forma, Chao y cols (1999) señalan un efecto positivo del uso de una mezcla de antioxidantes (vitamina E, beta-caroteno, ácido ascórbico, selenio y zinc) en relación al uso de

cada suplemento antioxidante por separado. En otro estudio después de la suplementación con Vitamina C y glutatión el incremento esperado en la GSSG por el ejercicio no es visto (Clarkson y Thompson, 2000).

Urso y Clarkson (2003) señalan que la combinación de la vitamina C y E también ha sido usada para determinar los efectos de la suplementación con antioxidantes sobre el ejercicio. Esta combinación puede resultar más efectiva que cada vitamina por separado dado que la vitamina C puede regenerar la vitamina E. Así, en un estudio que refieren, la suplementación con una mezcla de Vitamina E (400 UI) y C (200 mg) en corredores de larga distancia por 4,5 semanas antes del maratón produjo un aumento en plasma de la vitamina C y E, en relación al grupo placebo. A las 24 h después del maratón el grupo suplementado tiene niveles menores de la enzima creatina quinasa (CK) en sangre que el grupo placebo lo que puede indicar que la suplementación ofrece alguna protección contra el daño muscular inducido por el ejercicio. En un estudio con 22 corredores de ultramaratón de 50 kilómetros, la suplementación con 1000 mg de vitamina C y 300 mg de alfa-tocoferol por tres semanas, aunque no previno la inflamación, previno la peroxidación lipídica inducida por el ejercicio (Mastaloudis y cols, 2004).

Shafat y cols (2004) examinaron el efecto de la suplementación con 500 mg de vitamina C y 1200 UI de alfa-tocoferol diarios por 37 días en 30 deportistas sometidos a trescientas contracciones excéntricas máximas de los músculos extensores de la rodilla de una pierna. Aunque ambos grupos (placebo y suplementado) experimentaron similar daño muscular, el grupo suplementado mostró una disminución de la fuerza durante el ejercicio menor en relación al grupo placebo. Otro estudio referido por Urso y Clarkson (2003) no encontró beneficios de una combinación de 500 mg de vitamina C y 400 mg de vitamina E por 14 días antes de correr en caminadora, del grupo suplementado en relación al grupo placebo.

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

El efecto de la suplementación parece depender no sólo del tipo y la cantidad de suplemento administrado sino del tiempo en que se realiza el tratamiento por lo que se deberían unificar más los diseños experimentales que se realizan para poder llevar a cabo comparaciones que permitan llegar a resultados más concluyentes.

Existe evidencia tanto a favor como en contra del uso de suplementos antioxidantes tanto para la disminución del estrés oxidativo generado por el ejercicio físico como para el mejoramiento de la preparación física. Los estudios difieren en cuanto a su rigurosidad científica y aspectos como el tipo e intensidad de ejercicio realizado, la duración de la actividad física, el tiempo y la dosis empleados en la suplementación, el número de participantes en el estudio, el diseño experimental usado, los biomarcadores de estrés oxidativo determinados y el momento en que son medidos, el momento para la determinación del estatus del antioxidante, la corrección del cambio del volumen plasmático, difieren de un estudio a otro lo que dificulta llegar a establecer conclusiones claras acerca de si es necesario o no el uso de suplementos antioxidantes por parte de deportistas.

En general aunque algunos estudios sugieren que el uso de suplementos puede disminuir la peroxidación lipídica generada por el ejercicio intenso, los estudios doble ciego, con grupo suplementado y grupo placebo parecen apuntar a que los atletas no requieren el uso de suplementos, tampoco se evidencia una mejoría en la preparación física o el rendimiento del atleta al emplear los suplementos antioxidantes.

