

# RADICALI LIBERI E ANTIOSSIDANTI

Testo e disegni di Stelvio Beraldo

*Sporttraining.net*

## CHE COSA SONO E COME VENGONO PRODOTTI

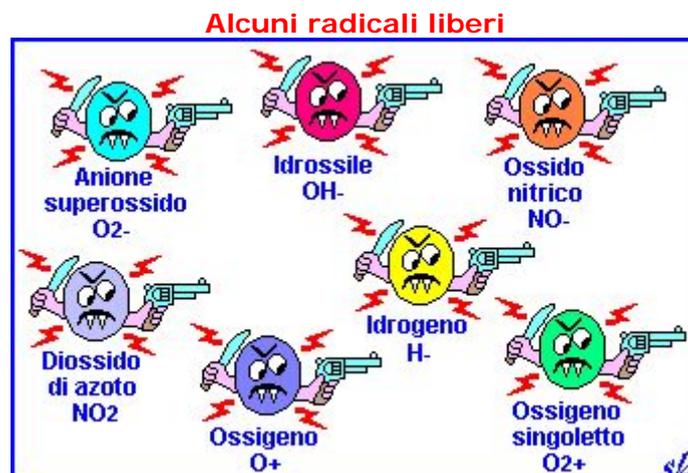
I radicali liberi sono **prodotti di "scarto"** che si formano naturalmente all'interno delle cellule del corpo quando l'ossigeno viene utilizzato nei processi metabolici per produrre energia (ossidazione).

Se sono in quantità minima aiutano il sistema immunitario nell'eliminazione dei germi e nella difesa dai batteri.

**Dal punto di vista biochimico**, i radicali liberi sono molecole particolarmente instabili in quanto possiedono un solo elettrone anziché due (**anione superossido  $O_2^-$ , idrossile  $OH^-$ , diossido di azoto  $NO_2$ , ossido nitrico  $NO^-$ , idrogeno  $H^-$ , ossigeno  $O^+$ , ossigeno singoletto  $O_2^+$ , ecc.**). Questo li porta a ricercare un equilibrio appropriandosi dell'elettrone delle altre molecole con le quali vengono a contatto, molecole che diventano instabili e che a loro volta ricercano un elettrone e così via, innescando un meccanismo di instabilità a "catena". Questa serie di reazioni può durare da frazioni di secondo ad alcune ore e può essere ridimensionata o arrestata dalla presenza dei vari agenti antiossidanti.

**Durante il metabolismo cellulare**, per azione degli enzimi citoplasmatici o mitocondriali, come l'enzima superossido dismutasi (SOD, zinco dipendente), i radicali liberi prodotti vengono trasformati in perossido di idrogeno (acqua ossigenata), tossico e dannoso per le strutture cellulari. A sua volta il perossido di idrogeno, grazie all'enzima catalasi (CAT) e glutazione perossidasi (GSAPx, selenio dipendente), viene ridotto in ossigeno e acqua. L'ossigeno e l'acqua possono ora essere escreti dal corpo attraverso l'urina, il sudore e la respirazione.

