

UNA PANORAMICA SULL'ANEMIA SIDEROPENICA NEGLI ATLETI

AN OVERVIEW ON IRON DEFICIENCY ANEMIA IN ATHLETES

Battaglia Giuseppe^{1,2}, Bianco Antonino^{1,2}, Giaccone Marcello², Caramazza
Giovanni², Petrucci Marco², Bellafiore Marianna^{1,2}, Palma Antonio^{1,2}

¹Dipartimento *DISMOT*, Università degli Studi di Palermo

²Scuola Regionale di Sport, CONI Sicilia

SOMMARIO: 1 Introduzione. – 2. Anemia da sport e prestazione – 3. L'importanza della valutazione emato-chimica nelle discipline sportive di lunga durata – 4. Consigli utili per prevenire l'anemia sideropenica negli atleti – 5. Conclusioni – 6. Bibliografia .

Riassunto

Diversi studi in letteratura riportano come la capacità prestativa degli atleti di endurance sia fortemente compromessa in seguito all'insorgenza di anemia sideropenica. Questa, infatti, è una delle più importanti cause di overtraining negli atleti che pratica attività sportive di lunga durata come: la maratona, la marcia, il ciclismo. Tra le diverse cause di anemia ferropriva ricordiamo: una dieta inadeguata a soddisfare le richieste di ferro dell'organismo, una riduzione dell'assorbimento di ferro a livello intestinale e/o un'eccessiva perdita di questo elemento da parte dell'atleta. Il controllo periodico tramite analisi emato-chimiche, metaboliche e funzionali potrebbe essere un valido strumento per individuare precocemente il rischio di insorgenza di anemia negli atleti. Una diagnosi precoce di anemia o del rischio di sviluppare questo pericoloso quadro fisiopatologico potrebbe, infatti, aiutare il tecnico e lo staff medico a rimodulare il carico di lavoro e il regime alimentare dell'atleta a rischio.

Abstract

Several studies showed that athletes' endurance performance is reduced following the onset of iron deficiency anemia. It, indeed, is one of the main causes of overtraining in athletes who play endurance sports, such as marathon, walking race, cycling. Causes of iron deficiency anemia include: inadequate amounts of iron to meet body demands, decreased absorption of iron from gut and/or

SEZIONE 2

excessive loss of iron from athlete's body. Periodic monitoring evaluation process by ematochemical metabolic and functional analysis could be a valid tool to early identify the risk of anemia in athletes. Early diagnosis of anemia or of the risk of developing this dangerous physiopathological phenomenon could help the technical and medical staff modulate the workload and athlete's diet at risk of anemia.

1. Introduzione

“L’anemia può essere definita come l’insufficienza funzionale del sistema di trasporto di ossigeno ai tessuti per riduzione assoluta dell’emoglobina e dell’ematocrito rispetto ai valori normali per un individuo di età e sesso determinati” (1). Tra le diverse forme di anemia ricordiamo l’anemia da ridotta produzione eritrocitaria, da aumentata distruzione eritrocitaria, da perdita acuta o cronica di tessuto ematico (1) e da sport (2). Quest’ultima interessa tutti quei soggetti sani che praticano attività sportiva, in assenza di perdite morbose di sangue. L’anemia da sport presenta due quadri clinici ben distinti: l’anemia da carenza di ferro e l’anemia acuta da sport.

L’anemia acuta da sport si verifica in seguito a una riduzione dei livelli di emoglobina e di eritrociti in risposta a uno sforzo protratto eccessivamente nel tempo (es. prove sui 100 Km) o dopo 4-12 giorni dopo allenamenti con un carico di lavoro non adatto al loro livello di partenza dei soggetti (sedentari e atleti). Nel caso di atleti evoluti, l’insorgenza di anemia acuta può determinare un forte calo dell’efficienza fisica. Tuttavia, se non esistono presupposti patologici, questa forma di anemia tende a risolversi spontaneamente nel giro di poche settimane (3).

L’anemia da carenza di ferro o sideropenia è la più comune forma di anemia negli atleti. Questa è strettamente correlata allo stile di vita e al regime alimentare dell’atleta. Essa è, infatti, il risultato di un bilancio marziale negativo, in cui la quota di ferro assorbita con la dieta è inferiore al valore totale di ferro perso durante il giorno (2). Tra le principali cause di anemia sideropenia ricordiamo: una dieta inadeguata a soddisfare le richieste di ferro dell’organismo, un diminuito assorbimento di ferro a livello intestinale e/o un’eccessiva perdita di questo elemento da parte dell’individuo.

