ALIMENTAZIONE
PREVENZIONE
& BENESSERE

AP&B

FERRO: FONTI ALIMENTARI E ASSORBIMENTO

Nfi
NUTRITION FOUNDATION
OF ITALY

www.pacinimedicina.it

9
2020
anno VII

9
anno VII 2020

ALIMENTAZIONE PREVENZIONE & BENESSERE

Direttore Scientifico
Franca Marangoni

Direttore Responsabile
Patrizia Alma Pacini

© Copyright by
Nutrition Foundation of Italy

Coordinamento redazionale
Alessandra Della Mura

Redazione
NFI - Nutrition Foundation of Italy
Viale Tunisia 38 - 20124 Milano
Tel. 02 76006271 - 02 83417795
Fax 02 76003514
info@nutrition-foundation.it

Grafica
Pacini Editore Srl
Via Gherardesca 1 · 56121 Pisa
Tel. 050 313011 · Fax 050 3130300
info@pacinieditore.it · www.pacinimedicina.it

ISSN 2531-3908 (online)

Edizione digitale novembre 2020

Periodico mensile – Testata iscritta presso il Registro pubblico degli Operatori della Comunicazione (Pacini Editore Srl, iscrizione n. 6269 del 29/08/2001)

IN QUESTO NUMERO:

3 L'EDITORIALE
di Franca Marangoni

4 IL TEMA
a cura di Cecilia Ranza
Gli alimenti e i nutrienti che favoriscono l'assorbimento di ferro

13 L'INTERVISTA ALL'ESPERTO
di Fabio Fioravanti
Moderata e costante: ecco l'attività fisica che contribuisce a mantenere in salute il nostro microbiota
Risponde Marco Pane

19 LA SCHEDA
Le cipolle

OPEN ACCESS
La rivista è open access e divulgata sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). Il fascicolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it

La carenza di ferro è la principale causa di anemia, e il deficit nutrizionale più diffuso nel mondo: secondo l'OMS ne soffrono, a livello globale, il 33% della popolazione femminile, il 40% delle gestanti e il 42% dei bambini. Sebbene sia associata in larga parte alla malnutrizione, l'anemia sideropenica riguarda anche le zone del mondo in cui la dieta dovrebbe essere adeguata a coprire il fabbisogno nutrizionale. In Italia lo confermano i dati raccolti dai medici afferenti alla Società Italiana di Medicina Generale: nel 2013 interessava mediamente il 4,3% degli assistiti, con una prevalenza tra le donne 5 volte superiore a quella degli uomini.
Al di là dei casi legati a condizioni patologiche, in un'ottica preventiva l'aumentato fabbisogno di ferro e le carenze nutrizionali correlate a diete sbilanciate o di esclusione meritano particolare attenzione, soprattutto nelle fasce di popolazione a rischio maggiore, per le quali le conseguenze sono potenzialmente gravi (donne in gravidanza, bambini, anziani).

In questo contesto appare particolarmente rilevante il ruolo del ferro di origine alimentare, al centro della review della letteratura sulla quale si basa il Tema pubblicato in questo numero di AP&B, che ne tocca gli aspetti cruciali: dalle fonti principali alla biodisponibilità, dall'assorbimento alle interazioni con altri nutrienti e alimenti.

L'Intervista a cura di Fabio Fioravanti riprende un argomento sempre di grande attualità, il microbiota intestinale, ma correlandolo, oltre che al pattern alimentare, all'attività fisica e alla sua intensità. Risponde alle sue domande Marco Pane, microbiologo, Direttore della Ricerca di Probiotical (Novara), tra i firmatari di un position statement sul tema recentemente pubblicato sulla rivista della Società internazionale di nutrizione dello sport.

Buona lettura!

Franca Marangoni
Direttore Scientifico AP&B

Gli alimenti e i nutrienti che favoriscono l'assorbimento di ferro

a cura di Cecilia Ranza

Viene da un articolo destinato alla gestione dell'emocromatosi (condizione patologica che determina un deposito eccessivo di ferro nel fegato e negli altri tessuti) il più recente aggiornamento sui fattori nutrizionali e sui composti che promuovono, o che riducono, l'assorbimento del ferro a livello intestinale. Le osservazioni raccolte dall'Autore (Niels Thorm Milman, Dipartimento di Biochimica Clinica, University College Zealand, Næstved, Danimarca) in questa revisione della letteratura risultano tuttavia di grande interesse anche per gestire o, meglio, prevenire la ben più frequente condizione opposta, l'anemia da carenza di ferro (anemia sideropenica).

> *"L'assorbimento è favorito da vitamina C e acido lattico. Meno chiaro è il ruolo dei fattori che lo riducono"*

Nella prevenzione dell'anemia da carenza di ferro un'alimentazione adeguata svolge un ruolo non secondario: in soggetti vegetariani o vegani, per esempio, i livelli ematici di ferro sono inferiori rispetto a quelli di chi segue una dieta onnivora, e quindi con un normale apporto di carni.

In altri sottogruppi di popolazione, come le donne in età fertile, l'omeostasi marziale (e cioè l'equilibrio tra le "entrate" e le "uscite" del ferro) è spesso penalizzata dalle perdite mestruali (e dalle gravidanze) e l'alimentazione diventa ulteriormente più importante per sostenere le concentrazioni ematiche fisiologiche del ferro stesso.

Cenni di fisiologia e fabbisogno di ferro

Il ruolo del ferro per il mantenimento di uno stato di buona salute e benessere è indubbio a tutte le età.

I 3,5-4 g di ferro fisiologicamente presenti in un organismo umano adulto e sano, sono distribuiti tra l'emoglobina (65%) e la mioglobina (10%): e cioè nelle proteine che trasportano l'ossigeno dai polmoni al resto del corpo (la prima) e specificamente ai muscoli (la seconda). Il restante 20-25% del ferro è contenuto nel fegato, nella milza e nel midollo osseo. Il ferro garantisce inoltre l'attività di molti enzimi, oltre alla sintesi di alcuni ormoni e del tessuto connettivo.