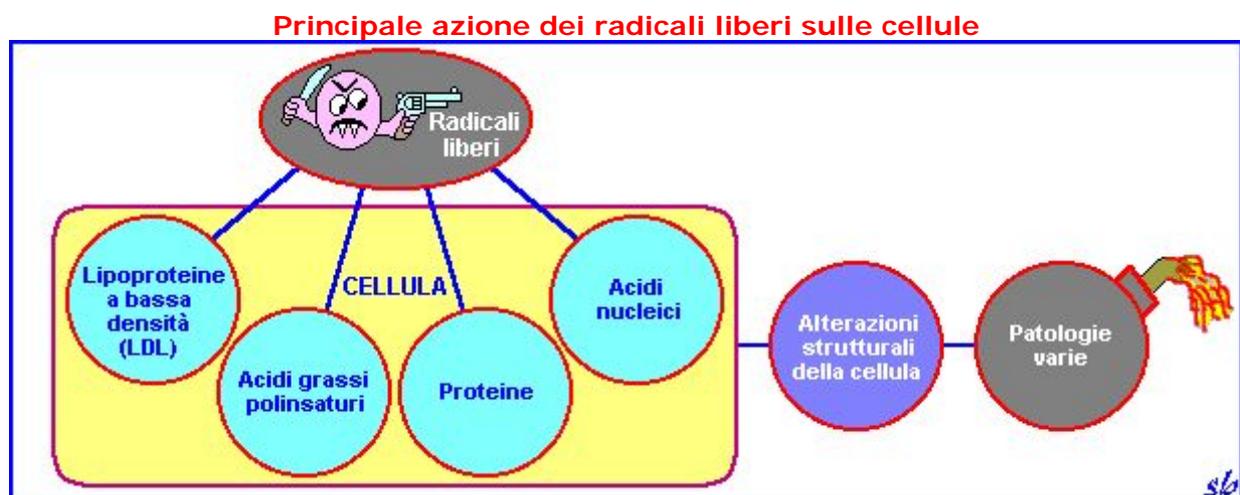
Gli ulteriori radicali liberi presenti possono essere resi meno attivi grazie all'azione degli agenti antiossidanti che, interagendo con l'elettrone mancante, permettono ai sistemi enzimatici della cellula di neutralizzarli.



## COME AGISCONO SULL'ORGANISMO

L'azione distruttiva dei radicali liberi è indirizzata soprattutto sulle cellule, in particolare sui grassi che ne formano le membrane (liperoxidazione), sugli zuccheri e sui fosfati, sulle proteine del loro nucleo centrale, specialmente sul DNA (acido desossiribonucleico) dove alterano le informazioni genetiche, sugli enzimi, ecc.

L'azione continua dei radicali liberi si evidenzia soprattutto nel precoce invecchiamento delle cellule e nell'insorgere di varie patologie gravi come il cancro, malattie dell'apparato cardiovascolare, diabete, sclerosi multipla, artrite reumatoide, enfisema polmonare, cataratta, morbo di Parkinson e Alzheimer, dermatiti, ecc.



## CHE COSA CONTRIBUISCE A FORMARLI

Oltre alle normali reazioni biochimiche di ossidazione cellulare, contribuiscono alla formazione dei radicali liberi:

- alcune disfunzioni e stati patologici come le malattie cardiovascolari, l'artrite reumatoide, gli stati infiammatori in genere, i traumi al sistema nervoso, ecc.
- l'ischemia dei tessuti e conseguente riduzione dell'apporto di sangue
- le diete troppo ricche di proteine e di grassi animali (grassi polinsaturi)
- gli alimenti non tollerati
- la presenza di un eccesso di ferro che, nella prima fase della trasformazione, fa liberare dal perossido di idrogeno il radicale ossidrile, che è in grado di attivare reazioni chimiche ulteriormente dannose
- l'azione dei gas inquinanti e delle sostanze tossiche in genere (monossidi di carbonio e piombo prodotti dalla combustione dei motori; cadmio, piombo e mercurio prodotti dall'attività industriale, idrocarburi derivati dalle lavorazioni chimiche, ecc.)
- il fumo di sigaretta, che è una vera e propria miniera di sostanze chimiche nocive;
- l'eccesso di alcool
- le radiazioni ionizzanti e quelle solari (ozono in eccesso e raggi UVA e

UVB). Le radiazioni solari inducono sulla pelle processi di fotoossidazione che degradano gli acidi grassi polinsaturi delle membrane cellulari e conseguente formazione di radicali liberi

- [i farmaci](#)
- [l'ATTIVITÀ FISICA INTENSA, sia di resistenza organica che di forza muscolare](#), causa un incremento notevole delle reazioni che utilizzano l'ossigeno (aumento della respirazione polmonare, dell'attività dei mitocondri delle cellule muscolari, ecc.) e conseguente surplus di formazione di perossido di idrogeno.