2. Anemia da sport e prestazione

Il contenuto di ferro nell’uomo è generalmente tra i 3 e i 5 g, di cui l’80% sottoforma di prodotti funzionalmente attivi come quello con l’emoglobina contenuta nei globuli rossi. Il sangue attraverso questo composto ferro-proteico aumenta la sua capacità di legare ossigeno di circa 65 volte. Il 20% circa del ferro, invece, non si combina in composti funzionalmente attivi e si trova nella forma di emosiderina e ferritina nel fegato, nella milza e nelle ossa (4).

Diversi studi in letteratura riportano un decremento della capacità aerobica in risposta ad anemia da sport (5). Il ferro, infatti, costituente essenziale dell’emoglobina e di numerosi enzimi, riveste un ruolo importante nella

prestazione di “endurance”. Esso ha un ruolo fondamentale nella funzione di trasporto dell’ossigeno e in varie reazioni di trasferimento energetico (6). Dal punto di vista epidemiologico, le ferropenie o sideropenie sono delle patologie molto frequenti negli atleti che praticano sport di resistenza. La deficienza di ferro nella dieta e/o un suo minor assorbimento possono provocare limitazioni della prestazione di “resistenza” sia negli atleti maschi che in atlete femmine (5). È noto, infatti, come bassi depositi tissutali di ferro anche in assenza di anemia patologiche siano stati associati ad una diminuita resistenza fisica (7). Gli eritrociti degli atleti vengono sottoposti ad una elevata intensità metabolica che diminuisce la loro vita e il loro corredo enzimatico. Huding et al. (1981) evidenziò che gli atleti dediti a prove di resistenza avevano delle concentrazioni di emoglobina ed ematocrito inferiori rispetto ai livelli di normalità (8). È noto, infatti, che la vita media dei globuli rossi dei maratoneti è di circa 40 giorni inferiore rispetto a quella stimata in soggetti che non svolgono attività sportive di lunga durata (3, 9). Inoltre, in un soggetto sedentario vengono distrutti circa 150 miliardi di globuli rossi/giorno, mentre nell’individuo allenato intensamente la quota media di eritrociti distrutti al giorno è di circa 250 miliardi (3). Tra i diversi fattori che contribuiscono ad aumentare la fragilità ed accelerare l’invecchiamento dei globuli rossi negli atleti praticanti attività aerobiche vi sono: la maggiore produzione di radicali liberi, l’incremento delle sollecitazioni a carico di tutto il sistema cardio-vascolare, l’aumentata produzione di catecolamine e la variazione del volume dei globuli rossi (3, 4).

La maggiore produzione di radicali liberi è strettamente legata alla maggiore attività del metabolismo aerobico degli atleti praticanti attività sportive di lunga durata come: il mezzofondo, la maratona, la marcia, il ciclismo ecc... La continua ripetizione del gesto tecnico nel tempo, infatti, determina un incremento prolungato nel tempo delle sollecitazioni meccaniche a livello di tutto il circolo sanguigno. Nei soggetti che praticano corsa, in particolare, si può verificare una forte distruzione di globuli rossi a livello degli arti inferiori dove il continuo impatto