Tabella 1
Apporti quotidiani di ferro in grado di soddisfare il fabbisogno della maggior parte della popolazione sana, suddivisi per sesso e classe d'età

	Classe d'età	PRI
Bambini M/F	7-11 mesi 1-6 anni 7-11 anni	11 mg/die 7 mg/die 11 mg/die
Adolescenti M	12-17 anni	11 mg/die
Adolescenti F	12-17 anni	13 mg/die
Uomini	≥ 18 anni	11 mg/die
Donne in premenopausa*	≥ 18 anni	16 mg/die
Donne in post-menopausa	≥ 40 anni	11 mg/die
Donne in gravidanza*	≥ 18 anni	16 mg/die
Donne in allattamento*	≥ 18 anni	16 mg/die

Fonte: Modif. da EFSA 2015
Legenda: * per le donne in premenopausa, in gravidanza o in allattamento i valori di PRI soddisfano il fabbisogno del 95% di questi gruppi di popolazione.

Per quanto riguarda l'apporto quotidiano di ferro in grado di soddisfare il fabbisogno di una popolazione sana (PRI - *population reference intake*), possiamo fare riferimento alla più recente revisione delle raccomandazioni, rilasciata da EFSA (l'Autorità europea che garantisce la sicurezza alimentare) nell'ottobre 2015 (Tabella 1).

Nella popolazione femminile europea, però, l'apporto quotidiano di ferro risulta in media inferiore, o molto inferiore, a quanto raccomandato, specie nelle donne in età fertile: una review recente ha messo in luce che tra il 61% e il 97% delle europee in questa fascia d'età non raggiunge i 15 mg di ferro necessari al giorno.

Gli apporti inferiori, tra 7,6 e 9,9 mg/die, si sono rilevati in Italia, insieme a Belgio, Bosnia, Danimarca, Irlanda del Nord, UK, Galles, Scozia, Serbia, Svezia, Svizzera e Ungheria.
Per contro, i maschi adulti superano in genere l'apporto raccomandato di ferro, favorito da un maggior consumo di carni e di alcol (a dosi moderate): l'Autore cita dati danesi, con apporti medi di 12 mg/die e il dato statunitense, molto più elevato e in media pari a 16 mg/die.

Il ferro alimentare: che cosa bisogna sapere

La biodisponibilità del ferro (e cioè la possibilità che il ferro stesso possa essere adeguatamente assorbito ed entrare nell'organismo) dipende dalle forme chimiche in cui è contenuto negli alimenti, distinte tra forma "eme" (organica) e "non eme" (inorganica): l'assorbimento della prima (20-40%), che è mediata da siti altamente specifici presenti nella mucosa intestinale, è nettamente più efficiente rispetto a quella della seconda (circa 5-10%).

L'assorbimento del ferro non eme, infatti, è estremamente variabile, ed influenzato da molti fattori, tra cui lo stato chimico (il ferro tecnicamente definito "ferroso", o $Fe2^{+}$ è assorbito meglio del ferro definito invece "ferrico", o $Fe3^{+}$), l'interazione con gli altri alimenti e la regolazione inibitoria a livello della mucosa intestinale modulata dall'epcidina, ormone scoperto solo nel 2001, che ne regola l'omeostasi.
Il ferro emico è presente soprattutto

nelle carni di maiale (comprese quelle lavorate, come prosciutto crudo e salame), manzo (anche lavorato, come la bresaola) e vitello, ma anche nelle carni ovine, nel pollame e in pesci, molluschi e crostacei; la forma non emica prevale nei formaggi, nel tuorlo d'uovo, nei prodotti cerealicoli (pane, pasta, riso), nella farina di soia, nei legumi (fagioli), nelle verdure (a foglia verde scuro), nella frutta oleaginosa (anacardi) e disidratata (fichi e albicocche secchi) e nel vino (in quanto presente nella materia prima) (Tabella 2).

I fattori che favoriscono l'assorbimento del ferro

Com'è stato accennato, il ferro eme, presente in forma ferrosa nell'emoglobina e nella mioglobina delle carni, è assorbito molto più facilmente di quello non eme, anche perché scarsamente influenzato da altri componenti dell'alimentazione.
Questa maggiore biodisponibilità è cruciale, perché una dieta occidentale standard fornisce in media soltanto il 10-15% di ferro eme.

Quanto al ferro non eme, una premessa è ovvia: **i fattori alimentari che ne favoriscono (o penalizzano) l'assorbimento esercitano la loro azione soltanto se entrambi sono assunti nello stesso pasto**. Qui di seguito ecco i principali:

- **Vitamina C (acido ascorbico). Il**

Tabella 2
Contenuto medio di ferro (mg) in 100 grammi di alcuni alimenti

Carni fresche e trasformate		Legumi	
Salsiccia di suino	3,2	Fagioli, secchi	6,7
Bresaola	2,4	Ceci, secchi	6,1
Bovino, vitellone	2,3	Lenticchie, secche	5,1
Agnello	2	Piselli, secchi	4,5
Tacchino, petto	1,5	Fave, fresche	1,8
Prodotti della pesca		**Frutta secca a guscio**	
Cozza	5,8	Anacardi	6
Spigola	4,1	Nocciole, secche	3,3
Acciuga o alice	2,8	Mandorle, secche	3
Tonno sott'olio sgocciolato	1,7	Noci, secche	2,4
Altri		**Ortaggi**	
Uovo di gallina, tuorlo	4,9	Radicchio verde	7,8
Uovo di gallina, intero	1,5	Spinaci	2,9
Parmigiano	0,7	Cime di rapa	1,5

