

Gli integratori alimentari: usi e abusi nella pratica sportiva

M. Olivieri

Esperto di sicurezza alimentare (Roma)

Introduzione

Un regime alimentare corretto e basato su una combinazione variata e adeguata dei comuni alimenti è in grado di soddisfare il fabbisogno nutrizionale di tutte le fasce della popolazione. In certi casi, per colmare apporti nutrizionali carenti, è necessario il ricorso ad integratori alimentari che contribuiscono a raggiungere lo stato nutrizionale ottimale favorendo il benessere dell'organismo ed il mantenimento dello stato di salute. Si tratta di casi generalmente inquadrati da uno specialista in materia di nutrizione come ad esempio nei casi di diete ipocaloriche, gravidanza o pratica sportiva agonistica.

Da anni si assiste però ad una forte promozione pubblicitaria di prodotti dietetici, integratori e prodotti definiti "naturali" o "salutistici" non sempre rispondente a criteri razionali e scientificamente corretti. Spesso si arriva direttamente a correlare l'impiego di tali prodotti con il conseguimento di risultati importanti, ma la pubblicità inganna molto, soprattutto nel mercato degli integratori sportivi, per il quale non è oltretutto disponibile una divulgazione scientifica seria a riguardo. Al contrario si trovano facilmente articoli su riviste di *fitness* e pubblicità su giornali senza alcuna base scientifica, cosa che provoca una diffusa disinformazione in materia. Tale situazione merita la massima attenzione per i possibili abusi o comportamenti inadeguati che possono derivare dall'impiego scorretto di supplementi dietetici.

Gli integratori alimentari, anche denominati "complementi alimentari", costituiscono comunque un'ampia categoria di prodotti di rilevante interesse per i settori farmaceutico ed erboristico. Basti considerare che in Italia il segmento di mercato destinato agli integratori alimentari è rivolto ad oltre 3 milioni di consumatori. Questo mercato, nel periodo compreso tra il 1992 ed il 2003 ha interessato circa 900 imprese con un fatturato valutabilein circa un miliardo e mezzo di euro. L'uso di inte-

gratori alimentari è diventato ormai, nell'immaginario collettivo, un modo per ottimizzare al massimo gli effetti dell'allenamento sportivo e dell'alimentazione e, quindi, per migliorare la prestazione e la qualità della vita. E' anche il presunto effetto "snellente" che spinge larghe fasce della popolazione ad acquistare e consumare gli integratori alimentari alla ricerca, quasi maniacale, di un supporto per perdere qualche chilo o seguire più facilmente una dieta dimagrante.

La dieta dell'atleta

L'alimentazione riveste un ruolo determinante per lo sportivo ed è utile conoscere quali sono gli alimenti adatti alla sua attività e in quali quantità e modalità devono essere assunti per poterne trarre tutti i benefici possibili. Svolgere un'attività fisica, infatti, comporta inevitabilmente un aumento del dispendio energetico. Chi pratica uno sport a livello amatoriale si allena in media 2-3 volte a settimana, per una durata massima di 2 ore circa. Un'attività fisica di questa entità non comporta quasi mai un fabbisogno energetico aggiuntivo, né tanto meno richiede particolari aggiustamenti della razione alimentare. A maggior ragione, in questi casi non vi è alcuna necessità di ricorrere a prodotti dietetici particolari o a integratori alimentari.

Solo se compiuto a livello agonistico, l'esercizio fisico deve essere considerato un'attività particolare da un punto di vista dietetico giacché prevale, rispetto all'attività normale, il lavoro muscolare e conseguentemente il dispendio energetico. L'alimentazione degli sportivi deve quindi tenere conto delle caratteristiche morfologiche individuali (le dimensioni e la composizione corporea) e degli specifici programmi di allenamento, nonché della programmazione degli impegni agonistici e delle caratteristiche tecniche della competizione [1].

Razionamento alimentare in allenamento

L'alimentazione dello sportivo deve assicurare un apporto di calorie sufficiente a coprire i dispendi energetici, talvolta anche molto elevati, legati alla pratica sportiva quotidiana. Per l'atleta la razione alimentare ideale deve essere costituita dal 55 – 60% di carboidrati, da circa il 12 – 15% di proteine e dal 25 – 30% di lipidi (grafico 1), [2]. L'apporto idrico deve essere adeguatamente correlato all'aumento della sudorazione, non limitato al momento dei pasti principali ma distribuito in tutto l'arco della giornata ed anche durante la pratica sportiva, tanto più se svolta in condizioni di alta temperatura ed umidità relativa. Per quanto riguarda vitamine e sali minerali, le normali quantità di questi elementi ricavabili da una dieta adeguata sono sufficienti.

Carboidrati

I carboidrati costituiscono il principale substrato energetico per i muscoli in attività e sono in grado di fornire una buona quantità di energia, in media circa 4 kcal per grammo di sostanza di rapida utilizzazione (più precisamente 3,75 kcal/g per i monosaccaridi e 3,95 kcal/g per i disaccaridi) [3]. Sono fondamentali tanto nelle azioni rapide e intense, quanto nelle attività protratte nel tempo; sarebbe opportuno suddividere la quota glucidica della dieta in 80% di carboidrati complessi (patate, cereali e derivati) e 20% di zuccheri semplici (miele, saccarosio, frutta ecc.).

Proteine

Le proteine hanno diversi ruoli indispensabili per il nostro organismo. Oltre alla funzione strutturale svolgono attività catalitiche, ormonali e di trasporto. Nella razione giornaliera le proteine, che come i carboidrati forniscono un'energia di circa 4 kcal per grammo, devono

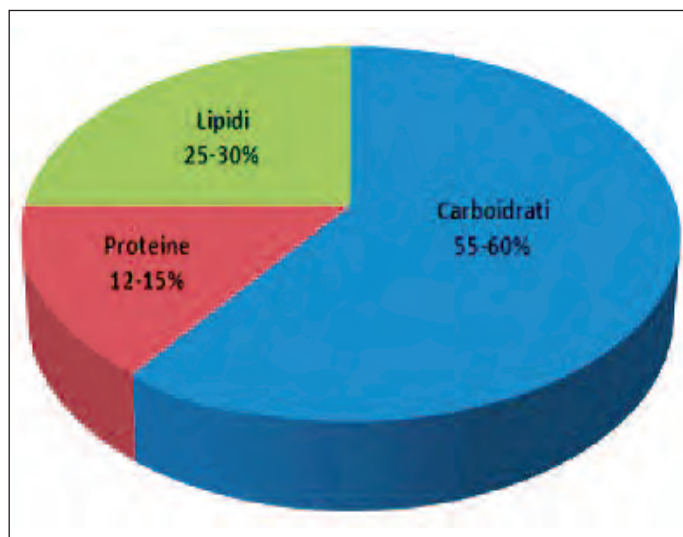


Grafico 1 – Distribuzione giornaliera dei principali macronutrienti

rappresentare il 12 - 15% delle calorie totali assunte devono provenire sia da alimenti di origine animale (carne, pesce, uova, latte e derivati) che di origine vegetale (legumi e cereali).

L'apporto medio giornaliero di 1,1 - 1,5 grammi di proteine per ogni kg di peso corporeo è sufficiente a mantenere il perfetto funzionamento delle masse muscolari; per gli atleti che svolgono attività agonistica, la dose giornaliera consigliata può salire, a seconda del tipo di sport praticato, fino a 1,7 – 1,9 grammi per ogni kg di peso corporeo.

Lipidi

I lipidi o grassi sono nutrienti ad elevato contenuto energetico, rendono infatti 9 kcal per grammo. Insieme ai carboidrati, sono utilizzati come fonte energetica nell'impegno sportivo di lunga durata e di intensità medio-bassa. Devono rappresentare una quota variabile, secondo le circostanze, tra il 25 e il 30% dell'energia totale giornaliera e vengono assunti sia come grassi contenuti negli alimenti (carne, salumi, uova, pesci, semi oleosi, latte e derivati ecc.), sia come condimenti (oli, burro, lardo ecc.). Tra questi ultimi sono da preferire le fonti di provenienza vegetale, con particolare riguardo all'olio di oliva extra vergine.

