

Biodisponibilità dei minerali

Corso di formazione:

“La prevenzione primaria basata su interventi efficaci e sul mantenimento delle caratteristiche nutrizionale degli alimenti”

I minerali

- Sono contenuti in misura variabile in tutti gli alimenti e nel nostro organismo consentono di mantenere molte funzionalità organiche. Quelli conosciuti sono circa una quarantina metà dei quali indispensabili per il buono stato di salute.
- Sono nutrienti essenziali che, pur non apportando direttamente energia, svolgono vari ruoli tutti importantissimi nel nostro organismo.

Classificazione

Macroelementi

Apporto 0,1-5 g/die

- ✓ Calcio
- ✓ Fosforo
- ✓ Magnesio
- ✓ Zolfo
- ✓ Sodio
- ✓ Potassio
- ✓ Cloro

Oligoelementi (o elementi in traccia)

Apporto 0,05-20 mg/die

- ✓ Ferro
- ✓ Rame
- ✓ Zinco
- ✓ Manganese
- ✓ Molibdeno
- ✓ Iodio
- ✓ Selenio
- ✓ Cromo
- ✓ Fluoro
- ✓ Cobalto*
- ✓

Macroelementi minerali (necessari in quantità relativamente grandi)	Microelementi minerali o tracce (necessari in quantità molto piccole)
Calcio Clorio Magnesio Fosforo Potassio Sodio	Cromo Ferro Cobalto* Manganese Rame Molibdeno Fluoro Selenio Iodio Zinco
* Il bisogno di cobalto viene soddisfatto con l'introduzione di vitamina B ₁₂	

- In generale, i minerali si trovano in abbondanza negli alimenti non raffinati;
- Iodio e rame sono presenti in alcuni terreni e in alcune acque potabili.
- Alcuni minerali come potassio, sodio, cloro, zolfo sono presenti nella dieta in quantità così abbondanti che ne è improbabile la carenza.

Definizione

- **“Gli oligoelementi o elementi in traccia costituiscono una classe di costituenti che si distingue nettamente dai macroelementi in quanto, contrariamente a questi ultimi, si trovano nel corpo umano in quantità inferiori a 1mg/Kg di peso corporeo.”**

Fonte: Fondamenti di Nutrizione Umana

Essenzialità

- *Tra gli oligoelementi, cromo, manganese, ferro, cobalto, rame, selenio, molibdeno e iodio sono riconosciuti essenziali per l'uomo.*
- *Non sono al momento riconosciuti essenziali altri oligoelementi (litio, nichel, arsenico, piombo).*
- *Inoltre è da sottolineare che un certo grado di tossicità è proprio di tutti gli elementi, ed è funzione della concentrazione alla quale è esposto l'organismo.*
- *Il numero di elementi definiti essenziali riflette lo stato delle conoscenze ad un certo momento: con il progredire delle ricerche e delle tecniche di rilevamento e di analisi, altri elementi potranno forse essere riconosciuti come essenziali.*

Tavola periodica degli elementi.
 Gli elementi evidenziati sono
 quelli richiesti con la dieta.

Atomic number
 Valence-electron configuration

Groups	1	2	Transition Metals										13	14	15	16	17	18	
	IA	IIA	3B	4B	5B	6B	7B	8	9	10	11	12	3A	4A	5A	6A	7A	8A	
Periods	1 H 1	2 He 2											3 B 5	4 C 6	5 N 7	6 O 8	7 F 9	8 Ne 10	
3	Li 3	Be 4	Transition Metals										Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18	
4	Na 11	Mg 12	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36	
5	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36	
6	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54	
7	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86	
8	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Unq 104	Unp 105	Unh 106	Nh 107	Hs 108	Mt 109										
Lanthanides			Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71			
Actinides			Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103			

Metals ← → Nonmetals

BIODISPONIBILITÀ

I nutrienti contenuti negli alimenti, siano aminoacidi, *sali minerali*, vitamine, acidi grassi o glucosio, non sono quasi mai totalmente utilizzati dall'organismo per le sue attività di mantenimento e di accrescimento. Solo una percentuale del contenuto totale viene utilizzata dall'organismo per le sue attività di mantenimento e accrescimento. Solo una percentuale del contenuto totale viene utilizzata dall'organismo e tale percentuale viene definita “*BIODISPONIBILE*”.

Biodisponibilità

- ❖ I nutrienti contenuti in un alimento non sono quasi mai utilizzati completamente dall'organismo.
- ❖ La parte utilizzata viene definita:

“quota biodisponibile”

Biodisponibilità di minerali ed oligoelementi

*La biodisponibilità dei minerali varia notevolmente da circa **1%** per alcune forme del ferro a più del **90%** per sodio, potassio e iodio.*

Negli alimenti Na, K, Cl, F, I esistono fondamentalmente come ioni liberi altamente solubili in acqua ed hanno scarsa affinità per la maggior parte dei ligandi.

Molti altri minerali sono invece presenti come complessi, composti o chelati la cui solubilità può essere molto diversa da quella dei sali inorganici.

Fattori influenzanti la biodisponibilità

La biodisponibilità di un nutriente si può considerare la risultante di tre processi

• Digeribilità

DIGESTIONE

Trasformazione dei nutrienti da sostanze complesse a sostanze semplici

• Assorbimento

ASSORBIMENTO

Passaggio attraverso membrane biologiche delle sostanze semplici (digerite)

• Utilizzazione

TRASPORTO

Distribuzione nei vari organi, ma soprattutto al fegato, attraverso il circolo sistemico

- Circolo venoso
- Circolo linfatico

Fattori che influenzano la biodisponibilità dei minerali

- stato di ossidazione
- forma chimica (es ferro eme/ferro non eme, selenio inorganico e organico)
- interazioni con altri costituenti dell'alimento
- trattamenti tecnologici
- pH del lume intestinale
- presenza di altri minerali

Fattori che influenzano la biodisponibilità dei minerali

Il corpo varia considerevolmente la sua capacità di assorbire e usare i minerali dagli alimenti.

Per esempio, gli spinaci contengono considerevoli quantità di calcio, ma solamente il 5% viene assorbito. La stessa considerazione per il ferro della dieta che viene assorbito con un'efficienza che varia dal 5% al 10%.

Altri fattori che influenzano la biodisponibilità dei minerali includono:

Tipo di alimento: I minerali contenuti in alimenti di origine animale vengono facilmente assorbiti in quanto non sono presenti i “*ligandi*” tipici dei prodotti vegetali (es. Fitati, fibra alimentare).

- Interazioni minerale-minerale: alcuni minerali possono competere tra loro per l'assorbimento intestinale.
- Interazioni vitamine-minerali: diverse vitamine interagiscono con i minerali modificando la loro biodisponibilità (es. Vitamina D per il calcio e vitamina C per il ferro)
- Interazioni Fibra-minerali: elevati intake di fibra alimentare riducono l'assorbimento di minerali (es. calcio, ferro, magnesio, fosforo) impedendone l'assorbimento nel tratto digestivo.

Ruolo degli elementi minerali

Plastico

Catalitico

Bioenergetico

Endocrino

Protettivo

Regolatorio

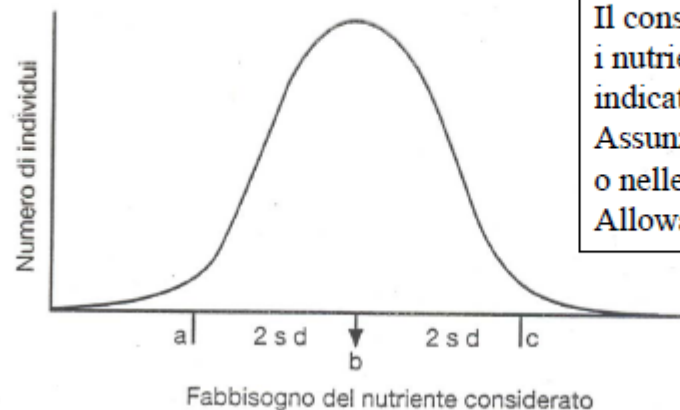
costituenti dei tessuti;
costituenti di sistemi enzimatici;
costituenti di molecole implicate
nei processi di produzione e
trasferimento di energia;
costituenti di ormoni o
bioregolatori di tipo ormonale;
componenti di meccanismi di
difesa;
regolatori dell'equilibrio acido-
base;

Livelli di Assunzione Raccomandati

*In Italia le prime raccomandazioni nutrizionali sono state quelle elaborate dalla Società Italiana di Nutrizione Umana (<http://www.sinu.it>) nel 1976 e pubblicate come **Livelli di Assunzione giornalieri Raccomandati di energia e Nutrienti per la popolazione italiana (LARN)**) che vengono periodicamente elaborati ed aggiornati.*

*Invece dei fabbisogni giornalieri, quando il numero di informazioni scientifiche è insufficiente e il grado di incertezza elevato, sono adottati altri standard definiti come **intervallo di sicurezza e adeguatezza** (safe and adequate range).*

Il fabbisogno di nutrienti energetici e non dipende da diverse variabili individuali e ambientali



Il consumo giornaliero raccomandato per i nutrienti energetici* e non* viene indicato nei LARN (Livelli di Assunzione Raccomandata di Nutrienti) o nelle RDA (Recommended Daily Allowances)

In una distribuzione normale, il 68% c.ca della popolazione cade entro una deviazione standard (sd) della media, il 95% c.ca entro due sd.

Per i nutrienti energetici, i livelli raccomandati sono quelli medi.

b = fabbisogno medio del gruppo

a = fabbisogno minimo = fabbisogno medio - 2sd (al di sotto di "a" la larga maggioranza degli individui è in deficit (è OK solo il 5 %)

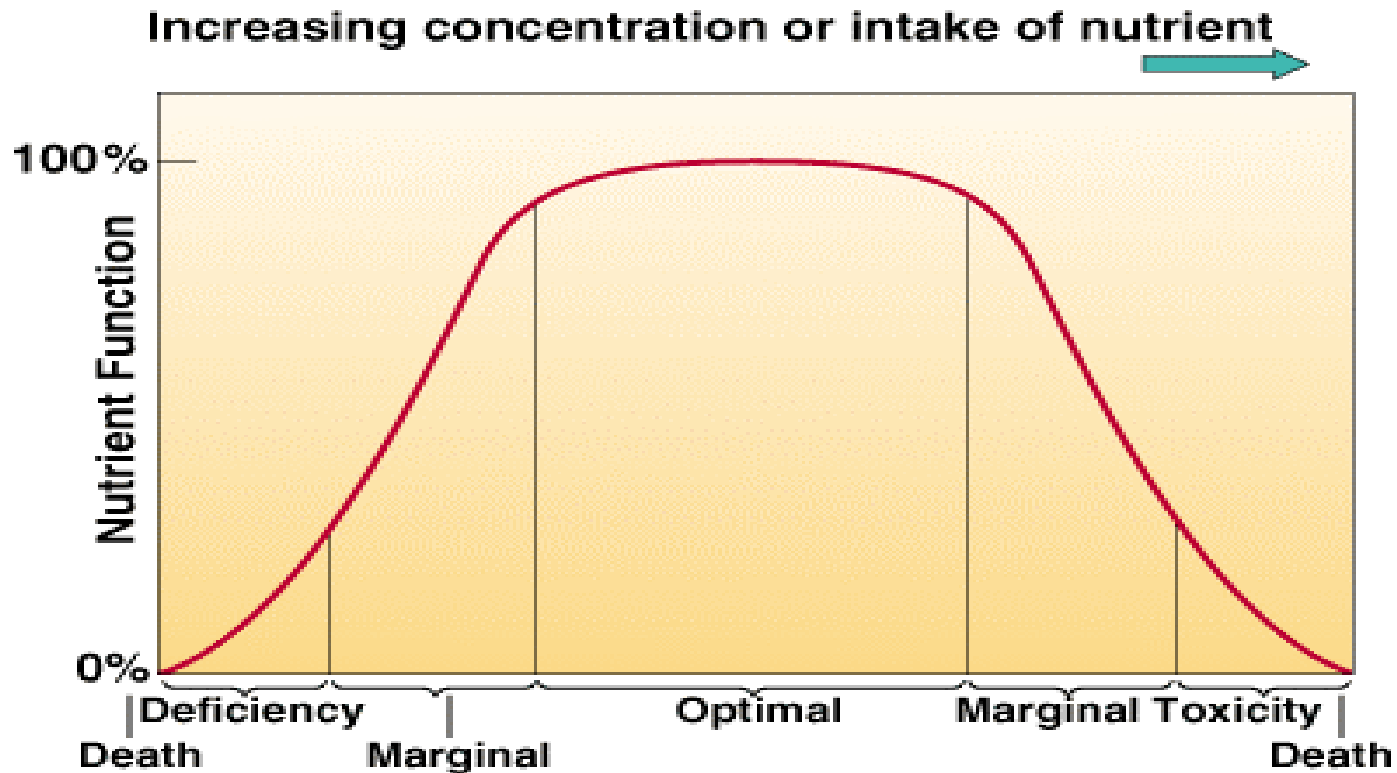
c = fabbisogno medio + 2 sd (al di sopra di "c" solo una minima frazione di individui è in deficit)

