Università degli Studi di Trento

Facoltà di Ingegneria

Corso di laurea in Ingegneria dei Materiali

vai al sommario

Tossicità dei metalli non ferrosi

Corso di Metallurgia dei metalli non ferrosi

Anno accademico 2004-2005

Federico Angiuoni

-

Sommario

Introduzione

Tossicità dei metalli non ferrosi

Alluminio

- Caratteristiche
- Applicazioni
- Disponibilità
- Fonti di inquinamento

Nichel
- Proprietà
- Diffusione
- Usi e produzione
- Caso: le monete dell'euro

Cadmio
- Proprietà e diffusione
- Usi
- La sindrome itai – itai

Mercurio
- Usi
- Avvelenamento
  - L'inquinamento del mercurio è soprattutto nel pesce
  - Le diverse fonti di mercurio negli ecosistemi d'acqua dolce
  - Tossicità dei microrganismi
  - Tossicità per gli organismi d'acqua dolce
  - Tossicità per gli esseri umani
  - Esposizione al mercurio

Piombo
- Proprietà
- Diffusione
- Usi
- Produzione
- Composti di piombo
- Avvelenamento
  - Tossicità
  - Indicatori biologici
  - Valori limite

Bibliografia

Approfondimenti
- Mineralogramma

Animali e inquinamento
Malattie

Introduzione

torna al sommario

Il numero crescente di persona che soffrono di allergie dovute tra l'altro all'intolleranza verso i metalli mi ha insospettito e incuriosito. Le intolleranze di cui sto parlando, sono dovute a metalli quali l'alluminio, il cadmio, il mercurio e altri di cui troppe persone sanno ancora troppo poco.
Per questo motivo ho cercato di approfondire l'argomento, documentandomi e confrontando diverse fonti. Sono stato molto sorpreso dal fatto che ovunque cercassi emergesse sempre lo stesso dato, effettivamente il numero di persone che soffrono di intolleranza ai metalli o di disturbi a questi collegabili sono sempre di più. Inoltre gli studi effettuati su questi pazienti e, più in generale, su questo problema concordano che siano necessari ulteriori studi, ancora più approfonditi, sull'argomento.
A volte, poi, le conseguenze della contaminazione da metalli viene taciuta per motivi economici, politici, o di dubbia natura.
In realtà, però, i metalli sono essenziali per il nostro metabolismo, finché sono presenti nelle giuste quantità, il loro accumulo, invece provoca danni molto seri al nostro organismo ed è alla base del dilagare delle intolleranze ai metalli che formano complessi stabili con i radicali delle nostre cellule ed hanno quindi un'elevata tendenza a combinarsi stabilmente con i siti più reattivi del nostro organismo. Quando i metalli raggiungono concentrazioni cellulari sufficientemente alte, interferiscono con la produzione delle proteine e conducono alla sintesi d'enzimi che non possono svolgere le loro funzioni. I metalli interferiscono quindi in molti processi vitali quali, per esempio, il ciclo di Crebs e la sintesi degli steroidi causando, come per esempio il Cd, una scarsa mobilità degli spermatozoi e sterilità maschile, anche solo per esposizione cronica a basse dosi.
Per sottolineare questo aspetto, premessa fondamentale per il seguito, mi sembra opportuno cominciare con alcuni esempi:

- Lo *Zinco* è coinvolto nella produzione, deposito e secrezione dell'insulina ed è necessario per l'ormone della crescita. E' contenuto in grande quantità nella prostata, più che in tutti gli altri organi. Quando è carente si possono avere dermatiti e/o acne;

- Il *Magnesio* è richiesto per la normale funzionalità muscolare, in particolare di quella Cardiaca. Previene i danni cerebrali provocati dall'alcool.

Prima di passare alla descrizione dettagliata dei singoli metalli, e al loro effetto sulla salute è opportuno fare una breve carrellata generale sulle cause degli squilibri dei metalli nel nostro organismo e delle conseguenze che questi provocano.

Cause

Tra le cause più importanti c'è sicuramente la dieta. Una dieta scorretta con elevata quantità di cibi lavorati e raffinati, di alcolici, oppure le diete maniacali possono tutte provocare gravi squilibri chimici. Anche i componenti nutritivi di una dieta salutare possono risultare inadeguati perché dipendono dal terreno nel quale gli alimenti sono cresciuti (i metalli non sono degradati dall'attività microbiologica o fotochimica, di conseguenza, anche quando i flussi inquinanti sono modesti ma duraturi nel tempo, s'accumulano nel suolo e nell'ecosistema) e/o i metodi con cui sono stati preparati. Lo stress, stress fisici o emozionali possono depauperare l'organismo di molte sostanze nutritive e contemporaneamente ridurre la capacità di assorbire ed utilizzare molti elementi nutrienti. L'assunzione eccessiva di farmaci può impoverire le riserve di minerali dell'organismo e/o aumentare i livelli dei metalli tossici. Coinvolti frequentemente sono: diuretici, antiacidi, salicilati (aspirina), e anticoncezionali. L'inquinamento, dall'infanzia alla vecchiaia l'uomo nelle grandi città è continuamente esposto a una varietà notevole di metalli tossici. Il fumo delle sigarette (cadmio) vernici, pitture (piombo) oli idrogenati (nickel) deodoranti (alluminio) cosmetici (piombo) utensili da cucina e pentolame (rame e alluminio).

Conseguenze

Le conseguenze sulla salute da eccessi o carenze di minerali sono disturbi, sintomi e patologie specifiche per ogni minerale, per esempio: le cefalee frontali retrooculari nella sindrome premestruale sono associate a un eccesso di rame o eccesso di ferro. Lo zinco carente può ritardare lo sviluppo osseo e provocare malformazioni dell'apparato riproduttivo. L'assunzione eccessiva di ferro può provocare sintomi quali l'artrite, l'ipertensione e le vertigini. Eccessive quantità di metalli nei bambini possono contribuire a sviluppare problemi dell'apprendimento. Il piombo provoca gravi disturbi. Il cadmio in eccesso dà, come riscontro, l'ipertensione arteriosa. piombo, cambio e mercurio provocano dolori articolari e problemi muscolari. I singoli metalli hanno rapporti che devono essere equilibrati tra loro, perché la normalità o gli eccessi e/o le carenze degli uni influiscono sulla funzionalità e l'attività degli altri in senso positivo o negativo; un alterato rapporto zinco/rame è frequente nei dolori artritici; lo stesso avviene nei rapporti alterati di altri metalli, per esempio: quando il rapporto ferro/mercurio è ridotto, indica che il mercurio tossico è ancora presente nei tessuti e che permane la sua interferenza nell'attività che dovrebbe svolgere il ferro con conseguente (per esempio) anemia. Se invece c'è un aumento del rapporto zinco/cadmio questo significa che il cadmio tossico è in via di eliminazione e che lo zinco prevale con conseguente miglioramento dei sintomi quali: ipertensione, disturbi renali, artrite, osteoporosi. Al contrario se lo zinco è ridotto rispetto al cadmio, si possono verificare allergie.

Pensiamo a casi documentati da indagini epidemiologiche condotte sulla popolazione infantile residente sulle sponde del lago di Aral (Kazachistan), il lago Michigan (USA), ed il Mar Baltico (Svezia). Il lago di Aral, il lago Michigan e il Mar Baltico, come il Mar Mediterraneo, sono bacini che raccolgono le acque da regioni dove sono ospitate intense attività agricole ed industriali. Le acque di questi bacini contengono metalli pesanti, quali mercurio ed cadmio. Metalli come questi ultimi due

sono particolarmente pericolosi, poiché si accumulano attraverso la catena alimentare per poi attraversare la placenta, raggiungere le massime concentrazioni nel latte materno, nel tessuto adiposo ed in quello nervoso. Sulle sponde dei laghi sopra citati, gli studi hanno dimostrato che il calo di peso corporeo alla nascita e la mortalità prenatale dei bambini è maggiore quando le madri si alimentano con pesce ricco in grassi, i bambini manifestano ritardi nello sviluppo cognitivo.

