



NOTE SULL'AUTORE

Dott. Giulio Merlini

Laureato magistrale con lode e menzione accademica nel 2012 in Scienze e Tecniche Avanzate dello Sport presso la SUIISM Torino, ha conseguito la certificazione internazionale SNS (Sport Nutrition Specialist) della ISSN - International Society of Sports Nutrition, Docente NonSoloFitness, Allenatore e docente FIPE Piemonte.
giulio.merlini@nonsolofitness.it



ANTIOSSIDANTI, ALIMENTAZIONE E SPORT

di Giulio Merlini

ABSTRACT

Introduzione. Gli antiossidanti sono molecole che agiscono contro la formazione e l'azione dei radicali liberi. I sistemi antiossidanti del corpo sono molteplici e, specialmente per quanto riguarda quelli esogeni - assunti cioè con l'alimentazione - agiscono a dosi molto basse. Il tipo di trattazione è scientifico-divulgativa con una rassegna dei principali articoli scientifici inerenti a questa tematica.

Obiettivo. Lo scopo di questo articolo è di analizzare i principali sistemi antiossidanti endogeni ed esogeni, valutando la loro efficacia nello sport sia

assunti in forma naturale sia attraverso ausili supplementativi.

Conclusioni. Gli antiossidanti nello sport non sembrano avere una reale efficacia per chi cerca un aumento della performance; al contrario sembrerebbero maggiormente utili per abbassare lo stress ossidativo in chi risulta carente di antiossidanti attraverso la dieta, non dimenticando che chi pratica una regolare e sana attività fisica ha un effetto di miglioramento anche dei sistemi antiossidanti endogeni.



INTRODUZIONE

Gli antiossidanti sono sostanze in grado di fronteggiare ed eliminare le molecole reattive dell'ossigeno (ROS) e dell'azoto (RNS) definite anche radicali liberi²². I radicali liberi sono composti instabili, poiché mancanti di un elettrone nel loro orbitale più esterno; questo li rende altamente reattivi nei confronti di molte strutture cellulari, sottraendo elettroni per poter essere maggiormente stabili. I diversi processi che avvengono nel corpo sono spesso responsabili della formazione di questi composti; l'ossigeno, sebbene sia un elemento fondamentale per la vita cellulare, partecipa a molteplici processi che portano alla formazione di radicali liberi; questi sono prodotti principalmente in cinque siti del corpo: i mitocondri, i perossisomi, il citosol, il reticolo endoplasmatico liscio e la membrana plasmatica¹⁷, anche se persino i tessuti infiammati sono fonte di produzione di radicali liberi^{13,22}.

Proprio per evitare che queste sostanze possano danneggiare le strutture cellulari, il corpo è dotato di sistemi di difesa specifici: gli antiossidanti. Gli antiossidanti sono in grado di agire anche a concentrazioni molto basse, impedendo la reazione tra i radicali liberi e le macromolecole biologiche del corpo, prevenendo, in alcuni casi, la loro formazione¹⁷.

La produzione di radicali liberi è influenzata da diversi fattori che non sempre sono legati a cause endogene, quali i processi metabolici, ma possono concorrere anche cause esterne quali

lo stress nervoso, l'ingestione eccessiva di alcol, il fumo di sigaretta, l'esercizio fisico intenso, l'inquinamento atmosferico e l'esposizione eccessiva ai raggi solari.

GLI ANTIOSSIDANTI ENDOGENI

I danni riportati dalle diverse strutture cellulari a causa dei radicali liberi possono essere prevenuti grazie a dei sistemi di difesa presenti nel nostro corpo (antiossidanti endogeni) e attraverso alcune sostanze, tra cui vitamine e componenti minerali, assunte attraverso i cibi (antiossidanti esogeni).

I più importanti antiossidanti endogeni sono: la superossido dismutasi (SOD), la catalasi (CAT) e la glutazione perossidasi (GST e GPx). Tra gli antiossidanti esogeni più importanti abbiamo: i polifenoli e i bioflavonoidi, alcune vitamine tra cui la C e la E, alcuni componenti minerali quali il selenio, il rame, lo zinco e, infine, alcuni coenzimi, quali il glutazione e il coenzima Q.

- **La superossido dismutasi** è una metallo-proteina, esistente in tre isoforme: la manganese-SOD (Mn-SOD) che ritroviamo a livello mitocondriale, la rame/zinco SOD (Cu/Zn-SOD) di natura citosolica e la ferro-SOD (Fe-SOD) concentrata a livello extracellulare.

