



NOTE SULL'AUTORE

Dott. Daniele Valentino

Laureato in Scienze delle attività motorie e sportive nel 2016. Attualmente studente della facoltà di Fisioterapia presso l'Università degli Studi di Foggia. Email: daniele.valentino94@gmail.com



ATTIVITÀ FISICA E STRESS OSSIDATIVO, RISCHIO POTENZIALE O VANTAGGIO ADATTIVO

di Daniele Valentino

INTRODUZIONE

Molteplici studi scientifici effettuati nel corso degli ultimi anni hanno potuto dimostrare i molti effetti benefici che l'attività fisica implica sull'organismo, dedicando particolare interesse alla prevenzione di stati patologici di modesta e grave entità (obesità, ipertensione, cardiopatie, diabete, ecc.) e all'ottimizzazione del benessere psicologico e delle funzioni mentali (rilascio di beta-endorfine ipofisarie).

Pur tuttavia, come in tutti gli eccessi, una sua pratica morbosa e spropositata può provocare effetti indesiderati annullando completamente il suo ruolo preventivo e aumentando il rischio di contrarre gli stessi stati patologici che essa

tende a ridurre. Questo si verifica nella quasi maniacale ricorrenza a svolgere tutte quelle attività aerobiche in cui aumenta il fabbisogno di ossigeno medio a livello tissutale, che se svolte ad intensità elevata e senza rispettare tempi di recupero adeguati possono condurre alla generazione di picchi elettronici a livello mitocondriale durante i normali processi metabolici di respirazione cellulare. Il conseguente sovrallenamento porterà ad una maggiore dispersione di specie reattive dell'ossigeno altamente nocive, chiamate comunemente radicali liberi (o ROS) che determinano quella condizione metabolica denominata stress ossidativo.



RADICALI LIBERI E ANTIOSSIDANTI

L'ossigeno che respiriamo è una molecola diatomica formata, appunto, da due atomi gemelli. Ogni atomo di ossigeno tende quindi ad associarsi ad un proprio gemello condividendo una coppia di elettroni e lasciandone spaiati altri due, che spaziano in zone definite orbitali. Se l'atomo di ossigeno non trova un gemello a portata di mano, accetta prontamente i due elettroni da un'altra fonte (per esempio dall'idrogeno), formando molecole altamente instabili con uno o più elettroni spaiati sull'orbitale più esterno. Tale specie chimica rappresenta un radicale libero.

A questo punto l'elettrone spaiato si riaccoppia, ma è la molecola vicina che adesso diventa un radicale libero con un elettrone spaiato, formando una catena lunghissima di reazioni chimiche abnormi che possono rivelarsi nocive per l'organismo, tra cui quelle che partecipano alle fasi di respirazione cellulare durante prolungati livelli di stress indotti dall'attività fisica aerobica.

Si verifica quindi una situazione paradossale: il metabolismo ossidativo non può prescindere dall'ossigeno ma il 4-5% di tale metabolismo genera specie reattive fortemente dannose. Tra le più importanti ricordiamo:

- l'anione superossido (O_2^-), prodotto anche dalle cellule del sistema immunitario che attaccano i microrganismi;
- il radicale idrossile (OH), in grado di attaccare tutte le macromolecole biologiche;
- ROO o radicale perossile;
- LOO o radicale lipoperossido;
- NO_2 o biossido di azoto radicale anione;
- OONO o perossinitrito, che causa ossidazione diretta di proteine e DNA.

Tra le specie chimiche fortemente ossidanti non radicaliche, ma che si formano da alcune ROS, si possono annoverare:

- il perossido di idrogeno H_2O_2 , che può causare un danneggiamento ossidativo nelle cellule;
- l'ossigeno singoletto, coinvolto nel metabolismo del colesterolo.

La produzione di queste sostanze, quindi, può essere innescata durante i normali processi che portano alla generazione di ATP, molecola che fornisce disponibilità immediata per l'esercizio fisico.