Inoltre tra le patologie determinate dall'esposizione cronica a basse dosi dei metalli, vi sono l'alterazione del patrimonio genetico trasmesso dai gameti, la diminuzione della vitalità degli spermatozoi, l'aumento dell'incidenza delle malformazioni fetali, l'aumento degli aborti, la diminuzione del peso corporeo natale, l'aumento della mortalità infantile uno scarso sviluppo fisico e cognitivo nell'età dello sviluppo, l'aumento dell'incidenza e della durata delle malattie del sistema respiratorio e delle allergie, insufficienze renali, arteriosclerosi, l'aumento dell'incidenza di mutazioni, tumori.

Alcuni studiosi dell'Università Zuila di Maracaibo (Venezuela), hanno osservato che le acefalie sono in aumento tra la popolazione residente sulle sponde del lago Maracaibo e ne hanno indagato le cause ambientali, sociali ed economiche. Fra le cause dell'acefalia risulta esserci una maggior esposizione delle madri al mercurio, al piombo e al vanadio.

Uno studio epidemiologico sull'incidenza di malattie respiratorie e d'allergie nella popolazione di età compresa tra i 5 ed i 14 anni in due comuni sede d'attività siderurgiche confrontata con quella di un comune non inquinato ha constatato che i bambini delle comunità siderurgiche soffrono di bronchiti, tosse secca ed allergie con una frequenza e per una durata doppia a quella dei bambini che risiedono nell'area non inquinata.

Il cromo, il berillio, l'arsenico, il vanadio, il rame, il nichel, sono genotossici, cioè causano mutazioni nella conformazione a doppia elica del DNA, mutazioni che favoriscono l'insorgenza di tumori. Il cadmio ed il piombo sono anch'essi cancerogeni; questi elementi aumentano l'incidenza di tumori e cancri indirettamente, in quanto diminuiscono l'efficienza con cui il sistema immunitario ripara le ingiurie chimiche registrate dal DNA. L'effetto cancerogeno del Cadmio è stato studiato sperimentalmente ed è risultato indiretto. Il Cadmio, infatti, da solo non causa mutazioni genetiche neppure quando raggiunge nella cellula le concentrazioni tossiche di 4,8 mg/Kg, ma inibisce sensibilmente il processo di riparazione dei danni registrati dalla molecola del DNA a concentrazioni di soli 0,048 mg/Kg, cioè cento volte più piccole! Simile comportamento biochimico è stato identificato per il Piombo la cui concentrazione ematica al di sotto della soglia di tossicità, è comunque un fattore di rischio per l'insorgenza di tumori. Tra i meccanismi attraverso cui il Piombo manifesta il suo effetto cancerogeno, c'è la sua capacità di indurre danni alla molecola del DNA, inibire la sintesi e la riparazione del DNA, favorire la formazione di radicali liberi ossidanti in grado di danneggiare il DNA sostituendosi allo Zinco nelle protammine. Le protammine sono composti organici che regolano il processo di trascrizione del DNA, processo attraverso il quale la cellula produce proteine ed enzimi. Il Piombo, denaturando le Zinco - protammine, altera quindi i geni.

Tossicità dei metalli non ferrosi

Alluminio

torna al sommario

L'alluminio si trova principalmente nei minerali di bauxite ed è notevole la sua resistenza all'ossidazione, la sua durezza, e la sua leggerezza. L'alluminio viene usato in molte industrie per la fabbricazione di prodotti diversi, componenti strutturali fatti in alluminio sono vitali per l'industria aerospaziale e molto importanti in altri campi dei trasporti e delle costruzioni nei quali leggerezza, durata e resistenza sono necessarie.

Caratteristiche

torna al sommario

L'alluminio è un metallo tenero, leggero, ma resistente, con un aspetto grigio argento a causa del leggero strato di ossidazione che si forma rapidamente quando è esposto all'aria. L'alluminio pesa circa un terzo dell'acciaio o del rame; è malleabile, duttile e può essere lavorato facilmente; ha una eccellente resistenza alla corrosione e durata. Inoltre non è magnetico, non fa scintille, ed è il secondo metallo per malleabilità e sesto per duttilità.

Applicazioni

torna al sommario

Che venga misurato in termini di quantità o di valore, l'uso dell'alluminio oltrepassa quello di tutti gli altri metalli ad eccezione del ferro, ed è importante in praticamente tutti i segmenti dell'economia mondiale. L'alluminio puro è soffice e debole, ma può formare leghe con piccole quantità di rame,

magnesio, manganese, silicio e altri elementi, che hanno un'ampia gamma di proprietà utili. Queste leghe formano componenti vitali in campo aeronautico e aerospaziale. Quando l'alluminio viene fatto evaporare nel vuoto forma un rivestimento che riflette sia la luce visibile che il calore. Questi rivestimenti formano un sottile strato protettivo di ossido di alluminio che non si deteriora come fanno i rivestimenti di altri metalli. L'alluminio viene usato anche come rivestimento per le lenti dei telescopi.

Alcuni dei molti campi in cui viene usato l'alluminio sono:

- Trasporti (in quasi ogni tipo di mezzo di trasporto)
- Imballaggio (lattine, pellicola d'alluminio, ecc.)
- Costruzioni (finestre, porte, ecc.)
- Beni di consumo durevoli (elettrodomestici, attrezzi da cucina, ecc.)
- Linee di trasmissione elettrica (a causa del suo peso leggero, anche se la sua conduttività elettrica è solo il 60% di quella del rame)
- Macchinari.

Il suo ossido, l'allumina, si trova naturalmente in forma di corindone, smeriglio, rubino, e zaffiro ed è usato nella produzione del vetro. L'alluminio, inoltre, si ossida in maniera energica e, come risultato, ha trovato uso nei carburanti solidi per i razzi.

Disponibilità

torna al sommario

Nonostante l'alluminio sia un elemento abbondante della crosta terrestre (8.1%), è molto raro in forma libera ed era una volta considerato un metallo prezioso. È quindi relativamente nuovo come metallo industriale e la sua produzione in quantità commerciali avviene da poco più di 100 anni. Quando venne scoperto l'alluminio era estremamente difficile da separare dalle rocce di cui faceva parte, e poiché si trovava solo legato in qualche composto era il più difficile da ottenere, nonostante fosse uno dei più abbondanti elementi disponibili sulla terra. Per un periodo l'alluminio costò più dell'oro, ma i prezzi scesero fino a collassare quando nel 1889 venne scoperto un facile metodo di estrazione. Solo in questa data infatti venne messo a punto, in Francia da Heroult e in America da Hall, il metodo elettrolitico di produzione del metallo da allumina.

Il recupero di questo metallo dai rifiuti è diventato una parte importante dell'industria dell'alluminio. Il riciclaggio dell'alluminio non è una novità, è una pratica comune fin dai primi del 1900. Era comunque un'attività a basso profilo fino ai primi anni '60 quando il riciclaggio dell'alluminio delle lattine pose questa pratica sotto l'attenzione pubblica. Le fonti per il riciclaggio dell'alluminio comprendono automobili e serramenti, elettrodomestici, contenitori e altri prodotti.

L'alluminio è un metallo reattivo e non può essere estratto dal suo minerale, la bauxite, tramite riduzione con il carbonio. Viene invece estratto tramite elettrolisi; il metallo viene ossidato in soluzione a quindi nuovamente ridotto a metallo puro. Il minerale deve essere in stato liquido perché ciò avvenga. Comunque, la bauxite ha un punto di fusione di 2000°C, che è una temperatura troppo alta per essere ottenuta in maniera economica. Per molti anni la bauxite veniva disciolta nella criolite fusa, che abbassa il punto di fusione a circa 900°C. Attualmente la criolite è stata rimpiazzata da una miscela artificiale di alluminio, sodio, e fluoruro di calcio. Questo processo richiede ancora grosse quantità di energia, e le fabbriche di alluminio hanno normalmente una propria centrale nelle vicinanze.