Fonte: Modif. da Banca Dati di Composizione degli Alimenti per gli Studi Epidemiologici in Italia Versione 1.2015

Tabella 3
Contenuto medio di vitamina C per 100 grammi di alimento

Vitamina C per 100 g	Verdura	Frutta
100-200 mg	Peperoni gialli, peperoni dolci	Ribes nero
50-100 mg	Cavolini di Bruxelles, lattuga da taglio, cavolfiore, spinaci	Kiwi, papaya, fragole
30-50 mg	Cavolo cappuccio, valeriana, sedano	Arance, mandarini, pompelmo, mandaranci

Fonte: Modif. da Banca Dati di Composizione degli Alimenti per gli Studi Epidemiologici in Italia Versione 1.2015

principale promotore dell'assorbimento di ferro è l'acido ascorbico, cioè la vitamina C, vitamina idrosolubile che il nostro organismo non è in grado di sintetizzare e che dobbiamo quindi assumere con gli alimenti. La vitamina C tende a mantenere il ferro nello stato +2 (ferroso), che come si ricordava è più assorbibile del +3 (ferrico). La Tabella 3 riporta il contenuto medio della vitamina in alcuni alimenti comuni.

La vitamina C forma, con il ferro non eme, un composto (chelato) solubile e ben assorbito. A titolo di esempio, in condizioni sperimentali, il consumo di un pasto a base di solo riso, accompagnato dall'assunzione di succhi di frutta fresca a diverso contenuto di vitamina C, ha incrementato l'assorbimento di ferro in modo direttamente proporzionale alla concentrazione, nel pasto, di acido ascorbico.

L'efficienza della vitamina C è meno evidente se associata a un pasto completo e composito, anche se, valutata nel tempo, risulta comunque favorevole: una proprietà che EFSA ha riconosciuto nel 2010. Nell'Unione Europea è stato infatti autorizzato il claim **"la vitamina C contribuisce a incrementare l'assorbimento del ferro non eme"**.

Sono da considerare anche altri acidi organici presenti in frutta, verdura e frutti di bosco, l'acido citrico, l'acido malico e l'acido tartarico: l'effetto sull'assorbimento del ferro non eme è ancora oggetto di dibattito per i primi due, mentre l'acido tartarico, presente per esempio negli agrumi, sembra promuoverne l'assorbimento in modo significativo.

- **Acido lattico.** La fermentazione dei carboidrati da parte di alcune specie di Lattobacilli e Streptococchi, (specie se ottenuta con il cosiddetto lievito madre), produce acido lattico, che aumenta la biodisponibilità del ferro non eme.
  Nella produzione di birra da sorgo e mais, la fermentazione produce acido lattico in abbondanza, che resta nel prodotto finito.
  Anche la fermentazione della farina da altri cereali produce acido latti-

Il pH gastrico e la modulazione dell'assorbimento di ferro

Non sono soltanto i componenti dell'alimentazione a favorire, o inibire, l'assorbimento del ferro. L'ambiente acido dello stomaco, infatti, è il principale fattore non alimentare a garantire un buon assorbimento del ferro, mantenendolo nella forma chimica più biodisponibile.

Ecco perché la somministrazione (ormai molto diffusa) di antagonisti dei recettori H2 dell'istamina, o soprattutto di inibitori della pompa protonica, riduce in modo significativo l'assorbimento del ferro e, in caso di uso cronico, può esporre al rischio di deficienza dell'elemento.

Anche gli antiacidi, assunti in associazione con il pasto, riducono l'assorbimento di ferro. Questi preparati infatti neutralizzano il pH acido gastrico; inoltre calcio e magnesio, che ne sono componenti base, antagonizzano specificamente l'assorbimento del ferro.

co e, in questo processo, riduce un fattore che sarà elencato successivamente tra gli inibitori dell'assorbimento di ferro non eme: i fitati.

Inoltre l'acidificazione incrementa la presenza di magnesio e, probabilmente, migliora la solubilità del ferro (in parte contribuendo a mantenerlo nello stato $Fe2^{+}$).

Anche la fermentazione dei vegetali produce acido lattico, aumentando l'assorbimento del ferro, rispetto agli stessi vegetali non fermentati: l'esempio più comune è il cavolo verza, lavorato a dare i sauerkraut tipici della cucina nordica (austrotedesca soprattutto).
Al contrario, il consumo corrente di latte, anche fermentato (yogurt e formaggi), non sembra influire in modo decisivo sull'assorbimento del ferro.

- **I "meat factors".** Sono probabilmente peptidi e/o proteine, a tutt'oggi non ben caratterizzati, presenti nel tessuto muscolare **di tutte le carni (mammiferi, uccelli, pesci) che risultano determinanti per un assorbimento percentuale elevato di ferro totale (eme e non eme)**. Il consumo di carne di manzo e pollo, in un confronto con le proteine delle uova (ovoalbumina), promuove infatti l'aumento dell'assorbimento di ferro di un pasto completo rispettivamente del 180% e del 100%.

- **Alcol.** Il rapporto tra assunzione di alcol e assorbimento del ferro è complesso. **Si è ipotizzato che l'effetto promotore dell'alcol sull'assorbimento sia indiretto**, mediato dall'inibizione sulla sintesi epatica di epcidina esercitata dall'alcol e dimostrata dopo assunzione acuta o cronica di una bevanda alcolica.

I fattori che limitano l'assorbimento del ferro

I principali fattori alimentari che limitano l'assorbimento del ferro, se assunti al pasto, sono:

- **Acido ossalico e ossalati.** Rabarbaro, spinaci, bietole e portulaca (pianta grassa edibile) contengono alte concentrazioni di ossalati, in forma solubile (ossalati di sodio o potassio) o insolubile (ossalati di calcio o magnesio).
  La scarsa solubilità del calcio ossalato penalizza l'assorbimento di calcio (infatti il 75% dei calcoli urinari è imputabile agli ossalati di calcio) e sembra inibire l'assorbimento di ferro. È interessante tuttavia osservare che alla prova dei fatti l'assorbimento di ferro non risulta significativamente ridotto confrontando un pasto a base di pane e spinaci con uno a base di pane e cavolo riccio (kale), anche aggiunto di potassio ossalato, per fornire la stessa quantità di ossalati degli spinaci. **Il ruolo degli ossalati potrebbe quindi essere minore di quanto si pensasse**.