La funzione principale della SOD è quella di agire contro l'anione superossido.

- **La catalasi** è una proteina presente soprattutto nei perossisomi, organelli che svolgono di-





verse funzioni cellulari, dalla beta-ossidazione degli acidi grassi sino alla formazione di acidi biliari. Questo complesso enzimatico agisce catalizzando un processo noto come dismutazione, per combattere lo stress ossidativo indotto dal perossido di idrogeno, il più reattivo e pericoloso radicale libero.

- La **glutazione perossidasi** è un enzima utile contro lo stress da perossido di idrogeno, esistente sia in una forma selenio dipendente (GPx), sia in una forma selenio indipendente (GPT).

ANTIOSSIDANTI ESOGENI ED ALIMENTAZIONE

Quando si parla di dieta ricca di antiossidanti si intendono alcune categorie di sostanze ubiquitarie in quasi tutti gli alimenti, sia di origine vegetale che di origine animale. Queste sostanze, di diversa natura, sono rappresentate da alcune vitamine e alcuni componenti minerali. Dal 1990 le ricerche relative all'utilizzo di antiossidanti sono sempre più numerose e potenziano la tesi secondo cui queste sostanze potrebbero giocare un ruolo chiave per la prevenzione di patologie¹⁸. È necessario specificare che l'assunzione eccessiva di antiossidanti, attraverso, per esempio, una supplementazione non controllata, potrebbe portare ad un fenomeno paradossale, incrementando ulteriormente la produzione di radicali liberi, invece che combatterli^{4,14,24}.

Alcuni esempi di antiossidanti sono la vitamina C e la vitamina E, appartenenti rispettivamente alla categoria delle vitamine idrosolubili e alla famiglia delle vitamine liposolubili. Il fabbisogno minimo di vitamina C è di circa 75 mg al giorno per l'uomo e di 60 mg al giorno per la donna (LARN 2014), considerate le quantità minime per non incorrere in una sua carenza. Il ruolo di questa vitamina è di riuscire a donare un elettrone, rimanendo stabile e intervenendo nell'eliminazione dei radicali liberi e impedendo che altre

sostanze possano reagire formando composti cancerogeni¹⁷ come nel caso dei nitriti e dei nitrati presenti in molti alimenti conservati. La vitamina C gioca inoltre un ruolo importante per inibire l'ossidazione delle LDL in vitro^{1,22}.

La vitamina E non ha un vero e proprio fabbisogno raccomandato poiché l'evidenza scientifica non consente di definire un'assunzione raccomandata precisa (LARN 2014) sebbene alcuni libri e ricerche fanno emergere un fabbisogno medio di 15 mg di alfa-tocoferolo al giorno⁷. Il ruolo della vitamina E è quello di combattere lo stress ossidativo indotto dai radicali liberi, impedendo la formazione di composti reattivi per la perossidazione dei PUFA, acidi grassi polinsaturi omega-3 e omega-6¹⁷. Alimenti ricchi di vitamina C sono la frutta e la verdura fresca, a patto che non siano state conservate per lunghi periodi di tempo o non abbiano subito forti sbalzi termici. Esempi di alimenti contenenti questa vitamina sono: kiwi, arance, fragole e verdura verde scura.

Alimenti ricchi di vitamina E sono invece le mandorle, le nocciole e gli spinaci. Alcuni ricercatori studiarono il ruolo di alcuni chelanti del ferro quali la curcumina, disinfiammatorio naturale, e la capsaicina, principio attivo del peperoncino, e la loro efficacia contro lo stress ossidativo¹⁸. Inoltre, i chelanti dei metalli (tra questi vi appartiene per esempio la vitamina C e il selenio) potrebbero avere un'importante azione preventiva nei confronti di patologie neurodegenerative come il morbo di Alzheimer. In aggiunta si sa per certo che alcuni metalli quali il ferro e il rame



potrebbero aggravare lo stress ossidativo, qualora fossero in eccesso nell'organismo oppure in casi patologici²⁹. Altre sostanze considerate antiossidanti sono alcuni componenti minerali quali il selenio e lo zinco.

Il selenio è spesso in combinazione con alcuni aminoacidi per esercitare il suo ruolo antiossidante ed essere così "attivo", come la selenio-metionina e la seleniocisteina.