Anche le reazioni biochimiche legate all'accumulo e rimozione dell'acido lattico dai muscoli affaticati, contribuiscono ad innalzare la soglia dei radicali liberi. Secondo alcuni studiosi, la lisi della membrana cellulare da parte dei radicali liberi (perossili), è una delle cause del dolore muscolare. Lo stesso avviene per i globuli rossi, contribuendo a determinare o accentuare l'anemia negli atleti. [L'atleta allenato](#) è comunque in grado di fronteggiare la presenza di radicali liberi in maniera nettamente più efficace del sedentario o di chi pratica attività fisica saltuariamente.

## **GLI AGENTI ANTIOSSIDANTI NEMICI DEI RADICALI LIBERI**

Gli agenti antiossidanti riportano l'equilibrio chimico nei radicali liberi grazie alla possibilità di fornire loro gli elettroni di cui sono privi.

[L'organismo umano si difende naturalmente dai radicali liberi](#) producendo degli antiossidanti endogeni come la superossido dismutasi, la catalasi e il glutatione. Superata una certa soglia è necessario un apporto esterno di antiossidanti.

[I principali sono:](#)

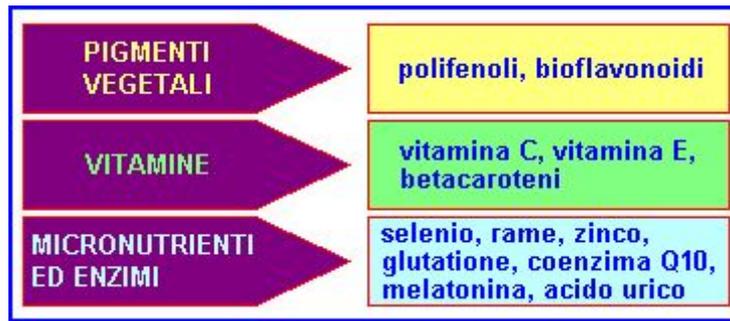
- [Pigmenti vegetali](#): polifenoli, bioflavonoidi
- [Vitamine](#): vitamina C, vitamina E, betacaroteni (provitamina A)
- [Micronutrienti ed enzimi](#): selenio, rame, zinco, glutatione, coenzima Q10, melatonina, acido urico, ecc.).

Gli agenti antiossidanti possono agire singolarmente o interagire, proteggendosi a vicenda nel momento in cui vengono ossidati.

Va tenuto presente che ciascun antiossidante ha un campo di azione limitato ad uno o due specifici radicali liberi. Pertanto [solo un'alimentazione completa ed equilibrata](#) può garantire un'efficace azione antiossidativa.

Per garantirsi un sufficiente apporto giornaliero di antiossidanti, gli esperti consigliano un'alimentazione equilibrata ed un [consumo giornaliero di almeno 5-6 etti di frutta e verdura fresche e di stagione \(due etti di frutta e tre di verdura\)](#).

**Alcuni tra i principali antiossidanti**



## POLIFENOLI

**Caratteristiche:** Composti da più anelli di atomi di carbonio, sono pigmenti (coloranti naturali) presenti in natura. Tra questi ricordiamo la quercetina, l'epicatechina, i flavonoidi (colore chiaro dall'avorio al giallo), le anticianidine, le antocianine (colore rosso), ecc.

Esercitano una particolare azione protettiva dalle lipoproteine a bassa densità L.D.L. (colesterolo che si accumula nelle arterie) che hanno un ruolo nella distribuzione cellulare dei grassi e della colesterina.

I polifenoli hanno proprietà antinfiammatorie, anti allergiche e antivirali. Proteggono particolarmente dalla cardiopatia ischemica (malattie delle coronarie, infarto) e dai tumori in genere.

**Fonti naturali:** Specialmente frutta e verdura colorata (verde scuro, giallo, viola, rosso, arancione, ecc.) e prodotti naturali da essi derivati:

- cavolo, carota, zucca, fiori di zucca, spinaci, peperoni, porri, indivia, lattuga, ecc.
- mirtilli, more selvatiche, lamponi, ciliege, prugne, albicocche, meloni, mele, cachi, aranci, uva nera e i frutti in genere
- fiori, il polline e derivati (es. propoli delle api).