- **Acido fitico e fitati.** I fitati, presenti in cereali, legumi, semi oleosi e frutta oleaginosa, **hanno invece una riconosciuta capacità di inibire l'assorbimento del ferro**, in maniera dose-dipendente. Un effetto che può essere contrastato dall'assunzione, nello stesso pasto, di acido ascorbico (vitamina C) e, in misura inferiore, dai cosiddetti "meat factors".

  Anche il pane integrale è molto ricco di fitati, il cui effetto negativo sull'assorbimento di ferro può essere ridotto scegliendo un pane a lievitazione acida, in cui la forte produzione di acido lattico neutralizza gran parte dell'effetto dei fitati.

- **Polifenoli.** I polifenoli sono componenti non nutrienti di frutta e verdura, di cui sono soprattutto ricchi frutti di bosco, spezie, semi, farina integrale, ma anche tè, caffè, cacao amaro, vino rosso, alcune tisane a base di erbe. È noto che un adeguato apporto quotidiano di polifenoli è molto utile per il mantenimento della salute.
  D'altro canto, è altrettanto noto che i polifenoli legano il ferro a livello intestinale, formando complessi (chelati), che ne riducono nettamente l'assorbimento.
  L'effetto è dose-dipendente: bevande che contengono, per singola assunzione, 20-50 mg di polifenoli totali riducono l'assorbimento di ferro tra il 50 e il 70%; se il contenuto di polifenoli è maggiore (100-140 mg per assunzione) l'assorbimento viene inibito tra il 60 e

Fitati, tannini e vitamina C

Ridurre la presenza dei fitati nei cereali e nei legumi è possibile. È sufficiente un ammollo di alcune ore in acqua tiepida, con mezzo limone. Anche l'effetto inibente dei tannini del tè viene ridotto dall'aggiunta di succo di limone (ma anche dalla riduzione dei tempi di infusione). Senza contare che bere tè (ma anche caffè) lontano dai pasti risolve il conflitto tra le assunzioni, entrambe indispensabili, di polifenoli e di ferro.

il 90%, come accade per esempio dopo consumo di una tazza di tè nero ad alto contenuto di tannini, polifenoli presenti anche nel vino rosso, soprattutto se invecchiato in botti di quercia.

Ad assicurare il corretto apporto di polifenoli con la dieta senza penalizzare l'assorbimento di ferro è di nuovo l'acido ascorbico (vitamina C), la cui affinità con il ferro è maggiore rispetto a quella dei polifenoli: **nel caso di frutta e verdura, infatti, la compresenza di acido ascorbico e di polifenoli garantisce l'apporto di questi ultimi e migliora l'assorbimento del ferro presente nel pasto**.

- **Calcio.** Il calcio è l'unico elemento che inibisce in modo identico l'assorbimento sia del ferro emico e sia di quello non emico, probabilmente interferendo su un passaggio comune a livello degli enterociti (cellule dell'epitelio intestinale).
  L'effetto negativo è stato dimostrato se il calcio e il ferro vengono assunti contemporaneamente e raggiungono l'intestino impiegando gli stessi tempi.
  In condizioni reali, però, la supplementazione a lungo termine con calcio non influisce negativamente sull'omeostasi del ferro (valutata tramite i valori della ferritina sierica), anche in donne a rischio di carenza marziale. Una spiegazione potrebbe risiedere in una risposta intestinale adattativa, che normalizza progressivamente l'assorbimento del ferro.
  Infine, com'è stato dimostrato, l'apporto di latte, yogurt e formaggi, secondo le porzioni raccomandate, non penalizza l'assorbimento del ferro.

- **Proteine di soia.** Il contributo dei fagioli di soia all'alimentazione mondiale è ben noto, anche perché la coltivazione della soia è la più efficiente, in termini di quantità di proteine ottenuta per ettaro.
  Dai fagioli di soia si ottengono farina, olio, bevande, tofu, mentre la fermentazione porta a tempeh, miso, natto. Inoltre i fagioli di soia possono essere consumati tal quali, dopo bollitura (edamame).
  Il contenuto di ferro nei fagioli di soia varia secondo le aree di coltivazione, da 4 mg/100g fino a oltre 15 mg/100 g, ed è caratterizzata da una soddisfacente biodisponibilità.
  Va detto però che la soia non trattata e i prodotti derivati (farina soprattutto) sono ricchi anche di fitati che, come già detto, inibiscono invece l'assorbimento di ferro.
  La prova del nove viene dalla situazione opposta: l'aggiunta di farina di soia privata della maggior parte di fitati a un pasto standard, aumenta in modo significativo l'assorbimento di ferro.

- **Proteine del latte.** Il latte bovino ha un trascurabile tenore di ferro. In condizioni sperimentali, si è rilevato che le proteine del latte (caseina e proteine del siero), come quelle della soia, inibiscono l'assorbimento del ferro.

  In condizioni di vita reale, invece, è

stato dimostrato che un bicchiere di latte, oppure uno yogurt, consumati al pasto, non modificano in modo sostanziale l'assorbimento del ferro rispetto a quanto accade consumando lo stesso pasto, ma senza latte o yogurt.

- **Proteine dell'uovo.** Anche nel caso dell'uovo, sono le proteine (prevalenti nell'albume, ma presenti anche nel tuorlo) a influire negativamente sulla biodisponibilità del ferro che, in questo alimento, è concentrato nel tuorlo, in quantità variabili tra 2,7 e 5,9 mg/100 g (alimento crudo), mentre nell'albume non supera 0,1 mg/100g.