Niveles de antioxidantes en atletas y recomendaciones para su uso

En los estudios donde se ha indagado el estatus de vitaminas en atletas a partir del análisis de muestras sanguíneas, no muestran evidencia de deficiencia de vitaminas A, C o E. La mayoría de los atletas tie-

nen niveles sanguíneos adecuados o por encima de los adecuados de dichas vitaminas. El consumo de vitamina A, C y E por los deportistas se considera más que suficiente para cubrir el RDA, y la mayoría de los atletas incluso exceden el RDA para esas vitaminas. La excepción de esto son los deportistas adolescentes que bailan ballet o que participan en disciplinas como la lucha libre dado que consumen dietas restringidas en calorías para mantener pesos corporales bajos (Clarkson, 1995). En este sentido, si se reduce la ingesta de grasas, como resultado se puede reducir la ingesta de vitaminas liposolubles como la vitamina A y E.

Algunas investigaciones han cuestionado los RDA como guía para los atletas y sugieren que mayores cantidades de antioxidantes deben ser ingeridas para reducir los efectos negativos de la peroxidación lipídica, incluso sugieren suplementar con 1000 UI de vitamina E y 1000 mg de vitamina C para reducir hasta un 25% del daño en tejidos debido al ejercicio en atletas. Ahora, esas cantidades, especialmente para la vitamina E, son difíciles de obtener a partir sólo de la dieta por lo que la suplementación sería necesaria. Otros investigadores señalan que el entrenamiento en sí intensifica el sistema de defensa antioxidante del organismo por lo que los atletas pueden estar preparados para lidiar con el daño en tejidos (Clarkson, 1995), o que el uso de suplementos de vitaminas y minerales no mejora la preparación para el ejercicio en personas que consumen dietas adecuadas (Lukaski, 2004).

Para examinar el efecto de la restricción de antioxidantes dietarios sobre el estrés oxidativo, la defensa antioxidante y la preparación para el ejercicio, 17 atletas fueron sometidos a dos test de ejercicio (40 minutos de ejercicio de alta intensidad) por separado. Antes del test inicial de ejercicio los participantes siguieron su habitual dieta alta en antioxidantes. Después, dos semanas antes del segundo test de ejercicio, siguieron una dieta restringida en antioxidantes (se redujo 3 veces el consumo de antioxidantes en relación a la dieta alta en antioxidantes). Al realizar el test de ejercicio, después de la dieta restringida en antioxidantes, los marcado-

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

res de estrés oxidativo y el tiempo de recuperación fueron mayores, aunque la capacidad antioxidante total y la concentración de antioxidantes circulantes no fueron significativamente diferentes con ambas dietas (Watson y cols, 2005). Así, Watson y cols (2005) concluyen que los atletas pueden requerir una alta ingesta de antioxidantes exógenos para contrarrestar el incremento del estrés oxidativo durante el ejercicio, pero esto puede lograrse a través de la ingesta adecuada de comidas ricas en antioxidantes.

Algunas evidencias apuntan a que los antioxidantes pueden reducir la peroxidación lipídica, sin embargo, todavía no hay certeza de qué cantidades son necesarias para obtener efectos beneficiosos. Popularmente se considera que altas dosis de vitamina C, E y beta-carotenos no son perjudiciales. Sin embargo hay aspectos a considerar (Clarkson, 1995).

La vitamina C y el beta-caroteno actúan como antioxidantes a nivel fisiológico pero a nivel farmacológico se han relacionado con efectos prooxidantes. Hay evidencia de que suplementos de vitamina C (500 mg) pueden disminuir los niveles de B12 al afectar la disponibilidad de esta vitamina a partir de la dieta (Clarkson, 1995).

Altas dosis de vitamina E pueden interferir con la absorción de vitamina A y K, mientras que cantidades de 200 a 600 mg/d parecen inocuas (Clarkson, 1995). Takanami y cols (2000) recomiendan la suplementación con 100 a 200 mg de vitamina E diarios para los atletas de resistencia para prevenir el daño oxidativo inducido por el ejercicio.

Dosis de vitamina A que excedan 50000 UI/d pueden producir toxicidad aunque altas dosis de beta caroteno, el antioxidante activo precursor de la vitamina A no es considerado tóxico. Dosis de 1 mg/d y 5 mg/d de selenio por un largo periodo han mostrado tener efectos negativos (Clarkson, 1995).