I pasti devono comunque essere distribuiti in maniera equilibrata durante l'arco della giornata (tabella 1); al di là di quelle che possono essere le variabili per pervenire ad una dieta ideale per ogni singolo soggetto.

Tab. 1 - Ripartizione energetica giornaliera in 5 pasti

PASTO	%	Nota
Colazione	20 - 25	
Spuntino	10	prima o subito dopo l'allenamento
Pranzo	25 - 35	3 - 4 ore prima della pratica sportiva
Merenda	10	prima o subito dopo l'allenamento
Cena	25 - 35	

Se nel primo pomeriggio è previsto un allenamento impegnativo, bisogna rinforzare lo spuntino di metà mattina. È consigliabile fare un piccolo pasto ricco di carboidrati almeno un'ora prima di cominciare l'attività fisica. Subito dopo la conclusione dell'allenamento sono importanti per l'atleta la reidratazione ed il recupero delle scorte di glicogeno muscolare consumato con l'attività fisica. Per fare ciò è sufficiente consumare bevande zuccherate, frutta fresca [4] e altri alimenti ricchi di zuccheri semplici, nei primi 30 minuti dopo l'allenamento, quando cioè la velocità di glicogenosintesi è massima [5], e proseguendo nelle ore successive con ulteriori apporti di zuccheri semplici e complessi. Un successivo recupero è possibile a cena con un secondo piatto di porzioni più abbondanti del solito.

Alimentazione prima e durante la competizione

L'alimentazione pre-gara da seguire è fortemente influenzata dalle caratteristiche della gara stessa (grafico 2) e in special modo dalla sua durata. L'atleta, specialmente se impegnato in specialità di resistenza, dovrà preferire, nelle ventiquattro ore che precedono l'impegno atletico, la scelta di alimenti ricchi di amidi (pasta, pane, riso, patate, prodotti da forno e cereali in genere), affinché sia possibile garantire una maggiore concentrazione di glicogeno (l'unica forma di deposito dei carboidrati nell'organismo umano) sia nei muscoli sia nel fegato.

Poiché ai fini delle prestazioni è fondamentale ottimizzare al massimo le scorte di glicogeno, è necessario gestire le scelte alimentari in funzione dell'orario d'inizio della competizione sportiva. È, infatti, buona norma che lo sportivo consumi l'ultimo pasto almeno due o tre ore prima dell'inizio della gara [6]. Occorre evitare un'alimentazione iperproteica, iperglicidica con uso di integratori alimentari vari, vitamine e sali minerali che possono addirittura pregiudicare il rendimento dell'atleta.

Nel periodo che precede l'inizio della prestazione sportiva e fino a non meno di 30-40 minuti dall'inizio della competizione, l'atleta può, qualora avvertisse la sensazione di fame, consumare qualche biscotto secco o fetta biscottata e sorseggiare di tanto in tanto una bevanda a bassa concentrazione di zuccheri [6]. Queste "razioni di attesa" evitano potenziali rischi di ipoglicemia e conseguente glicogenolisi nelle prime fasi della gara. La componente liquida provvederà a prevenire e correggere la disidratazione che inizia già prima dell'impegno atletico, mentre i glucidi contribuiranno a fornire una ulteriore quota di energia di pronto impiego per risparmiare il glicogeno muscolare.

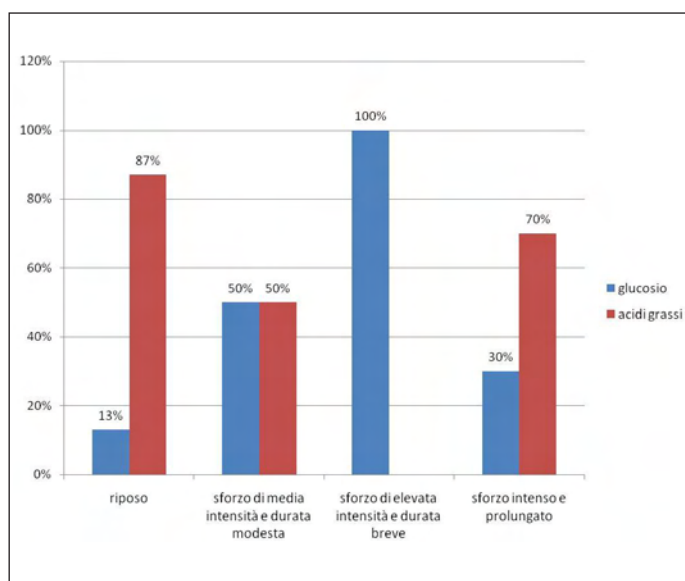


Grafico 2 – Relazioni tra intensità dell'attività e consumo di glucosio e acidi grassi

In alcune discipline di lunga durata, come lo sci di fondo o il ciclismo su strada, può essere necessario anche un intervento durante la gara con cibi solidi, ovvero dei piccoli pasti veri e propri. Questa razione, composta da zuccheri semplici, proteine e lipidi (latte e formaggi magri, uova) deve essere suddivisa in piccole porzioni (non superiori ai 50 gr) e consumata a intervalli regolari.

Al termine della competizione saranno necessari la reidratazione dell'atleta ed il ripristino delle scorte di glicogeno muscolare attraverso la somministrazione di circa 50-100 grammi di carboidrati entro i trenta minuti immediatamente successivi alla fine dell'esercizio muscolare, con ulteriori apporti glucidici ogni due ore, tali da garantire una introduzione totale di 500-600 grammi nell'arco delle venti ore successive.

Gli integratori alimentari: definizioni e normative

La Direttiva 2002/46/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 10 giugno 2002 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli integratori alimentari è stata recepita in Italia con il Decreto Legislativo n. 169 del 21 maggio 2004. La Direttiva definisce gli integratori alimentari (food supplements) come: "prodotti alimentari destinati ad integrare la dieta normale e che costituiscono una fonte concentrata di sostanze nutritive o di altre sostanze aventi un effetto nutritivo o fisiologico, sia monocomposti che pluricomposti, in forme di dosaggio, vale a dire in forme di commercializzazione quali capsule, pastiglie, compresse, pillole e simili, polveri in bustina, liquidi contenuti in fiale, flaconi a contagocce e altre forme simili, di liquidi e polveri destinati ad essere assunti in piccoli quantitativi unitari". La normativa italiana di attuazione della suddetta Direttiva europea definisce invece gli integratori come: "prodotti alimentari destinati ad integrare la comune dieta e che costituiscono una fonte concentrata di sostanze nutritive, quali le vitamine e i minerali, o di altre sostanze aventi un effetto nutritivo o fisiologico, in particolare ma non in via esclusiva aminoacidi, acidi grassi essenziali, fibre ed estratti di origine vegetale, sia monocomposti che pluricomposti, in forme predate". I termini "complemento alimentare" o "supplemento alimentare" sono da intendersi come sinonimi di "integratore alimentare". È da notare che la normativa si riferisce a "prodotti alimentari", ma mentre la Legge statunitense è chiara dal 1994 nell'individuare gli integratori (dietary supplements) come alimenti e pertanto soggetti alle leggi sugli alimenti, così non è per i paesi europei che hanno recepito la direttiva europea a proprio modo e tra questi l'Italia. In particolare, la Legge statunitense specifica che gli integratori alimentari non sono da considerarsi né medicinali, né additivi: si tratta

di alimenti pensati specificamente per integrare l'alimentazione con varie sostanze che possono non essere facilmente ricavabili in "quantità sufficiente" dalla normale alimentazione. Il termine di "quantità sufficiente" costituisce una variabile molto ampia che dipende essenzialmente da due fattori: il fabbisogno individuale, (che può variare significativamente tra diversi individui) e la determinazione di quello che è considerato "sufficiente". Su quest'ultimo punto esistono due orientamenti: nel primo caso si ritiene sufficiente la quantità di una sostanza che assicura, nella maggior parte della popolazione, l'assenza di sintomi da carenza, cioè il mantenimento del buon stato di salute. Si tratta della quantità giornaliera raccomandata, indicata come RDA (Recommended Dietary Allowances) negli USA o come LARN (Livelli di Assunzione Giornalieri Raccomandati) in Italia. Un secondo orientamento considera una quantità ottimale per ogni individuo, non solo per assicurare l'assenza di sintomi evidenti, ma che contribuisca a un fisico sano e resistente dando alla persona uno stato di salute ottimale. Quest'ultimo punto di vista ha trovato una certa conferma scientifica negli ultimi anni in diversi studi sulle proprietà benefiche delle sostanze antiossidanti a dosaggi anche di molto superiori ai valori di RDA.