Inoltre, attenzione anche alle modalità di cottura: l'uovo non va mai bollito troppo a lungo, per evitare che il ferro contenuto nel tuorlo reagisca con il solfuro di idrogeno dell'albume, a dare solfuro di ferro, che pregiudica totalmente, in quanto insolubile, l'assorbimento del ferro.
La presenza di solfuro di ferro è chiaramente indicata dalla "corona" verdognola sul perimetro del tuorlo bollito. ■

Conclusioni

- Il ferro è un elemento indispensabile all'organismo. Grazie alla produzione di emoglobina e di mioglobina assicura la corretta distribuzione dell'ossigeno a organi e muscolatura. Inoltre partecipa alla sintesi e alla funzionalità di enzimi, ormoni e tessuto connettivo.
- Il ferro, negli alimenti, è presente in forma organica (ferro eme), o inorganica (ferro non eme). Il primo non è quasi mai penalizzato dagli altri componenti della dieta, a differenza del secondo. Questa differenza si traduce in un significativo maggior assorbimento percentuale del ferro eme rispetto al ferro non eme (circa 3-4 volte maggiore). Il ferro non eme è assorbito meglio nella forma ferrosa (che tende a prevalere in ambiente acido) che nella ferrica.
- Il ferro eme è presente prevalentemente nelle carni (tutte), nei pesci, molluschi e crostacei. Il ferro non eme è invece fornito da latte e latticini, dal tuorlo d'uovo, da legumi, cereali, frutta oleaginosa, frutta disidratata.
- Il principale componente dell'alimentazione che favorisce l'assorbimento del ferro è l'acido ascorbico, o vitamina C, grazie alla formazione, con il ferro non eme, di un complesso solubile.
- La vitamina C agisce in modo dose dipendente sull'assorbimento del ferro presente in un pasto.
- Anche l'acido lattico, prodotto durante la fermentazione dei vegetali o la lievitazione acida, migliora l'assorbimento del ferro non eme.
- Probabilmente presenti nelle proteine di tutte le carni sono infine i cosiddetti "meat factors", che promuovono l'assorbimento del ferro totale (eme e non eme).
- I fattori che inibiscono l'assorbimento di ferro sono diversi: ossalati, fitati, polifenoli, calcio e proteine della soia, del latte, delle uova.

- L'effetto di tutti questi componenti, però, molto evidente negli studi sperimentali, risulta meno penalizzante se valutato nelle situazioni di consumo reali.
- Questo significa, per esempio, che il consumo di latte, yogurt e formaggi, all'interno di un'alimentazione variata e rispettando le raccomandazioni nutrizionali, risulta praticamente ininfluente sull'assorbimento del ferro.
- Esula dalle interazioni strettamente alimentari il fattore pH gastrico. L'acidità gastrica è tuttavia un fattore indispensabile per promuovere il corretto assorbimento intestinale del ferro. L'assunzione, acuta o cronica, di antiacidi, di antagonisti del recettore H2 dell'istamina, di inibitori della pompa protonica penalizza infatti la biodisponibilità del ferro.

Bibliografia di riferimento

Bendich A. *Calcium supplementation and iron status of females*. Nutrition 2001;17(1):46–5.

Bonsmann SS genannt, Walczyk T, Renggli S, et al. *Oxalic acid does not influence nonhaem iron absorption in humans: a comparison of kale and spinach meals*. Eur J Clin Nut. 2008 Mar;62(3):336-41.

Derman DP, Bothwell TH, Torrance JD, et al. *Iron absorption from maize (Zea mays) and sorghum (Sorghum vulgare) beer*. Br J Nut. 1980;43:271-9.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *Scientific opinion on dietary reference values for iron*. EFSA J. 2015;13:4254.

Epicentro. Sali minerali - Oligoelementi. https://www.epicentro.iss.it/sali/oligoelementi

U.S Department of Agriculture Research Service. FoodData Central, 2019. https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174270/nutrients.

Kristensen MB, Hels O, Morberg C, et al. *Pork meat increases iron absorption from a 5-day fully controlled diet when compared to a vegetarian diet with similar vitamin C and phytic acid content*. Br J Nut. 2005;94:78-83.

Milman NT. *A review of nutrients and compounds, which promote or inhibit intestinal iron absorption: making a platform for dietary measures that can reduce iron uptake in patients with genetic haemochromatosis*. J Nutr Metab. 2020; 2020:ID7373498.

Milman NT. *Dietary iron intake in women of reproductive age in Europe: a review of 49 studies from 29 countries in the period 1993–2015*. J Nutr Metab. 2019;2019:ID7631306.

Rosado J, Diaz M, Gonzalez K et al. *The addition of milk or yogurt to a plant-based diet increases zinc bioavailability but does not affect iron bioavailability in women*. J Nutr. 2005;135(3):465-8.

Thumser AE, Rashed AA, Sharp PA, et al. *Ascorbate enhances iron uptake into intestinal cells through formation of a FeCl3-ascorbate complex*. Food Chem. 2010;123(2):281-5.

Williamson G. *The role of polyphenols in modern nutrition*. Nut Bull. 2017 Sep;42(3):226-35.

di Fabio Fioravanti

Moderata e costante: ecco l'attività fisica che contribuisce a mantenere in salute il nostro microbiota

Risponde Marco Pane, Responsabile R&D Probiotical, Novara

Esiste una correlazione tra l'attività fisica e la composizione del microbiota intestinale? Sembrerebbe di sì, anche se con modalità che dipendono dall'intensità dell'esercizio, e che sarebbero più favorevoli per l'esercizio moderato che per quello ad alta intensità. L'attività fisica, se ben calibrata, affiancherebbe le abitudini alimentare corrette nel contribuire a portare il microbiota verso una configurazione protettiva contro le più comuni malattie che si riscontrano nella popolazione.