Per i nutrienti **non** energetici* non si indica il fabbisogno medio, ma si aggiunge a "c" un valore del 5 % come fattore di sicurezza (per cui il valore indicato è sostanzialmente superiore alle esigenze individuali della stragrande maggioranza della popolazione). In questo modo è garantito il fabbisogno nutrizionale di tutte le persone sane di una popolazione.

***protidi, glucidi, lipidi, alcol**

***vitamine, fibra, minerali macro- e micro, molecole essenziali, acqua**

Gli effetti di una inadeguata o eccessiva assunzione di nutrienti



Macroelementi

Apporto 0,1-5 g/die

- ✓ Calcio
- ✓ Fosforo
- ✓ Magnesio
- ✓ Zolfo
- ✓ Sodio
- ✓ Potassio
- ✓ Cloro

Oligoelementi (o elementi in traccia)

Apporto 0,05-20 mg/die

- ✓ Ferro
- ✓ Rame
- ✓ Zinco
- ✓ Manganese
- ✓ Molibdeno
- ✓ Iodio
- ✓ Selenio
- ✓ Cromo
- ✓ Fluoro
- ✓ Cobalto*
- ✓

* Il bisogno di cobalto viene soddisfatto con l'introduzione di vitamina B₁₂

Potassio, Sodio e Cloro



Questi elettroliti sono strettamente legati tra loro : la quantità di potassio contenuta negli alimenti è importante, ma altrettanto importante è un corretto rapporto (potassio/sodio consigliato 5 :1) tra consumo di sodio e consumo di potassio.

Il potassio è il più importante elettrolita alimentare perché è essenziale nella conversione dello zucchero ematico in glicogeno, forma nella quale il glucosio viene accumulato nel fegato e nei muscoli e che questi utilizzano come fonte di energia durante l'esercizio fisico. Una dieta povera di potassio è una causa comune di ipertensione e, in generale, diete povere di potassio e ricche di sodio hanno un'importanza cruciale nell'insorgenza di tumori e di disturbi cardio vascolari.

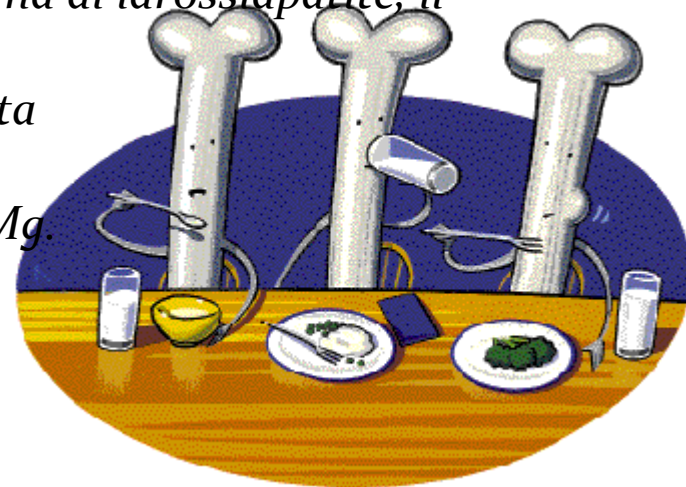
Sodio e Potassio

Sodio e Potassio nell'organismo umano		
	Sodio	Potassio
Contenuto corporeo	Circa 1,5 g/Kg	Circa 2g/Kg
Localizzazione	Extracellulare	Intracellulare
Funzioni	Pressione osmotica Volume fluidi extracellulari Equilibrio acido-base Potenziale di membrana Eccitabilità cellulare	Trasmissione impulsi nervosi Contrattilità dei muscoli lisci e striati Regolazione pressione arteriosa
Fonti alimentari	Sale da cucina (Na discrezionale) Sali di sodio (es glutammato) Gli alimenti naturali sono generalmente poveri di sodio	Tutti gli alimenti ma soprattutto frutta e verdure
Livelli di assunzione	In media circa 3,5 g/die (circa 10 g di sale da cucina)	In media circa 3 g/die
Carenza	Ipotensione, ipovolemia	Astenia, confusione mentale, torpore. Riduzione della motilità intestinale e del ritmo cardiaco. Ipertensione
Tossicità	Edema, ipertensione	Aritmie; arresto cardiaco
LARN (rev 1996)	500-600 mg/die	3200 mg/die
Assorbimento	Attivo e rapido	Passivo e rapido
Escrezione	Urine e sudore	Urine e feci

Calcio, Fosforo e Magnesio

A differenza dei Sali di Na e K, i sali di calcio sono poco solubili e come conseguenza oltre il 70% del calcio alimentare non viene assorbito. Oltre all'influenza favorevole sull'assorbimento esercitata dalla vitamina D, la biodisponibilità del calcio alimentare può essere aumentata dalla presenza di zuccheri, in particolare di lattosio, di alcuni aminoacidi (lisina, arginina) e da un aumento del pH intraluminale. La biodisponibilità viene invece diminuita da alcuni costituenti dei vegetali: ossalati, fitati, fosfati ed alcune frazioni della fibra alimentare. Anche il fosforo è presente come fosfato in tutti gli alimenti naturali. E' strettamente legato al calcio per quanto riguarda le funzioni plastiche e l'85% (600-900 g) si trova nello scheletro sotto forma di idrossiapatite, il 10% nei muscoli.

La quantità totale di magnesio nell'adulto è modesta (circa 20-28 g) e quello extraosseo (circa il 40%) è Intracellulare. L'ATP agisce sotto forma di Sali di Mg.



Calcio, Fosforo e Magnesio

Calcio Fosforo e Magnesio nell'organismo umano			
	Calcio	Fosforo	Magnesio
Contenuto corporeo	Circa 1,2 Kg	Circa 1 Kg	20-28 g
Localizzazione	Il 99 % nel tessuto osseo	L'85 % nel tessuto osseo	IL 60-70% nel tessuto osseo
Funzioni	Strutturale nel tessuto osseo. Emocoagulazione. Attivazione di enzimi. Regolazione espressione genica	Strutturale nel tessuto osseo e nelle membrane cellulari. Costituente degli acidi nucleici; costituente dell'ATP e dell'inositolo trifosfato; regolazione eq. acido-base	Strutturale nel tessuto osseo. Cofattore enzimatico
Fonti alimentari	Latte e formaggi. Molluschi e crostacei. Legumi secchi e frutta secca; Carciofi, cardi, indivia, spinaci.	Latte e formaggi Tuorlo d'uovo. Semi di cereali, legumi	Legumi, cereali integrali, frutta secca, banane
Livelli di assunzione	Circa 800 mg/die	Circa 1400 mg/die	Circa 250 mg/die
Carenza	Maggiore incidenza di fratture ossee e di osteoporosi	Astenia, anoressia, alterazioni della conduzione nervosa e neuromuscolare	Aumentata eccitabilità nervosa e miocardica
Tossicità	Nefrocalinosi, alcalosi, ridotto assorbimento di ferro e zinco	Difficile da raggiungere livelli elevati poiché eliminato facilmente. Assunzione eccessiva causa diminuzione assorbimento del calcio	Ridotta conducibilità miocardica e nervosa
LARN (rev 1996)	A seconda del sesso e dell'età (1000-1200 mg/die)	A seconda del sesso e dell'età	Da 150 a 500 mg/die
Assorbimento	Prevalentemente attivo; vitamina D dipendente. Influenzato da altri costituenti della dieta	Prevalentemente attivo; vitamina D dipendente. Influenzato da altri costituenti della dieta	Diffusione e trasporto facilitato. Favorito dalla vitamina D. Influenzato da altri costituenti della dieta
Escrezione	Urine, feci e sudore, regolazione ormonale tramite il paratormone	Prevalentemente urinaria	Prevalentemente urinaria, no regolazione ormonale

Livelli di assunzione raccomandati di calcio

Livelli di assunzione raccomandati di calcio	
Età	Mg/die
0-1	500
1-6	800
7-10	1000
11-19	1200
20-29	1000
30-60	800
>60	1000
Gravidanza e allattamento	+400
Per 5 anni dopo la menopausa	1500

OSTACOLI ALLA BIODISPONIBILITÀ DEL CALCIO

Ossalato: composto acidificante, litogeno (calcoli), decalcificante.

Alimenti vegetali: spinaci, patate, cacao, pomodori, carote.

ossalato + calcio → ossalato di ~~calcio~~ (insolubile)
nell'intestino



Spinaci: 78 mg/100 g di calcio



L'ossalato assorbito agisce anche sul calcio del sangue: **decalcificante, litogeno.**

Acidi grassi da idrolisi dei trigliceridi.

Alimenti grassi: latte, formaggi, panna, burro, strutto, lardo.

trigliceridi → acidi grassi + glicerolo nell'intestino
acidi grassi + calcio → saponi di ~~calcio~~ (insolubili)

Biodisponibilità del calcio

Oltre all'influenza favorevole sull'assorbimento esercitata dalla vitamina D, la biodisponibilità del calcio alimentare può essere aumentata dalla presenza di zuccheri, in particolare di lattosio, di alcuni aminoacidi (lisina, arginina) e da un aumento del pH intraluminale. La biodisponibilità viene invece diminuita da alcuni costituenti dei vegetali: ossalati, fitati, fosfati ed alcune frazioni della fibra alimentare.