Particolarmente presenti nei mirtilli sono le **antocianine**, antiossidanti che preservano anche l'integrità dei capillari e proteggono la retina.

L'uva nera è ricca anche di **resveratrol**, principio attivo dotato di azione preventiva sui tumori, azione svolta anche dal vino rosso.

Le foglie del tè sono ricchissime di **flavonoidi**.

## VITAMINA C (O ACIDO ASCORBICO)

**Caratteristiche:** Idrosolubile, resiste bene alla luce ed agli acidi. È scarsamente resistente al calore, alcali, tabacco, antistaminici, barbiturici, contraccettivi, aspirina, corticosteroidi.

Svolge molteplici **funzioni biologiche** come il ripristino della vitamina E dai radicali tocoferolo e tocoferossili, prodotti durante la perossidazione dei grassi cellulari. Stimola il metabolismo cellulare, agisce come catalizzatore nella respirazione cellulare ed è essenziale per la formazione del collagene (cemento intercellulare del tessuto connettivo), fondamentale per mantenere elastici i tessuti cartilaginei, vasi sanguigni, ossa e denti. Collabora alla formazione del sangue ed alla integrità dei vasi capillari. Disciplina il ricambio del ferro e ne esalta l'assorbimento. Agisce nel ricambio del calcio, magnesio e zinco.

Accresce la resistenza alle malattie infettive e contribuisce al recupero da stanchezza fisica. Combatte anche le nitrosammine (formate dai nitriti e nitrati contenuti in alcuni alimenti industriali).

Non viene accumulata dall'organismo, pertanto la colazione e i due pasti principali dovrebbero garantirne l'apporto giornaliero costante.

Se **carente** si avvertono sintomi come perdita di sangue dalle gengive, fragilità dei capillari, dolori articolari, perdita di appetito e debolezza generale.

Un **eccesso** di vitamina C può indurre diarrea, aumento della diuresi, alterazione nell'equilibrio dei minerali e calcolosi renale.

La **necessità giornaliera dell'adulto** è di circa 60 mg.

**Fonti naturali:**

- peperoncino rosso piccante, prezzemolo, peperoni verdi, radicchio, spinaci, cetrioli, piselli, rape, patate, cavoli, asparagi, cipolle, carote, cavolfiori, zucche, pomodori, vegetali rosso-arancio in genere
- aranci, mandarini, limoni, cedri, pompelmi, ribes, mirtilli, lamponi, fragole, banane e frutta acidula in genere
- poco contenuta nelle carni.

### **VITAMINA E (O TOCOFEROLO)**

**Caratteristiche:** liposolubile, non resiste alla luce, al calore, agli acidi ed agli alcali, ai contraccettivi. Viene distrutta da alcuni farmaci.

Le sue **funzioni biologiche** si evidenziano nel contrastare, in sinergia con il glutatione, la perossidazione degli acidi grassi a livello cellulare. In questa azione produce radicali tocoferolo e tocoferossili che vengono neutralizzati dalla vitamina C e successiva rigenerazione della vitamina E. Interviene nello sviluppo della muscolatura e del tessuto connettivo. Viene definita anche vitamina antisterilità in quanto agisce sulla secrezione degli ormoni sessuali maschili e femminili. Contribuisce alla formazione e salute dei globuli rossi. In sinergia con la vitamina C protegge la cute dall'azione dei raggi solari UVA e UVB.

La **carenza** rende fragili i globuli rossi del sangue e procura sintomi di debolezza muscolare, difficoltà di concentrazione e apatia.

Non è tossica ma se assunta **in eccesso** può determinare nausea, vomito, diarrea. Inoltre interferisce con l'assorbimento intestinale delle vitamine A, D e K.

La **necessità giornaliera dell'adulto** è in relazione soprattutto all'assunzione di acidi grassi polinsaturi. Normalmente ne occorrono circa 10 mg.