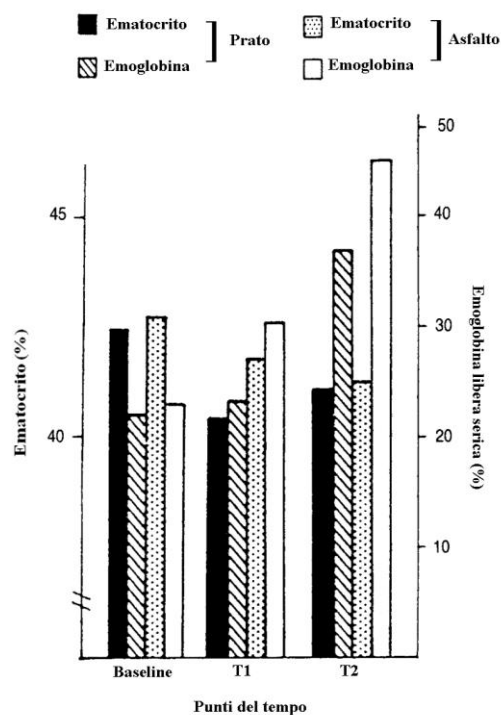


Fig. 1: Valutazione dei livelli medi di emoglobina libera serica e di ematocrito prima (baseline) e dopo una corsa di 10.000 m sull’asfalto e sul prato. Legenda: Baseline: prima della gara; T1: subito dopo la fine della corsa; T2: dopo 5 h dalla fine della corsa. (Modificato a partire da: Heilmann et al., 1970)

SEZIONE 2

dei piedi con il terreno determina forze meccaniche in grado di rompere la parete dei globuli rossi. Gli eritrociti che hanno più probabilità di rompersi sono quelli più vecchi e che hanno subito l'attacco dei radicali liberi (3). L'incremento della perdita di ferro in certe atlete come in quelle che praticano pesanti attività di resistenza possono anche dipendere da emorragie gastrointestinali (10, 11), sudorazione profusa (12, 13), ed emolisi (rottura di globuli rossi) (14; 15). In uno studio prospettico condotto da McCabe (1986) è stato visto tra i fondisti partecipanti all'ottava edizione dell'Annual Marine Corps Marathon riportavano sanguinamenti gastrointestinali, non correlati con l'età, sesso, e prestazione (10, 11). Questo probabilmente perché la corsa determina un continuo "scuotimento" dell'intestino tale da causare delle piccole emorragie con conseguente comparsa di sangue nelle feci (3). Lamanca e colleghi (1988) studiarono la perdita di ferro attraverso il sudore in 17 corridori di cui 8 femmine e 9 maschi evidenziando una simile perdita di ferro nei due sessi indipendentemente dalla quantità di sudore prodotto (12). In località estremamente umide e calde durante una gara di endurance possono essere eliminate, per via sudorale dai 2 ai 5 l di acqua (3). Pertanto è ipotizzabile una perdita di circa 0,8-2 mg di ferro in un atleta che ha svolto una gara di resistenza in luoghi caldo-umidi (3). Inoltre, tutti quei fattori che determinano delle significative variazioni delle percentuali di composizione del tessuto sanguigno (es. sudorazione) possono determinare una variazione del volume degli eritrociti e una minore deformabilità di questi all'interno dei vasi sanguigni tali da renderli più fragili (3). Fenomeni di emolisi possono portare gli atleti ad avere delle urine scure dovuta alla presenza di emoglobina e globuli rossi (14, 15). Nella fatispecie, l'emoglobina è presente nelle urine quando vi è emolisi intravasale come nel caso del corridore dove il ciclico contatto dei piedi su terreni più o meno duri può portare a diverse percentuali di emoglobina serica nel sangue (**Fig. 1**).

Un'eccessiva globulo-lisi libera un'eccessiva quantità di emoglobina nel sangue tale da non permettere alle quote di aptoglobina disponibile di legarla tutta; pertanto quella non legata all'aptoglobina verrà filtrata a livello dei reni e espulsa tramite le urine (3). Tuttavia, questo evento traumatico non appare essere sufficiente a spiegare il grado di anemia spesso raggiunto dagli atleti. Nei corridori professionisti, quale adattamento funzionale, si può osservare un aumento della massa ematica, in cui però l'aumento di volume nel plasma è superiore a quello della massa corpuscolata. Dal punto di vista emodinamico questo evento è favorevole perché riduce la viscosità del sangue, per cui si diminuisce il lavoro del cuore a parità di gittata cardiaca (16).

3. L'importanza della valutazione emato-chimica nelle discipline sportive di lunga durata

Negli atleti di "resistenza" i controlli emato-chimici dovrebbero essere ricorrenti (anche ogni due mesi) per la valutazione della concentrazione ematica del ferro (sideremia), della concentrazione plasmatica sia della ferritina che della

BATTAGLIA G., BIANCO A., GIACCONE M., CARAMAZZA G., PETRUCCI M.;
BELLAFIORE M., PALMA A.