> *"L'esercizio fisico aerobico, di intensità e durata moderate mantiene la diversità del microbiota e la sua salute"*

Questi temi sono stati affrontati in una recente review (*) pubblicata su *Journal of the International Society of Sports Nutrition*; il gruppo di esperti che ha firmato la sintesi comprende ricercatori americani, neozelandesi, canadesi, britannici, nonché il dottor Marco Pane, microbiologo, che dirige la Ricerca e Sviluppo di Probiotical, Novara, che risponde alle nostre domande.

DOMANDA: Si parla sempre più di microbiota, e dei suoi effetti sulla salute: ma sappiamo qual è il profilo del microbiota che si potrebbe definire "sano"?

RISPOSTA: Definire quando il microbiota intestinale di un individuo in condizioni normo-fisiologiche, come potrebbe essere un atleta, può essere classificato come "sano" non è semplice. Mancano ancora parametri di riferimento condivisi. In pratica, si tratta di identificare e validare dei marcatori di salute del microbiota che siano utili e rappresentativi.

D.: Quali potrebbero essere, per esempio?

R.: Per esempio, quelli che rilevano gli indici di biodiversità a livello intestinale. Anche nel caso del microbiota sembra infatti, così come per tutti gli ecosistemi naturali conosciuti, che una maggiore biodiversità correli con una maggiore resistenza e

una maggiore capacità di adattamento a fronte di eventi stressanti acuti o cronici. Un esempio è la capacità del microbiota intestinale di ritornare all'equilibrio dopo un trattamento antibiotico (che solitamente abbatte gli indici di biodiversità).

Dalle prime indagini disponibili sembrerebbe che la biodiversità intestinale correli positivamente con l'esercizio fisico e negativamente con uno stile di vita sedentario.
Uno stile di vita attivo o sedentario, d'altra parte, comprende un gran numero di variabili, che non permette facili riflessioni di natura riduzionista. Per esempio, l'osservazione che gli atleti professionisti di rugby presentano una biodiversità del microbiota intestinale più elevata rispetto ad un gruppo controllo sano è dovuta alla loro maggiore attività sportiva oppure alle importanti differenze presenti tra la loro dieta e quella dei soggetti di controllo? La risposta sta probabilmente nel mezzo.

È interessante constatare che gli atleti coinvolti nello studio presentano un incremento di specifici pathway metabolici, come quelli della sintesi batterica di acidi grassi a corta catena (acetato, propionato e butirrato), ampiamente descritti in letteratura per gli effetti positivi che sembrano svolgere (come un migliore turn-over muscolare).
È d'altra parte importante precisare che nemmeno gli indici di biodiversità sono pienamente in grado di caratterizzare sistemi così complessi. Probabilmente uno strumento ancora più potente è la valutazione dei pathway metabolici funzionali del microbiota nello sportivo, affiancando quindi agli studi di metagenomica (che valutano chi cambia in termini tassonomici) quelli di metabolomica (cosa cambia in termini metabolici).

D.: Una persona che pratica attività sportiva si può considerare a minor rischio di incorrere nelle malattie più diffuse nella nostra società?
R.: È molto interessante notare che il rischio di infezioni delle vie respiratorie, o certi sintomi gastrointestinali, seguono un andamento da curva a "J" in funzione del livello dell'attività sportiva. In sintesi, soggetti sedentari presentano rischi maggiori rispetto a soggetti che praticano attività fisica moderata: ma, sorprendentemente, gli allenamenti ad alta intensità, tipici degli sportivi professionisti, sembrano associarsi invece a un rischio più elevato, rispetto a quello rilevato sia per il soggetto con attività moderata ma anche per il soggetto sedentario.

D.: Come si spiegano queste osservazioni?
R.: Un'ipotesi è che lo stress causato dall'allenamento ad alta intensità porti ad una alterazione di alcuni "elementi di raccordo" tra il microbiota e il tratto digerente, soprattutto in termini di permeabilità intestinale e di conseguente infiammazione sistemica.

È affascinante notare che durante l'esercizio fisico si verificano delle alterazioni fisiologiche del tratto gastrointesitnale, soprattutto in termini di riduzione del volume di sangue in ambito viscerale (ipoperfusione splancnica) e conseguente aumento del volume di sangue a livello toracico.

Questo fenomeno è associato a un au-

mento del danno epiteliale intestinale e a un incremento dei marcatori dell'infiammazione plasmatici (MPO e calprotectina) e dei Lipopolisaccaridi (LPS), che rappresentano una componente di membrana cellulare esterna dei batteri Gram-negativi con attività sistemica infiammatoria. E poiché gli LPS sono esclusivamente di origine batterica, si deve concludere che, se l'esercizio fisico intenso porta a un aumento di queste sostanze nel circolo sistemico, vuol dire che il microbiota intestinale concorre indirettamente alle alterazioni della permeabilità intestinale, e quindi a una condizione di endotossinemia, con conseguente vulnerabilità sistemica.

Questo complesso di fenomeni potrebbe spiegare il maggior grado di infiammazione cronica che si osserva in chi pratica sport ad elevata intensità (e magari anche la maggiore frequenza di episodi di diarrea, di disturbi gastrointestinali o il maggiore uso di antibiotici rispetto alle persone che svolgono un'attività fisica più moderata).

D.: Con l'infiammazione può coesistere anche uno stato di depressione immunitaria?

R.: Sembrerebbe di sì. Fenomeni di immunodepressione possono rilevarsi tra gli atleti soggetti ad allenamento intenso, stress psicologico e sonno alterato, con un conseguente incremento delle infezioni delle vie respiratorie. È interessante notare che circa il 70% del sistema immunitario è localizzato a livello gastrointestinale (GALT, o tessuto linfoide associato all'intestino) e che pertanto, come le prime evidenze sembrano confermare, un microbiota sano possa concorrere a una risposta immune adeguata e quindi a un decremento dei fattori di rischio delle infezioni delle vie respiratorie.