Fonti di inquinamento

torna al sommario

Al giorno d'oggi l'80% delle persone che esegue un test mineralogramma (per maggiori informazioni sul test si veda l'approfondimento) dei capelli, scopre di essere intossicato da alluminio. La percentuale è da brivido. Infatti l'alluminio oggi viene usato in enormi quantità in campi molto diversi come quello alimentare, medicinale e cosmetico. Lo si trova nelle pentole di alluminio (maggiormente usate nelle mense e nei ristoranti), nelle lattine di bibite (anche una sola al giorno può portare all'intossicazione), nei tetrapak del latte (anche di soia, di riso e di mandorle), nel mini-brik dei succhi di frutta, nei tubetti di dentifricio, nella carta argentata, nelle carte argentate che contengono alimenti (burro, biscotti ed altro ancora), nei contenitori di medicinali (i famosi blister), negli antiacidi (Maalox, Mylanta, Riopan, Alka-Selzer, e altri ancora), negli antitraspiranti, in alcuni deodoranti, nel lievito chimico per dolci (che contiene anche il piombo....), nei cosmetici (rossetti, phard, matite, ecc.), negli acquedotti (usato per rimuovere le impurità), nella farina bianca (viene usato per raffinarla) e nei formaggi non bio (durante la loro lavorazione). In ogni caso è bene sapere che esistono persone più sensibili di altre a tale metallo che inspiegabilmente non lo accumulano nell'organismo.

É molto difficile diagnosticare l'intossicazione da alluminio dall'esame del sangue, in quanto presente nella maggior parte nel cervello, nei polmoni, nella tiroide, nel fegato e nelle ossa.

Gli effetti da intossicazione sono: disturbi nell'apprendimento (soprattutto i bambini!!), confusione, disorientamento, perdita della memoria, coliche intestinali, mal di testa, bruciori di stomaco e coliti, avversione per la carne, anemia, carie, ipoparatiroidismo, disfunzioni renali, disfunzioni del fegato, osteomalacia, aggravamento morbo di Parkinson, e chissà quanti altri sintomi che ancora non si conoscono. Il suo assorbimento dipende da alcuni fattori, quali i livelli di minerali e vitamine antagonisti, in particolar modo la vitamina C naturale, il calcio e il fluoro. Una intossicazione di questo tipo può essere molto pericolosa poiché il tempo necessario per eliminarlo completamente dall'organismo è circa di 1 anno. Uno dei modi per farlo è seguire una dieta particolare, assicurandosi che sia ricca di fibre: consumando frutta e verdura preferibilmente crudi (aglio, asparagi, banane,

broccoli, cavoli, mele, melone, patate dolci, pompelmi, prugne secche, uvetta, vegetali a foglia verde e zucca sono i più ricchi di fibre), riso integrale biologico, pane integrale (attenzione: quello che si acquista nei panifici e che presenta le macchioline tipiche della crusca e viene venduto come integrale, è composto invece da farina bianca addizionata a crusca trattata con pesticidi ed antimuffe, senza alcuna traccia del germe di grano; il vero pane integrale è di colore marroncino/bruciato uniforme), pasta integrale bio, frutta secca in quantità. Inoltre bere molte tisane, come quella di rosa canina bio, ricchissima di vitamina C aiuta l'eliminazione del metallo.

Nella tabella 1 sono stati riassunte le principali forme di contaminazione, i sintomi e gli accorgimenti da adottare per evitare una contaminazione da alluminio.

ALLUMINIO	
Uso	In passato si credeva che non venisse assorbito, così è stato usato largamente come additivo alimentare, in farmaci e come utensili. Oggi si sa che è molto tossico: si lega al DNA, si lega ad alcune neurofibrille cerebrali e blocca totalmente un importante enzima (esochinasi). Si deposita inoltre nel fegato, tiroide, ossa, polmoni.
Fonti Principali	Bicarbonato di soda, acqua, antitraspiranti, formaggi fusi, filtri di sigaretta, fogli per alimenti, bibite in lattina, tetrabrik, involucri di cioccolato, thè, caffè, biscotti, merendine, succhi di frutta in cartone, scatolame, pentole, coperchi, vernici, protesi dentarie, dentifricio, antiacidi con alluminio, aspirina tamponata, nel sale (come antiaggregante si usa il silicante di alluminio), sbiancante per farine, lievito all'allume, formaggi conservati, deodoranti (con alluminio cloridrato), aria inquinata, agenti essiccanti (silico alluminato di sodio), cacao, sale, lievito ecc.., bentonite (disinfettante intestinale), cosmetici (es: rossetti).
Sintomi Principali	**LIEVI**: Dispnea, flautolenza, ulcera, mal di testa, stitichezza, bruciori di stomaco, indurimento delle arterie, coliche, nausea, perdita di energia, ulcere, colite, anemia, leucocitosi,, porfiria, paratiroidi.
	GRAVI: Secchezza delle mucose e della pelle, tendenza a raffreddore e sinusiti, tendenza a paralisi muscolari e del nervo oculomotore, invecchiamento precoce, cefalea pulsante, bruciore, vertigini, avversione alla carne e patate, coliche, problemi epatici, psoriasi, epilessia, encefalopatia, perdita di memoria, stipsi, ottundimento, demenza senile, parkinsoniana, Alzheimer, demenza dialitica, iperattività.
	1. EDTA (Chelante specifico) 2. Calcio e ferro 3. Vitamina B1 - A - C - E (alte dosi) 3 g/giorno

Protettivi	4. Magnesio 5. Mele 6. Estratti corticosurrenali 7. Deferoxamina 8. Bagni caldi con sale inglese (lo rimuove dalla pelle)

Tabella 1

Nichel

torna al sommario

Proprietà

torna al sommario

Il nichel è un metallo duro, duttile e malleabile; fonde a 1455 °C, bolle a 2950 °C, ha densità di 8,9 g/cm^3. A temperature inferiori ai 345 °C presenta spiccate caratteristiche magnetiche. Esiste in cinque forme isotopiche stabili. Il nichel metallico non è molto attivo dal punto di vista chimico; è solubile in acido nitrico diluito e si passiva in acido nitrico concentrato.

Diffusione

torna al sommario

Il nichel si ritrova in forma elementare soltanto nelle meteoriti ma, combinato con altri elementi, è piuttosto diffuso sulla crosta terrestre in minerali come la garnierite, la millerite, la niccolite, la pentlandite e la pirrotite.

I minerali di nichel contengono generalmente delle impurità, in modo particolare di rame. I minerali solfurici, come la pentlandite e la pirrotite nichelifera, vengono generalmente fusi in un altoforno e trasportati in forma di lingotti di solfuro di rame e nichel alle raffinerie, dove viene estratto il nichel per mezzo di vari metodi. Nei processi di raffinazione elettrochimica, il nichel si ottiene in forma metallica con un elevato grado di purezza per deposizione del rame, impiegando un voltaggio e una soluzione elettrolitica adeguati. Nel processo Mond, il rame viene separato per dissoluzione in acido solforico diluito, mentre il residuo di nichel viene ridotto a nichel metallico

impuro. Facendo passare monossido di carbonio sul nichel impuro, si forma il nichel carbonile ($Ni(CO)_4$), un gas volatile che si decompone se scaldato alla temperatura di 200 °C, depositando nichel metallico puro.

Usi e produzione

torna al sommario

Il nichel viene utilizzato per formare rivestimenti protettivi e ornamentali per i metalli, in particolare per ferro e acciaio. Lo strato di nichel è depositato sulla superficie degli oggetti per elettrolisi. Viene usato anche come catalizzatore in vari processi, tra cui il più importante è l'idrogenazione degli oli.

L'impiego più importante, tuttavia, si ha sotto forma di leghe. L'acciaio al nichel, che contiene dal 2 al 4% del metallo, è usato per fabbricare parti di automobili come i semiassi, l'albero motore, il cambio, le valvole, macchinari di vario tipo e anche corazze. Alcune delle leghe più importanti contenenti nichel sono l'argento tedesco, l'Invar, il metallo Monel, il nichel-cromo e il Permalloy. Le monete usate abitualmente sono di solito realizzate con una lega composta dal 25% di nichel e dal 75% di rame. Il nichel è inoltre uno dei componenti principali delle batterie al nichel-cadmio.
La maggior parte del nichel viene estratto in Canada, in particolare nella regione del Quebec dove nel 1957 fu scoperto un ricchissimo deposito. Cuba, i paesi dell'ex Unione Sovietica, la Cina e l'Australia restano comunque importanti produttori.