Secondo uno studio del 2007, commissionato dall'Associazione Italiana Industrie Prodotti Alimentari, il mercato degli integratori alimentari pare destinato a crescere ulteriormente, dal momento che ben 13,7 milioni di italiani tra i 25 e 64 anni hanno dichiarato che potrebbero consumare integratori alimentari entro la metà del 2009.

Produzione, etichettatura e pubblicità

Il primo gennaio 2006 è entrato in vigore il cosiddetto "pacchetto igiene", comprendente diversi regolamenti comunitari sui quali si basano i criteri attuali per garantire la sicurezza alimentare. Gli adempimenti riguardano tutti gli operatori della filiera alimentare: fornitori di materie prime e ingredienti, trasformatori, distributori, commercianti ecc. Gli operatori del settore sono quindi anche obbligati a seguire corrette prassi igieniche attraverso

l'applicazione del sistema HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points). Come qualsiasi altro prodotto destinato ad essere assunto, per tutte le sostanze contenute negli integratori alimentari valgono precisi requisiti di igiene e purezza e devono essere indicate in etichetta le quantità ed il dosaggio medio consigliato. La presentazione degli integratori deve seguire le indicazioni del Decreto Legislativo n° 109 del 27 gennaio 1992 che attua le Direttive 89/395 CEE e 89/396 CEE sull'etichettatura, la presentazione e la pubblicità dei prodotti alimentari. Come tutti i prodotti alimentari anche l'integratore dovrà riportare in etichetta le seguenti informazioni:

- nome del produttore o del distributore e luogo di produzione;
- denominazione esatta ed ingredienti, elencati in ordine decrescente per quantità;
- quantità netta di prodotto;
- additivi presenti, indicati con il loro nome oppure con la sigla europea con la specifica della categoria (ad esempio addensante, conservante, colorante ecc.);
- modalità di conservazione, di consumo e data di scadenza;
- codice identificativo del lotto del prodotto.

Discorso a parte va fatto invece per quanto riguarda l'etichettatura nutrizionale degli integratori alimentari. L'articolo 2 del Decreto Legislativo n. 77 del 16 febbraio 1993, che attua la direttiva CEE 90/496 relativa all'etichettatura nutrizionale dei prodotti alimentari, riporta esplicitamente: "Il presente decreto non si applica... 2) agli integratori di regime ed ai complementi alimentari". L'etichettatura degli integratori o complementi alimentari è infatti regolata dall'articolo 6 del Decreto Legislativo 169/2004 dove si specifica che l'etichetta non deve vantare proprietà terapeutiche, né capacità di cura delle malattie umane, ma dovrà contenere la dose raccomandata, un'avvertenza a non eccedere la dose, l'indicazione che gli integratori alimentari non sostituiscono una dieta variata e la specificazione delle vitamine e dei minerali contenuti. A differenza dei prodotti dietetici veri e propri, che devono ottenere un'autorizzazione alla commercializzazione, gli integratori alimentari possono circolare dopo una semplice notificazione dell'etichetta al Ministero della Salute (tabella 2).

Tab. 2 – Comparazione tra integratori alimentari, prodotti dietetici e medicinali

	Integratori alimentari	Prodotti dietetici	Prodotti medicinali
Funzione	integrare la dieta generale	per nutrizione particolare	curare o prevenire malattie
Dosaggio	ridotto, non superiore a 5 volte la RDA	secondo regolamentazione	Standardizzato per produrre un effetto terapeutico
Legislazione	normative europee sugli alimenti	normative europee sugli alimenti	normative europee sui farmaci
Commercio	è sufficiente la notifica (silenzio-assenso) al Ministero della Salute	è necessaria l'autorizzazione del Ministero della Salute	obbligo di autorizzazione per l'immissione in commercio
Pubblicità	sono vietate le dichiarazioni secondo cui il prodotto servirebbe a lenire o prevenire malattie	limitata agli operatori del settore	limitata a riviste destinate a medici e farmacisti. Sui media è ammessa solo per i farmaci OTC

Se entro 90 giorni il Ministero non muove obiezioni, l'etichetta si intende approvata in base al principio del silenzio-assenso. In caso di contestazioni, la ditta produttrice deve rispondere entro 30 giorni inviando l'eventuale documentazione, altrimenti la notifica si intende decaduta. Per effetto dell'articolo 10 del Decreto Legislativo 169/2004 gli integratori alimentari, una volta conclusa favorevolmente la procedura di notifica, vengono inclusi in un registro che il Ministero della Salute pubblica e aggiorna periodicamente. Un aspetto particolarmente importante è quello pubblicitario. Sono esplicitamente negati i messaggi miracolistici, particolarmente quando si tratta di prodotti destinati al dimagrimento. Infatti, l'articolo 7 del Decreto Legislativo 169/2004 recita: *"nel caso di integratori propagandati in qualunque modo come coadiuvanti di regimi dietetici ipocalorici volti alla riduzione del peso, non è consentito alcun riferimento ai tempi o alla quantità di perdita di peso conseguenti al loro impiego"*.

La pubblicità dei prodotti contenenti come ingredienti piante o altre sostanze di origine naturale non deve indurre a far credere che solo per effetto di tale derivazione non vi sia il rischio di incorrere in effetti collaterali indesiderati.

Classificazione degli integratori

Per chi segue particolari stili di vita o per motivi diversi, è sempre più diffusa la consuetudine di integrare l'apporto di determinati nutrienti della dieta mediante integratori alimentari. Questi sono generalmente consigliati nei casi in cui l'organismo abbia carenza di determinati elementi o nutrienti. Gli integratori non hanno dunque proprietà curative, ma servono ad integrare una normale dieta, completandola.

L'integrazione può ad esempio essere utile in caso di gravidanza, di disfagia, nella correzione della malnutrizione e nel completamento della dieta degli atleti professionisti. Sul mercato gli integratori sono rappresentati da una vastissima gamma di prodotti. Se si escludono gli integratori energetici e di aminoacidi e proteine, che rientrano per lo più nella specifica categoria destinata a chi pratica sport e che sono regolati con apposita normativa (Circolare n. 8 del 7 giugno 1999 – G.U. n.135 dell'11.6.1999), quelli più diffusi sono: gli integratori di vitamine e/o di minerali, di acidi grassi, di probiotici, di fibra e gli integratori o complementi alimentari a base di antiossidanti o di altri ingredienti costituiti da piante o derivati che, pur privi di valore nutritivo, sono tuttavia dotati di attività favorevoli determinate funzioni e processi fisiologici compatibili con una finalità di tipo salutistico.

Le sostanze impiegate come integratori alimentari appartengono alle seguenti categorie:

- vitamine;
- sali minerali;
- zuccheri;
- proteine e aminoacidi;
- acidi grassi essenziali;
- sostanze vegetali;
- metaboliti.

Gli integratori alimentari nello sport: usi ed abusi

Abitudini alimentari corrette sono certamente sufficienti a coprire per intero i fabbisogni nutrizionali degli sportivi amatoriali impegnati in attività continuative, anche di buon impegno fisico. Infatti, l'integrazione della normale alimentazione non è necessaria per ottenere buoni risultati dato che, se si sanno gestire le fonti nutrizionali dei diversi alimenti, si può ugualmente ottenere un corpo forte e resistente mantenendo lo stato di salute. Lo **sportivo amatoriale** è generalmente un soggetto che si allena in media tre volte a settimana per circa un'ora o due; ciò comporta un aumento del fabbisogno energetico giornaliero medio di circa 500 / 600 calorie. Per far fronte a questa richiesta "extra" di calorie è sufficiente aumentare di poco le quantità di cibo nella dieta giornaliera mantenendo sempre equilibrati i rapporti tra i diversi nutrienti.