Summary of Major Minerals

Mineral	Major Functions in the Body	Adult RDA or AI	Major Dietary Sources	Major Deficiency Signs and Symptoms	Major Toxicity Signs and Symptoms
Calcium (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> Structural component of bones and teeth Blood clotting Transmission of nerve impulses Muscle contraction Regulation of metabolism 	1000–1200 mg	Milk and milk products, canned fish, tofu made with calcium sulfate, leafy vegetables, calcium-fortified foods such as orange juice	<ul style="list-style-type: none"> Increased risk of osteoporosis May increase risk of hypertension 	<ul style="list-style-type: none"> Intakes > 2.5 g/day may cause kidney stones and interfere with absorption of other minerals.
Sodium (Na)	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance of proper fluid balance Transmission of nerve impulses Maintenance of acid-base balance 	AI for young adults: 1500 mg	Table salt; luncheon meats; processed foods; pretzels, chips, and other snack foods; condiments; sauces	<ul style="list-style-type: none"> Muscle cramps 	<ul style="list-style-type: none"> Contributes to hypertension in susceptible individuals Increases urinary calcium losses
Potassium (K)	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance of proper fluid balance Transmission of nerve impulses Maintenance of acid-base balance 	4700 mg	Fruits, vegetables, milk, meat, legumes, whole grains	<ul style="list-style-type: none"> Irregular heartbeat Muscle cramps 	<ul style="list-style-type: none"> Slowing of heart rate that can result in death
Magnesium (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> Strengthens bone Cofactor for certain enzymes Heart and nerve functioning 	Men: 400–420 mg Women: 310–320 mg	Wheat bran, green vegetables, nuts, chocolate, legumes	<ul style="list-style-type: none"> Muscle weakness and pain Poor heart function 	<ul style="list-style-type: none"> Diarrhea
Phosphorus (P)	<ul style="list-style-type: none"> Structural component of bones and teeth Maintenance of acid-base balance Component of DNA, phospholipids, and other organic compounds 	700 mg	Dairy products, processed foods, soft drinks, fish, baked goods, meat	<ul style="list-style-type: none"> None reported 	<ul style="list-style-type: none"> Poor bone mineralization
Chloride (Cl)	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance of proper fluid balance Production of stomach acid Transmission of nerve impulses Maintenance of acid-base balance 	AI for young adults: 2300 mg	Table salt, certain vegetables, processed foods	<ul style="list-style-type: none"> Convulsions (observed in infants) 	<ul style="list-style-type: none"> Hypertension (because of the association with sodium in table salt)
Sulfur (S)	<ul style="list-style-type: none"> Component of organic compounds such as certain amino acids and vitamins 	None	Protein-rich foods	<ul style="list-style-type: none"> None reported 	<ul style="list-style-type: none"> Unlikely from dietary sources

Macroelementi

Apporto 0,1-5 g/die

- ✓ Calcio
- ✓ Fosforo
- ✓ Magnesio
- ✓ Zolfo
- ✓ Sodio
- ✓ Potassio
- ✓ Cloro

Oligoelementi (o elementi in traccia)

Apporto 0,05-20 mg/die

- ✓ *Ferro*
- ✓ *Rame*
- ✓ *Zinco*
- ✓ *Manganese*
- ✓ *Molibdeno*
- ✓ *Iodio*
- ✓ *Selenio*
- ✓ *Cromo*
- ✓ *Fluoro*
- ✓ *Cobalto**
- ✓ *.....*

Oligoelementi o elementi in traccia

A partire dagli anni '60 lo sviluppo di metodi di analisi sensibili ha consentito di sviluppare il settore di ricerca inerente il ruolo svolto dagli oligoelementi nei riguardi dello stato di salute dell'uomo.

Difficoltà della ricerca

- Mancanza spesso di segni e sintomi clinici specifici
- Mancanza di metodi affidabili per la misura dei sistemi enzimatici nei quali gli oligoelementi sono coinvolti
- Problema delle interazioni, a livello metabolico e cellulare, degli oligoelementi (sia tra loro che con altri nutrienti)

Sintomi comuni da carenza di oligoelementi

- Perdita di peso o nell'età evolutiva la difficoltà di raggiungere il potenziale di accrescimento ottimale
- Disfunzioni del sistema nervoso centrale
- Disturbi di un certo numero di organi quali apparato digerente, cardiovascolare, ematico e muscoloscheletrico

Ferro

I depositi di ferro dell'organismo umano ammontano a circa 5g ma, a dispetto delle piccole quantità, il ferro svolge importanti funzioni.

Esso è ripartito:

60% del ferro è presente nel gruppo eme dell'emoglobina

25% è accumulato sotto forma di ferritina e emosiderina (fegato, milza e midollo)

8% nella mioglobina (proteina del muscolo che lega l'ossigeno)

5% negli enzimi

1-2% nel plasma legato alla transferrina

Il Ferro negli alimenti

Il ferro degli alimenti si divide in due categorie:

- **Ferro emoglobinico** è il **40%** del ferro contenuto in carne, pesce e pollame. Un'alta percentuale di questo ferro viene assorbito nell'intestino e questo assorbimento non viene influenzato da nessun altro fattore della dieta.
- **Ferro non emoglobinico** è il restante **60%** del ferro (legato alle proteine o sotto forma di sali) contenuto in alimenti animali e vegetali. L'assorbimento di questa quota è molto inferiore ed è influenzato da altri costituenti della dieta.

Inorganic Iron eg lentils



Organic iron eg beef



DAILY IRON REQUIREMENT 10-15mg/day (5-10% absorbed)

Funzioni

Svolge importanti funzioni:

- ✓ Trasporto di ossigeno ai tessuti
- ✓ Trasferimento di elettroni nella catena respiratoria
- ✓ Attività di importanti sistemi enzimatici

I ruoli del ferro sono legati soprattutto a due proprietà fondamentali:

- ✓ Facilità di cambiamento dello stato di ossidazione
- ✓ Formazione di complessi di coordinazione

Assorbimento

Il Fe inorganico viene solubilizzato, ionizzato dal succo gastrico, ridotto e chelato. Sostanze capaci di chelare il Fe (acido ascorbico, zuccheri ed amminoacidi) ne favoriscono l'assorbimento.

Assorbito soprattutto a livello del duodeno, il Fe (II) è più solubile e meglio assorbito di Fe (III).

Il Ferro eme è assorbito intatto come complesso porfirinico.

Durante il transito nello stomaco l'acido gastrico favorisce la riduzione di Fe^{+3} a Fe^{+2} ed insieme alla pepsina libera il ferro legato alle proteine.

Mentre lo stato di ossidazione influenza l'assorbimento del ferro libero, non altera quello del ferro eme in quanto è l'intero complesso ad essere internalizzato dalla cellula intestinale.

Assorbimento

Il ferro eme è presente nelle emoproteine del pesce e della carne; il suo assorbimento è indipendente dalla composizione della dieta, poichè viene assorbito intatto senza interazioni degli altri costituenti della dieta.

Alcuni costituenti della dieta, quali fitati e polifenoli, hanno la capacità di inibire l'assorbimento del ferro non-eme, altri invece possono potenziarlo (acido ascorbico). Negli alimenti di origine animale il ferro eme costituisce circa il 40-50% del totale, mentre nei vegetali è presente totalmente come ferro non-eme.

La biodisponibilità rappresenta quindi un bilancio tra tutti i fattori presenti contemporaneamente e, di conseguenza, è strettamente dipendente dalla composizione dei singoli pasti. L'organismo ha la capacità, entro certi limiti, di incrementare l'assorbimento del ferro quando le riserve di ferro sono basse. La regolazione dell'assorbimento ha comunque un limite quando le perdite di ferro non possono più essere bilanciate da un adeguato assorbimento del ferro dalla dieta.

Fattori che influenzano la biodisponibilità

➤ I fattori che **favoriscono** l'assorbimento del ferro non emoglobinico sono :

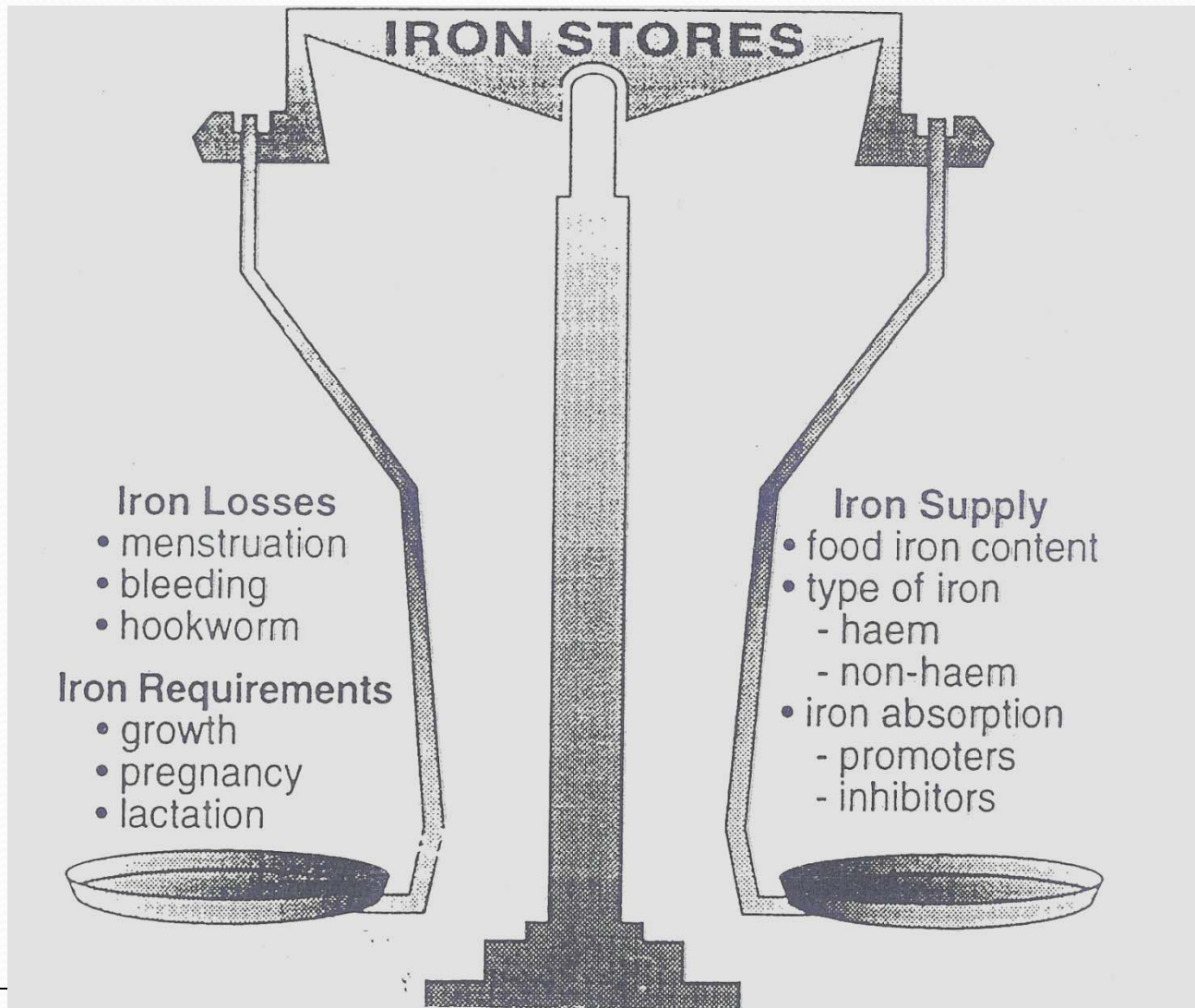
l'**acido ascorbico (vit C)** per il suo duplice effetto chelante e riducente (converte il ferro da ferrico a ferroso più solubile e assorbibile)

La carne sembra contenere dei fattori, probabilmente alcuni peptidi ricchi di cisteine prodotti dalla digestione, che formano complessi con Fe^{+2} , lo proteggono dall'ossidazione a Fe^{+3} e quindi ne facilitano l'assorbimento.