Caso: le monete dell'euro

torna al sommario

Le monete da 1 euro e da 2 euro contengono nichel in una quantità (un deputato parla del 25% della composizione) che alcuni esperti ritengono pericolosa.
Il nichel è un metallo tossico in grado di provocare problemi dermatologici (40 diversi tipi di allergia) in un'alta percentuale di utenti, una persona su 10. Le associazioni dei commercianti stanno già avvertendo i propri iscritti, che sono i più esposti, per esempio le cassiere. Ma i soggetti allergici che sono all'oscuro del pericolo potrebbero avere la sorpresa di trovarsi di fronte a secchezza o infiammazione della pelle, eczema o prurito.
Non si sapeva che il nichel è tossico? Certo che si sapeva. Basterebbe chiederlo a quella infinita schiera di donne che sa di non poter portare orecchini e ornamenti al nichel. O all'equipe dell'ISPESL, l'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza sul lavoro, diretta da Patrizio Erba, che ha esaminato al microscopio 54 detersivi liquidi per rintracciare i responsabili di alcune patologie che si diffondono tra le mura domestiche: uno di essi è il nichel.
Ma la chicca proviene dall'Austria: da una ricerca condotta dal prof. Aberer, della cattedra di dermatologia dell' università di Graz, dalla quale emerge che l'alta percentuale di nichel contenuta nelle monete potrà provocare allergie e dermatiti nel 10% della popolazione europea.

Secondo dermatologi svedesi, le monete da 1 e 2 euro se tenute in mano per più di 5 minuti, provocherebbero un eczema con bolle e chiazze. Sul sito della compagnia Generali si legge: "Il fenomeno ormai noto delle reazioni allergiche che moltissime donne presentano al contatto prolungato con il nichel ha fatto sì che questo metallo sia stato in sostanza messo al bando nell'Europa della moneta unica". E ancora: "è stata in particolare la Svezia a chiedere di ridurre al minimo la presenza del nichel nelle monete, a favore di una lega a base di rame, il cosiddetto nordic gold". Ci si è però dimenticati di precisare che se il nichel è stato escluso dagli eurocent, lo si è lasciato nelle monete da 1 e 2 euro. La composizione della moneta da 1 euro prevede, nella parte esterna: rame-nichel. Nella parte interna, tre strati: 1) nichel-ottone, 2) nichel, 3) nichel-ottone. La composizione della moneta da 2 euro prevede, nella parte esterna: nichel-ottone. Nella parte interna, tre strati: 1) rame-nichel, 2) nichel, 3) rame-nichel. Bruxelles sapeva. Anzi, fu allertata. Il commissario Emma Bonino, chiese alle autorità che il nichel non fosse usato nella coniazione delle euromonete. Ottenne che il metallo venisse bandito dalle monete dei centesimi (1, 2, 5, 10, 20, 50 eurocent). Vittoria di Pirro: il nichel rimarrà nelle due monete più preziose. Da parte sua, l'"oro nordico" (fusione di rame, zinco e alluminio) citato dalla Generali verrà usato solo nelle monete da 10, 20 e 50 centesimi. Nelle scuole i pochi docenti informati del mistero euro sono preoccupati: "Se le monete contengono sostanze tossiche occorre farlo sapere, protesta Cesare Papazzoni, prof. di Scienza della materia all'I.T.C. "Cavazzi" di Pavullo, che informerà i suoi alunni. E Moreno Gazzotti, docente di Laboratorio di Chimica a Modena, aggiunge: "Il rischio è legato a un contatto continuo e prolungato con la pelle, magari sudata. Tuttavia, ho maneggiato per anni quella sostanza con i miei alunni e non è mai successo niente".

Di seguito nella tabella 2 sono riassunte le fonti di provenienza del nichel, i suoi effetti quando presente in quantità eccessive, e le sostanze che ne regolano la quantità nell'organismo.

NICHEL	
Contenuto	Nel corpo umano nella misura di circa 10 mg, oli idrogenati, cacao, nocciole, frumento, carne in scatola o alimenti cotti nell'acciaio inox, asparagi, fagioli, fungicidi, diversi polimeri, combustione di carburante, derivati della gomma, industrie di inchiostri, tinture, caucciù, tubi elettronici, trattamenti galvanici , in articoli di cancelleria (graffette, penne, clips, fermagli, forbici), bottoni, cerniere, chiavi, fibbie, maniglie, monete, aghi, ditali, spilli, coltelli, apparecchi per ortodonzia.
Azioni	Attiva diversi enzimi.
Uso	Aumenta la durezza di altri metalli (es.: acciaio inossidabile) nella fase

Uso	precedente la cromatura. Catalizzatore nell'idrogenazione degli oli vegetali commestibili (es. mais, arachidi) con perdita di grassi polinsaturi.
Carenza	Alimentazione ricca di grassi e zucchero raffinati causa disturbi nel fegato e disturbi ai reni.
Eccesso Tossico	Allergie cutanee, cancro della bocca e dell'intestino, disfunzioni renali e cardiache, emorragie, ipotensione, nausea, vomito, malessere, tremori muscolari, paralisi.
Regolatori	Aglio, cipolla, uova, fave, mele.

Tabella 2

Cadmio

torna al sommario

Proprietà e diffusione

torna al sommario

Il cadmio fu scoperto nel 1817 dal chimico tedesco Friedrich Stromeyer che lo individuò nelle incrostazioni presenti all'interno di una fornace di zinco. Fonde a 321 °C, bolle a 765 °C, ha densità di 8,64 g/cm^3. A temperatura ambiente si conserva inalterato per lungo tempo, ma se riscaldato in presenza d'aria si incendia facilmente e si trasforma nel corrispondente ossido, CdO, generando una fiamma brillante.

In natura, il cadmio non si trova allo stato nativo, ma piccole quantità sono presenti in alcuni minerali, come ad esempio la greenockite, piuttosto rari e pertanto poco sfruttabili a livello industriale.

Usi

torna al sommario

Il cadmio viene usato soprattutto nella cadmiatura, un trattamento metallurgico mediante il quale viene depositato su superfici metalliche, in modo particolare di acciaio, per ottenere un sottile strato protettivo. In lega con piombo, stagno e bismuto viene utilizzato per preparare metalli fusibili che trovano impiego nella produzione di varie apparecchiature elettriche; inoltre, in lega

con lo zinco, viene usato nella fabbricazione di cuscinetti e nella saldatura.

Il cadmio metallico, grazie all'elevato potere di assorbimento dei neutroni, viene utilizzato nelle barre di controllo per i reattori nucleari. I sali di cadmio trovano impiego in campo fotografico e nella fabbricazione di fuochi artificiali, gomme, vernici fluorescenti, vetri e porcellane. Il solfuro (CdS), un composto giallo chiaro che si ottiene come precipitato da soluzioni di sali di cadmio in cui si faccia gorgogliare solfuro di idrogeno, è usato come pigmento e trova applicazione anche nella realizzazione di celle fotovoltaiche; le celle elettrochimiche a nichel-cadmio inoltre sono ampiamente utilizzate in settori specialistici.

Il solfato di cadmio, un composto di formula $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$ è un efficace astringente.