Lo zinco è un antiossidante che rientra in molteplici reazioni chimiche, in quanto componente fondamentale di oltre 2700 enzimi, svolgendo un'azione catalitica, strutturale e in qualità di substrato²¹. Fonti importanti di zinco sono le ostriche, le lenticchie, la carne rossa e le uova. Sia lo zinco che il selenio, insieme al rame, sono coinvolti nel funzionamento delle difese antiossidanti endogene.

Una categoria particolarmente conosciuta per i suoi effetti contro i radicali liberi sono i **polifenoli**. Una buona fonte di questi antiossidanti è il tè verde. I polifenoli contenuti in esso sembrerebbero possedere un effetto antitumorale¹¹. Esempi di queste sostanze sono l'acido gallico e l'epigallo-catechina-3-gallato; quest'ultima sembra possedere un buon effetto antiossidante^{11,21} inibendo la produzione di acido arachidonico e ossido nitrico²¹.

ANTIOSSIDANTI E SPORT

Il mondo degli integratori sportivi ha visto l'avvento di diversi prodotti a base di antiossidanti, considerandoli fondamentali per potenziare le difese corporee contro lo stress ossidativo indotto dall'esercizio fisico. Sotto questa prospettiva, la loro assunzione post-allenamento potrebbe promuovere indirettamente una risposta anabolica o ergogena².



Diversi sono gli articoli che hanno trattato la tematica di questa categoria di sostanze per valutare se potessero portare incrementi dal punto di vista prestativo. I risultati inerenti alla performance o all'attenuazione dello stress ossidativo sono discordanti: a seguito dell'assunzione di antiossidanti si sono riscontrati aumenti, decrementi e nessun effetto sulla prestazione fisica²⁶. Nello studio di Trinity et al. del 2014, a seguito dell'assunzione di una settimana di un antiossidante polifenolo non si sono riscontrati miglioramenti della prestazione. Nel medesimo studio di ricerca si era condotta un'ulteriore osservazione, riscontrando invece dei miglioramenti prestativi dovuti probabilmente agli accorgimenti nutrizionali adottati, affinché la supplementazione di antiossidanti fosse maggiormente efficace²⁶. Si è potuto notare, inoltre, che l'utilizzo di polifenoli può ridurre i segni di stanchezza e indolenzimento muscolare a seguito di lavoro eccentrico²⁶. Un altro composto studiato è la **vitamina E**. Spesso si studiano i suoi effetti antiossidanti attraverso l'alimentazione; al contrario, la sua assunzione attraverso integratori non sembra così chiara. La sola supplementazione di questa vitamina potrebbe aumentare lo stress ossidativo e incrementare la resistenza insulinica^{23,28}, nonostante questo effetto sembrerebbe essere dose-dipendente. Caso analogo è la **vitamina C**: un suo eccesso potrebbe renderla un pro-ossidante, incrementando lo stress ossidativo.

Se volessimo indagare l'aumento della prestazione in seguito all'assunzione di antiossidanti e facessimo un po' di indagini, purtroppo non avremmo grossi risultati, in quanto anch'essi discordanti. Uno studio condotto da Bryant et al. del 2003 ha dimostrato su ciclisti di sesso maschile che l'assunzione di vitamina C ed E non migliora la performance. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che l'esercizio fisico migliora l'efficacia delle difese antiossidanti endogene⁹, rendendo superflua una supplementazione di composti che abbassino lo stress ossidativo⁸. La protezione cellulare che si ottiene attraverso la pratica sportiva moderata, incrementando le difese antiossidanti endogene, viene definita ormesi⁵. Tale fenomeno è equiparabile ad una sorta di vaccinazione e questo fa pensare che livelli adeguati di radicali liberi possano essere messi in relazione con un buono stato di salute, essendo coinvolti in molti processi cellulari, contrariamente a quanto accade in condizioni



di esercizio fisico cronico, con elevate produzioni di ROS, dove le difese antiossidanti risultano inadeguate e si verifica una predisposizione alle infiammazioni e alle malattie degenerative⁵. Su soggetti adulti carenti di vitamina C e successivamente supplementati con un dosaggio di 500 mg al giorno per due settimane, oppure assumendo l'RDA per otto settimane, si è potuto notare un incremento significativo della potenza aerobica⁷.