È invece evidente che lo **sportivo professionista** deve far fronte a livelli di dispendio energetico, perdita di sali minerali, proteine e di vitamine di gran lunga superiori rispetto al praticante amatoriale per cui, per l'impossibilità di aumentare eccessivamente l'introito calorico con i pasti a discapito dei processi digestivi, è allora lecito fare ricorso all'impiego di integratori alimentari. Questi comprendono una vasta e differenziata gamma di prodotti (ergogeni, vitamine, minerali, estratti vegetali, aminoacidi, proteine ecc.) commercializzati, in genere, al fine di sopperire alle eventuali carenze di uno o più nutrienti, causate da un loro insufficiente apporto con la normale alimentazione, e in tal senso potrebbero essere di aiuto, in ben selezionati casi, per migliorare le condizioni di salute e/o prevenire l'insorgenza di specifiche condizioni patologiche.

Nell'ambito sportivo è possibile catalogare gli integratori alimentari anche in base agli effetti, reali o presunti, reclamizzati dalle case produttrici, distinguendoli nel modo seguente:

- integratori per aumentare il peso corporeo e le masse muscolari;
- integratori per aumentare la forza muscolare;
- Integratori per favorire la produzione di energia;

- Integratori per favorire il metabolismo lipidico;
- Integratori per favorire il recupero dopo l'attività sportiva.

Integratori di vitamine e sali minerali

La perdita di vitamine e sali minerali è, tra l'altro conseguenza dell'aumentata sudorazione dell'atleta. Generalmente questa perdita è compensata da una dieta in grado di far fronte al maggior consumo energetico nello sportivo amatoriale mentre una integrazione può essere utile nell'agonista al fine di prevenire eventuali stati carenziali. Per ogni singola vitamina esistono, infatti, dei livelli di assunzione raccomandati sotto i quali è bene non scendere: si tratta di dosi piuttosto basse tranquillamente raggiungibili anche attraverso un'alimentazione varia (tabella 3).

Tab. 3 – Dosi giornaliere raccomandate dall'Unione Europea (RDA) e livelli di sicurezza per l'assunzione quotidiana di vitamine e minerali (fonte: European Federation of Associations of Health Product Manufacturers)

Micronutriente		RDA	Livello garantito di sicurezza per assunzione giornaliera
Vitamina A	µg	800	3000
Vitamina D	µg	5	20
Vitamina E	mg	10	800
Beta-carotene	mg	-	25
Vitamina B1 (tiamina)	mg	1,4	50
Vitamina B2 (riboflavina)	mg	1,6	200
Vitamina B3 (Niacina)	mg	18	500
Vitamina B6 (piridossina)	mg	2	200
Vitamina B12 (cobalamina)	µg	1	3000
Vitamina B9 (acido folico)	µg	200	1000
Vitamina C	mg	60	1000
Biotina	µg	150	2500
Nicotinamide	mg	18	1500
Acido pantotenico	mg	6	1000
Calcio	mg	800	1500
Ferro	mg	14	20
Cromo	µg	-	200
Iodio	µg	150	1000
Fosforo	mg	800	1100
Magnesio	mg	300	700
Rame	mg	-	8
Manganese	mg	-	20
Molibdeno	µg	-	300
Selenio	µg	-	200
Zinco	mg	15	30

Sintomi da carenza insorgono generalmente in situazioni particolarmente gravi derivanti da malnutrizione, malattie o diete particolari protratte per lunghi periodi di tempo e prive del controllo di un esperto.

Un eventuale "surplus" vitaminico-minerale assunto è invece eliminato con le urine o trattenuto nei tessuti con possibili effetti negativi quali vomito, diarrea, cefalea e perdita di peso. Le linee guida del Ministero della Salute parlano, a tal proposito, di "prodotti con minerali destinati a reintegrare le perdite idro-saline causate dalla sudorazione conseguente all'attività muscolare svolta". Il discorso dell'integrazione nell'atleta risulta valido al fine di evitare effetti negativi da carenza, mentre diversi studi hanno dimostrato che l'integrazione di vitamine e minerali prolungata nel tempo non migliora comunque la performance sportiva [6].

In caso di restrizione calorica, per necessità di un calo ponderale dell'atleta, potrebbe essere utile un'integrazione con vitamine liposolubili (A, D, E) conseguente alla restrizione dei grassi animali nella dieta. La recente bibliografia scientifica tende inoltre ad individuare uno stretto legame tra disponibilità di vitamine del gruppo B e mantenimento delle prestazioni sportive in quanto regolatori del metabolismo energetico [8]. In particolare la tiamina (vitamina B1) e la cobalamina (vitamina B12) risultano indispensabili per la trasformazione di proteine, grassi e carboidrati in energia. È quindi importante, per lo sportivo, assumere alimenti ricchi di vitamine del gruppo B anche attraverso una alimentazione varia (carne, frattaglie, pesce, uova, verdura, frutta). Negli sport di resistenza la cobalamina è anche utilizzata, per il suo ruolo nella sintesi dell'emoglobina, a supporto di terapie per l'anemia perniciosa, così come l'acido folico (vitamina B9), che interviene nella formazione dei globuli rossi, è impiegato per correggere le anemie legate a difetti dell'eritropoiesi. I casi di ipervitaminosi negli atleti sono relativamente rari ed in genere riferiti alla **vitamina A** [9] e, con minor frequenza alla vitamina D.

Integratori glucidici

Gli integratori di zuccheri, commercializzati solitamente sotto forma di **bevande o barrette**, sono utilizzati soprattutto per la capacità di fornire calorie di pronto impiego. L'assunzione di bevande contenenti zuccheri semplici e piccole quantità di vitamine e sali minerali può risultare utile negli sport di resistenza (ciclismo, sci di fondo, maratona ecc.) che comportano una sudorazione abbondante ed un consumo energetico prolungato fino ad 1 o 2 ore. È ovvio che l'impiego di un integratore idrico-glucidico non è necessario nell'atleta che produce sforzi brevi e di lieve intensità. Gli integratori glucidici sono costituiti generalmente da monosaccaridi (glucosio e fruttosio), disaccaridi (saccarosio) e polisaccaridi (malto-destrine). Per quanto riguarda il fruttosio, spesso presente in questo genere di integratori, non esistono evidenze

che sia più vantaggioso, rispetto al glucosio, nel migliorare le prestazioni degli sportivi. Il fruttosio, infatti, è metabolizzato a livello epatico dove circa i 2/3 vengono trasformati in glucosio. La quota restante è parzialmente rilasciata con formazione di lattato ed in parte viene ossidata ad anidride carbonica ed acqua. Alcuni esperimenti hanno dimostrato che, a parità di concentrazione, le bevande energetiche a base di fruttosio possono recare maggiore stress gastrointestinale e ridurre le prestazioni dell'atleta rispetto alle bevande a base di glucosio o saccarosio [10]. Si è osservato, inoltre, che un carico orale di fruttosio porta ad una riduzione dei fosfati inorganici a livello epatico: ciò causa, a sua volta, una degradazione dell'AMP ad acido urico rimesso poi in circolo dall'epatocita. Un abuso di prodotti ricchi di fruttosio può causare un aumento di uricemia ed uricuria, con possibili manifestazioni gottose nei soggetti predisposti [11]. Negli sport di resistenza trovano inoltre largo impiego le **maltodestrine**: amidi parzialmente predigeriti, di solito amido di mais o grano, che grazie alla predigestione vengono assimilati più facilmente e forniscono energia a corto-medio termine. Tanto più corte sono le molecole di maltodestrine tanto più alta sarà la loro velocità di assorbimento nel sangue e, conseguentemente, tanto più alto sarà l'indice glicemico e il relativo rialzo insulinico prodotto. Alla luce di tutte le conoscenze attuali sull'insulina, risulta evidente che le maltodestrine più utili nello sport sono quelle ad alto peso molecolare, quindi a basso indice glicemico. Queste mantengono un'elevatissima digeribilità che ben si concilia con il loro uso durante la prestazione atletica. Rispetto ad un'integrazione di glucosio, le maltodestrine offrono il vantaggio di liberare gradualmente il glucosio stesso (contenuto nella molecola), garantendo in tal modo un rifornimento di energia prolungato nel tempo. L'assunzione di una bevanda contenente sia fruttosio sia maltodestrine prima dell'allenamento o della gara, oltre a contribuire alla saturazione delle scorte di glicogeno epatiche e muscolari, produce un'ossidazione dei carboidrati più efficiente rispetto ad una bevanda contenente una sola delle due sostanze. Tale efficienza sembra legata alle differenti modalità di trasporto ed assorbimento di **fruttosio e maltodestrine** [12]. Se assunti anche al termine della competizione, gli integratori idrico-glucidici favoriscono la reidratazione ed il riequilibrio delle scorte energetiche. Poiché i carboidrati assunti in eccesso sono convertiti in grasso risulta però inutile assumere maltodestrine qualora la durata dell'impegno sportivo fosse inferiore all'ora e mezza. Superata questa soglia si consiglia di assumere circa 30 grammi di maltodestrine per ogni ora di competizione. L'abuso di integratori glucidici è generalmente correlato all'aumento di peso corporeo e problemi gastroenterici.