La sindrome itai - itai

torna al sommario

In Giappone si è verificata una grave forma di inquinamento ambientale tra gli anni '60 e '70: il più grave incidente ambientale nel mondo riguardante il cadmio è avvenuto nella regione di Jintsu, dove le colture di riso per il consumo locale venivano effettuate con acqua di irrigazione attinta da un fiume contaminato da cadmio proveniente da operazioni di estrazione e fusione dello zinco che si svolgevano a monte della regione stessa. La malattia, riscontrata nel 1946, è caratterizzata da osteomalacia con fratture patologiche, con incidenza prevalente fra donne di età medio - avanzata. I sintomi prevalenti erano dolori ai reni, da cui il nome dato alla sindrome "Itai, itai" (grido di dolore equivalente a "ahi, ahi") così denominata per gli acuti dolori localizzati alle articolazioni. La causa venne riconosciuta in una intossicazione cronica da cadmio di origine alimentare, per la contaminazione di origine industriale delle acque, quindi dei cibi. L'assunzione del cadmio da parte dei pazienti affetti da itai - itai fu stimata pari circa dieci volte l'ingestione media dei Nordamericani. Anche il riso coltivato in altre zone del Giappone risulta spesso contaminato da elevate concentrazioni di cadmio; l'assunzione media di cadmio con l'alimentazione da parte dei Giapponesi è quindi sostanzialmente superiore rispetto a quella delle popolazioni di altri paesi industrializzati. Esiste la prova che l'esposizione cronica al cadmio comporti, alla fine, una maggiore probabilità di contrarre malattie renali. La concentrazione media di cadmio nell'uomo è in aumento e in Giappone la quantità giornaliera media di cadmio ingerito sta avvicinandosi al livello massimo raccomandato dalle autorità sanitarie, sebbene tale limite sia stato fissato tenendo conto di un ampio fattore di sicurezza. Il cadmio risulta un tossico in grado di accumularsi nell'organismo se non viene eliminato rapidamente; la sua vita media nell'organismo è di parecchi decenni. Le zone a maggior rischio risultano il Giappone e l'Europa centrale; in questi territori l'inquinamento del suolo da cadmio è particolarmente elevato per la contaminazione dovuta a produzioni industriali. Diverse malattie sono connesse all'inquinamento da cadmio, la malattia itai - itai, che scoppiò nel bacino del fiume Jinzu-gawa nella prefettura di Toyama, i disturbi respiratori delle cinture industriali di Tokyo - Yokohama, Nagoya e Osaka - Kobe. Queste forme di inquinamento furono il risultato delle priorità date alla rapida crescita economica e dell'abbassamento degli standard per la protezione della salute e della sicurezza della popolazione. Le

conseguenze portarono il Giappone a stabilire dagli anni '60 in poi regole rigide per proteggere l'ambiente. Per il cadmio, il principale legame è con le cellule del sangue, mentre gli effetti tossici sono stati accertati a carico del rene e dell'osso. Test di laboratorio hanno confermato che può indurre una serie di tumori come quelli alla prostata e ai polmoni.

fiume inquinato da Cadmio

Mercurio

torna al sommario

Usi

torna al sommario

Poiché ha coefficiente di dilatazione termica praticamente costante, il mercurio viene usato nella costruzione dei termometri. È anche utilizzato in altri apparecchi scientifici, come le pompe a vuoto, i barometri e gli interruttori. Le lampade a vapori di mercurio trovano impiego come fonte di raggi ultravioletti per uso domestico e per sterilizzare l'acqua; i vapori di mercurio sono inoltre usati nei bollitori di alcuni motori a reazione. Il mercurio si combina con tutti i metalli più comuni, a eccezione di ferro e platino, per formare leghe dette amalgama. Un metodo di estrazione dell'oro e dell'argento si basa sulla loro combinazione con mercurio, che viene poi rimosso mediante distillazione. Il mercurio forma composti monovalenti e bivalenti, tra i quali importanti sono il solfuro di mercurio, noto

antisettico; il cloruro di mercurio, o calomelano, usato negli elettrodi; il cloruro di mercurio, estremamente corrosivo; alcuni medicinali, come ad esempio il mercurio cromo.

Avvelenamento

torna al sommario

Tutti noi assumiamo un po' di mercurio dal cibo e dall'aria. Viene utilizzato in grandi quantitativi nelle ditte di pitture latex. L'avvelenamento da Mercurio colpisce il cervello, causa una forte condizione di imbarazzo. Il mercurio è altamente tossico, sia in forma di vapore sia come sale solubile. L'avvelenamento cronico da mercurio, che insorge quando piccole quantità dei suoi sali liposolubili, in particolare il metilmercurio, vengono ingerite per lunghi periodi, causa danni irreversibili al cervello, al fegato e ai reni. Attualmente è posta molta attenzione allo scarico non controllato del metallo nell'ambiente poiché, a causa dell'aumento dell'inquinamento delle acque, sono state ritrovate quantità significative di mercurio in alcune specie di pesci.

Sul fatto che sia un inquinante ambientale con effetti tossici sull'uomo (per sistema nervoso e reni in particolare) ormai non ci sono più dubbi, dubbi che permangono, invece, su quali siano gli effetti a lungo termine di bassi livelli di esposizione. Se ne è occupato il New England Journal of Medicine, in riferimento alla sua presenza nel pesce, con risultati contrastanti. La controversa storia del mercurio è venuta alla luce per la prima volta in Giappone dopo una serie di episodi di avvelenamento e le manifestazioni conseguenti: annebbiamento della vista, perdita di sensibilità, sordità, fino a episodi più gravi con addirittura morti per intossicazione**,** si verificò un gravissimo inquinamento da mercurio, scaricato da una fabbrica nell'acqua. I pesci, particolarmente resistenti a questo metallo, non morirono, ma gli abitanti del luogo, che si cibavano di rilevanti quantità di pesce inquinato, furono colpiti da diverse patologie (malformazioni e aborti, gravi alterazioni nervose e così via). In questa occasione i gatti, che sono particolarmente sensibili al mercurio, furono colpiti dalla cosiddetta "sindrome danzante", sintomo di una encefalite tossica, che sia pure tardivamente indirizzò verso la scoperta della natura e dell'origine dell'intossicazione (vedi approfondimento). Eventi associati all'ingestione di pesce contaminato con livelli di mercurio superiori alle 10 ppm, un quantitativo decisamente superiore a quello normalmente presente nel pesce ed associato ad inquinamento ambientale. Dati più recenti, poi, hanno associato l'esposizione fetale a metilmercurio ad alti livelli, ad un calo in una serie di parametri neurologici. Numeri che hanno condotto un'istituzione americana come l'EPA (Environmental Protection Agency) a rivedere verso il basso i valori associati alla sicurezza, cui ha fatto seguito un'analoga presa di posizione del FDA (Food and Drug Administration) su consumo di pesce e mercurio. Attualmente le indicazioni cautelari riguardo al consumo di pesce sono rivolte alle donne in gravidanza, cui è raccomandato di evitare pesci ad alto contenuto di mercurio: sgombro, pesce spada e squalo in particolare. Una raccomandazione estesa a donne che stanno allattando o a bambini, pur non essendoci evidenze dirette sui rischi di questi due gruppi. Il primo dei due studi considerati suggerisce che il metilmercurio possa avere un effetto negativo sulla salute cardiovascolare degli uomini adulti. Uno studio condotto in otto paesi europei ed in Israele ha messo

in relazione la presenza di mercurio nelle unghie con il rischio di infarto. I ricercatori hanno, trovato una associazione significativa tra livelli di mercurio e rischio di infarto del miocardio, che sembrerebbe anche ridimensionare l'effetto cardioprotettivo dell'assunzione di pesce. Un'altro studio, al contrario, non ha trovato alcuna associazione tra metilmercurio e malattie coronariche. In questo caso è stato documentato il livello di mercurio in una coorte di 34000 pazienti seguiti per 5 anni. Sono stati documentati 470 casi di malattia coronarica, un numero troppo esiguo per essere significativo, anche se non si può escludere una debole relazione. L'ipotesi che il mercurio possa contribuire alle malattie cardiovascolari non è – secondo un editoriale che accompagna gli studi – da scartare. Si rendono necessari, però, ulteriori studi, su campioni più considerevoli, particolarmente utili sulle popolazioni nelle quali il pesce rappresenti uno dei cardini della dieta. Nel caso del mercurio, il composto più spesso implicato è un sale organico, il metilmercurio. Il suo accumulo nell'organismo conduce a una serie di disturbi soprattutto neurologici: dalla sordità alla paralisi ed è potenzialmente mortale