➤ I fattori che **riducono** l'assorbimento del ferro non emoglobinico sono:

- polifenoli (presenti nel caffè e nel tè)
- Acido gallico, acido clorogenico, ossalati (presenti nelle piante)
- fitati (inositol-esafosfato presente nei cereali e nei legumi)
- calcio (se l'intake è > 300 mg/pasto)
- alcuni elementi inorganici (Zn, Mn, Cu)

Bilancio del ferro



RELATIVA BIODISPONIBILITA' DEL FERRO NON EMOGLOBINICO NEGLI ALIMENTI

ALIMENTO	BIODISPONIBILITA'		
	BASSA (5%)	MEDIA (10%)	ALTA (15%)
CEREALI	MAIS, AVENA, RISO, SORGO, FARINA DI GRANO INTERO	FARINA DI GRANTURCO, FARINA BIANCA	
FRUTTA	MELA, AVOCADO, BANANA, UVA, PESCA, PERA, SUSINA, RABBARO, FRAGOLE	CANTALUPO, MANGO, ANANAS	GUAVA (PERO DELLE INDIE), LIMONE, ARANCIA, PAPAIA
VEGETALI	MELANZANA, POMODORI, LEGUMI, FARINA DI SOIA, PROTEINE DI SOIA, LUPINI	CAROTE, PATATE	BARBABIETOLA, BROCCOLI, CAVOLO, CAVOLFIOR, ZUCCA, RAPA
BEVANDE	TEA, CAFFE'	VINO ROSSO	VINO BIANCO
FRUTTA OLEOSA	MANDORLA, COCCO, ARACHIDI, NOCI		
PROTEINE ANIMALI	FORMAGGI, UOVA, LATTE		PESCE, CARNE, POLLAME, LATTE DI DONNA

Table 9.2 FAO/WHO recommended daily iron intake for individuals consuming diets of low, intermediate and high iron bioavailability. Requirements are given for absorbed iron

Group	Age (yrs)	Requirements of absorbed iron ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$)	Recommended intake (mg/day)		
			Low (5%)	Intermediate (10%)	High (15%)
Children	0.25-1	120	21	11	7
	1-2	56	12	6	4
	2-6	44	14	7	5
	6-12	40	23	12	8
Boys	12-16	34	36	18	12
Girls	12-16	40	40	20	13
Adult men		18	23	11	8
Adult women					
menstruating		43	48	24	16
postmenopausal		18	19	9	6
lactating		24	26	13	9

Source: Report of a Joint FAO/WHO/Consultation. Requirements of vitamin A, iron, folate and vitamin B-12. FAO Food and Nutrition Series No. 23. Rome: FAO, 1988.

In una dieta non è importante il contenuto di ferro ma la sua biodisponibilità.

- LOW: insufficiente a coprire il fabbisogno di Fe in molte donne e adolescenti.
- INTERMEDIATE: sufficiente nel 50% delle donne.
- HIGH: sufficiente nella quasi totalità (ma non in gravidanza).

Fabbisogno

Uomo	10 mg/die
Donna	18 mg/die
Gravidanza	30 mg/die
Allattamento	18 mg/die

Livelli di assunzione tali da coprire i bisogni del 95^o della popolazione, ipotizzando una biodisponibilità del 15%

Sintomi da carenza

La carenza in ferro è responsabile dell'anemia sideropenica, patologia molto diffusa nei paesi sviluppati (colpisce circa il 20-30% delle donne in età fertile e adolescenti), provocata da esaurimento delle riserve. Clinicamente l'anemia si manifesta con astenia, pallore e tachicardia.

Sintomi da eccesso

La regolazione dell'assorbimento del ferro della dieta e i meccanismi di deposito impediscono invece la comparsa di fenomeni di accumulo.

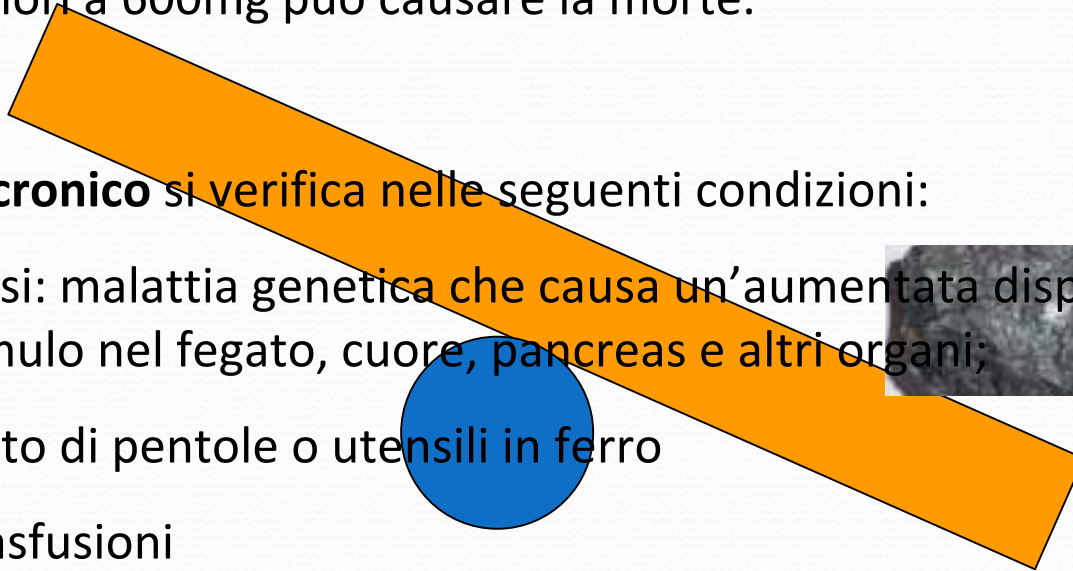
Sovraccarico di ferro

L'ingestione acuta di grandi quantità di ferro (in genere accidentale) causa:

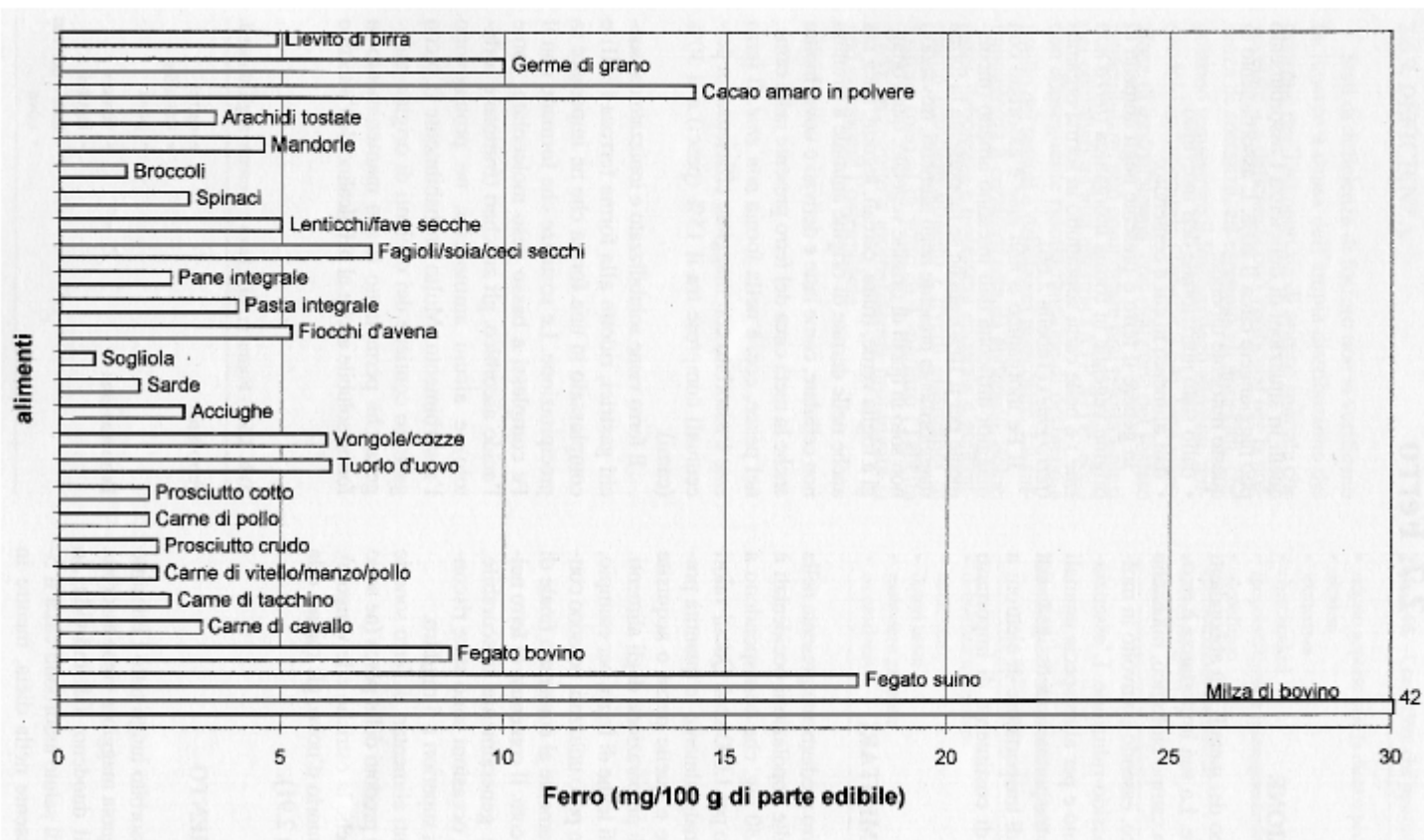
- dolori addominali
- vomito
- acidosi metabolica
- collasso cardiocircolatoria
- per dosi superiori a 600mg può causare la morte.

Il **sovraccarico cronico** si verifica nelle seguenti condizioni:

- emocromatosi: malattia genetica che causa un'aumentata disponibilità di ferro con accumulo nel fegato, cuore, pancreas e altri organi;
- uso prolungato di pentole o utensili in ferro
- frequenti trasfusioni



Fonti alimentari



Il ferro dalla dieta italiana

Discrete quantità di ferro sono presenti tanto in alimenti di origine animale (carne e pesce) che tra quelli di origine vegetale (legumi, indivia, radicchio verde, spinaci). Caratteristica della dieta italiana rispetto a quella di altri paesi europei, è che la maggior parte del ferro assunto deriva da fonti di origine vegetale. Verdure e ortaggi forniscono più di un terzo dell'assunzione totale del ferro mentre i cereali e derivati da una parte e la carne dall'altra forniscono ciascuno circa 4 mg/die. Questo significa che dei circa 14 mg/die di ferro assunti giornalmente la maggior parte è in forma non-eme (85% del totale). Questa percentuale tende ad aumentare nel sud del paese rispetto alle regioni del nord.

Zinco

Il contenuto di zinco nell'organismo umano ammonta a circa 2 grammi ed è distribuito in tutti i tessuti ma è concentrato in particolare nella muscolatura striata (60%), nell'osso (30%) e nella cute (6%).

Funzioni

E' un componente essenziale di numerosi enzimi (più di 200), in cui svolge un ruolo strutturale, di regolazione e catalitico (DNA e RNA polimerasi, fosfatasi alcalina, lattico deidrogenasi, superossido dismutasi).

Con selenio e iodio ha un ruolo importante nel metabolismo degli ormoni tiroidei.

Partecipa all'accrescimento e alla differenziazione cellulare; Svolge azione antiossidante e strutturale partecipando alle azioni delle collagenasi.

Svolge un ruolo importante anche nei riguardi della funzione gustativa e della visione

Assorbimento

Non esistono riserve specifiche di zinco, per cui è necessario un apporto regolare con l'alimentazione. Viene assorbito in misura variabile dal 10 al 40% a livello dell'intestino prossimale. La sua biodisponibilità non sembra dipendere dalla forma chimica in cui si trova negli alimenti ma dalle interazioni con i nutrienti presenti (l'assorbimento è aumentato dalla presenza di proteine di origine animale e diminuito dalla presenza di fitati). Viene eliminato con le feci e le urine.