Per questo in determinate situazioni, come durante l'attività fisica aerobica in cui aumenta il fabbisogno di ossigeno, l'organismo mette in atto un complesso sistema difensivo contro di esso.

L'insieme di sostanze che si occupano di fronteggiare la produzione di radicali liberi prodotti dal nostro organismo e che svolgono la funzione più importante per prevenire forme di stress ossidativo sono gli **antiossidanti**. Questi composti enzimatici prevengono i danni riportati dalle diverse strutture cellulari a causa delle ROS, reagendo al posto delle macromolecole biologiche.

Essi si suddividono in **endogeni** quando sono già presenti all'interno del nostro organismo e in **esogeni** quando sono assunti tramite l'alimentazione. Tra gli endogeni si ricordano:

- la **superossido dismutasi**, presente nel citoplasma e nei mitocondri;
- la **glutazione perossidasi**;
- la **catalasi**, coinvolta nel processo di detossificazione cellulare.

Tra gli esogeni si evidenziano i **carotenoidi**, la **vitamina C**, la **vitamina E**, il **selenio**, il **rame**, lo **zinco** e il **manganese**, micronutrienti che si trovano nella maggior parte di alimenti a base di frutta e verdura.



LO STRESS OSSIDATIVO

I radicali liberi entrano in gioco costantemente, anche facendo un'attività fisica leggera come camminare, ma possono aumentare drasticamente svolgendo un'attività fisica intensa, causando un incremento significativamente misurabile soprattutto nelle attività aerobiche. Se poi a questa condizione si associa anche un mancato rispetto dei tempi di recupero adeguati, si rischia la sindrome da sovrallenamento (overtraining), che principalmente risulta essere la prima causa scatenante dello **stress ossidativo**.

legati allo stile di vita, fino al punto di impedire una prestazione in seguito ad un appropriato periodo di rigenerazione. L'insorgenza di tale patologia dipende quindi da molteplici fattori organici, ematici e ormonali.

In accordo ad uno studio presentato al Canadian Cardiovascular Congress nel 2010, a Montreal, una pratica aerobica che non rispetta le leggi della somministrazione del carico e del recupero conduce ad una grande produzione di specie radicaliche, in grado di provocare danni ai principali organi del corpo umano a distanza di tempo dal termine dell'attività.



L'**overtraining** è una patologia che colpisce specialmente in misura particolare gli sportivi che si allenano assiduamente e non rispettano tempi di recupero adeguati che possano ripristinare le energie ottimali per una buona performance. Nel 1991, Moston e Keast hanno definito il sovrallenamento come la condizione propria del soggetto sottoposto allo stress generato dall'allenamento e da agenti esterni

Questo fenomeno risulta essere implicato nell'eziogenesi di molte patologie del corpo umano, anche degenerative, tra cui: **patologie infiammatorie-immunitarie** (artrite reumatoide), **patologie polmonari** (COPD), **diabete mellito**, **malattie cardiovascolari** (ipertensione, aterosclerosi e cardiopatie) e **neurodegenerative** (Alzheimer, Parkinson e sclerosi multipla).



Inoltre è stato dimostrato che sembra essere coinvolto anche nello sviluppo della **cancerogenesi**.

In condizioni fisiologiche vi è uno stato di equilibrio tra produzione endogena di specie reattive e neutralizzazione di queste da parte dei meccanismi di difesa antiossidanti. La vera genesi delle patologie citate precedentemente sembra quindi data dal bilancio del dare e dell'avere, cioè dal rapporto tra la quantità di radicali liberi e le difese che li neutralizzano e impediscono loro di danneggiare l'organismo. Lo **stress ossidativo** può essere quindi definito come la condizione in cui il bilancio esistente tra la produzione di radicali liberi e la loro disattivazione attraverso il sistema di difesa antiossidante viene ad inclinarsi in favore dell'espressione dei radicali liberi.