Tab. 1 Modello internazionale di Bonthwell (1979), Cook (1979) Finch (1979) e Colgan (1985)

		Livello Ottimale	Livello Normale	Deplezione del ferro	Eritropoiesi con diminuzione del ferro	Anemia
Ferritina (mg/dl)	Maschi	> 80	30-160	≤30	≤20	<20
	Femmine	> 60	25-100	≤25	>12	>12
Saturazione di transferrina		>35	25-45	<30	>16	>16
Fotoporfirina RBC (mcg/dl)		<35	25-50	>35	>100	>200
Ferro sierico (mcg/dl)		>110	60-200	<100	≤60	≤40
TIBC (mcg/dl)		<340	300-600	> 350	> 380	> 400
Emoglobina (g/dl)	Maschi	> 15,5	13-18	> 13	> 13	> 13
	Femmine	14	12-16	> 12	> 12	> 12
Eritrocita		Normale	Normale	Normale	Normale	Microcito/ipocromo

Modificata a partire da Xavier leibar Mendarte, SDS 1996 XV n.36: 53-58

transferrina. Particolare importanza deve essere data alla concentrazione dell'emoglobina, al valore dell'ematocrito e al numero degli eritrociti. L'atleta di endurance ha un volume plasmatico aumentato che determina una diminuzione della concentrazione di emoglobina per unità di volume, ciò può trarre in inganno nel senso che la riduzione può essere equivocata per anemia mentre si tratta di emodiluizione. Per non incorrere in errori di previsione, per atleti di elevata

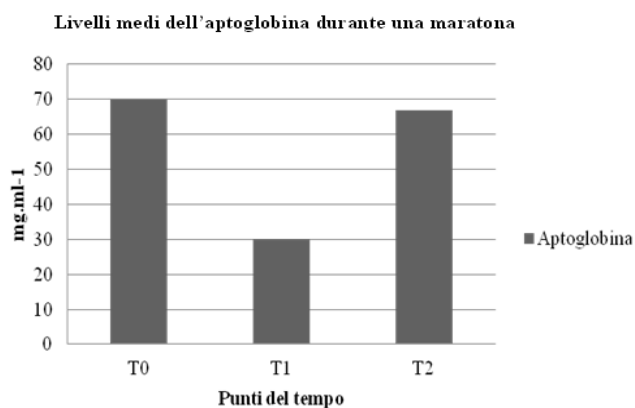


Fig. 2: Andamento dei livelli medi dell'Aptoglobina durante una gara di maratona. Legenda: T0: 24 h prima dell'inizio della gara; T1: 10 min. dopo la fine della gara; T2: 24 h dopo la fine della gara. Modificato a partire da Enbor Taldea 1993

qualificazione, diversi ricercatori usano il modello internazionale di Bonthwell (1979), Cook (1979) Finch (1979) e Colgan (1985) descritto nella **tabella 1**. Generalmente la determinazione del valore della sideremia rappresenta il parametro più usato dagli atleti per valutare la quantità del ferro organico sia per i più bassi costi che per la semplicità di valutazione. La sideremia però non è collegata con le concentrazioni di ferro di riserva dell'organismo, per cui non rappresenta uno strumento ideale di diagnosi, inoltre durante le 24 ore è soggetta a notevoli cambiamenti dovute a diverse situazioni fisiologiche. L'emoglobina presenta valori molto variabili da soggetto a soggetto, la diagnosi di anemia ferropriva difficilmente viene effettuata misurando il livelli di emoglobina ma su quelli della ferritina e della transferrina del siero e per maggior sicurezza anche su quelli della protoporfirina eritrocitaria (9).

Un ulteriore markers della anticipata distruzione dei globuli rossi è rappresentato dalla aptoglobina la cui concentrazione diminuisce al legarsi con l'emoglobina extraglobulare per formare un complesso aptoglobina-emoglobina (Ap-Hb), il

SEZIONE 2

quale è rapidamente captato ed eliminato dalle cellule del SRE (Sistema Reticolo-Endoteliale). La liberazione eccessiva di emoglobina nel plasma porta dunque alla rapida consumazione dell'aptoglobina plasmatica, e alla clearance dei complessi Ap-Hb. A tal proposito si riporta un interessante lavoro che ha studiato l'andamento dei livelli medi dell'aptoglobina (**Fig. 2**) durante una maratona in una campione di 18 soggetti (selezione RFEA ed alunni IVEF/SHEE). In questo lavoro è stato mostrato che i livelli medi di aptoglobina si riducevano significativamente 10 min dopo la fine della maratona rispetto ai valori medi misurati 24 h prima l'inizio della gara (9).