Integratori di proteine ed aminoacidi

Al contrario di quanto avviene per i carboidrati e i lipidi, l'organismo non dispone di forme di accumulo per aminoacidi e proteine, ma deve coprire quotidianamente il fabbisogno. Questo, nell'atleta, è certamente superiore a quello dell'individuo sedentario e non solo chi pratica sport di forza e potenza ha bisogno di un maggior introito proteico, ma anche chi si dedica a sport di resistenza. Attualmente si concorda che le necessità di una persona adulta normale si possano stimare intorno ad 1 gr di proteine per kg di peso corporeo [13] e che tale stima possa essere incrementata fino ad 1,2 - 1,3 gr per l'atleta amatoriale che si allena con una media di 3 giorni a settimana. Si può ragionevolmente affermare che, se l'apporto calorico di una dieta bilanciata riesce a coprire i consumi, le uniche attività sportive che richiedono una piccola integrazione proteica sono quelle basate sul sollevamento di grandi quantità di sovraccarichi pesanti ("body-building", sollevamento pesi, lancio del peso ecc.). In questi casi, per raggiungere quote proteiche pari a 1,6 - 2 gr per kg di peso corporeo, l'integrazione dietetica è necessaria onde evitare l'introduzione di un'eccessiva quantità di calorie con l'alimentazione derivata soprattutto dalla presenza di grassi che accompagnano generalmente gli alimenti ricchi di proteine (carni, salumi, formaggi ecc.). A causa di false credenze riguardanti le relazioni tra aumento dell'introito proteico ed incremento della massa e/o forza muscolare, molti atleti utilizzano integratori di proteine oltre le dosi consigliate dagli esperti [14]. Tale pratica scorretta è tipica dei "body-builder" che, oltre ad una dieta generalmente iperproteica, utilizzano integratori a base di proteine del siero di latte e caseine. Per la loro rapidità di assimilazione, le prime vengono assunte al mattino dopo il digiuno notturno. Le caseine, che sono assimilate più lentamente, sono assunte la sera prima di dormire per sfruttarne l'effetto "anti-catabolico" che contrasta la degradazione proteica causata appunto dal digiuno notturno. Uno studio condotto su 40 "body-builder" e praticanti sport di potenza con 15 - 20 ore di allenamento alla settimana e che assumevano circa 2,8 gr/kg di proteine al giorno ha evidenziato una normale "clearance" della creatinina, urea ed albumina ma un aumento dell'uricemia e della calcemia. Il bilancio di azoto diventava positivo per introduzioni giornaliere superiori a 1,3 gr/kg. I risultati mostrano, a differenza di quanto si suppone in ambiti scientifici, che un apporto proteico non superiore ai 2,8 gr/kg al giorno sembra non avere effetti negativi a breve termine sulla funzione renale di atleti ben allenati [15]. Si rendono quindi necessari ulteriori studi sugli effetti di una integrazione alimentare iperproteica a lungo termine.

Un diverso discorso riguarda i precursori delle proteine: gli aminoacidi. Di questi esistono in commercio diversi prodotti e tra quelli maggiormente reclamizzati per migliorare le qualità muscolari e quindi le prestazioni atletiche troviamo quelli a **catena ramificata (BCAA – Branched Chain Amino Acids): valina, leucina ed isoleucina** (figura 1) appartenenti al gruppo degli aminoacidi essenziali e che devono essere assunti necessariamente con l'alimentazione poichè non sintetizzabili dall'organismo umano. I vantaggi recati dall'apporto di BCAA consistono nel fatto che queste molecole sono utilizzate direttamente dai muscoli (ragione per cui sono consigliati a supporto delle terapie per l'insufficienza epatica), mentre gli altri aminoacidi sono generalmente metabolizzati nel fegato per la produzione di zuccheri di riserva o per fornire energia indirettamente. Quando l'attività fisica è intensa, gli scheletri carboniosi degli aminoacidi ramificati (soprattutto leucina) vengono trasformati in alfa-chetoacidi per transaminazione e poi ossidati, mentre il gruppo ammonio è trasferito all'alanina che va al fegato. Quest'ultimo aminoacido, fra i vari destini, può essere trasformato in glucosio attraverso la neoglucogenesi: questo successivamente ritorna al muscolo ed è utilizzato a fini energetici. Sia dopo un esercizio di resistenza che di forza il livello di BCAA nel sangue diminuisce dal 10% al 30% ed una integrazione dietetica sembra prevenire la deplezione delle proteine muscolari e velocizzare il conseguente recupero a riposo [16].

Un altro aspetto sicuramente interessante è il ruolo attribuito da diversi ricercatori ai BCAA nel determinare una **riduzione della sensazione di fatica** durante l'esercizio fisico. L'insorgenza della "stanchezza fisica" viene influenzata da un aumento dell'aminoacido triptofano a livello del sistema nervoso centrale, cosa che determina un'augmentata produzione di serotonina, neurotrasmettitore che influenza la sensazione di dolore. La concentrazione cerebrale di triptofano dipende, oltre che da altri fattori, dalla competizione con altri aminoacidi nell'utilizzo del meccanismo di trasporto attraverso la barriera ematoencefalica e tale competizione viene esercitata in misura prevalente proprio dai BCAA. In pratica, più au-

menta la concentrazione di BCAA, meno triptofano riesce a raggiungere il cervello con riduzione della sensazione di fatica. Durante l'esercizio fisico prolungato si ha una riduzione del rapporto BCAA / triptofano sia per un abbassamento dei livelli di BCAA che per un incremento di triptofano libero cui consegue un esaurimento muscolare [17]. Questo fenomeno è stato evidenziato sia in attività aerobiche che anaerobiche di lunga durata. La somministrazione di BCAA potrebbe essere quindi applicata anche per aumentare l'intensità e la durata degli allenamenti.

Sebbene non siano conosciuti effetti collaterali relativi all'integrazione dietetica con aminoacidi a catena ramificata si consiglia, nell'atleta, una assunzione totale giornaliera non superiore ai **5 grammi con un rapporto 2:1:1 rispettivamente di leucina, isoleucina e valina** [18].

Creatina

La creatina (dal greco *kreas* = carne) è un componente del metabolismo intermedio, la cui sintesi avviene nel fegato e nel rene mediante reazioni che coinvolgono gli aminoacidi arginina, glicina e metionina. Essa è depositata per circa il 95% nei muscoli scheletrici in forma fosforilata come fosfocreatina (PCr) tramite catalisi mediata dalla creatinchinasi (CK) a spese dell'ATP, mentre durante l'esercizio prevale la reazione inversa diretta soprattutto alla produzione dell'ATP a scopo ergogenico (figura 2).

Il circuito creatina - creatinchinasi - fosfocreatina è connesso con la funzionalità mitocondriale e rappresenta un sistema sia di tamponamento che di trasferimento energetico per attuare il controllo del "pool" degli adenilati (AMP / ADP / ATP) e, quindi, consentire un efficiente utilizzo di energia in senso termodinamico [19].

In relazione alle necessità metaboliche, predomina una di queste funzioni del circuito creatina - creatina chinasi - fosfocreatina: nelle fibre muscolari di tipo 2 (a contrazione rapida) la funzione di tamponamento dell'energia prevale su quella di trasferimento.