Fabbisogno

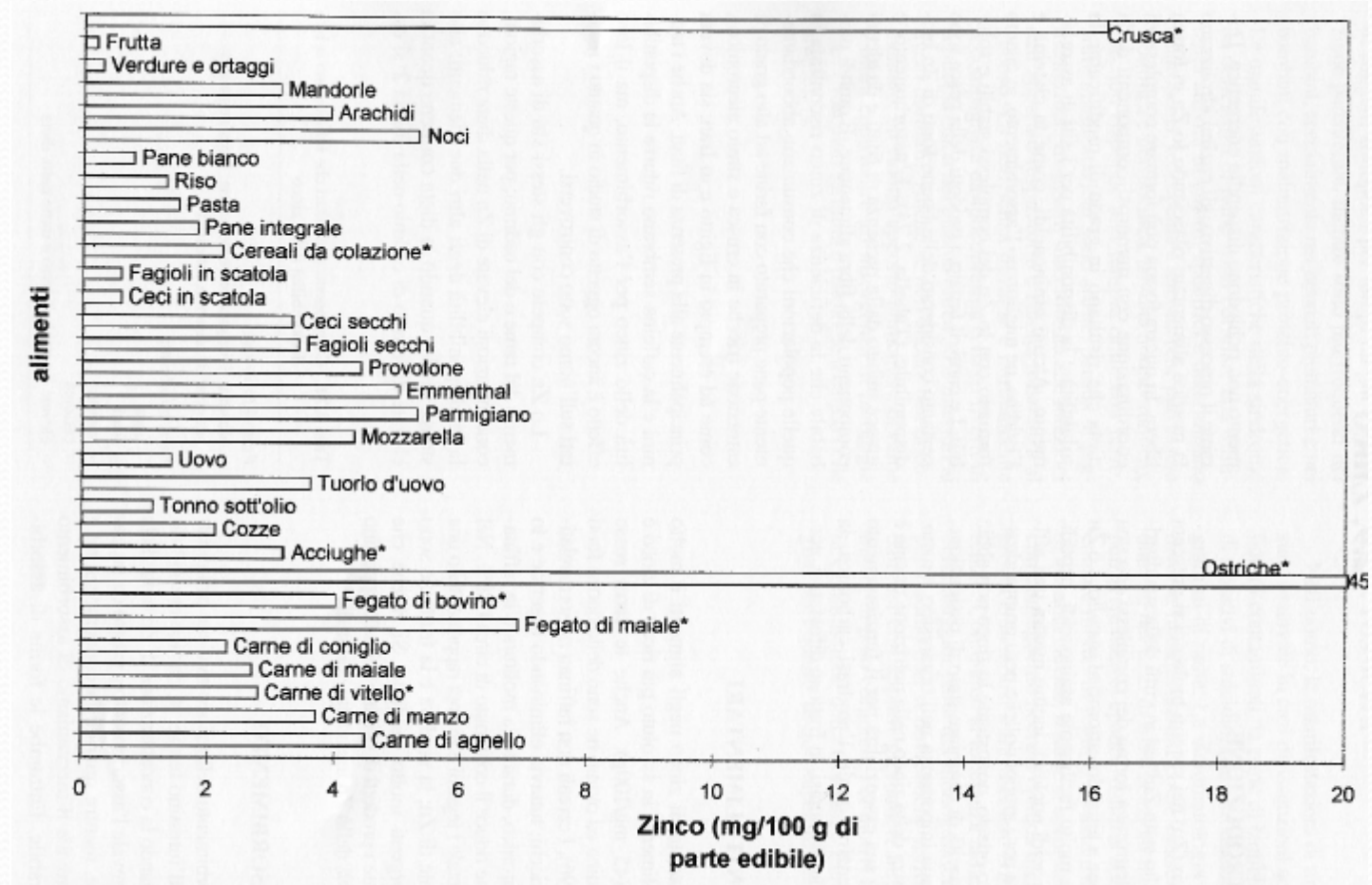
Uomo	10 mg/die
Donna	7 mg/die
Allattamento	12 mg/die

Sintomi da Carenza/eccesso

Il quadro clinico da carenza di zinco è piuttosto vario e spesso poco specifico. Carenze gravi portano a ritardi nella crescita e maturità sessuale e scheletrica, diarrea, alopecia e appetito ridotto.

Lo zinco non è dotato di elevata tossicità e sono rari i casi di intossicazione acuta (con dosi di almeno 2g) e cronica.

Fonti alimentari



Rame

Distribuzione

Si stima che il corpo umano adulto contenga 80 mg di rame, con un range di 50-120 mg. E' depositato soprattutto nel fegato e nel cervello. Nel sangue è distribuito tra eritrociti (60% superossidodimutasi) e plasma (dove costituisce un *pool* mobile).

Funzioni

La maggior parte delle funzioni fisiologiche è legato alla sua presenza in numerosi metalloenzimi.

Insieme al ferro fa parte del gruppo prostetico della citocromossidasi (il complesso enzimatico terminale della catena respiratoria che assicura il trasferimento di elettroni all'ossigeno) passando dallo stato ridotto a quello ossidato.

Fabbisogni

Negli adulti sembra che il bilancio possa essere raggiunto con un'assunzione di 1,2 mg/die (con un aumento dell'apporto di 0,3 mg/die in caso di allattamento).

I LARN raccomandano, a causa dell'elevata incertezza circa i reali fabbisogni, che i livelli di assunzione siano compresi nell'intervallo 1,5-3 mg/die in accordo con le RDA americane.

Assorbimento/escrezione

La quota assorbita viene stimata tra il 35 e il 70% ed è maggiore in condizioni di pH acido;

È inibito dai fitati, il calcio, acido ascorbico e altri oligoelementi (particolarmente lo zinco).

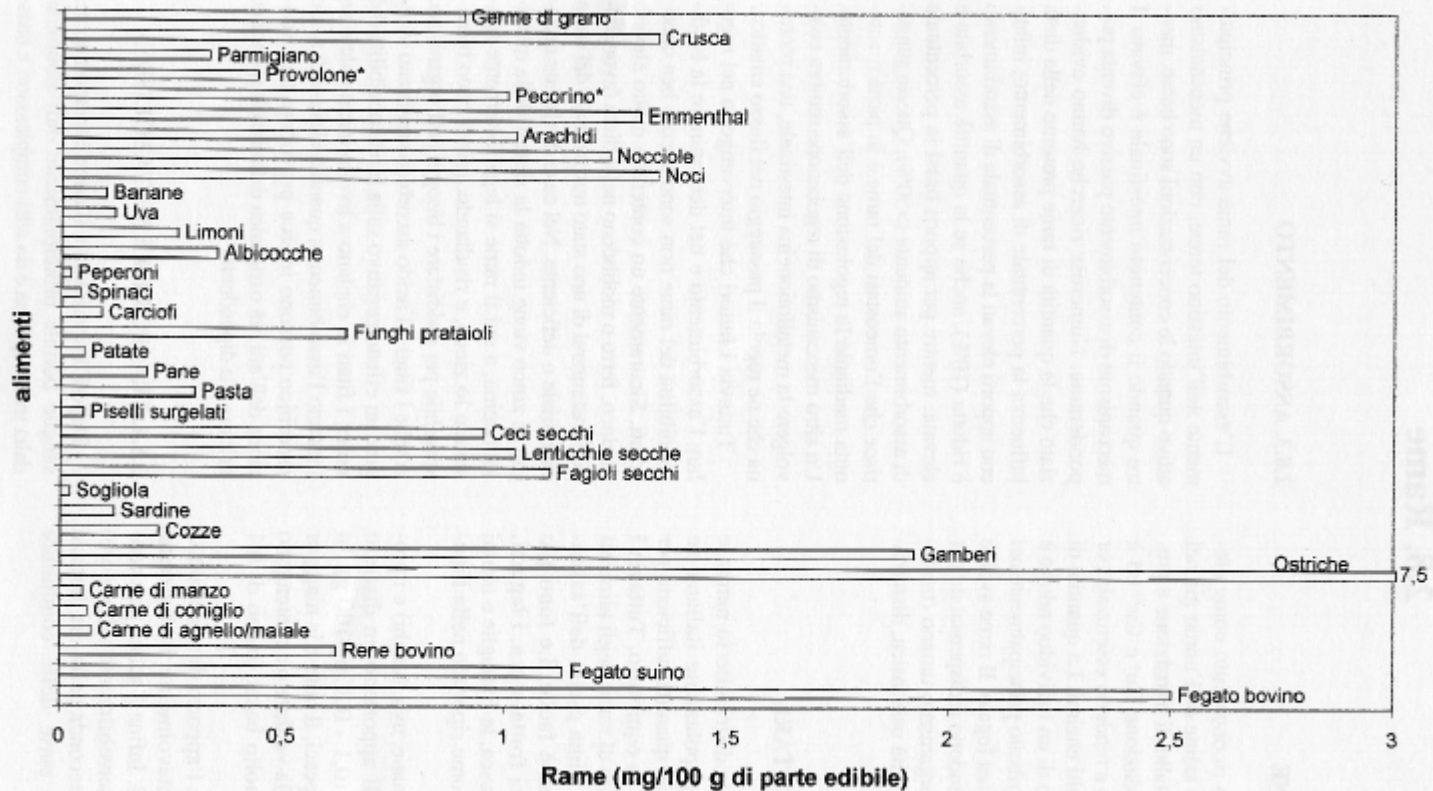
E' escreto attraverso sudore, urine e bile.

Sintomi da carenza/eccesso

Nell'uomo i sintomi da carenza comprendono anemia ipocromica, ipopigmentazione dei capelli e fragilità scheletrica e osteoporosi.

Rari sono in letteratura i casi da intossicazione da rame: è di solito determinata da contaminazione di alimenti o di bevande conservati in contenitori di rame.

Fonti alimentari



Selenio

EFFETTO ANTIOSSIDANTE: l'unica funzione biochimica del selenio è quella di essere il costituente essenziale della glutatione-perossidasi enzimatica che impedisce l'ossidazione dell'emoglobina e riduce gli idroperossidi derivanti dall'ossidazione lipidica.

Agisce in sinergismo con la vitamina E senza sostituirla.

Il contenuto totale di selenio nell'organismo umano varia da 3 a 30 mg.

Fabbisogno

Il livello minimo accettabile di assunzione è di 20 µg/die, come fabbisogno medio 40 µg/die e come livello di assunzione raccomandato di 55µg/die per l'adulto.