Negli ultimi decenni sempre più le federazioni sportive dell'atletica leggera adottano dei controlli emato-chimici periodici nell'ambito delle loro programmazioni a breve e a lungo termine dell'allenamento. Un esempio eclatante è quello proposto dalla federazione reale spagnola d'atletica leggera, che è stata tra le prime a elaborare un piano di valutazione dettagliato dei suoi maratonei. Essa, infatti, presupponendo un periodo di preparazione alla maratona di 12-15 settimane (**Tab. 2**), inizia la sua programmazione dell'allenamento con dei test di laboratorio a carichi crescenti in grado di determinare il consumo di ossigeno, la soglia anaerobica individuale e la distribuzione del carico di lavoro individuale. Intorno alla quarta settimana della pianificazione dell'allenamento, i maratonei eseguono il primo test da campo di una serie da 5 x 2000 m e delle valutazioni emato-chimiche. Una seconda valutazione (test da campo e analisi emato-chimica) viene programmata all'incirca intorno alla undicesima settimana del programma di allenamento tale da permettere all'allenatore di adottare gli opportuni accorgimenti sul carico di lavoro nei 3-4 microcicli che precedono la gara/maratona ufficiale (9). Avvalendosi di questo programma di valutazione emato-chimica e funzionale, il tecnico riesce a comprendere la reale condizione prestativa e bio-medica del proprio atleta. Negli atleti, infatti, non è difficile incappare in errori di valutazione di pseudoanemia da emodiluizione. Una corretta valutazione della condizione ematochimica di un atleta di endurance, infatti, non dovrebbe essere confrontata a valori standard di soggetti sedentari ma quelli che l'atleta stesso aveva nel passato (3).

Tab. 2 Proposta del calendario di valutazione della federazione reale spagnola d'atletica leggera

N. settimana	Obiettivo
1	Test di laboratorio a carico crescente per il VO ₂ e il lattato
2	
3	
4	Test da campo (5x2000 m), analisi emato-chimica
5	
6	
7	
8	Test da campo (5x2000 m), analisi emato-chimica
9	
10	
11	
12	Maratona
13	
14	
15	

Modificata a partire da Xavier leibar Mendarte, SDS XV n.36: 53-58

4. Consigli utili per prevenire l'anemia sideropenica negli atleti

I livelli di assunzione giornaliera di ferro non sono fissi e variano a seconda delle popolazioni. Tuttavia la maggior parte degli studiosi concorda nel consigliare un'assunzione quotidiana di ~15 mg per le femmine e ~10 mg per i maschi (**Tab 3**). La composizione della dieta risulta essere un importante fattore condizionante la quantità di ferro che l'intestino riesce ad assimilare. Ad esempio, nel caso del ferro di origine vegetale (forma ferrica), ne viene assorbito circa il 2-10%, mentre il ~10-35% di quello di origine animale (forma ferrosa legato al gruppo eme) (17). Inoltre, il ferro legato al gruppo eme favorisce l'assorbimento di ferro in forma

E

Tab. 3 Assunzioni di ferro raccomandate al giorno		
	Età (anni)	Ferro (mg)
Bambini	1-10	10
Maschi	11-18	12
	>19	10
Femmine	11-50	15
	>51	10
	Gravidanza	30*
	Allattamento	15*

Dosi giornaliere raccomandate secondo l'aggiornamento del 1989, Food and Nutrition Board, National Academy of Science-National Research Council, Washington, D.C. *In genere l'aumento della richiesta normale non è coperto da una dieta normale; si consiglia di implementare l'assunzione giornaliera con 30-40 mg di ferro.
 Modificata a partire da McArdle et al.; 2011

ferrica. Pertanto una integrazione alimentare di ferro ottenuta tramite una maggiore dose di carne è più efficace di una somministrazione di ferro sotto altre forme (18). Gli sportivi dovrebbero arricchire la loro dieta con cibi ricchi di ferro. L'anemia da deficienza di ferro causa mancanza di appetito,