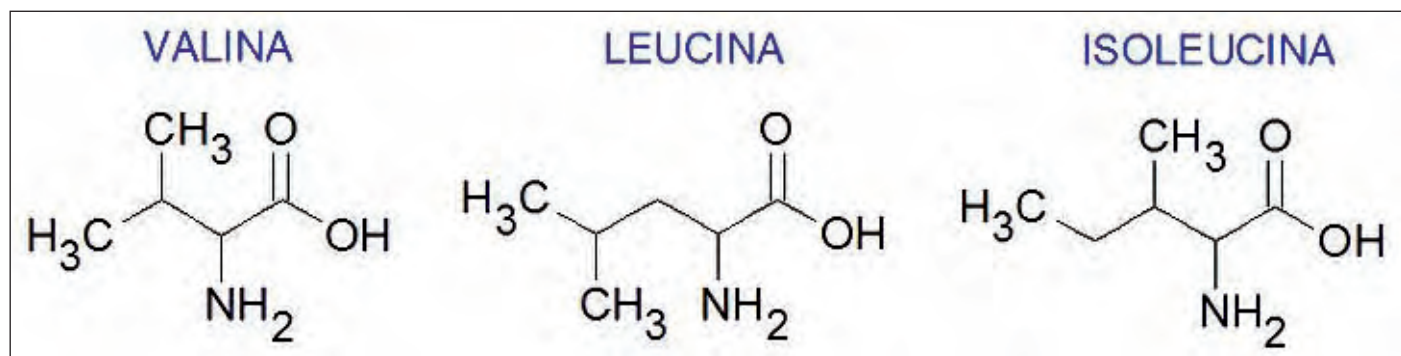


Fig. 1 – Aminoacidi a catena ramificata

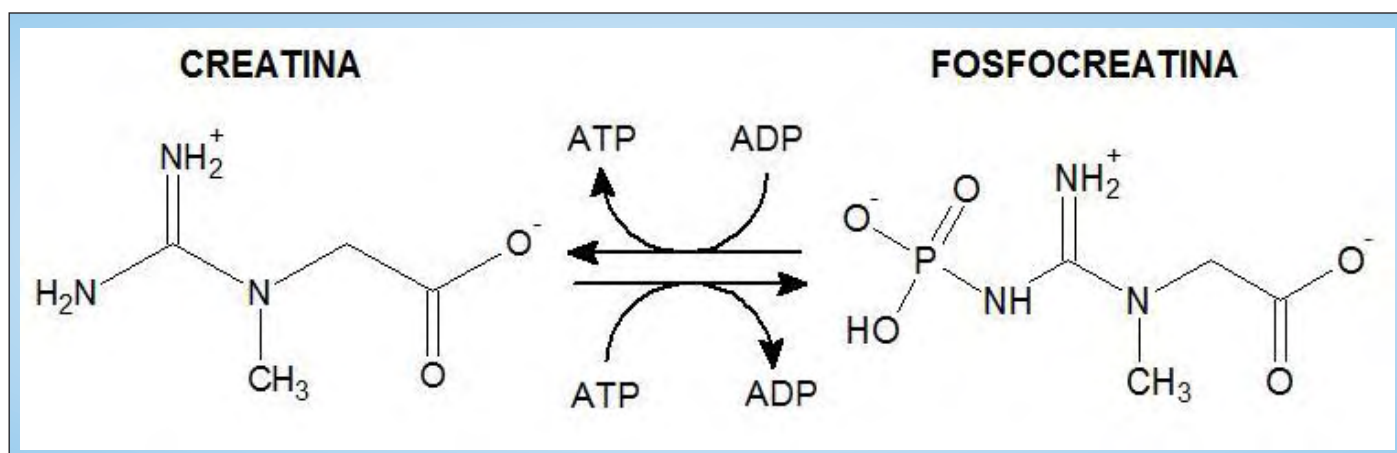


Fig. 2 – Struttura molecolare della Creatina e della Fosfocreatina e reazioni di trasformazione

Pertanto, a riposo, la trasduzione aerobica mitocondriale può essere la fonte energetica per tamponare la fosforilazione della creatina integrata, con conseguente incremento della disponibilità di fosfocreatina da utilizzare durante l'attività muscolare anaerobica.

Il fabbisogno giornaliero di creatina è di **2 grammi** in condizioni normali ed è coperto in parte dalla sintesi a livello epatico (~1 gr) e in parte dalla creatina presente negli alimenti a base di carne e pesce. L'interesse per l'influenza dell'integrazione di creatina sulle differenti prestazioni sportive è relativamente recente: tuttavia, a tale proposito sono presenti in letteratura numerosi lavori sperimentali basati sulle preliminari osservazioni che il contenuto muscolare di creatina può essere aumentato per mezzo della sua somministrazione esogena, con conseguente risparmio di ATP ed accumulo della sua forma fosforilata (PCr) a livello muscolare, da utilizzare prontamente durante uno sforzo di intensità elevata e di breve durata come potente fonte energetica [20]. L'ingestione di 5 gr di creatina provoca un incremento dei livelli plasmatici di creatina fino a 500 $\mu\text{mol/litro}$ ad un'ora dalla somministrazione. A seguito dell'assunzione di 20-30 gr/die di creatina, il contenuto muscolare totale può aumentare del 17% e, parallelamente, il contenuto di fosfocreatina risulta incrementato fino al 7,6% in alcuni individui [21]. In realtà l'assorbimento della creatina dipende molto dal tipo di prodotto commerciale usato: la **creatina monoidrata**, ad esempio, è poco solubile e, se non micronizzata, può facilmente provocare fastidiosi disturbi intestinali. Inoltre essa necessita della presenza di insulina (quindi di una certa quota di carboidrati) per entrare nei miociti. La **creatina etil-estere** (CEE), formula biotecnologica più recente, viene invece assimilata rapidamente dal muscolo e senza la necessità di un carico aggiuntivo di carboidrati.

Nonostante i diversi pareri discordanti circa gli effetti positivi sulle prestazioni sportive ed eventuali effetti collaterali, la supplementazione dietetica a base di creatina è

diventata una pratica ricorrente fra gli atleti professionisti, dilettanti e amatoriali. Riguardo ai possibili effetti collaterali legati all'assunzione di integratori a base di creatina monoidrata, l'unico ben descritto in letteratura scientifica riguarda l'aumento di peso corporeo legato ad incremento della ritenzione idrica [22]. Per ciò che concerne una eventuale tossicità della creatina a livello del fegato, non risultano riportate in letteratura alterazioni negli indici di funzionalità epatica a seguito dell'assunzione di supplementi dietetici di tale sostanza e si ritiene comunque che l'assunzione a bassi dosaggi di creatina a breve termine sia ben tollerata e non abbia effetti nefrotossici [23], [24]. È comunque necessario approfondire gli studi nell'uomo relativi sia all'integrazione dietetica e valutazione di eventuali fenomeni di "feedback" nella sintesi endogena di creatina, sia agli eventuali effetti tossici o collaterali determinati dall'assunzione cronica di creatina.

Per le sue caratteristiche la creatina è considerata da molti ricercatori una sostanza dopante in quanto capace di modificare la biochimica e la bioenergetica muscolare e, nel contempo, in grado di fornire effetti positivi sulle prestazioni atletiche, soprattutto anaerobiche. Ad oggi la creatina non figura nella lista di sostanze proibite dal World Anti-Doping Code e dal Comitato Olimpico Internazionale (C.I.O.) per cui le autorità sportive non possono vietare l'uso ed abuso di questa sostanza.

Stimolanti il sistema nervoso ed endocrino

Alcuni prodotti commerciali a base di xantine, efedrina ecc. vengono scorrettamente chiamati integratori e venduti a fini dimagranti e/o ergogenici. Si tratta di sostanze stimolanti il sistema beta-adrenergico, che agiscono sul sistema nervoso simpatico e promuovendo la lipolisi. Contemporaneamente all'assunzione di questi prodotti si presentano spesso effetti collaterali preoccupanti per la

salute quali tremori, insonnia, vertigini, tachicardia, fino ad arrivare all'assuefazione e depressione. Nel mondo dello sport l'**efedrina**, un alcaloide estratto da alcune piante appartenenti al genere *Ephedra*, riscuote da decenni un interesse maggiore rispetto alla caffeina, sia per la modalità di somministrazione più agevole, sia per l'effetto più immediato e prolungato a dosi minori. L'efedrina, per valori superiori a 10 µg/ml rilevati nelle urine, costituisce positività per doping ed è inserita nella lista delle sostanze vietate redatta dal Comitato Olimpico Internazionale (C.I.O.)