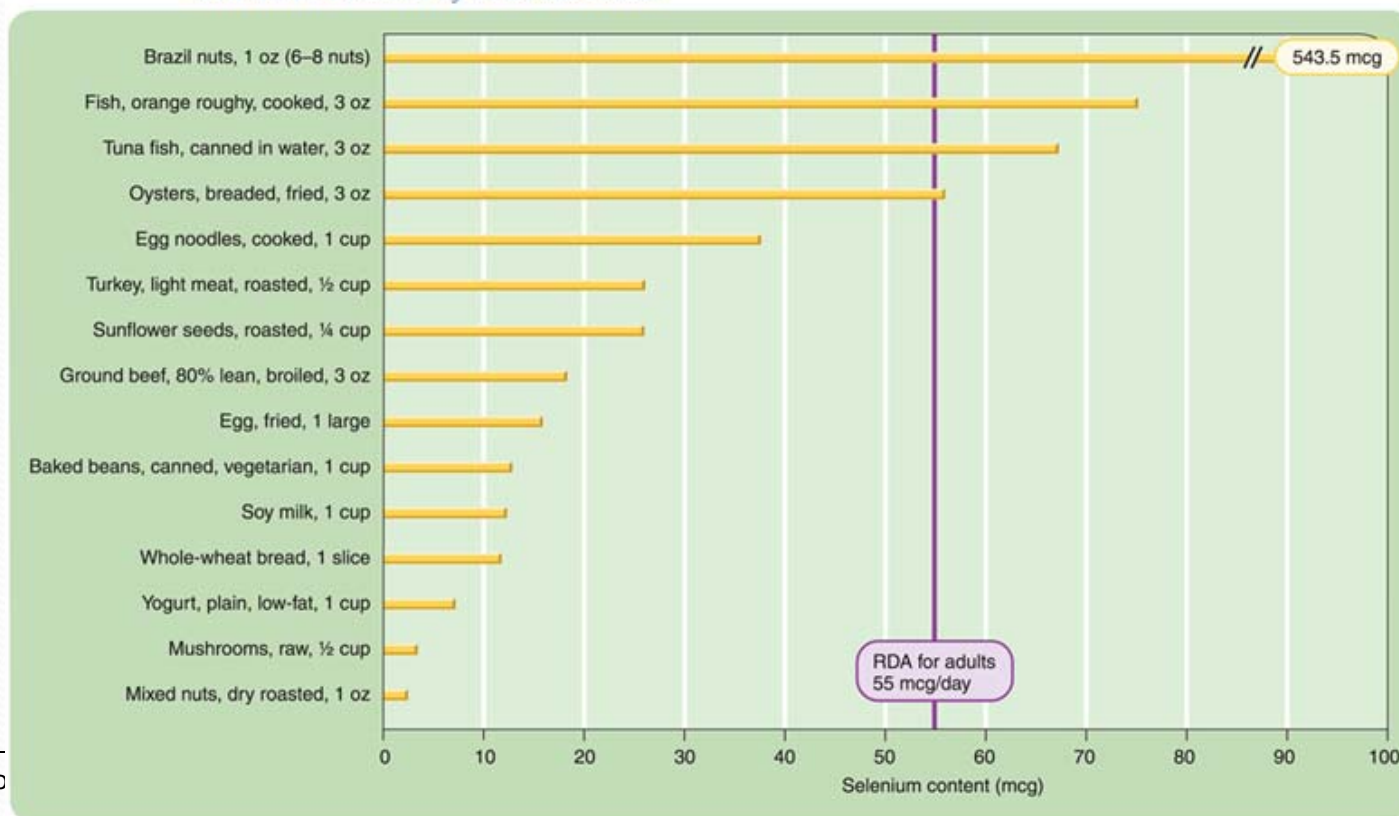
Fonti alimentari

Si trova principalmente sotto forma di seleniometionina e seleniocisteina e, in misura minore, sotto forma di Sali di selenio.

Il contenuto



Selenium Content of Selected Foods



Source: Data from U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USDA Nutrient Data Laboratory: Selenium, Se (mcg) content of selected foods per common measure, sorted by nutrient content. USDA national nutrient database for standard reference, release 19, 2006.

Manganese

Entra nella composizione di diversi enzimi quali idrolasi, chinasi, decarossilasi ed agisce, insieme ad altri metalli, come attivatore enzimatico.

Carenze/eccesso

Non sono mai state riscontrate carenze da manganese. Calcio e fosforo ne riducono l'assorbimento .

La tossicità per via orale è molto scarsa.

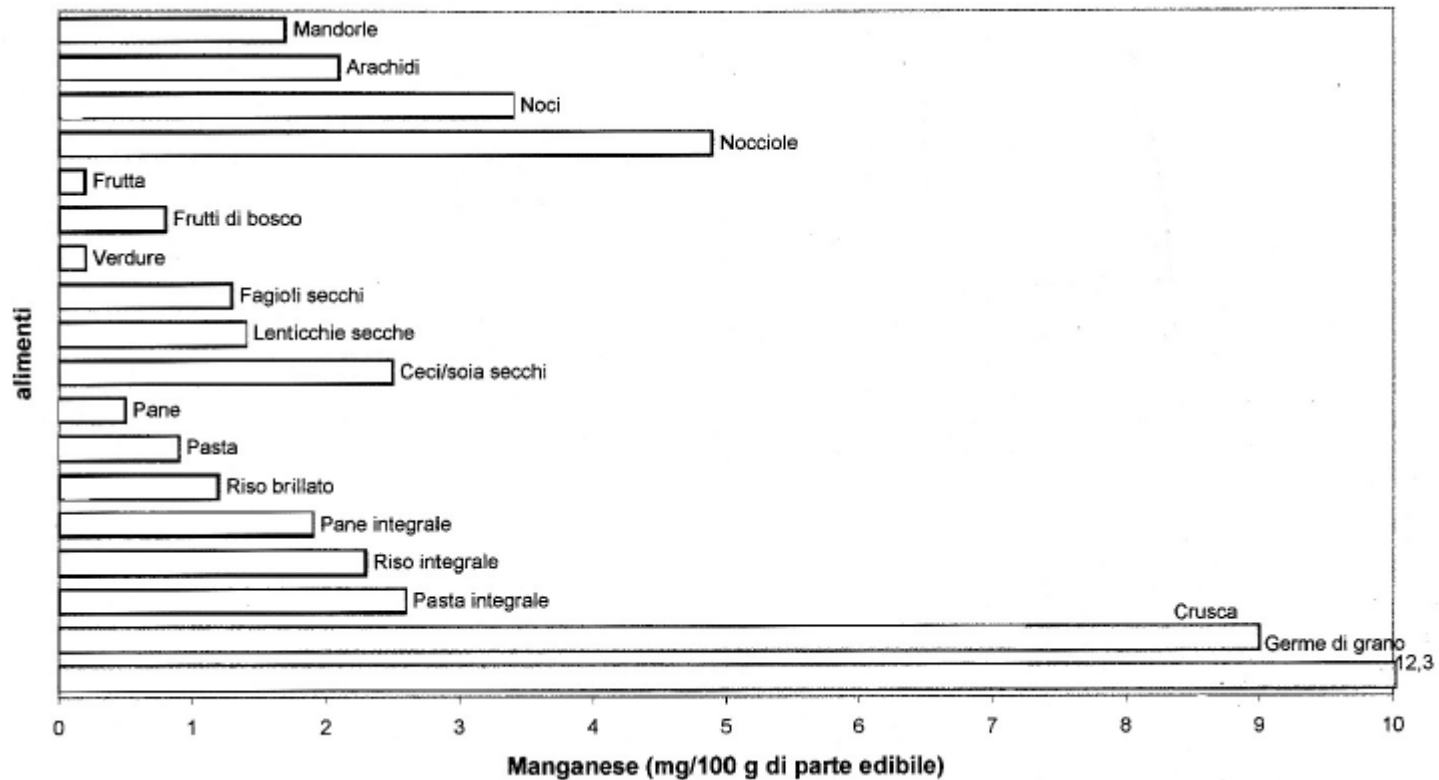
Fonti alimentari

Cereali non raffinati, frutta secca, vegetali a foglia, tè;

Assunzioni raccomandate

I LARN propongono, in mancanza di dati precisi sul fabbisogno, un intervallo di apporto da 1 a 10 mg/die

Fonti alimentari



Molibdeno

Anche il molibdeno svolge il suo ruolo biochimico come costituente di molti sistemi enzimatici (es. aldeide-ossidasi, xantinaossidasi, solfitossidasi).

Carenze/eccesso

Nei due casi di carenze riportati in letteratura vennero riscontrati gravi danni cerebrali, aumentata escrezione urinaria di solfito e ridotta escrezione in solfato.

Assunzioni eccessive possono avvenire tramite alimenti contaminati (es. foraggi provenienti da terreni (con pH alcalino o neutro) contaminati).

La tossicità è legata principalmente al suo ruolo antagonista nei riguardi del rame.

Fonti alimentari

Il contenuto in molibdeno degli alimenti è vario e dipende dal terreno da cui provengono le derrate alimentari. Gli alimenti di origine animale, ad eccezione del fegato, sono poveri in molibdeno.

Assunzioni raccomandate

I Larn suggeriscono un'assunzione di 50-100 mg/die.

Cobalto

La carenza di cobalto, determina nei ruminanti, carenza da vitamina B₁₂.
Il cobalto inorganico, può esser considerato essenziale per queste specie animali.

Per l'uomo e le altre specie monogastriche, il cobalto deve essere fornito nella sua forma fisiologicamente attiva ossia la cianocobalamina.

Per questo motivo, per i sali del cobalto non sono previsti livelli di assunzione raccomandati.

Iodio

Viene utilizzato dalla tiroide per la produzione di ormoni tiroidei. La sua presenza nell'organismo è legata strettamente alla presenza di questa ghiandola.

L'organismo contiene circa 10-20 mg di iodio, con una concentrazione plasmatica che varia da 0,04 a 0,50 mg/dl.

Lo ioduro plasmatico ha una semivita di 8 ore e viene eliminato per via urinaria.

Assunzioni raccomandate

Nell'adulto almeno dai 50 a 100 mg/die di iodio al giorno vengono degradati.

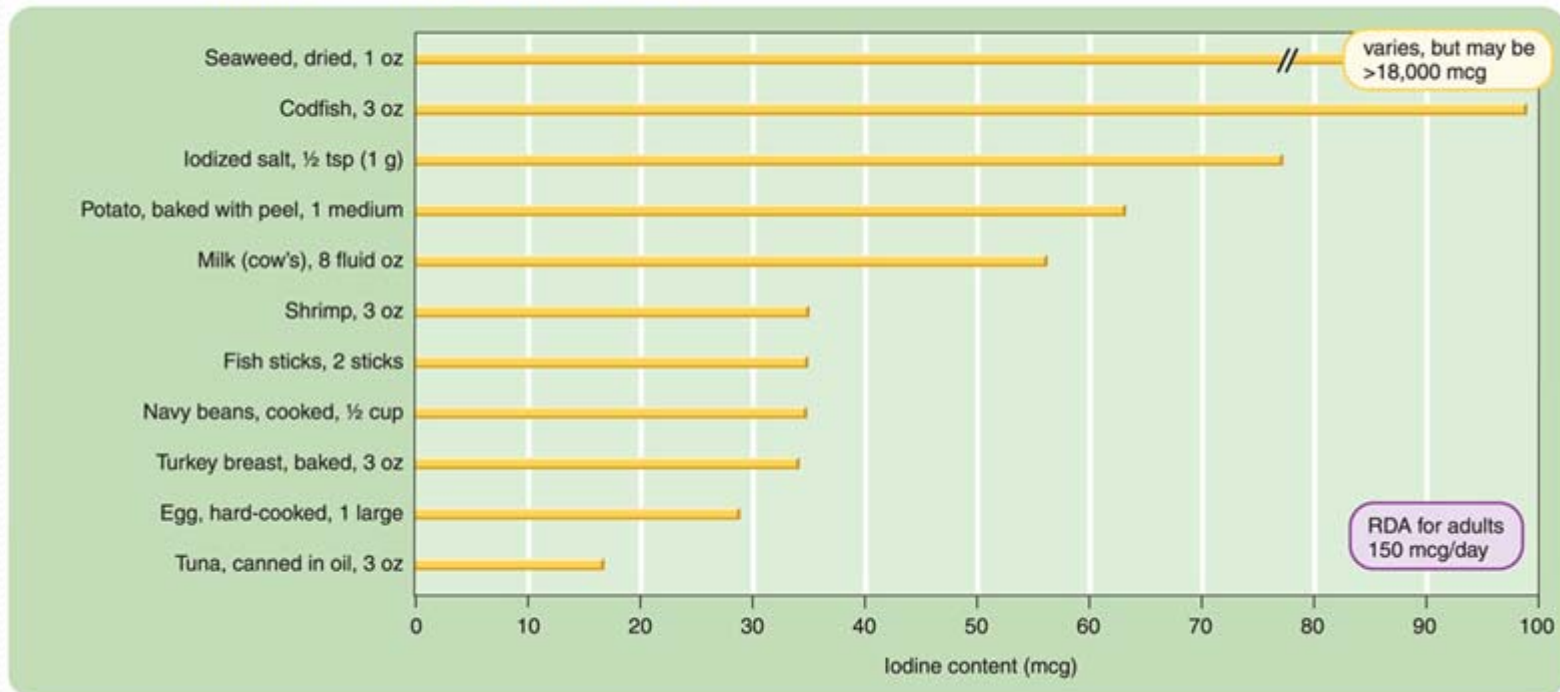
Quindi il fabbisogno è di almeno 100 mg/die.