astenia, indolenza e solo attraverso una terapia marziale è possibile ricostituire dei livelli normali di emoglobina e una buona capacità di esercizio fisico (12). Un apporto di ferro insufficiente, o un ridotto suo assorbimento sono la causa più probabile di una carenza di ferro. Snyder (19) ha riscontrato che i corridori vegetariani di sesso femminile, a parità di assunzione di ferro con la dieta, mostrano livelli ematici più bassi di ferro rispetto ad atlete non vegetariane. La maggior parte del ferro di una dieta vegetariana è in forma non-eme, che ha un tasso di assorbimento relativamente più basso (2-20%) se paragonato a quello del ferro eme (15-35%) (17). La scarsa bio-disponibilità di ferro trivalente in soggetti di sesso femminile che seguono una dieta vegetariana pone queste a rischio da deficienza da ferro. Pertanto corridori vegetariani di sesso femminile risultano avere livelli più bassi di ferro rispetto a donne non vegetariane che ne assumono la stessa quantità da fonti animali (19). Tuttavia si può aumentare la biodisponibilità del ferro ingerendo cibi ricchi di vitamina C come peperoni dolci, pompelmi, ananas, mirtilli, guaiave, arance ecc... (4). Questo perché l'acido ascorbico incrementa la solubilità del ferro trivalente promuovendo il suo assorbimento a livello del piccolo intestino. È noto, infatti, che durante una prima colazione l'aggiunta di un bicchiere di succo di arancia incrementa di 2 volte e mezzo l'assorbimento di ferro, diversamente dal tea, che risulta avere un effetto negativo sull'assorbimento di ferro (20). In uno studio condotto da Schmid e coll. (1996) è

SEZIONE 2

stato studiato come l'assorbimento di acido ascorbico può influire sull'assorbimento di ferro non emico. Otto soggetti sani maschi sono stati esaminati in condizioni di riposo dopo aver dato loro rispettivamente 100 mg di complesso sodio-ferro-citrato, 100 mg di complesso sodio-ferro-citrato più 200 mg di acido ascorbico, o senza alcun supplemento (21). Gli studiosi dimostrarono che il solo supplemento di ferro incrementava del 18,4% nella concentrazione sierica di ferro rispetto al gruppo controllo. L'assunzione composta di vitamina C e ferro ha causato un incremento del 72% nel ferro serico. Inoltre, il solo supplemento di ferro seguito da un'ora di esercizio fisico moderato causava un incremento del 48,2% della sideremia, rispetto al 8,3% in situazione di riposo (Fig.1 e 2).

Combinando esercizio e assunzione supplementare di ferro con vitamina C, la capacità di assorbimento del ferro non veniva aumentata significativamente. Questi dati mostrano come un esercizio moderato al 60% del VO_2 max non compromette l'assorbimento di

ferro aggiuntivo da parte dell'organismo; anzi, l'effetto di un esercizio moderato è simile a quella della vitamina C (21).

L'uso di integratori di ferro deve essere una scelta giudiziosa basata non sul rischio di anemia, ma su una valutazione ematologica. Per assicurare una adeguata assunzione di ferro l'atleta dovrebbe attenersi alle seguenti indicazioni alimentari:

- Assumere cibi ricchi di vitamina C (20);
- Alimentarsi con cibi ricchi di ferro (17);
- Evitare di bere tè quando si mangiano cibi ricchi di ferro, l'acido tannico presente in tale bevanda limita l'assorbimento del metallo (20)
- Mangiare carni preferibilmente magre e rosse e le parti scure delle carni di pollo e di tacchino che contengono ferro sottoforma di "eme" facilmente assorbibile dall'intestino al confronto di quello proveniente da fonti vegetali (18, 19).
- Non serve concentrare grosse quantità di ferro in un solo pasto perché l'intestino non riuscirebbe ad assorbirle tutte. E' conveniente inserire una certa quantità di ferro-eme ad ogni pasto (17).