L'inquinamento da mercurio è soprattutto nel pesce

torna al sommario

Già nel 1998 l'EPA, Environmental Protection Agency, aveva puntato i riflettori sulle fonti di inquinamento da mercurio, sulla loro tossicità per l'uomo, e sulla necessità di individuare, quantificare e regolamentare le emissioni industriali. Ora queste indicazioni sono state confermate dal rapporto della National Academy of Sciences chiamata a valutarne la correttezza dal Congresso degli Stati Uniti. Il mercurio è un elemento naturalmente presente in alcuni minerali, ma come contaminante viene prodotto soprattutto da inceneritori e centrali elettriche a carbone. E' uno degli inquinanti più pericolosi in quanto tende ad accumularsi negli organismi e lungo la catena alimentare, ciò rende pressoché impossibile controllarne la dispersione nell'ambiente. E' una sostanza neurotossica, che agisce anche su cuore, reni e sistema immunitario, sia nel caso di avvelenamenti acuti che cronici; può essere assimilato per inalazione di vapori o per ingestione o cibi. Per l'uomo la fonte principale è proprio quella alimentare, rappresentata per lo più dal consumo di pesci e crostacei. La Food and Drug Administration ha consigliato ad alcune fasce della popolazione di limitare il consumo di pesce, ciò ha fatto crescere ulteriormente le preoccupazioni del settore della pesca. Per quanto riguarda il produttori di energia elettrica, essi si sono dichiarati disposti a collaborare e a seguire le linee guida che verranno formulate dall'EPA entro dicembre. Un legame tra il mercurio rilasciato nell'ambiente dalle centrali elettriche e l'autismo è stato evidenziato da Claudia Miller, una ricercatrice dell'University of Texas Health Science Center di San Antonio. Secondo la Miller, autrice di un articolo pubblicato sulla rivista Health and Place, per ogni migliaio di libbre di mercurio disperse nell'ambiente ci può essere un aumento dei casi di autismo nei bambini del 17 per cento. Per arrivare a queste conclusioni, la ricercatrice ha analizzato i casi di autismo registrati in ogni contea del Texas e li ha correlati con le emissioni inquinanti. Secondo i dati, ogni anno negli Usa vengono rilasciate 48 tonnellate di mercurio, in particolare dalle centrali elettriche a carbone.

Le diverse fonti di mercurio negli ecosistemi di acqua dolce

torna al sommario

Il mercurio è usato in molti prodotti differenti. È estratto dagli esseri umani e fino alla fine del ventesimo secolo, era principalmente usato nei termometri. Al giorno d'oggi, si valuta che il 22% del consumo annuale mondiale di mercurio sia usato in apparecchiature elettriche ed elettroniche, così come in numerosi prodotti per le famiglie, materiali per otturazioni dentali, processi industriali, in barometri, e molti altri strumenti da laboratorio. È inoltre un oligoelemento in combustibili fossili (soprattutto carbone). Ancora, è usato in apparecchiature mediche, trasmissioni di dati, telecomunicazioni, e telefoni cellulari. Il mercurio inoltre è usato in batterie, alloggio per interruttori, e tavole di cablaggio per stampa. Il mercurio gassoso è usato in lampade a vapori di mercurio e cartelli pubblicitari. Anche se questa quantità è piccola per ogni singola componente, 315 milioni di computer obsoleti entro l'anno 2006 rappresentano in totale più di 400.000 libbre di mercurio. *La fonte umana* più grande di mercurio in acqua sembra essere costituita dalle emissioni da impianti elettrici alimentati a carbone. Circa 6000 tonnellate di mercurio sono liberate ogni anno nell'ambiente come risultato diretto delle attività umane. Le maggiori inquinatrici sono le centrali elettriche in Asia ed in Africa. Ma anche l'estrazione su scala ridotta di oro e di argento contribuisce all'inquinamento del mercurio. Altre fonti includono l'incenerimento residuo, l'inadeguata eliminazione di prodotti contenenti mercurio. L'industria di cloroalcali e, prima, l'industria di spappolamento del legno liberano inoltre significative quantità di mercurio. Anche se l'uso di mercurio è ridotto, alte concentrazioni del metallo sono ancora presenti in sedimenti connessi alle sue applicazioni industriali. Alcuni composti di mercurio sono stati usati in agricoltura, principalmente come fungicidi. A fianco alle fonti umane, le *fonti naturali* sono probabilmente più numerose. Le fonti naturali di contaminazione del mercurio includono il degassamento della crosta terrestre attraverso attività vulcanica e l'evaporazione dagli oceani. La quantità di mercurio proveniente da sorgenti naturali è inclusa fra 25 000 e 125 000 tonnellate all'anno.

Quando il mercurio è scaricato nell'aria, può viaggiare per lunghe distanze ed essere quindi depositato in corsi d'acqua e laghi dall'atmosfera. La conversione di mercurio inorganico in mercurio metilico negli ambienti acquatici implica che il riciclaggio del mercurio dai sedimenti all'acqua, all'aria e indietro possa essere un processo rapido. I sali di mercurio ed il mercurio organico vengono velocemente assimilati dagli organismi in acqua. Invertebrati acquatici, e specialmente insetti acquatici, accumulano il mercurio in alte concentrazioni. Inoltre i pesci assimilano il metallo e lo mantengono nei tessuti principalmente sottoforma di metilmercurio, anche se la maggior parte del mercurio ambientale a cui sono esposti è inorganico. Le indicazioni sono che il metilmercurio nei pesci è associato con le branchie dei pesci, la superficie, o l'intestino. L'eliminazione di metilmercurio è lenta da parte dei pesci (con periodi nell'ordine di mesi o anni) e da altri organismi acquatici. La perdita di mercurio inorganico è più veloce e quindi la maggior parte del mercurio nei pesci è mantenuto sotto forma di metilmercurio.

fiume inquinato da mercurio

Tossicità dei microrganismi

torna al sommario

Il mercurio è tossico per i microrganismi, perché il mercurio inorganico è stato segnalato avere effetti in concentrazioni di 5 µg/litro, ed i residui a base di mercurio a concentrazioni almeno 10 volte inferiori a questa. Un fattore che interessa la tossicità dell'organometallo è il tasso di assorbimento del metallo da parte delle cellule. Il mercurio è limitato alle pareti delle cellule o alle membrane delle cellule dei microrganismi, apparentemente ad un numero limitato di siti di legame. Ciò significa che gli effetti sono collegati alla densità delle cellule così come alla concentrazione di mercurio nel substrato. Tali effetti sono spesso irreversibili, ed il mercurio in basse concentrazioni rappresenta un grave rischio per i microrganismi.

Tossicità per gli organismi d'acqua dolce

torna al sommario

Le forme organiche di mercurio sono generalmente più tossiche per gli organismi acquatici che per le forme inorganiche. Le piante acquatiche sono influenzate dalla presenza di mercurio nell'acqua a concentrazioni che si avvicinano a 1 mg/litro per mercurio inorganico, ma a concentrazioni molto più basse di mercurio organico. Gli invertebrati acquatici variano notevolmente nella loro predisposizione a mercurio. Generalmente, le fasi larvali sono più sensibili degli adulti (1-10 µg/litro causano normalmente tossicità acuta). La tossicità è influenzata da temperatura, salinità, ossigeno disciolto, e durezza dell'acqua. Un'ampia varietà di anomalie fisiologiche e biochimiche è stata segnalata dopo

che i pesci sono stati esposti a concentrazioni subletali di mercurio, anche se l'importanza ambientale di questi effetti è difficile da valutare. La riproduzione inoltre è influenzata negativamente dal mercurio.

Tossicità per gli esseri umani

torna al sommario

Quando il mercurio si presenta in forma metilata, è assunto più prontamente dal metabolismo che in forma immetilata. Esistono specie molto sensibili ad avvelenamento da mercurio. L'EPA ha recentemente valutato che da 1 a 6 donne americane in età da avere figli hanno già livelli pericolosi di mercurio nei loro corpi, mettendo circa 630.000 neonati a rischio ogni anno. Dal momento che il mercurio si bioamplifica fino a 100.000 volte nei pesci predatori, il consumo di mercurio metilato ha contaminato i pesci provocando l'avvelenamento dei pescatori giapponesi e delle loro famiglie a Minamata, in Giappone, negli anni 50. Nel corso di un'autopsia eseguita sulla figlia di pescatori giapponesi, morta all'età di tre anni per essere stata alimentata con pesce ricco in mercurio, nel tessuto cerebrale sono state osservate goccioline di mercurio nativo. La FDA suggerisce che le donne incinte e coloro che possono restare incinta evitino il consumo di squali, pesci spada, sgombro reale, e dei pesci mattonella noti per contenere un elevato livello di mercurio metilico, una forma organica di mercurio che può accumularsi nella catena alimentare.