D.: Un consiglio al riguardo?

R.: Il consiglio è di non estremizzare l'attività fisica, ma di praticarla in modo moderato. Come quasi sempre, il veleno è nella dose.
L'attività fisica di natura aerobica, inoltre, è tendenzialmente preferibile rispetto all'anaerobica ad elevata intensità o lunga durata. Specie se fatta all'aria aperta o in contesti naturali: meglio andare in un parco, piuttosto che in casa o in palestra, perché ci esponiamo ad una carica microbica naturale, ricca e varia, che concorre al mantenimento della biodiversità del nostro microbiota.

D.: Fino a che punto la nutrizione può avere un ruolo nel regolare il microbiota di chi pratica attività sportiva?

R.: Svolge sicuramente un ruolo estremamente rilevante, e non solo per l'atleta, ma anche per la popolazione generale. Certamente, confrontare l'assetto del microbiota di chi svolge attività sportiva con quello di una persona sana, ma fisicamente meno attiva, deve prendere in considerazione numerose variabili, anche di natura alimentare.
Una cosa è certa: i programmi nutrizionali degli sportivi seguono indicazioni primariamente funzionali alla performance, ma non necessariamente benefici per il microbiota intestinale.

D.: Quali sono le principali caratteristiche dell'alimentazione tipica di chi pratica attività sportiva?

R.: Le linee guida per queste persone

suggeriscono generalmente un maggior apporto di carboidrati semplici, per mantenere adeguati livelli di glucosio nel sangue anche durante lo sforzo e massimizzare le riserve di glicogeno; un alto livello di proteine animali e, aspetto degno di riflessione e studio, una riduzione delle fibre fermentescibili (al fine di facilitare lo svuotamento gastrico e ridurre il discomfort intestinale), che tuttavia rappresentano il nutrimento elettivo del nostro microbiota.

D.: In questo contesto, l'integrazione probiotica può avere un ruolo specifico nelle persone che svolgono un'intensa attività sportiva?

R.: Si stanno accumulando evidenze sul contributo dell'integrazione probiotica contribuisca al miglioramento della performance atletica, o perlomeno alla riduzione di alcuni effetti collaterali dell'allenamento intenso.
Un microrganismo probiotico può infatti manifestare una ricca gamma di possibili effetti favorevoli per l'organismo, per esempio, incrementando l'assorbimento di alcuni specifici nutrienti, quali alcuni amminoacidi, o stimolando la produzione endogena di acidi grassi a corta catena.

Oppure, ancora, contribuendo a mantenere un sistema immunitario più sano e reattivo, così come a contrastare attivamente alcuni potenziali patogeni con cui lo sportivo può venire in contatto o ai quali è particolarmente vulnerabile. Non da ultimo, a offrire un efficace affiancamento all'uso di antibiotici favorendo quindi il ripristino di una flora intestinale equilibrata.
È tuttavia importante segnalare che per gli integratori probiotici ammessi al commercio dovrebbe essere sempre reperibile una solida bibliografia scientifica e clinica, che rappresenta l'ossatura dell'impiego razionale del prodotto. Io spero sempre che la scelta tra i vari probiotici disponibili sul mercato sia dettata da queste informazioni, e non dalla confezione più attraente o dalla pubblicità più accattivante.

D.: La ricerca sta individuando nuovi microrganismi che potrebbero essere specificamente utili al riguardo?

R.: Sì, certamente. La ricerca sta procedendo in due macro-aree: da un lato è importante cercare di capire quali sono i regimi dietetici e di stile di vita che garantiscono non solo un miglioramento in termini di prestazioni, miglior recupero muscolare o minor rischio di malattia, ma anche una maggior tutela del microbiota: che lo mantenga in altre parole "sano". Il passaggio, insomma, da un approccio riduzionista dieta-individuo a uno più complesso quale dieta-microbiota-individuo, di cui il microbiota stesso è una inevitabile e sostanziale interfaccia.

Il secondo approccio studia quali microrganismi probiotici possano migliorare direttamente i parametri che più sono interessanti per coloro che svolgono attività sportiva. Per esempio, la riduzione di alcuni marker dell'infiammazione o in maggiore assorbimento di nutrienti, o ancora una chiara riduzione di frequenza, intensità e durata delle infezioni delle vie respiratorie.

D.: L'esposizione ai batteri ambien-

tali, anche attraverso l'alimentazione, sembra decisiva al riguardo. Può approfondire questo tema?

R.: Attualmente, siamo sempre meno esposti nei nostri ambienti di vita a una naturale carica batterica, virale o parassitica. A partire dalla prima infanzia: in passato le famiglie erano allargate, c'erano molti animali domestici, i bambini giocavano per terra, ora molto meno. L'igiene era mantenuta: ma non in modo maniacale. L'alimentazione era generalmente più ricca in fibre e comprendeva molti alimenti o preparazioni fermentate, quindi ricche di microrganismi.

Oggi, per contro, molti alimenti sono additivati con conservanti e preservanti che, per definizione, possiedono un'azione batteriostatica o battericida. Un discorso simile riguarda le modalità del parto, che esponevano il bambino alla flora vaginale e fecale: cosa che non si verifica quando il parto avviene con modalità cesarea. Anche per quanto riguarda l'alimentazione del neonato, resta preferibile l'allattamento al seno, se possibilmente per due-tre anni, per ottimizzare l'assetto del microbiota.