Si se considera que el organismo opera en una delicada homeostasis, megadosis de determinados nutrientes pueden afectar ese balance y los efectos negativos resultantes pueden ser evidentes mucho tiempo después (Clarkson, 1995). Por ejemplo, como refiere Zeisel (2000) las especies reactivas de oxígeno son mensajeros intermediarios en varias vías de señalización de la apoptosis. La administración de antioxidantes inhibe la apoptosis o muerte celular programada, por lo que se interferiría en procesos como la reparación del ADN y la eliminación de células dañadas como las células cancerosas.

Muchos nutricionistas del deporte recomiendan obtener las cantidades adecuadas de antioxidantes de la dieta y consideran que los atletas pueden seleccionar inteligentemente sus comidas. En caso de los atletas requerir suplementos de vitaminas o minerales, éstos no deben contener más del RDA recomendado. En contraste otros expertos consideran que hay suficiente información para sugerir que los atletas suplementen sus dietas con antioxidantes que excedan el RDA (Clarkson, 1995).

Por otra parte, Zeisel (2000) considera la existencia de dos razones para usar suplementos dietarios:

- Para optimizar la función celular, lo cual puede ser justificado si la existencia del nutriente en la dieta es baja por un consumo inadecuado de comida o una pobre selección de las comidas
- Si la diversidad genética o condiciones especiales causan un incremento del requerimiento de nutrientes aparte de los cambios correspondientes en la dieta.

Así, condiciones especiales como el ejercicio, que resulta en la producción de especies reactivas de oxígeno dañinas para la célula, crea un incremento en la demanda de antioxidantes dietarios (Zeisel, 2000), sobre todo si se toma en cuenta que los RDA de los nutrientes son calcu-

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

lados sobre la base de las necesidades de la población entera y no considerando los requerimientos dietarios para estas condiciones especiales.

El mismo Zeisel (2000) sugiere tres aspectos que pueden ser tomados en consideración por científicos, nutricionistas y deportistas para determinar cuando un suplemento es necesario.

- Si hay suficiente y adecuada evidencia (evidencia científica) que apoye el rol del nutriente en optimizar la función celular
- Si el consumo dietario del nutriente no es suficiente basado en la etapa del ciclo de vida, las variaciones genéticas, exposición a condiciones ambientales
- Si no se puede lograr el beneficio del nutriente cambiando la dieta o incrementando el consumo de comidas normales. Si estos tres parámetros mencionados se presentan, se justifica que se considere el uso de los suplementos.
- Si analizamos la información presentada hasta ahora, considerando los tres aspectos señalados por Zeisel debemos admitir que:
 - La evidencia científica que apoya la necesidad del uso de suplementos antioxidantes por parte del atleta no es concluyente
 - El consumo dietario de los antioxidantes por parte de deportistas parece ser suficiente, incluso muchas veces sobrepasan los RDA recomendados como señala Clarkson (1995)
 - Los beneficios de los antioxidantes podrían obtenerse incrementando el consumo de comidas ricas en estos nutrientes por parte de los atletas

La interrogante de si se debe suplementar con antioxidantes y en qué cantidad permanece sin resolver, lo que está claro, sin embargo, es la importancia de ingerir comidas ricas en antioxidantes por parte de los atletas.

CONCLUSIONES

La vitamina E, C, el beta-caroteno y el selenio son suplementos ampliamente utilizados por atletas dado sus funciones antioxidantes. Sin embargo, la evidencia científica acerca del efecto de estos nutrientes sobre el estrés oxidativo y la preparación física del deportista, no está clara. Algunos estudios apuntan hacia el uso de estos micronutrientes para disminuir el daño producido durante el ejercicio, pero de igual forma otros estudios no muestran efectos beneficiosos del uso de estos suplementos, incluso el consumo de vitaminas como la A, C y E por atletas se considera más que suficiente para cubrir el RDA y los beneficios de los antioxidantes podrían obtenerse en la mayoría de los casos, incrementando el consumo de comidas ricas en estos nutrientes por parte del atleta.