Esposizione al mercurio

torna al sommario

Il livello della tossicità da esposizione a mercurio dipende da molte variabili, compreso il tipo di mercurio in questione, la quantità che entra nel corpo, in che modo entra nel corpo, e l'età dell'individuo esposto al metallo. Tutti noi siamo esposti a quantità di mercurio estremamente ridotte, che ci piaccia o no. I modi più comuni con cui entriamo in contatto con mercurio sono il consumo di certi pesci, così come del mercurio contenuto in materiali per otturazioni dentali d'argento (anche se sono sempre meno usati). Benché l'esposizione del mercurio in tal forma sia bassa e non dovrebbe comportare un rischio per la salute, la sovraesposizione dovrebbe certamente causare preoccupazione. Il mercurio organico esprime la propria tossicità principalmente nel sistema nervoso centrale. Può anche interessare organi importanti quali i reni, e sistemi quale il sistema immunitario. Un esempio degli effetti pericolosi del mercurio è il consumo da parte di una donna incinta di semi di grano o pesci altamente contaminati da mercurio. I feti sono noti per sviluppare seri problemi neurologici in conseguenza di ciò. Il motivo è che il cervello ed il corpo di feti, infanti ed i piccoli bambini si sviluppano velocemente e sono più suscettibili alla tossicità rispetto ad un cervello adulto. I composti organici del mercurio possono essere assorbiti quando sono ingeriti oralmente o quando entrano in contatto con la pelle. Quando è all'interno del corpo, il mercurio metilico diffonde in tutti i tessuti del corpo ma sembra concentrarsi nel sangue e nel cervello.

Durante gli anni '90, la normativa del governo degli USA ha ridotto fortemente le emissioni di mercurio dall'incenerimento di rifiuti medici e municipali, lasciando come ultima fonte rilevante gli impianti elettrici, che emettono in totale 48 tonnellate di mercurio all'anno. Nel 2000, l'EPA ha determinato che il mercurio è una “sostanza pericolosa”, una categoria di classificazione degli inquinanti definita dal Clean Air Act che richiede una forte riduzione delle sostanze che vi ricadono. Lo staff dell'EPA ha stimato che per soddisfare questa previsione, si devono ridurre le emissioni di mercurio dagli impianti energetici del 90% entro il 2008. Qualche mese fa, tuttavia, l'amministrazione Bush ha rovesciato questa decisione e ha proposto un sistema di certificati di emissioni per il mercurio che, secondo il governo, porterebbe ad una riduzione del 70% entro il 2018. Altre stime suggeriscono che la riduzione sarebbe ben minore, e avrà bisogno di più tempo.

Piombo

torna al sommario

Proprietà

torna al sommario

Il piombo metallico è tenero, malleabile, duttile e, se riscaldato leggermente, può essere fatto passare attraverso piccoli fori. È poco resistente alla trazione ed è un cattivo conduttore di elettricità. Se esposto all'aria, varia rapidamente aspetto e assume una colorazione blu - grigiastra piuttosto opaca, molto diversa dalla consueta lucentezza metallica. Fonde a 328 °C, bolle a 1740 °C, ha densità di 11,4 g/cm^3. È solubile in acido nitrico, ma poco attaccabile dall'acido cloridrico e dall'acido solforico a temperatura ambiente. Reagisce lentamente con l'acqua, in presenza d'aria, per formare idrossido di piombo, un composto leggermente solubile. Esistono otto isotopi naturali del piombo, quattro dei quali sono stabili. Il piombo 206, il piombo 207 e il piombo 208 sono rispettivamente i prodotti finali del decadimento di uranio, attinio e torio; il piombo 204, anch'esso stabile, non ha precursori radioattivi naturali.

Diffusione

torna al sommario

Il piombo è abbondantemente diffuso in tutto il mondo sotto forma di solfuro, nel minerale chiamato galena e in minerali di secondaria importanza come la cerussite e l'anglesite. Viene estratto mediante un processo di arrostimento e riduzione, che consiste nella conversione del piombo a ossido e nella

successiva riduzione con carbone coke in fornace. Un altro metodo prevede l'arrostimento in fornace a riverbero, finché parte del solfuro è convertita in ossido o solfato; quindi, rimuovendo l'aria e innalzando la temperatura, il solfuro di piombo iniziale si combina con il solfato e con l'ossido, producendo piombo metallico e biossido di zolfo. I materiali di scarto, recuperati da vari processi industriali e quindi fusi, costituiscono una fonte importante di piombo. Poichè spesso la galena contiene altri minerali, nel piombo ottenuto sono presenti impurità come rame, zinco, argento e oro. Il recupero di metalli preziosi dai minerali di piombo è importante almeno quanto la sua produzione. Argento e oro si recuperano attraverso il processo Parker, che utilizza una piccola quantità di zinco, mescolata al piombo fuso, per sciogliere i metalli preziosi; la lega fusa risale alla superficie e viene rimossa, mentre lo zinco è separato tramite distillazione. Il piombo impuro viene spesso purificato mescolando il piombo fuso in presenza di aria: con questo procedimento gli ossidi delle impurità metalliche risalgono alla superficie e possono essere eliminati. I più alti gradi di purezza vengono raggiunti elettroliticamente.

Usi

torna al sommario

Il piombo è usato in enormi quantità nelle batterie e come rivestimento di cavi elettrici, tubi, serbatoi, e negli apparecchi per i raggi X. Per la sua elevata densità e la grande sezione di cattura, il piombo trova impiego come sostanza schermante per i materiali radioattivi. Numerose leghe contenenti un'alta percentuale di piombo sono utilizzate nella saldatura, per i caratteri da stampa, per gli ingranaggi. Una quantità considerevole di composti di piombo è inoltre consumata nella formazione di composti, specialmente per vernici e pigmenti.

Produzione

torna al sommario

Le fonti principali di piombo si trovano in Australia, negli Stati Uniti, in Canada, Messico, Perù, Serbia, Montenegro e Russia.

Composti di piombo

torna al sommario

Il carbonato basico di piombo, $(PbCO_3)_2 \cdot Pb(OH)_2$, comunemente detto piombo bianco o biacca, usato come pigmento fin dall'antichità, trova tuttora impiego come componente di smalti e pigmenti. Tuttavia, visti i pericoli derivanti dall'avvelenamento, recentemente si è ridotto l'uso di vernici al piombo, in modo particolare per gli interni e per le stoviglie. Il più antico metodo di preparazione del piombo bianco è il cosiddetto processo Dutch: frammenti di piombo e acido acetico vengono immessi in recipienti di terracotta, avvolti in pezzi di corteccia ricca di tannini, e lì inizia una reazione di fermentazione della corteccia con l'acido acetico, che dura globalmente circa 90 giorni. Esistono metodi più rapidi, di maggior peso dal punto di vista industriale: ad esempio l'elettrolisi, o la miscela forzata di aria calda e diossido di carbonio in cilindri che contengono polvere di piombo e acido acetico. Il monossido di piombo (PbO), una polvere cristallina gialla ottenuta scaldando piombo in

corrente d'aria, è usato per preparare i vetri flint, come essiccante per gli oli e le vernici, e nella produzione di insetticidi. Il piombo rosso, o minio (Pb_3O_4), una polvere cristallina di colore rosso, preparata ossidando il monossido di piombo, è il pigmento contenuto nelle vernici antiruggine per ferro o acciaio. Il cromato di piombo, o giallo cromo ($PbCrO_4$), viene preparato dalla reazione fra acetato di piombo e bicromato di potassio, e utilizzato come pigmento giallo; il rosso cromo, il giallo-arancio e il giallo-limone sono alcuni dei pigmenti ottenuti da questo composto. Il piombo acetato ($Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3(H_2O)$), una sostanza bianca detta zucchero di piombo a causa del suo sapore dolciastro, è preparata sciogliendo il monossido nell'acido acetico. Trova impiego come mordente nei coloranti, come essiccante per vernici e smalti, e per preparare diversi composti di piombo. Il piombo tetraetile ($Pb(C_2H_5)_4$) è il componente principale degli additivi antidetonanti contenuti nella benzina ed è considerato uno dei maggiori inquinanti dell'aria.