I comportamenti a questo livello, in altre parole, sono drasticamente cambiati e, se da un lato rileviamo che queste modificazioni hanno determinato il crollo delle tossinfezioni alimentari (che erano una frequente causa di malattia o di morte dei bambini, fino a meno di un secolo fa), osserviamo dall'altro l'impennata delle malattie a carico del sistema immunitario, di tipo ipo- o iper-reattivo e al conseguente incremento delle diagnosi di allergie, di malattie su base auto-immunitaria, eccetera.

D.: A parte l'integrazione probiotica, quali tipi di alimenti si potrebbero consigliare, a chi svolga un'attività fisica intensa, ma anche a chi sia meno attivo, per mantenere il microbiota in salute?

R.: La scelta più importante è probabilmente un semplice yogurt bianco al giorno, naturale e non dolcificato, con i suoi fermenti lattici. È uno dei pochi prodotti reperibili sul mercato che contiene al suo interno microrganismi vitali, derivati dalla fermentazione.

Alcune regole da ricordare quando si acquista un probiotico

Fondamentale – come ricorda Marco Pane – sarebbe la disponibilità di una chiara comunicazione scientifica, in un settore che non è ancora pienamente regolamentato (anche se in Italia le disposizioni ministeriali sono molto chiare). Ecco alcune informazioni utili per individuare prodotti di qualità:

1. Una chiara indicazione dei microrganismi presenti nel prodotto, non un termine come "fermenti lattici", o nomi generici: non danno garanzia di provenienza, né tantomeno è possibile ricondurli ad una letteratura di riferimento;
2. La chiara indicazione del numero di cellule vitali presenti nel prodotto, con la garanzia del mantenimento del titolo fino alla scadenza;
3. Ovviamente un razionale tecnico-scientifico, o la possibilità di rintracciarlo.

Anche molte persone intolleranti al lattosio possono consumare lo yogurt senza problemi, proprio perché i microrganismi che trasformano il latte in yogurt lo utilizzano per potersi sviluppare.

Una dieta ricca in fibre contribuisce poi certamente al mantenimento di un microbiota sano: bisogna tuttavia considerare la possibilità di avere qualche leggero disturbo gastrointestinale, come gonfiore e flatulenza. Il consiglio di un buon nutrizionista può probabilmente aiutare a selezionare una dieta che possa rivelarsi benefica tanto per il microbiota intestinale che per il suo ospite.

* Mohr AE, Jäger R, Carpenter KC, et al. *The athletic gut microbiota*. J Int Soc Sports Nutr. 2020; 17:24- 33.

LA SCHEDA: le cipolle

Appartenenti alla famiglia delle *Liliaceae* le cipolle sono tra le piante coltivate più antiche al mondo. Il bulbo, che rappresenta la parte commestibile, è utilizzato come ingrediente base per insaporire numerose preparazioni culinarie e, insieme all'aglio, è tra le principali spezie tipiche della dieta mediterranea. Esistono diverse cultivar che variano per forma, dimensioni e colore. In Italia le più importanti sono la cipolla bianca di Barletta, la ramata di Montoro e quella rossa di Tropea.

Che cosa contengono

Sono composte per il 92% da acqua e contengono una modesta quantità di carboidrati; l'apporto calorico è quindi piuttosto contenuto (solo 28 kcal per 100 grammi). Le cipolle apportano anche minerali, soprattutto potassio e fosforo, e vitamine idrosolubili, specie i folati e la vitamina C. Interessante è il loro contributo in termini di sostanze bioattive come gli acidi fenolici, i flavonoidi (presenti soprattutto nelle varietà rosso-violacee) e i composti solforati, ai quali si attribuiscono proprietà antimicrobiche, antifungine e probabilmente anticancerogene. Questi composti contenenti zolfo, tra cui spicca l'isoallicina, sono responsabili dell'odore e del sapore pungente delle cipolle e si liberano soltanto dopo triturazione o masticazione; vengono dispersi in cottura e per questo motivo è preferibile consumare le cipolle a crudo.

Contenuto medio di energia e nutrienti in 100 grammi di prodotto edibile

	Cipolla cruda	Cipolla cotta o bollita
Energia (kcal)	28	39
Acqua (g)	92,1	89,2
Proteine (g)	1	1,4
Lipidi (g)	0,1	0,1
Carboidrati (g)	5,7	7,8
Fibra (g)	1	1,4
Calcio (mg)	25	8
Sodio (mg)	10	165
Potassio (mg)	140	70
Fosforo (mg)	35	32
Tiamina (mg)	0,02	0,01
Riboflavina (mg)	0,03	0,02
Vitamina C (mg)	5	3
Acido folico (µg)	20	-

Fonte: Modif. da CREA – *Tabelle di composizione degli alimenti.*

Che cosa bisogna sapere

Citate già nell'antichità per le loro proprietà nutrizionali, le cipolle sono ad oggi ancora oggetto di studio in relazione a possibili effetti sull'organismo. Studi epidemiologici, oggetto di meta-analisi, indicano proprietà protettive nei confronti di alcuni tipi di tumori (in particolare di quello gastrico), che sembrerebbero associate alla presenza di composti solforati e flavonoidi, capaci di influenzare negativamente la proliferazione delle cellule tumorali. Rispetto alle varietà bianche o dorate, le cultivar rosse-violacee mostrano un'attività antiossidante e antinfiammatoria più elevata, attribuibile al maggior contenuto di quercetina, pigmento vegetale responsabile della tipica colorazione. La cipolla è indicata nella lista Ministeriale dei preparati vegetali (botanicals) che possono essere impiegati negli integratori (DM 9 gennaio 2019) associata a effetti diuretici, sulla funzione digestiva e sul metabolismo dei carboidrati. Una curiosità: nel momento in cui si taglia uno spicchio di cipolla si attivano le difese biochimiche della pianta, che rilascia sostanze volatili che provocano la lacrimazione; poiché si tratta di composti idrosolubili, per evitare l'inconveniente è sufficiente passare la cipolla sotto l'acqua corrente o utilizzare un coltello bagnato.