Il livello di assunzione raccomandato è di almeno 150 mg/die per entrambi i sessi (per le donne incrementi di 50 mg/die e 25 mg/die rispettivamente nei casi di allattamento e gravidanza).

La prevenzione da carenza di iodio può essere effettuata ricorrendo all'uso di sale fortificato con iodio (30mg/Kg di sale)

Fonti alimentari

Iodide Content of Selected Foods



Source: Data from Higdon, J. Iodine. Micronutrient Information Center, Linus Pauling Institute, Oregon State University. Updated 2003. <http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/minerals/iodine/>
Accessed: May 19, 2006

Fluoro

Il fluoro, sotto forma di fluoruro, arriva all'organismo sia con l'acqua che con gli alimenti e va a depositarsi nelle ossa; in quelle umane il contenuto può variare da 0,3 a 7 mg/g in correlazione con l'apporto totale.

L'assorbimento dagli alimenti è rapido e con un'elevata efficienza (>90%).

L'assorbimento viene ridotto dalla presenza di calcio e sodio e aumentato dai grassi. Un elevato contenuto di fluoro promuove la cristallizzazione dell'apatite (principale componente minerale del tessuto osseo), diminuendone la solubilità in ambiente acido.

Carenze/eccesso

E' nota la correlazione negativa tra incidenza della carie dentaria nei bambini e la concentrazione di fluoro nell'acqua. Controversa l'efficacia del fluoro quale agente terapeutico dell'osteoporosi.

Tossicità acuta: 32 mg/kg di fluoro risultano tossici;

Tossicità cronica per esposizione giornaliera a 10-20 mg /die da luogo a "fluorosi".

Assunzioni raccomandate

Apporti adeguati vanno da 1,5 a 4 mg/die

Cromo

Viene assorbito come cromo trivalente con percentuali molto basse (da 0,3 a 2,3%). L'assorbimento è facilitato dalla presenza di acido ascorbico.

- ✓ Potenzia l'azione dell'insulina
- ✓ "Holds the door open" per l'assorbimento del glucosio a livello cellulare.

Fonti alimentari

E' largamente distribuito negli alimenti (le fonti più abbondanti sono carni, cereali integrali, legumi, nocciole e tuorli d'uovo). E' assorbito nell'intestino come cromo trivalente con percentuale molto bassa (da 0,5% al 2,3%) facilitata dalla presenza di vitamina C. Le diete sono generalmente adeguate per l'apporto in cromo. Fenomeni di tossicità per assunzione orale sono rari.

Fabbisogno e assunzioni raccomandate

I LARN non forniscono dati relativi all'assunzione raccomandata

Integrazione alimentare:

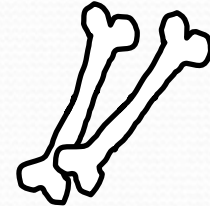
Fabbisogno di Sali minerali

I minerali di cui è più facile sviluppare carenza sono:
Calcio, Ferro (donne) e Zinco.

Calcio (RDA: M1000-F1200 mg/die):
diete ipocaloriche, scarsa esposizione al sole (aggiungere Vit.D), esclusione di latticini dalla dieta

Ferro (RDA M10-F15 mg/die):
Aumentato catabolismo, sanguinamento, vegetariani

Zinco (RDA M15-F12 mg/die):
L'assunzione è carente anche nella popolazione generale, meglio supplementare.



Alimenti fortificati

Gli alimenti arricchiti o fortificati sono alimenti tradizionali ai quali, mediante processi tecnologici, sono stati aggiunti nutrienti (sali minerali o vitamine) senza però modificarne il valore energetico

Sono destinati a gruppi di soggetti o a intere popolazioni, che soggette a un'alimentazione poco equilibrata, possono presentare carenze di micronutrienti

Esempi: cereali per la prima colazione arricchiti con vitamine e sali minerali, patate al selenio, sale iodato

Alimenti fortificati

Fortificare: rendere un alimento più nutriente, senza modificarne il contenuto energetico.

La “fortificazione” è un processo tecnologico attraverso cui **nutrienti non energetici (sali minerali e/o vitamine) vengono aggiunti agli alimenti** tradizionali ma non per sopperire ad una carenza o come intervento tecnologico finalizzato alla conservazione dell'alimento stesso, ma con l'intento di aumentare l'assunzione di tali nutrienti nella popolazione.

Quando e come fortificare

- **Esistenza di gruppi di popolazione a rischio di carenze nutrizionali, (bambini, adolescenti, anziani, donne in età fertile).**
 - **Identificazione di alimenti *carrier* (adeguati per consumo e biodisponibilità).**
 - **Identificazione della tipologia del consumatore degli alimenti fortificati.**

La Speciazione

COSE'?

È la distribuzione di un metallo, presente in un determinato campione, tra diverse forme o specie. È spesso utile distinguere tra **speciazione fisica di un metallo**, ossia la sua distribuzione tra forme solubili, colloidali o sottoforma di particolato e **speciazione chimica**.

Quest'ultima generalmente si riferisce alla distribuzione tra varie distinte specie chimiche in soluzione, comprendendo sia la distinzione tra metallo complessato e metallo libero, ma anche tra i diversi stati di ossidazione.

La somma delle concentrazioni delle varie forme dà la concentrazione totale.

La Speciazione

L'analisi di speciazione viene effettuata in quanto la concentrazione totale di un certo elemento in un alimento non permette sempre di trarre conclusioni significative sul destino dell'elemento in termini di biodisponibilità e tossicità.

Generalmente per vari metalli e metalloidi quali Hg, Pb, Sn, i composti metallo-organici sono più tossici delle specie inorganiche. Se e anche As rappresentano un'eccezione; infatti molti composti organici sono meno tossici del Se(VI) o di composti inorganici dell'As.

La Speciazione

Non tutte le forme di Se sono ugualmente tossiche per l'uomo.

Il Se esiste in natura in differenti stati di ossidazione: -2 (seleniuro); 0 (Se elementare); +4 (seleniti); +6 (seleniati); inoltre il Se si può trovare in composti organici e metil-derivati. Ciascuna forma differisce per impatto ambientale e tossicità.

La sua concentrazione in un alimento può essere dovuta alla presenza di selenio (VI), altamente tossico per l'uomo, oppure alla presenza di selenio (IV), usato come additivo negli alimenti per prevenire la deficienza nell'organismo. I composti selenio-organici meno tossici sono composti volatili metilati, in particolare dimetil seleniuri (DMSe) e dimetil diseleniuri (DMDS_e).

È pertanto molto importante poter conoscere non solo il contenuto totale di Se, ma soprattutto le forme chimiche in cui è presente in un alimento.

Un altro esempio è dovuto all'arsenico, che in forma inorganica è estremamente tossico, mentre in forma organica (arsenobetaina) è relativamente innocuo, ma non solo, l'arsenico trivalente inorganico è molto più tossico del pentavalente.

La Speciazione

Un altro esempio è la speciazione del Hg

Come esempio, viene illustrata la storia di un disastro ambientale accaduto nella metà degli anni '50 nel sud ovest del Giappone, nella baia di Minamata, noto come “disastro di Minamata” (111 morti ufficiali e oltre 3000 persone direttamente coinvolte con gravi danni alla salute).

La causa del “disastro di Minamata” è riconosciuto essere il mercurio organico.

Ricercatori svedesi scoprono che il metilmercurio si accumula nei pesci. Nel 1972 in Iraq migliaia di persone sono avvelenate per essersi nutrite con semi di grano trattati con fungicidi al metilmercurio. L'elevata tossicità del metilmercurio è dovuta al fatto che riesce ad attraversare facilmente lo strato lipidico delle membrane cellulari.

La Speciazione

Importanza della speciazione per:

- ✓ Determinazione della tossicità ed ecotossicità delle varie specie dell'elemento
- ✓ Controllo di qualità di prodotti alimentari
- ✓ Controllo di processi tecnologici
- ✓ Valutazione dell'impatto ambientale di particolari industrie
- ✓ Valutazione dell'esposizione a sostanze tossiche negli ambienti di lavoro
- ✓ Analisi cliniche

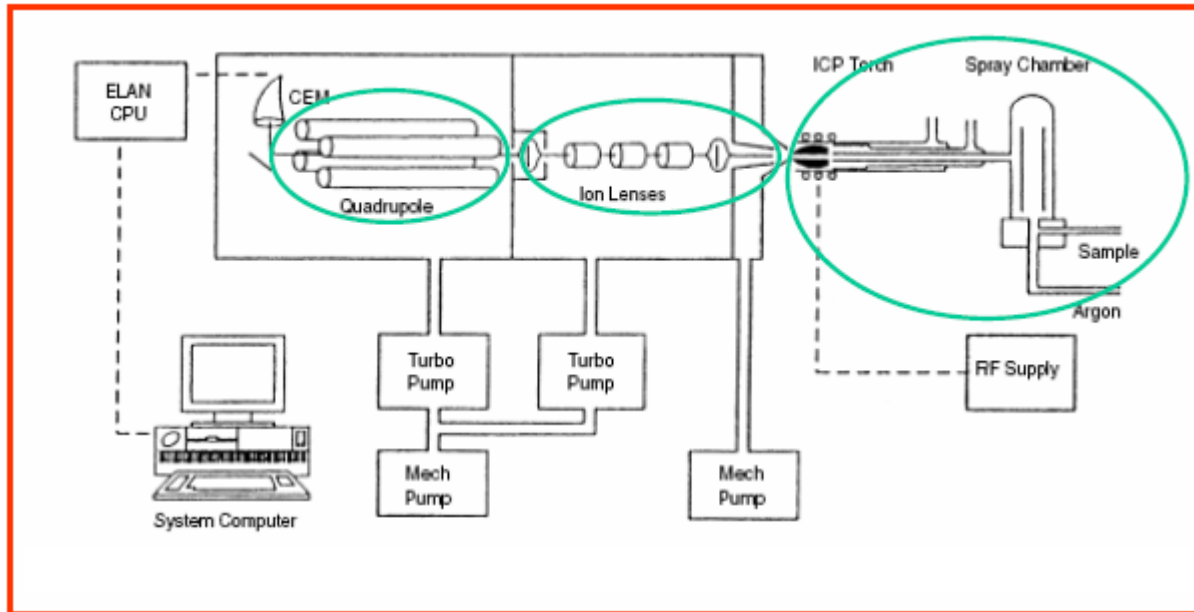
Schema generale analisi minerali negli alimenti



Metodi per la determinazione dei minerali

1. Spettroscopia di assorbimento/emissione atomica
2. Metodi Spettrofotometrici
3. Metodi Cromatografici

Tecnica ICP-MS



In ICP-MS, il **plasma** è utilizzato per atomizzare e ionizzare gli analiti nel campione.