**Fonti naturali:**

- carne, latte e derivati, burro, tuorlo d'uovo
- olio di germi di grano, arachidi, olio di oliva, di germi di mais, di girasole e di lino, riso e pane integrali
- olive, noci, nocciole, frutti oleosi, foglie verdi, lattuga, insalata, piselli.

### **BETACAROTENI E VITAMINA A (O RETINOLO)**

**Caratteristiche:** Precursori della vitamina A sono i **carotenoidi** (betacarotene, licopene, luteina, ecc.), un gruppo di pigmenti di colore rosso, arancio e giallo presenti nel mondo vegetale (frutta e verdura) e il **retinolo** che si trova nelle carni degli animali erbivori.

L'enzima carotenasi, presente nel fegato, scinde il betacarotene in due molecole di vitamina A.

Il betacarotene è il pigmento colorato della frutta e della verdura che agisce sulle piante per difenderle dai raggi solari (la stessa azione svolta dalla melanina sulla cute umana).

Il massimo della presenza del betacarotene corrisponde con il massimo della maturazione del vegetale. Indipendentemente dal colore, più il vegetale è scuro tanto più pigmenti contiene, quindi più antiossidanti.

I carotenoidi, in sinergia con la vitamina E e il selenio, prevengono la perossidazione lipidica delle membrane cellulari inibendo i radicali perossili. Liposolubile, la **vitamina A** non resiste agli ossidanti, agli acidi e alla luce. Relativamente resiste alle sostanze alcaline ed al calore. Viene distrutta dall'alcool, dagli antiacidi, anticoagulanti e barbiturici.

Assume diverse **funzioni biologiche** promovendo la nutrizione e la resistenza della cute e delle membrane mucose, specialmente degli occhi, intestino e polmoni. Contribuisce alla sintesi delle proteine, all'accrescimento di nuove cellule, alla formazione dei pigmenti visivi e all'aumento della resistenza alle infezioni. Impedisce l'ossidazione della vitamina C e agisce in sinergia con le vitamine del complesso B, la E, il calcio ed il fosforo.

L'utilizzo ottimale della vitamina A richiede la presenza dell'alfa tocoferolo e dello zinco.

Se **carente** comporta difficoltà visive crepuscolari, secchezza e ruvidità della pelle, perdita di appetito, scarsa resistenza alle infezioni.

Un **eccesso** di vitamina A viene accumulato nel fegato e risulta tossico (oltre 10 volte i livelli raccomandati). Può comportare vomito, diarrea, vertigini, debolezza, dimagrimento, ipercalcemia, ingrossamento del fegato e della milza, ipertensione endocranica.

La **necessità giornaliera dell'adulto** è di circa 1 mg.

**Fonti naturali:**

- olio di fegato di merluzzo e di ipoglosso, fegato di vitello, tuorlo d'uovo , latte, burro, formaggi grassi, panna
- carote, broccoli, spinaci, finocchi, bietole, prezzemolo, radicchio, cavolo, verza, insalata verde, mais, piselli, fagioli, pomodori, lattuga, zucca
- banane, albicocche, pesche, arance, mango, vegetali giallo-arancio in genere.

## **SELENIO**

**Caratteristiche:** Minerale-traccia attivo sotto forma di seleniocisteina. Invece la sua presenza come seleniometionina diventa disponibile solo se gli alimenti ingeriti contengono metionina. L'assorbimento del selenio avviene nell'intestino tenue.

Svolge molteplici **funzioni biologiche** come la prevenzione, contro i radicali liberi, sulla perossidazione lipidica delle membrane cellulari, particolarmente se associato alla vitamina E. Contribuisce a rafforzare il sistema immunitario, previene le malattie cardiocircolatorie, protegge la cute, gli occhi e i capelli, diminuisce i rischi di insorgenza del cancro, soprattutto al colon, intestino, polmone e prostata.

I muscoli e il fegato provvedono a rifornire di selenio il cervello e le ghiandole endocrine (ipofisi, tiroide e ghiandole sessuali) che lo utilizzano per svolgere le loro funzioni.

Viene eliminato quasi totalmente attraverso le urine e le feci e, una parte minore, con il sudore e la saliva.