L'efedrina, che ha un effetto stimolante simile a quello delle amfetamine (figura 3), stimola la lipolisi per aumento della concentrazione di noradrenalina rilasciata tra le terminazioni nervose del sistema simpatico. Questo incremento attiva i recettori beta-adrenergici che innalzano i livelli di cAMP nei miociti ed adipociti con il conseguente effetto di un aumento della lipolisi e della sintesi proteica.

Nel 2004 la Food and Drug Administration (FDA) statunitense ha bandito dal mercato i prodotti dietetici a base di efedrina e, di conseguenza, la famosa miscela stimolante **ECA** (efedrina, caffeina, aspirina) è stata rapidamente sostituita da un nuovo prodotto in molte nazioni che hanno seguito la decisione dell'FDA: l'**SCT**, a base di **sinefrina** (figura 4), caffeina e tirosina. Successivamente, alla sinefrina, principio attivo dell'arancio amaro *Citrus aurantium*, sono stati riconosciuti diversi effetti collaterali tra cui tachicardia, extrasistole e fascicolazioni muscolari.

La **caffeina** ha invece effetto inibitorio sulle fosfodiesterasi e interferisce con i recettori dell'adenosina. Queste proprietà, assieme alla capacità di riutilizzo della noradrenalina, farebbero della caffeina la sostanza ideale da combinare all'efedrina (ECA).

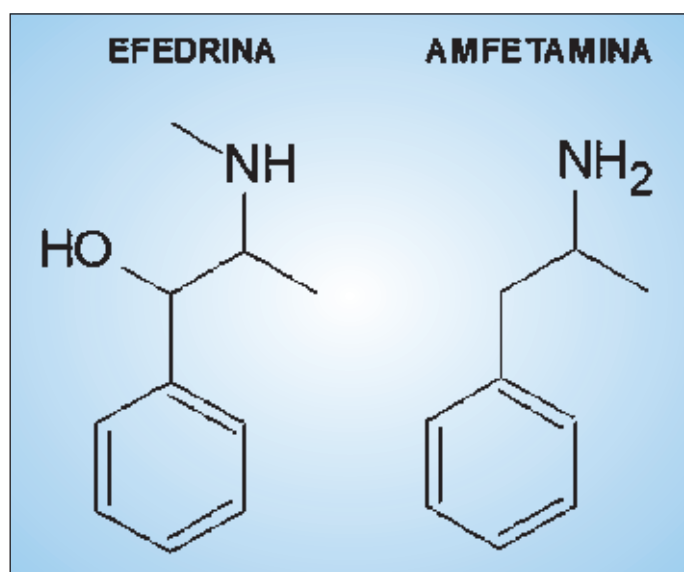


Fig. 3 – Analogie strutturali tra efedrina e amfetamine

Alte dosi di caffeina sono anche assunte attraverso un prodotto noto come **guaranà**. Si tratta di un estratto da piante rampicanti native della foresta amazzonica e appartenenti alla famiglia delle Sapindaceae (*Paullinia cupana* e *Paullinia sorbilis*). Nel mondo dello sport il guaranà è diventato famoso come eccitante ed energetico oltre che come fattore di riduzione del grasso corporeo. Scientificamente la sua azione non è né più potente né più efficace di quella della caffeina. E' ovvio che i produttori e i commercianti di guaranà si siano rivolti a chi ignora che il principio attivo del guaranà è proprio la caffeina (guaranina e caffeina sono sinonimi ed hanno infatti il medesimo nome IUPAC: 1,3,7-trimetil-1H-purina-2,6-dione), facendo indirettamente credere che si tratti di qualcosa di diverso di cui possono beneficiare anche coloro che sono intolleranti o assuefatti al caffè. Un recente studio ha comunque dimostrato che l'integrazione di caffeina da sola o combinata con efedrina produce nell'atleta un aumento della concentrazione e del senso di vigilanza ma non produce miglioramenti nelle prestazioni fisiche in riferimento alla forza ed alla resistenza muscolare [25]. Agendo come stimolante sul sistema nervoso centrale, l'abuso di caffeina ed efedrina può indurre irrequietezza, nausea, allucinazioni, convulsioni, insonnia, psicosi e tremori; terminato l'effetto dell'efedrina, l'individuo cade in uno stato di sedazione con comparsa di depressione. L'uso di queste sostanze aumenta sensibilmente la pressione arteriosa e la frequenza cardiaca. In soggetti predisposti l'abuso di efedrina può condurre a morte per arresto cardiaco [26].

Altri prodotti immessi sul mercato a scopo dimagrante, e talvolta denominati "brucia-grassi" non agiscono sul sistema nervoso ma mirano a stimolare il metabolismo.

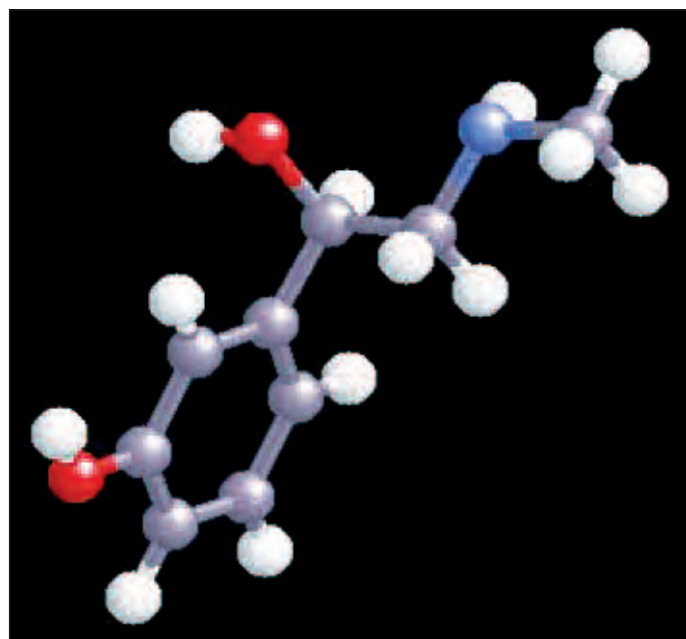


Fig. 4 – Modello molecolare dell'alcaloide sinefrina

È il caso dell'**alga Kelp** o più precisamente ***Fucus vesiculosus*** (Quercia marina), impiegata come integratore capace di stimolare la funzione tiroidea e la cui presunta efficacia deriverebbe dalla presenza di elevate concentrazioni di iodio. Prodotti a base di alghe sono talvolta assunti dagli sportivi per calare di peso, ma l'uso è generalmente consigliato a soggetti ipotiroidei, in sovrappeso o che riportano problemi di cellulite. Riguardo all'uso abituale di prodotti a base di alghe, la letteratura scientifica riporta casi di ipertiroidismo iodio-indotto [27] e rari episodi di intossicazione cronica da metalli pesanti, per lo più da arsenico [28]. Esistono tante altre sostanze di origine vegetale utilizzate come stimolanti del sistema nervoso e del sistema endocrino ed occorre ricordare, a titolo aneddotico, una pianta appartenente alla famiglia delle Zygophyllaceae, il ***Tribulus terrestris*** reso famoso da atleti olimpici dell'est europeo per le sue presunte proprietà stimolanti la sintesi del testosterone endogeno.

Tale effetto, desiderato dagli atleti per la nota attività anabolizzante degli ormoni androgeni, sarebbe da attribuire ad un gruppo di sostanze organiche con attività ormonosimile: le saponine. I semi del ***Tribulus terrestris*** sono, infatti, ricchi di protodioscina, una saponina steroidea che agirebbe aumentando la produzione endogena di testosterone, diidrotosterone, ormone luteinizzante (LH), deidroepiandrosterone (DHEA) e deidroepiandrosterone solfato (DHEA-S), con conseguente aumento della spermatogenesi e della libido nell'animale da esperimento e nell'uomo. Uno studio effettuato da un gruppo di ricercatori polacchi su giocatori di basket ha però dimostrato che la supplementazione alimentare con ***Tribulus terrestris*** o con le sole saponine estratte dal vegetale non ha influenzato i livelli ematici di testosterone né tantomeno l'incremento della massa muscolare degli atleti [29].