Sommariamente, quindi, all'attività aerobica, soprattutto se intensa, si accompagna necessariamente un'iperproduzione di specie radicaliche capaci di produrre danni a diverse strutture biologiche, come già dimostrato. Pur tuttavia, ciò non significa che l'esercizio fisico aumenti lo stress ossidativo, anzi. Nel corso degli ultimi anni, grazie a studi scientifici sperimentali, si è evinto che con l'effetto di un allenamento fedele ai principi di adattamento del carico e del recupero, le difese organiche, enzimatiche e non, risultano rafforzate in accordo con il principio generale della **"supercompensazione adattiva"**: infatti proprio l'insulto radicalico in piccole quantità è in realtà benefico, in quanto spinge le cellule a diventare più tolleranti all'effetto ossidativo, incrementando la produzione di **antiossidanti endogeni**. In altre parole il corpo attraverso lo stress ossidativo si indebolisce leggermente, per diventare più resistente nel work out successivo.

Si deduce, quindi, che un modello di allenamento irrazionale precursore dell'overtraining induce un elevato stato ossidativo, mentre un esercizio fisico eseguito regolarmente a moderata intensità e rispettando tempi di recupero adeguati è in grado di esplicare un'inibizione sullo stress ossidativo e danni correlati.

CONCLUSIONI

L'attività fisica è senza dubbio il miglior metodo per prevenire la manifestazione di una moltitudine di situazioni patologiche, ma come si è dimostrato, una sua pratica morbosa ed eccessiva può dar vita al verificarsi di stati ossidativi da non sottovalutare.

Lo squilibrio metabolico determinato dallo stress ossidativo può essere uno dei fattori di rischio di numerose malattie dell'organismo umano, se non contrastato da tempi di recupero adeguati e da una dieta ricca di antiossidanti in grado di costruire le difese per riequilibrare questo fenomeno.

È necessario redarguire non solo il sedentario che non gode di uno stile di vita attivo, ma anche chi pratica allenamenti di natura specialmente aerobica continui e ininterrotti nel tempo, noncurante dei possibili rischi che un'attività fisica intensa potrebbe causare. In questa categoria rientrano anche tutti quei soggetti che sono ispirati dal desiderio di raggiungere i propri obiettivi in maniera rapida e che quindi sono vittime di uno stato di dipendenza da attività fisica.

Quindi qual è la cosa migliore? *In medio stat virtus*. Anche in questo caso l'invito è a ricercare un punto di equilibrio fra i due estremi, rappresentati in questo caso dalla sedentarietà e dall'overtraining. Solo in questo modo si può creare quella "stabilità metabolica", caratterizzata da un aumento del numero delle riserve di difesa antiossidanti, in grado di migliorare lo stile di vita di un soggetto che vede nell'attività motoria motivo di benessere psico-fisico. ■

ABSTRACT

Aerobic workouts that don't meet the motor load parameters and adequate recovery times cause long-term unpleasant consequences: the accumulation of toxic substances called free radicals that cause an organic imbalance called "oxidative stress". It occurs when the enzymatic defense reserves' body, called antioxidants, can't cope with the disposal of these reactive species; according to recent studies it seems to imply the emergence of well-known pathological phenomena such as cancer, cardiovascular disease, pulmonary disease, diabetes and neurodegenerative diseases. Only respect of a balanced workout, true to its principles of intensity and recovery, and a diet rich in antioxidants, can increase enzyme reserves of internal defense which prevent oxidative stress.