Se **carente** può comportare cardiopatie, debolezza muscolare, alterazione dei pigmenti dei capelli e della cute, danni al pancreas.

**L'eccesso** è tossico e può determinare dolori all'addome, diarrea, nausea, irritabilità, stanchezza, dermatiti, alopecia. Un segnale di eccesso di selenio si evidenzia con un caratteristico odore di aglio nel sudore e nell'aria espirata.

Il **fabbisogno giornaliero nell'adulto** è di circa 55 mcg.

**Fonti naturali:**

- frattaglie, pesci, molluschi, carni, latte e derivati
- lievito di birra, germe di grano, pasta (specialmente se di grano duro), riso
- funghi, noci, aglio, frutta e verdure in genere.

## **RAME**

**Caratteristiche:** Minerale che nell'organismo umano svolge molteplici **funzioni biologiche** tra le quali l'intervento nell'azione dell'enzima superossido dismutasi che trasforma i radicali liberi in perossido di idrogeno (acqua ossigenata). È presente nella sintesi dei fosfolipidi, nella produzione dell'acido ribonucleico (RNA), nell'utilizzazione della vitamina C e della tirosina. Favorisce l'accrescimento osseo e lo sviluppo del sistema nervoso. Nei globuli rossi del sangue è richiesto per la sintesi del ferro, indispensabile al trasporto dell'emoglobina. È necessario per tenere uniti collagene ed elastina, per la produzione di melanina e per il metabolismo energetico.

La capacità di assorbimento del rame viene ridotta dalla presenza di zinco.

La **carezza** di rame provoca sintomi simili a quelli da carezza di ferro dei quali il più evidente è l'anemia.

Un **eccesso** produce irregolarità nelle mestruazioni, perdita di capelli e insonnia. Abbassa la quota di zinco presente.

Il **fabbisogno giornaliero nell'adulto** è di circa 2-3 mg.

**Fonti naturali:**

- carne in genere
- noci, cereali e pane integrale, legumi.

## **ZINCO**

**Caratteristiche:** Minerale presente nei muscoli e nel fegato è parte integrante delle ossa e dei denti. Svolge diverse **funzioni biologiche** che rendono possibile l'azione di moltissimi enzimi. **Insieme al rame potenzia l'azione dell'enzima superossido dismutasi che trasforma i radicali liberi in perossido di idrogeno (acqua ossigenata).** Interviene nella formazione delle proteine, in alcune **funzioni** ormonali e del sistema nervoso, nei processi di accrescimento e di riparazione dei danni ai tessuti e nella difesa immunitaria. La sua presenza si rende indispensabile per l'ottimale metabolismo del fosforo, per la digestione dei carboidrati, per la sintesi dell'acido nucleico e per l'assorbimento delle vitamine. Dipende dallo zinco anche la formazione dello sperma maschile e dell'ovulo femminile. Favorisce la formazione dell'insulina.

La **carezza** di zinco porta a disturbi anche seri a livello metabolico. Possono provocare una carezza di zinco i farmaci anti-MAO, i corticosteroidi, i diuretici

ed altri. L'eccesso di alcol può determinare una carenza di zinco in quanto questo minerale fa parte dell'enzima indispensabile per scomporlo.

L'inalazione o ingestione di cadmio, come avviene per i fumatori, non permette un'ottimale utilizzazione di zinco.

Alcuni alimenti e minerali presenti nella dieta come i cereali crudi, le fibre, la caseina del latte, il ferro, il calcio e il rame, riducono la quantità di zinco assorbita a livello intestinale.

Un **eccesso** di zinco può impedire l'assorbimento del ferro e del rame.

Il **fabbisogno giornaliero nell'adulto** è di circa 55 mg.

**Fonti naturali:** Cibi ad alto contenuto proteico in genere:

- carni, uova, formaggi magri, olio di pesce, molluschi
- germe di grano, cereali integrali, legumi, semi in genere
- noci, nocciole e frutti con guscio in genere.