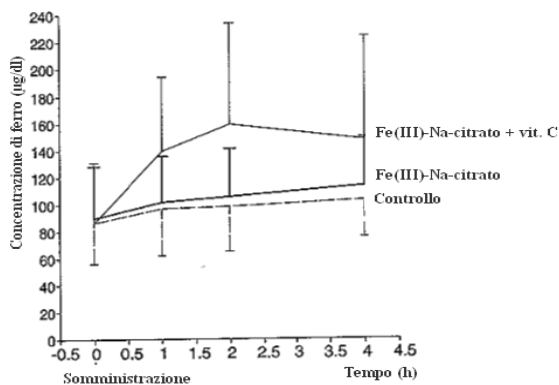


Fig. 3: Valori medi e deviazioni standard delle concentrazioni di ferro sierico, dopo la somministrazione di una singola dose di 100 mg di Fe(III)-Na-citrato o di 100 mg di Fe(III)-Na-citrato + 200 mg di vitamina C rispetto al gruppo controllo a riposo.

(Modificato a partire da: Da Schmid et al., 1996)

Un metodo molto usato dagli atleti per assicurare una buona dose di ferro all'organismo è la *combinazione alimentare costituita da carne o fegato con vitamina C* ideata dai fisiologi Tredici, Jacoponi e Arcelli (3). Nella fattispecie, i

BATTAGLIA G., BIANCO A., GIACCONE M., CARAMAZZA G., PETRUCCI M.;
BELLAFIORE M., PALMA A.

fisiologi consigliano di assumere a stomaco vuoto e 2 volte/settimana d'inverno e 3 volte/settimana d'estate o in caso di periodo di allenamenti svolti in ambienti caldo-umidi:

- 100-150 g di fegato o di carne di cavallo, oppure 200-250 g di carne bovina, suina, di pollo o di coniglio con eventuale spremuta di limone
- Vitamina C solubile in acqua.

I fisiologi, ovviamente, consigliano questa dieta specialmente per quegli atleti che soffrono abitualmente di anemia sideropenica e/o che la vogliono prevenire. È bene ricordare, infatti, che una semplice dieta alimentare non può e non deve sostituirsi a una terapia marziale farmacologica. Nel caso, infatti di una anemia sideropenica conclamata è opportuno che l'atleta si rivolga a un medico specialista in grado di elaborare la più opportuna terapia marziale da seguire.

5. Conclusioni

L'anemia da sport, e in particolare, quella sideropenica può ritenersi un vero e proprio quadro fisio-patologico dell'atleta praticante discipline sportive di lunga durata come: i maratoneti, i ciclisti, i marciatori, gli sciatori di fondo ecc. Non sempre, però, gli esami ematochimici semplici, che misurano il livello di ematocrito e di emoglobina, sono sufficienti per diagnosticare una reale condizione di anemia. Molto spesso, infatti, gli atleti praticanti discipline sportive di fondo manifestano fenomeni di pseudoanemie da emodiluizione.

Diversi sono, infatti, i casi in letteratura di "atleti fondisti che dimostrano un bilancio marziale ai limiti inferiori della norma" (3). Tuttavia, il rischio di sviluppare questo quadro fisio-patologico negli atleti di endurance è molto alto; ecco perché è opportuno programmare attentamente, come suggerito dalla federazione reale spagnola di atletica leggera, dei periodici controlli ematochimici, metabolici e prestativi. Solo attraverso un attento controllo del carico di lavoro interno ed esterno è, infatti, possibile rifuggire una fra le più temute cause della sindrome da overtraining.

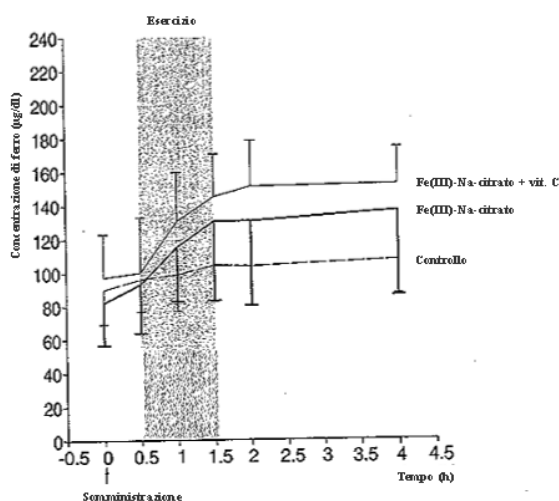


Fig. 4. Valori medi e deviazioni standard delle concentrazioni di ferro sierico, dopo la somministrazione di una singola dose di 100 mg di Fe(III)-Na-citrato o di 100 mg di Fe(III)-Na-citrato + 200 mg di vitamina C rispetto al gruppo controllo durante esercizio fisico.