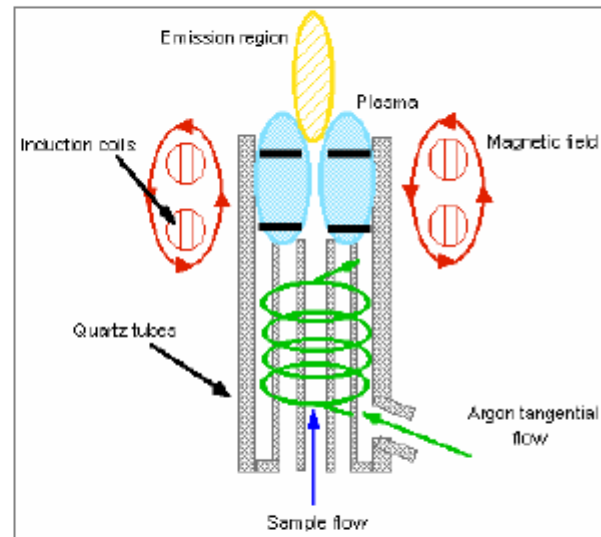
Gli ioni vengono fatti passare, attraverso un sistema di aperture (**coni**), **nell'analizzatore di massa** che si trova sotto vuoto.

Gli isotopi degli elementi vengono identificati in base al rapporto massa/carica (m/z) e l'intensità di ogni picco è proporzionale alla quantità del particolare isotopo dell'elemento nel campione.

ICP-MS — Ionizzazione

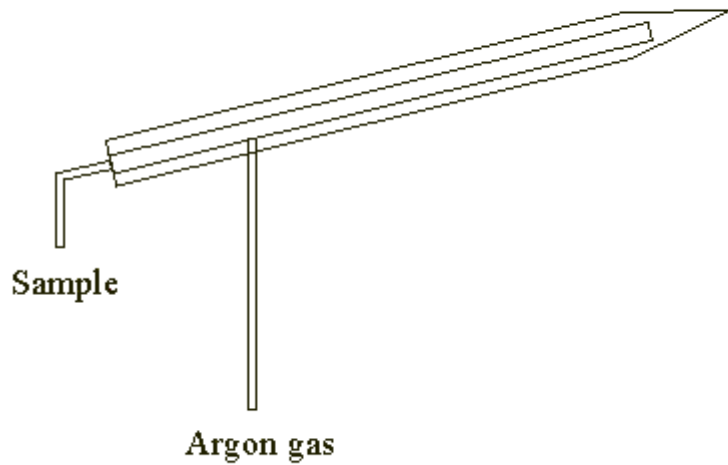
L'ICP è una sorgente di ioni molto "aggressiva". Poiché la sorgente lavora a temperature di 6000-10000 K, tutto il campione viene atomizzato.

In ICP, una bobina di metallo alimentata da un generatore di radiofrequenze (RF) raffreddata ad acqua, genera un intenso campo magnetico. Nel centro di questo avvolgimento è posta la torcia che consiste di 3 tubi in vetro o in quarzo concentrici che contengono 3 flussi separati di Ar. Il plasma è indotto dal flusso di Ar. La ionizzazione del gas viene innescata da una scintilla prodotta da una bobina Tesla e i risultanti cationi ed elettroni sono accelerati dal campo magnetico delle radiofrequenze. Attraverso una serie di collisioni tra le particelle cariche (Ar^+ and elettroni) e atomi di argon, si genera un plasma stabile ad altissima temperatura. Il plasma rimane "acceso" fintanto che vengono mantenuti il campo di radiofrequenze e l'alimentazione del gas argon.



Il campione viene introdotto come aerosol fine o gas trasportato attraverso il tubo più interno. Il flusso di gas più esterno serve invece come gas di raffreddamento per proteggere il quarzo dalla fusione, e anche come gas per sostenere il plasma. Il flusso di gas ausiliario, che passa nel tubo di mezzo, serve a mantenere il plasma caldo lontano dall'estremità del capillare centrale di iniezione. Sia il gas di raffreddamento che quello ausiliario vengono introdotti da tubi laterali per creare un flusso vorticoso.

Formazione dell'aerosol

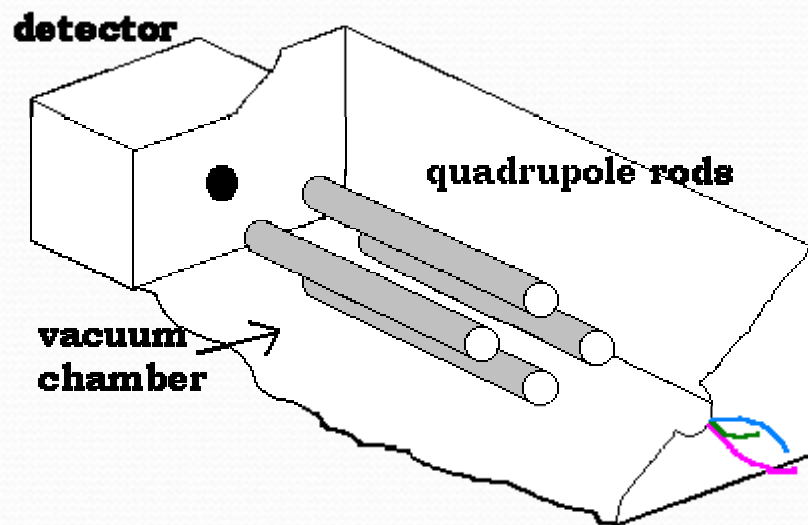


Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)

è una potente tecnica analitica per la determinazione di elementi
in *tracce* e *ultra-tracce*.

Principali vantaggi:

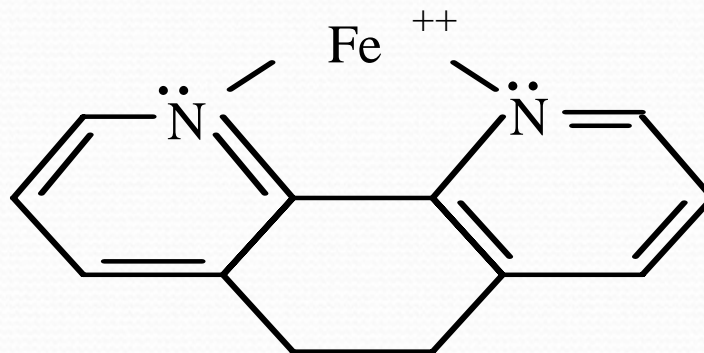
- ☺ Limiti di rivelabilità estremamente bassi (< ng/L),
- ☺ Ampio intervallo di linearità,
- ☺ Analisi multielemento.



Metodi spettrofotometrici

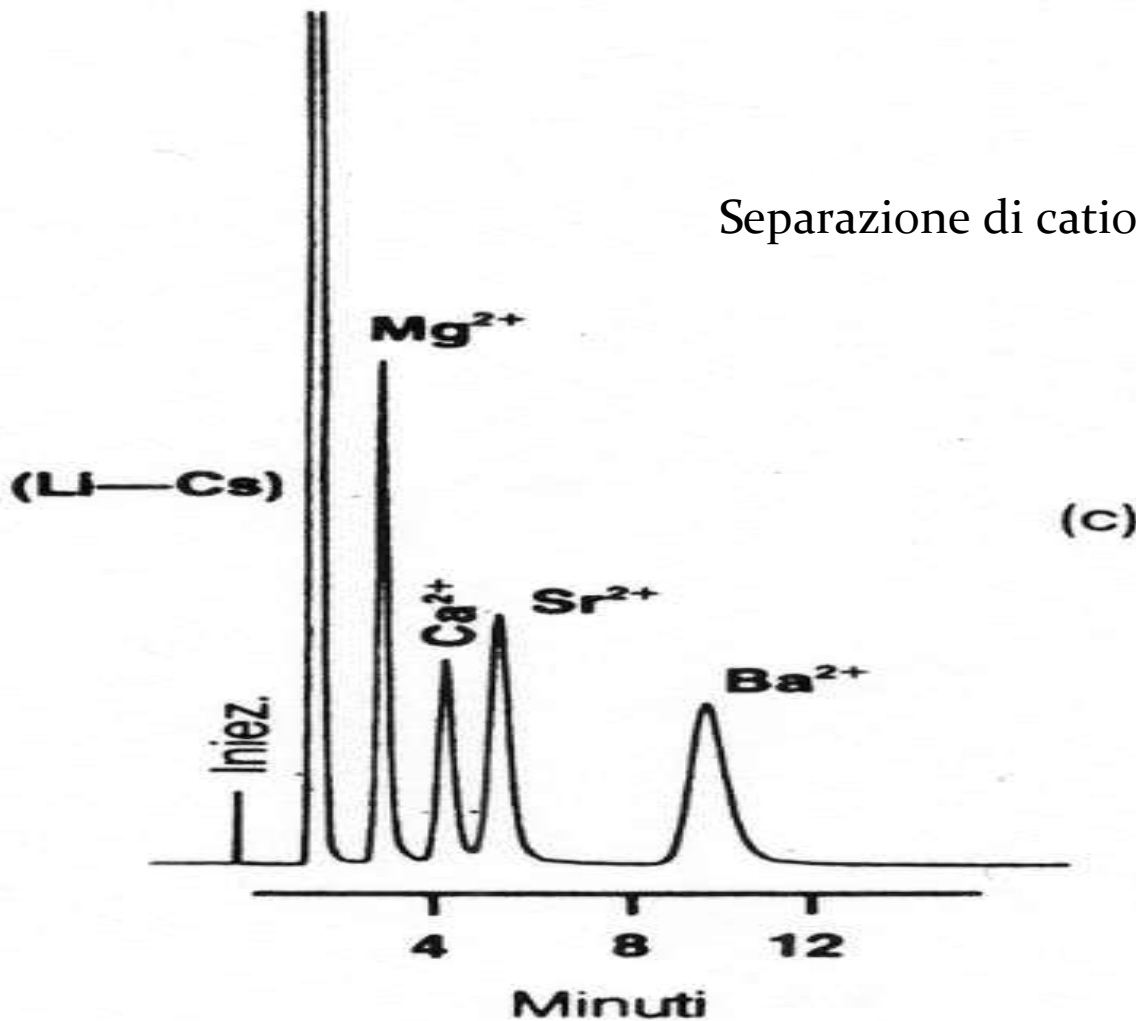
Formazione di complessi mediante alcuni ligandi.

Esempio: Fe^{++} (Ione Ferroso) con fenantrolina (intensa colorazione rossa).



Cromatografia ionica

Separazione di cationi bivalenti





Total-diet study: dietary intakes of macro elements and trace elements in Italy

Ginevra Lombardi-Boccia*, Altero Aguzzi, Marsilio Cappelloni, Giuseppe Di Lullo and Massimo Lucarini

Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione (INRAN), Rome, Italy

(Received 19 February 2003 – Revised 19 June 2003 – Accepted 7 August 2003)

The present study provides the dietary intakes of macro elements (Ca, Mg, Na, K, P) and trace elements (Fe, Zn, Cu, Se) from the Italian total diet. The contribution of the most representative food groups of the total diet (cereals and cereal products, vegetables, fruit, milk and dairy products, meat and meat products, fish) to the daily intakes of these nutrients was also evaluated. The Italian total diet was formulated following the 'market-basket' approach. Cereals represented the primary sources of Cu (35%), Fe (30%) and Mg (27%). About 89% of the total daily intake of Fe was derived from plant foods. The vegetables food group was the main source of dietary K (27%). Most of the Ca (59%) and P (27%) was derived from the milk-and-dairy food group. Of the dietary Zn, 41% was provided by meat, which, together with the fish food group, was the primary source of Se (20%). The adequacy of the Italian total diet with respect to nutritional elements was assessed by comparing the daily intakes with the average requirement values of the Italian recommended dietary allowances. The present findings indicated that the dietary patterns of the Italian total diet were generally consistent with current Italian dietary recommendations for both macro and trace elements. The major concern was for Ca, for which daily intake was 76% of the average recommendation for the Italian population. It should not be ruled out that there could be a potential risk of inadequate Fe intake in some segments of the population.

Macro elements: Trace elements: Italian total diet: Food groups