## **GLUTATIONE**

**Caratteristiche:** Proteina prodotta nel fegato e composta da tre aminoacidi: cisteina, acido glutammico e glicina.

Svolge numerose **funzioni biologiche** come la formazione, con il selenio, del glutatione perossidasi, un enzima con azione antiossidante all'interno delle membrane cellulari. Impedisce ai radicali liberi di legarsi alle proteine fibrose, salvaguardando così l'elasticità del collagene con benefici per la pelle e per le arterie. Specialmente a livello polmonare interviene nel sistema immunitario e contribuisce all'utilizzo ottimale degli aminoacidi cisteina e cistina. Migliora l'utilizzo e la biodisponibilità del ferro ingerito con gli alimenti. Aiuta l'organismo a liberarsi dai metalli tossici come il mercurio, piombo, cadmio. Tampona gli effetti tossici dell'alcool, degli additivi e sostanze chimiche ingerite o inalate come i nitriti, nitrati, anilina, derivati dal toluolo e dal benzolo, ecc. Lo stesso per gli effetti dovuti a radiazioni e chemioterapici.

## **COENZIMA Q10**

**Caratteristiche:** Appartiene al gruppo degli ubiquinoni. Viene sintetizzato dal nostro organismo ma la sua produzione diminuisce andando avanti con gli anni.

Ha un'azione simile alla vitamina E. Tra le sue **funzioni biologiche** si evidenzia quella antiossidante in quanto, nei mitocondri cellulari, partecipa alla produzione di energia trasportando l'idrogeno nelle catene di ossidoriduzione. Ha effetti benefici sul sistema cardiocircolatorio.

Il **fabbisogno giornaliero per l'adulto** è di circa 5 mg, superiore quando si oltrepassano i 35-40 anni.

**Fonti naturali:**

- carne, pesce
- cereali, soia, noci, vegetali in genere.

## **MELATONINA**

**Caratteristiche:** Secreta dalla ghiandola pineale (epifisi) posta al centro del cervello, è il risultato di complesse reazioni biochimiche che vedono come elementi di partenza il triptofano (aminoacido) e la serotonina (neurotrasmettitore).

La formazione di melatonina avviene anche nella retina, nell'intestino tenue, nelle piastrine del sangue, ecc.

La produzione di melatonina varia quantitativamente nell'arco delle 24 ore. Il picco massimo viene raggiunto di notte, tra l'una e le cinque (nella terza e quarta fase REM del sonno profondo). Questo permette un sonno ristoratore in grado anche di migliorare la capacità di autoriparazione e autorigenerazione delle cellule.

Intorno ai 40-45 anni diminuisce la sua secrezione.

Le sue principali [funzioni biologiche](#), oltre a regolare i cicli di sonno-veglia, sono quelle di [protezione del DNA cellulare dall'attacco dei radicali liberi e di stimolo del sistema immunitario](#). Contribuisce alla rigenerazione dei tessuti connettivi e alla protezione del sistema cardiocircolatorio. Regola il tono dell'umore, migliora la capacità di affrontare lo stress e gli stati patologici in quanto rafforza l'effetto delle endorfine e abbassa il livello di aldosterone e cortisolo (detti "ormoni dello stress").

La sua azione antiossidante è particolarmente efficace, in quanto agisce su diverse tipologie di radicali liberi, con una potenza valutata del doppio rispetto alla vitamina E e di ben cinque volte rispetto al glutatione.

L'[integrazione](#) di melatonina può essere utile per chi soffre di insonnia (0,3-0,5 mg.) e chi, cambiando fuso orario, deve recuperare il giusto ciclo biologico sonno-veglia e la forma fisica (sindrome del jet-lag). Inoltre per chi necessita di un'azione normalizzante dell'umore negli stati di ansia e di depressione.

Non è tossica e non dà assuefazione, ma può dare sintomi di sonnolenza e pesantezza del capo.

**Fonti naturali:**

- riso, avena, mais
- pomodori, ravanelli, prezzemolo, zenzero
- latte bovino appena munto
- cibi contenenti il triptofano in genere.

---

**Bibliografia:** vedi su "[Sportraining](#)" nella sezione: **Per saperne di più.**