(Modificato a parere da: De Schröd et al., 1996)

SEZIONE 2

6. Bibliografia

1. Benigno P., Li Voti P., Lessico medico italiano, Torino, Edizioni Medico Scientifiche, 1999, 111-114.
2. Caldarone G & Giampietro M, Aspetti nutrizionali nella prevenzione e nella terapia dell'anemia da sport, *Atleticastudi*, 2-3, 1987, 101-6.
3. Arcelli E., Fiorella P.L., Iacononi R., De Rocco G., L'anemia dell'atleta quello che devono sapere i tecnici e gli atleti, *Scienza e Tecnica*, 5, 1995, 13-30.
4. McArdle W. D.; Katch F. I.; Katch V. L., Alimentazione nello sport, Ed. CEA, 2001, 61-5.
5. Sinclair L.M., Hinton P.S., Prevalence of iron deficiency with and without anemia in recreationally active men and women, *J Am Diet Assoc.*, 105(6), 2005, 975-8.
6. Devlin T.M. Biochimica con aspetti clinici, Napoli, Edit. Idelson-Gnocchi, 1995, 100-1, 830-1.
7. Lamanca J.J., Haymes E.M., Effects of low ferritin concentration on endurance performance, *Int J Sport Nutr*, 2(4), 1992, 376-85.
8. Hunding A, Jordal R, Paulev PE., Runner's anemia and iron deficiency, 209(4), *Acta Med Scand.*, 1981, 315-8.
9. Mendarte X.L., Terrados N., Un approccio biomedico alla corsa di maratona; *SDS*, XV/36, 1996, 53-8.
10. McCabe ME 3rd, Peura DA, Kadakia SC, Bocek Z, Johnson LF., Gastrointestinal blood loss associated with running a marathon, *Dig Dis Sci.*, 31(11), 1986, 1229-32.
11. Nachtigall D, Nielsen P, Fischer R, Engelhardt R, Gabbe EE., Iron deficiency in distance runners. A reinvestigation using Fe-labelling and non-invasive liver iron quantification. *Int J Sports Med.*, 17(7), 1996, 473-9.
12. Lamanca JJ, Haymes EM, Daly JA, Moffatt RJ, Waller MF., Sweat iron loss of male and female runners during exercise, *Int J Sports Med.* 9(1), 1988, 52-5.
13. Waller M.F., Haymes E.M., The effects of heat and exercise on sweat iron loss, *Med Sci Sports Exerc*, 28(2),1996, 197-203.
14. Eichner E.R. Runner's macrocytosis: a clue to footstrike hemolysis. Runner's anemia as a benefit versus runner's hemolysis as a detriment, *Am. J. Med.*, 78(2), 1985, 321-5.
15. Selby G.B., Einchner E.R., Endurance swimming, intravascular hemolysis, anemia & iron depletion, 81, *Am. J. Med.*, 1988, 791-93.

BATTAGLIA G., BIANCO A., GIACCONE M., CARAMAZZA G., PETRUCCI M.;
BELLAFIORE M., PALMA A.

16. Alloati - Antonutto - Di Prampero – AAVV, *Fisiologia dell'uomo*, Edi-ermes, 2002, 246-55.
17. Craig W.J., Iron status of vegetarians, *Am J Clin Nutr*, 59 (5 suppl),1994, 1233S-1237S.
18. Lyle R.M., Weaver C.M., Sedlock D.A., Rajaram S., Martin B., Melby C.L., Iron status in exercising women: the effect of oral iron therapy vs increased consumption of muscle foods. *Am J Clin Nutr*. 56(6), 1992, 1049-55.
19. Snyder A.C., Dvorak L.L., Roepke J.B., Influence of dietary iron source on measures of iron status among female runners, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21(1), 1989, 7-10.
20. Rossander L., Hallberg L., Björn-Rasmussen E., Absorption of iron from breakfast meals, *Am J Clin Nutr.*, 32(12), 1979, 2484-9.
21. Schmid A, Jakob E, Berg A, Russmann T, König D, Irmer M, Keul J., Effect of physical exercise and vitamin C on absorption of ferric sodium citrate. *Med Sci Sports Exerc*. 28(12), 1996, 1470-3.