Adolescenti con un basso consumo di vitamina C e poi supplementata con un dosaggio di 100 mg al giorno per quattro mesi, hanno incrementato la loro capacità di esprimere lavoro fisico del 48%^{7,16}. Alcune ricerche, anche sulla supplementazione di vitamina E, sono favorevoli a consigliarne una sua assunzione, pari a 100-200 mg giornalieri, per prevenire il danno ossidativo indotto dall'esercizio intenso¹⁹.

Nel libro di Campell e Spano del 2011 vengono menzionate diverse ricerche sul consumo di vitamina E da parte di atleti e se effettivamente una sua supplementazione possa tornare utile per la prestazione: le ricerche mostrano risultati inconsistenti. Concludendo, per quanto possa tornare utile in caso di esercizio cronico per evitare l'innalzamento di radicali liberi, non ci sono valide basi scientifiche per consigliare una supplementazione di vitamina E se la finalità è il miglioramento prestativo. Altri composti presi in esame in qualità del loro ruolo antiossidante sono l'acido alfa lipoico e il NAC (N-Acetil-Cisteina). L'acido alfa lipoico, definito anche acido

tiotico, mostra un'azione antiossidante a dosaggi di 300 mg al giorno assunti tra o con i pasti principali, in presenza o meno di carboidrati².

Anche il NAC ha mostrato un effetto antiossidante a dosaggi che partono dai 600 mg al giorno, assunto nei pasti principali².

Per quanto siano molte le ricerche che non hanno

mostrato miglioramenti prestativi, altrettante ricerche sembrano a favore dell'utilizzo degli antiossidanti per abbassare lo stress ossidativo, come menzionato nell'articolo "Attività fisica, stress ossidativo ed antiossidanti" del n.3 di Strength & Conditioning del 2012, edito dalla Calzetti & Mariucci.

Un integratore usato spesso come anticatabolico sono gli aminoacidi ramificati (BCAA); questi sembrerebbero diminuire la proteolisi muscolare e il TNF- α , la produzione di ROS e incentivare la sintesi di glutammato, convertito in glutamina attraverso l'enzima glutammina sintetasi, e bloccare l'effetto infiammatorio dell'allenamento²⁰. Se l'infiammazione può essere causa di ROS, sotto questo aspetto l'assunzione di BCAA potrebbe essere maggiormente efficace rispetto ad altre sostanze.

CONCLUSIONI

Gli antiossidanti sono dei complessi enzimatici naturalmente presenti nel nostro corpo per fronteggiare l'eccessiva formazione di radicali liberi. Essi sono inoltre presenti negli alimenti, identificabili come vitamine e componenti minerali, utili per combattere lo stress ossidativo, specialmente in soggetti con carenze di sostanze antiossidanti. La loro utilità in soggetti sani e praticanti una sana e regolare attività fisica non sembra altrettanto confermata e non si riscontra unanimità negli studi scientifici. In questi soggetti, infatti, che non presentano carenze nutrizionali evidenti, la pratica sportiva rappresenta un ottimo mezzo per potenziare le difese antiossidanti endogene, rendendo superfluo l'impiego di prodotti supplementativi che contrastino i radicali liberi. Se da un lato queste sostanze assunte possono risultare utili, la supplementazione potrebbe trasformare gli antiossidanti in sostanze pro-ossidanti, scatenando un effetto paradossale, sebbene tale ipotesi andrebbe maggiormente approfondita andando ad indagare a quali dosaggi e per quali tempistiche di somministrazione si verificano tali effetti e su quali markers. ■

<< GLI ANTIOSSIDANTI SONO DEI COMPLESSI ENZIMATICI NATURALMENTE PRESENTI NEL NOSTRO CORPO PER FRONTEGGIARE L'ECESSIVA FORMAZIONE DI RADICALI LIBERI.>>

ABSTRACT

INTRODUCTION. Antioxidants are molecules that act against free radicals formation and their action. Antioxidant systems are numerous in the human body and, especially as for exogenous antioxidants - taken in through nutrition - act at very low doses. A general review of the scientific literature on this subject is considered throughout the article.

Purpose of the article. The article is aimed at analyzing the principal endogenous and exogenous antioxidant systems, evaluating their efficacy in sports when consumed in natural form or through supplements.

CONCLUSION. Antioxidants in sports don't prove to have a real efficacy for those who seek an increase in performance; on the contrary, they are valuable to decrease oxidative stress for people who are lacking of antioxidant consumption through the diet. We can't forget anyhow that a healthy way of life and regular physical activity cause naturally an endogenous antioxidants improvement.