Conclusioni

Il concetto d'integrazione alimentare è nato con lo scopo di prevenire alcuni stati patologici, specie di tipo carenziale, e/o di ottimizzare le condizioni di salute e benessere dell'individuo. I dati della letteratura internazionale evidenziano che oltre il 50% degli atleti utilizza integratori alimentari, con punte massime in particolari sport dove si raggiunge il 90-100%. Le motivazioni che spingono gli sportivi ad utilizzare supplementi dietetici sono ovviamente diverse e non sempre giustificabili.

La correzione di eventuali squilibri nutrizionali dovuti a consumi eccessivi o diete ipocaloriche, il reintegro di nutrienti, vitamine e minerali persi in conseguenza di un'attività fisica intensa oppure il maggior fabbisogno proteico in atleti impegnati in sport di potenza rientrano

sicuramente nelle pratiche ammissibili e talvolta necessarie. Ma al di là del ricorso razionale all'integrazione dietetica, vi è un aspetto non giustificabile che riguarda l'uso dei supplementi a scopi ergogenici. Molti integratori pubblicizzati come **ergogeni** sono in realtà sostanze contenute normalmente negli alimenti (caffaina, creatina, carnitina, aminoacidi ecc.) commercializzate come estratti o sintetizzate industrialmente. La differenza principale, rispetto agli apporti alimentari realizzati attraverso il consumo normale dei vari cibi, sta soprattutto nei dosaggi di queste sostanze comunemente utilizzate dagli atleti: vere e proprie "**megadosi**", sulla cui liceità ed innocuità a lungo termine per la salute degli atleti esistono pareri discordanti e dubbi, a volte più che legittimi. Molti atleti tendono a migliorare le proprie prestazioni attraverso l'assunzione di prodotti energizzanti o presunti tali senza tener conto dei rischi o effetti collaterali che questi possono produrre a lungo termine, e senza badare alle evidenze scientifiche relative alla loro reale efficacia. Purtroppo questa cultura basata sull'esasperante "performance-enhancing" a tutti i costi rende, nel mondo dello sport, sottile il confine tra integrazione dietetica e doping. Sono infatti sempre più gli sportivi, sia amatoriali che professionisti, che abbracciano l'idea di migliorare il proprio rendimento grazie all'ausilio di qualcosa di esterno e di cui vanno alla continua ricerca. Spesso l'abuso o l'impiego scorretto degli integratori alimentari rappresentano il preambolo, all'interno di un percorso graduale, con cui si arriva all'assunzione di sostanze dopanti, pratiche non solo illegali ma anche scientificamente riconosciute ad alto rischio per la salute.

Bibliografia

- 1) Giampietro M., "L'alimentazione per l'esercizio fisico e lo sport". Il Pensiero scientifico editore (2005).
- 2) Brouns F., "Nutritional needs of athletes". John Wiley & Sons (1993).
- 3) D.A.T. Southgate (A.R.C. Food Research Institute, Norwich UK) "The relationship between food composition and available energy". Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Energy and Protein Requirements (1981).
- 4) Maughan R.J., Leiper J.B., Shirreffs S.M., "Restoration of fluid balance after exercise induced dehydration: effects of food and fluid intake". European Journal of Applied Physiology (1996); vol 73:317-325.
- 5) Ivy J.L., Katz A.L., Cutler C.L., Sherman W.M. and Coyle E.F., "Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion". Journal of Applied Physiology (1988); vol 64, Issue 4 1480-1485.
- 6) Hawley J.A. and Burke L.M. "Effect of meal frequency and timing on physical performance". British Journal of Nutrition (1997); 77 Suppl 1: 91-103.
- 7) Singh A., Moses F. M. and Deuster P. A. "Chronic multivitamin-mineral supplementation does not enhance physical performance". Medicine and Science in Sports and Exercise (1992); 24: 726-732.

- 8) Woolf K. and Manore M.M. "B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements?". *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* (2006); 16, 453-484.
- 9) Castaño G., Etchart C., Sookoian S. "Vitamin A toxicity in a physical culturist patient: a case report and review of the literature". *Annals of Hepatology: Official Journal of the Mexican Association of Hepatology* (2006); 5(4): 293-395.
- 10) Murray R., Paul G.L., Seifert J.G., Eddy D.E., Halaby G.A. "The effects of glucose, fructose, and sucrose ingestion during exercise". *Medicine and Science in Sports and Exercise* (1989); 21, 275-282.
- 11) Choi Hyon K., Curhan G. "Soft drinks, fructose consumption, and the risk of gout in men : prospective cohort study". *British Medical Journal* (2008); vol. 336, n. 7639, 309-312
- 12) Wallis G.A., Rowlands D.S., Shaw C., Jentjens R.L.P.G., Jeukendrup A.E. "Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise". *Medicine and Science in Sports and Exercise* (2005); 37, 426-432.
- 13) "LARN - Livelli di Assunzione Giornalieri Raccomandati di Nutrienti per la Popolazione Italiana", Società di Nutrizione Umana, revisione 1996.
- 14) Hoffman J.R., Ratamess N.A., Kang J., Falvo M.J. and Faigenbaum A.D. "Effects of protein supplementation on muscular performance and resting hormonal changes in college football players". *Journal of Sports Science and Medicine* (2007); 6, 85-92.
- 15) Poortmans J.R., Dellalieux O. "Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes?". *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* (2000); 10 (1), 28-38.
- 16) Blomstrand E., Eliasson J., Karlsson H.K.R., Kohnke R. "Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise". *Journal of Nutrition*. (2006); 136: 269-273.
- 17) Davis J.M., Alderson N.L., Welsh R.S. "Serotonin and central nervous system fatigue: nutritional considerations". *The American Journal of Clinical Nutrition* (2000); vol. 72 n. 2, 573-578.
- 18) Shimomura Y., Murakami T., Nakai N., Nagasaki M, Harris R.A. "Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise". *Journal of Nutrition* (2004); 134: 1583-1587.
- 19) Wallimann T, Wyss M., Brdiczka D., Nicolay K., Eppenberger H. M. "Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the phosphocreatine circuit for cellular energy homeostasis" *Biochemical Journal* (1992); 281, 21-40.
- 20) Williams M. H., Branch J. D. "Creatine supplementation and exercise performance: an update". *Journal of the American College of Nutrition* (1998); 17, 216-234.
- 21) Harris R. C., Soderlund K., Hultman E. "Elevation of creatine in resting and exercised muscles of normal subjects by creatine supplementation". *Clinical Science* (1992); 83, 367-374.
- 22) Kutz M.R., Gunter M.J. "Creatine monohydrate supplementation on body weight and percent body fat". *Journal of Strength and Conditioning Research* (2003); 17(4): 817-821.
- 23) Poortmans J.R., Francaux M. "Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction?". *Sports Medicine* (2000); 30 (3), 155-170.
- 24) Pline K.A., Smith C.L. "The effect of creatine intake on renal function". *The Annals of Pharmacotherapy* (2005), vol. 39 (6), 1093-1096.
- 25) Williams A.D., Cribb P.J., Cooke M.B., Hayes A. "The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes". *Journal of Strength and Conditioning Research* (2008); 22(2), 464-470.
- 26) Haller C.A., Benowitz N.L. "Adverse cardiovascular and central nervous system events associated with dietary supplements containing ephedra alkaloids". *The New England Journal of Medicine* (2000); 343: 1833-1838.
- 27) Shilo S., Hirsch H.J. "Iodine-induced hyperthyroidism in a patient with a normal thyroid gland". *Postgraduate Medical Journal* (1986); 62(729): 661-662.
- 28) Amster E., Tiwary A., Schenker M.B. "Case report: potential arsenic toxicosis secondary to herbal kelp supplement". *Environmental Health Perspectives* (2007); 115(4): 606-608.
- 29) Poprzecki S., Zebrowska A., Cholewa J., Zajac A., Waskiewicz Z. "Ergogenic effects of Tribulus terrestris supplementation in men". *Journal of Human Kinetics* (2005) 13, 41-50.