BIBLIOGRAFIA

- "I benefici dell'attività fisica"(2013) , Eufic.org
- Barja,G.; "Mitochondrial O₂ radical generation and leak: sites of production in state 4 and 3, organ specificity, and relation to aging and longevity", 1999
- Bindoli, A. and Cavallini, L.; "I radicali liberi. Aspetti biochimici e medici", Piccin, Padova, 1980
- Boyd, M.R.; "Biochemical mechanism in chemical - induced lung injury: roles of metabolic activation", 1980
- Burdon, R.H., Gill, V., Rice-Evans, C.; "Cell proliferation and oxidative stress", 1989
- Campbell, N.; "Principi di Biologia", Pearson, 2014
- Comporti M.; "Radicali liberi patologia da stress ossidativo e antiossidanti", Prima edizione, Società Editrice Universo, Roma, 2011
- Comporti, M.; "Three models of free radical induced cell injury", 1989
- De Pascalis, P., "Personal trainer come sceglierlo, come diventarlo", Torgiano(PG), Calzetti Mariucci Editore, 2013- "A scuola di fitness", Torgiano, Calzetti Mariucci Editore, 2015
- De Pascalis, P.; "A scuola di fitness", Torgiano, Calzetti Mariucci Editore, 2015
- Gottin, M. (2010), "Le raccomandazioni OMS per l'attività fisica", Azioniperunavitainsalute.it
- Halliwell B.; "Oxidative stress and neurodegeneration: where are we now" J Neurochem , 2006
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C.; "The antioxidants of human extracellular fluids", 1990
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C.; "Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease", 1990
- Halliwell, B.; "Damage to DNA by reactive oxygen, chlorine and nitrogen species: measurement, mechanism and the effects of nutrition", 1999
- Halliwell, B.; "Oxidants and human disease: some new concepts", FASEB, 1987
- Hatta, A. and Frei, B.; "Oxidative modification and antioxidant protection of human LDL at high and low O₂ partial pressures", 1995
- Hillis, D.; "Fondamenti di Biologia", Zanichelli, 2012
- Jasin, H.E.; "Oxidative modification of inflammatory synovial fluid IgG", 1993
- Jordan JE, Zhao ZQ, Vinten-Johansen J.; "The role of neutrophils in myocardial ischemia-reperfusion injury" , Cardiovasc Res, 1999
- Karp, G.; "Biologia cellulare e molecolare", Napoli, EdiSES, 2002
- Keli SO, Hertog MG, Feskens EJ, Kromhout D.; "Dietary flavonoids, antioxidant vitamins and incidence of stroke", The Zutphen study, 1996
- Krieg, N.R. and Hoffman, P.S.; "Microaerophily and O₂ toxicity", 1986
- Lane, N.; "Oxygen, the molecule that made the world", Oxford University press, Oxford, 2002
- Lowell BB, Shulman GI.; "Mitochondrial dysfunction and type 2 diabetes" , Science, 2005
- Marchese, D.(2015), "Stress ossidativo e attività fisica", Projectinvictus.it
- Martin, J.P. and Longsdon, N.; "The role of O₂ radicals in dye- mediated photodynamic effects in Escheria coli B", 1987
- Merlini, G., Lo Fermo M.; "Overtraining e sport", Scienza e movimento, Calzetti e Mariucci Editore, 2016
- Neri, M.; "Alimentazione, fitness e salute", Cesena, Erika editrice, 2011
- Nohl H, Kozlov AV, Gille L, Staniek K.; "Cell respiration and formation of ROS: facts and artefacts", 2003
- Pompei, L.(2014), "Attività fisica, radicali liberi e antiossidanti", Benessere.com
- Robbins & Cotran; "Le basi patologiche delle malattie", Ottava Edizione, Elsevier, 2010
- Sacchi, N.; "Polifenoli dell' ulivo: antiossidanti per la salute", Scienza e Movimento, Calzetti e Mariucci Editore, 2016
- Slater, T.F.; "Free radical mechanisms in tissue injury", Pion Limited, Londra, 1972
- Solomon Berg Martin, "Elementi di Biologia", Quinta Edizione, EdiSES, 2012
- St- Pierre J, Buckingham JA, Roebuck SJ, Brand MD; "Topology of O₂ production from different sites in the mitochondrial electron transport chain", 2002
- Turrens, J.F.; "Mitochondrial formation of ROS", 2003
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, et al.; "Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease" , Int J Biochem Cell Biol, 2007