BIBLIOGRAFIA:

- Alul et al., Vitamin C protects low-density lipoprotein from homocysteine-mediated oxidation, *Free Rad Bio Med* 2003; 34: 881-891
- Antonio J et al., *Essentials of Sports Nutrients and Supplements*, Humana Press 2008; p.319,517
- Arienti G, *Le basi molecolari della nutrizione*, Editore Piccin, Padova 2011; p. 1029-1034
- Bowry VW, Ingold KU, Stocker R, Vitamin E in human low density lipoprotein. When and how this antioxidant becomes a pro-oxidant, *Biochem J* 1992; 288: 341-344
- Buonocore D, Genta S, Marzatico F, *Attività Fisica, stress ossidativo ed antiossidanti*, *Strength & Cond* 2012; Anno 1 (3): 8-12
- Bryant et al., Effects of vitamin E and C supplementation either alone or in combination on exercise-induced lipid peroxidation in trained cyclists, *J Strength Cond Res* 2003; 17:792-800
- Campbell BI, Spano M, *Sport And Exercise Nutrition*, Human Kinetics Editors 2011, p.97
- Clarkson PM, Antioxidants and physical performance, *Crit Rev Food Sci Nutr* 1995; 35(1-2): 131-141
- Clarkson PM, Thompson HS, Antioxidants: what role do they play in physical activity and health?, *Am J Clin Nutr* 2000; 72(2): 637S-646S
- Cooper CE et al., Exercise, free radicals and oxidative stress, *Biochemical Society Transactions* 2002; 30(2): 280-285
- Forester SC, Lambert JD, Antioxidant effects of green tea, *Mol Nutr Food Res* 2011; 55(6): 844-854
- Gomes EC, Silva AN, Oliveira MR, Oxidants, antioxidants, and the beneficial role of exercise-induced production of reactive species, *Ox Med Cell Long* 2012; ID 756132: p.1-12
- Inoue et al., Mitochondrial generation of reactive oxygen species and its role in aerobic life, *Curr Med Chem* 2003; 10: 2495-2505
- Keaney et al., Low-dose alpha-tocopherol improves and high dose alpha-tocopherol worsens endothelial vasodilator function in cholesterol-fed rabbits, *J Clin Invest* 1994; 93: 844-851
- Lambert et al., Anticancer and anti-inflammatory effects of cysteine metabolites of green tea polyphenol, (-)-epigallocatechin-3-gallate, *J Agric Food Chem* 2010; 58(18): 1-11
- Lemmel G, Vitamin C deficiency and general capacity for work, *Munchener Medizinische Wochenschrift* 1938; 85:1381
- Leuzzi G, Bellocco E, Barreca D, *Biochimica della nutrizione*, Zanichelli Editore, Milano 2013, p.285-306
- Lu et al., Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems, *J Cell Mol Med* 2010; 14(4): 840-860
- Melvin HW, Dietary supplements and sports performance: introduction and vitamins, *JISSN* 2004; 1(2): 1-6
- Nicastro et al., Does branched-chain amino acids supplementation modulate skeletal muscle remodeling through inflammation modulation? Possible mechanisms of action, *J Nutr & Metab* 2012; 1-10
- Oteiza PI, Zinc and the modulation of redox homeostasis, *Free Radic Biol Med* 2012; 53(9): 1748-1759
- Rahman K, Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors, *Clin Interv in Aging* 2007; 2(2): 219- 236
- Skrha et al., Insulin action and fibrinolysis influenced by vitamin E in obese type 2 diabetes mellitus, *Diab Res & Clin Prac* 1999; 44(1): 27-33
- Tardif JC, Antioxidant: the good, the bad and the ugly, *Can J Cardiol* 2006; 22: 61B-65B
- Tong TK et al., Serum oxidant and antioxidant status in adolescents undergoing professional endurance sports training, *Ox Med & Cell Long* 2012; p.1-7
- Trinity et al., Impact of polyphenol on antioxidants on cycling performance and cardiovascular function, *Nutrients* 2014; 6: 1273-1292
- Urso ML, Clarkson PM, Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation, *Toxicology* 2003; 189(1-2): 41-54
- Vincent HK et al., Effects of antioxidant supplementation on insulin sensitivity, endothelial adhesion molecules and oxidative stress in normal weight and overweight young Young IS, Woodside JV, *Antioxidants in health and disease*, *J Clin Pathol* 2001; 54: 176-186