Considerando el delicado equilibrio del sistema antioxidante del organismo, tanto un déficit como un exceso de antioxidantes podría ser más perjudicial que beneficioso, por lo que la suplementación con estos nutrientes sólo debe ser recomendada en los casos realmente necesarios considerando en todo momento las características particulares de cada individuo y de cada disciplina deportiva.

REFERENCIAS

- Aguilo A., Tauler P, Fuentespina E, Villa G, Cordova A, Tur JA y Pons A. (2004). Antioxidant diet supplementation influences blood iron status in endurance athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 14, 147-60
- Aguiló A., Tauler P, Guix MP, Villa G, Córdoba A, Tur JA y Pons A. (2003). Effect of exercise intensity and training on antioxidants and cholesterol profile in cyclists. *J. Nutr. Bioch.*, 14(6), 319-25

¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

Baraboi VA y Shestakova EN. (2004). Selenium: the biological role and antioxidant activity. *Ukr. Biokhim Zh.*, 76, 23-32

Chao WH, Askew EW, Roberts DE, Wood SM y Perkins JB. (1999). Oxidative stress in human during work at moderate altitude. *J. Nutr.*, 129, 2009-12

Clarkson PM. (1995). Antioxidants and Physical Performance. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 35,131-41

Clarkson PM y Thompson HS. (2000). Antioxidants: what role do they play in physical activity and health?. *Am. J. Clin. Nutr.*, 72(suppl), 637S-46S

Goldfarb AH. (1999). Nutritional antioxidants as therapeutic and preventive modalities in exercise-induced muscle damage. *Can. J. Appl. Physiol.*, 24(3), 249-66

Goldfarb AH, Bloomer RJ y Mckenzie MJ. (2005). Combined Antioxidant Treatment Effects on Blood Oxidative Stress after Eccentric Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37, 234-39

Haskell WL y Kiernan M. (2000). Methodologic issues in measuring physical activity and physical fitness when evaluating the role of dietary supplements for physically active people. *Am. J. Clin. Nutr.*, 72(suppl), 541S-50S

Lacueva A. (1995). *El viaje de los alimentos*. Venezuela: Distribuidora Estudios

Lukaski HC. (2004). Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance. *Nutrition.*, 20 (7/8), 632-44

- Mastaloudis A, Morrow JD, Hopkins DW, Devaraj S y Traber MG. (2004). Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radic. Biol. Med.*, 36(10), 1329-41
- Peake JM. (2003). Vitamin C: effects of exercise and requirements with training. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 13, 125-51
- Powers SK, Deruisseau KC, Quindry J y Hamilton KL. (2004). Dietary antioxidants and exercise. *J. Sports Sci.*, 22(1), 81-94
- Powers SK y Hamilton K. (1999). Antioxidants and exercise. *Clin. Sports Med.*, 18(3), 525-36
- Sen CK. (2001). Antioxidants in exercise nutrition. *Sports Med.*, 31(13), 891-908
- Shafat A, Butler P, Jensen RL y Donnelly AE. (2004). Effects of dietary supplementation with vitamins C and E on muscle function during and after eccentric contractions in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 93(1-2), 196-202
- Takanami Y, Iwane H, Kawai Y y Shimomitsut. (2000). Vitamin E supplementation and endurance exercise: are there benefits?. *Sports Med.*, 29(2), 73-83
- Tauler P, Aguilo A, Guimeno I, Fuentespina E, Tur JA y Pons A. (2003). Influence of vitamin C diet supplementation on endogenous antioxidant defences during exhaustive exercise. *Pflugers Arch.*, 446(6), 658-64
- Urso ML y Clarkson PM. (2003). Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology.*, 189, 41-54



¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes en atletas?

Viitala PE y Newhouse IJ. (2004). Vitamin E supplementation, exercise and lipid peroxidation in human participants. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 93, 108-15

Viitala PE, Newhouse IJ, LaVoie N y Gottardo C. (2004). The effects of antioxidant vitamin supplementation on resistance exercise induced lipid peroxidation in trained and untrained participants.