Avvelenamento

torna al sommario

L'ingestione di piombo risulta per l'organismo notevolmente tossica, e causa una forma di avvelenamento dai sintomi caratteristici, detta saturnismo. Tali manifestazioni si verificano soltanto dopo che l'organismo ha accumulato una determinata quantità di questo metallo, e comprendono anemia, aumento della pressione sanguigna, debolezza, stipsi, coliche, insufficenza renale, ipertensione, iperurecimia e gotta, e, spesso, paralisi degli arti a livello dei polsi e delle caviglie. Il piombo può inoltre provocare fenomeni di amnesia, ovvero di perdita della memoria; se l'avvelenamento colpisce bambini, può ritardarne lo sviluppo motorio e causare problemi all'udito e all'equilibrio. Il trattamento dell'avvelenamento da piombo include la somministrazione di un sale del composto detto EDTA (acido etilendiamminotetracetico): questo sale, il calcio disodio etilendiamminotetracetato, reagisce con il piombo; ciò determina la formazione di un complesso piombo - EDTA che precipita e viene espulso mediante l'urina.
Il piombo, gia noto per il suo legame con il traffico veicolare, tende ad accumularsi nelle ossa e si rivela particolarmente pericoloso per i bambini. Anche in questo caso si hanno danni neurologici, ma anche interferenze con il metabolismo della vitamina D, quindi con l'accrescimento e il mantenimento della massa ossea.

Il piombo può essere introdotto nell'organismo attraverso 3 vie:

- ✓ *inalatoria*
- ✓ *orale*
- ✓ *cutanea*

Via inalatoria: riguarda prevalentemente l'esposizione professionale. In ambiente di lavoro il piombo, sotto forma di polveri e fumi, finisce nell'organismo attraverso la via respiratoria.

Via orale: riguarda prevalentemente l'esposizione extra-professionale, dovuta a:

- vino ed alcolici, contenenti piccole quantità di piombo derivante da tappi metallici o superalcolici distillati in serpentine con saldature al piombo.
- recipienti in ceramica, utilizzati come contenitori di liquidi (acqua, spremuta, vino).
- acqua inquinata da piccole quantità di piombo, ove le tubature domestiche siano costituite da tale metallo.
- inquinamento atmosferico, sia industriale che legato a scarichi automobilistici derivante dalle benzine, determinante un conseguente inquinamento delle acque, del terreno e dei vegetali.
- assunzione di piombo nell'età infantile tramite ingestione di frammenti di vernici provenienti da giocattoli (saturnismo dell'età infantile).

Via cutanea: l'assunzione del piombo tramite la pelle, peraltro modesto, si può verificare tramite contatto, ad es., con benzine contenenti piombo.

La tabella 3 elenca le principali attività lavorative che comportano esposizioni al piombo.

Atività lavorative
• Fabbricazione o uso di vernici e smalti al piombo • Fabbricazione di materie plastiche • Fabbricazione di accumulatori di automobili • Fabbricazione di proiettili e munizioni contenenti piombo • Fusione del piombo • Fabbricazione di leghe con piombo • Operazioni di saldatura • Produzione di batterie al piombo • Lavorazione del cristallo e del vetro • Industria della ceramica (limitatamente alla vetrificazione delle terraglie e alla decolorazione con vernici al piombo) • Impiego in spazi chiusi di munizioni contenenti piombo • Costruzione e riparazione di automobili • Zincatura delle lamiere o stagnatura • Fabbricazione di lastre per la protezione ai raggi-x • Industria metallurgica dell'acciaio

Tabella 3

-

Tossicità

torna al sommario

L'intossicazione cronica da piombo, prevalentemente professionale, viene chiamata saturnismo. Il saturnismo può dar luogo a svariate manifestazioni:

- anemia (pallore da riduzione di globuli rossi)
- colica intestinale (dolori addominali)
- ipertensione arteriosa (aumento della pressione del sangue)
- alterazione dell'abilità manuale, aumento dei tempi di reazione
- nefropatia (danno renale)
- neuropatia (danno al sistema nervoso)

L'intossicazione acuta, oggi estremamente rara, può arrivare all'encefalopatia (danno cerebrale) e al coma.

Indicatori biologici

torna al sommario

Esistono attualmente diversi test di laboratorio che si utilizzano per il controllo periodico dei lavoratori esposti al piombo. Essi sono:

- *piombemia (PbB)* = è indicatore della quantità di piombo presente nel sangue, dato che il piombo, prima di depositarsi nelle ossa e nei tessuti, viene a trovarsi nel sangue;
- *piomburia (PbU)* = è indicatore della quantità di piombo presente nelle urine, dato che parte del piombo viene escreto.

Valori limite

torna al sommario

Il D.Lgs. 277/91 stabilisce dei valori limite ambientali (riferiti cioè al contenuto di piombo nell'aria espressi come media ponderata su un periodo di riferimento di otto ore), e dei valori limite biologici (riferiti al contenuto di piombo nel sangue e nelle urine).

Valori limite :

- *ambientale* $150\ \mu g/m^3_{d'aria}$ Il mancato rientro sotto tale limite, dopo 30 giorni dal

superamento, causa la sospensione dell'attività

- *biologico* *70 $\mu g/dL_{di\ sangue}$* (il limite di 70 viene ridotto a 40 per le lavoratrici in età fertile). Superato questo limite, il lavoratore deve essere allontanato dalla postazione.

Vengono inoltre fissati dei "valori di attenzione", più bassi dei precedenti, superati i quali il datore di lavoro dovrà attuare una serie di provvedimenti.

Valori di attenzione :

- *ambientale = 40 $\mu g/m^3$*
- *biologico = 35 $\mu g/dl$*

Bibliografia

torna al sommario

- Secondo natura – Ed. Longanesi;
- Dizionario omeopatico d'urgenza;
- Minerali e metalli pesanti – Rainer – Ed. CorpoVerde;
- Metalli Tossici – P.Eck, L. Wilson – Ed. Sinai;
- Materials science monographs, 30, non ferrous metals and alloys, Vladimir Sedlàcék, department of materials, technical university, Prague, Czechoslovakia, Elsevier, 1986;
- ASM handbook, asm international, properties and selection - non ferrous alloys and special purpose materials -;
- Arnold D.L., Stapley R., Bryce F., Mahon D., 1988. A multigeneration study to ascertain the toxicological effects of Great Lakes salmon fed to rats: Study overview and design; Regulatory Toxicology And Pharmacology;
- Bjerregaard P., Hansen J.C., 2000. Organochlorines and heavy metals in pregnant women from the Disko Bay area in Greenland, Science of the Total Environment;
- Fujiwara, Y Watanabe, S Kaji, T, 1998. Promotion of cultured vascular smooth muscle cell proliferation by low levels of cadmium. Toxicology Letters;
- Loghman Adham M., 1997. Renal effects of environmental and occupational lead exposure, Environmental Health Perspectives;

- Ilchenko I..N. .(1999); Methodic approaches to the evaluation of neuro-psychic development in children living in the regions contaminated with ecotoxicants, Zhurnal Nevropatologii i Psikhiatrii Imeni S S Korsakova;
- Oberheitmann B., Schafer J., Dally H., Garms A., Frentzel-Beyme R., Hoffmann W.; 1999. The chromosome-based challenge assay using fluorescence in situ hybridization: a possible test for increased cancer susceptibility. Mutation Reserch Fundamental And Molecular Mechanism of Mutagenesis;
- Reijnders P..J.H., Brasseur S.M.J.M.1997; Xenobiotic induced hormonal and associated developmental disorders in marine organisms and related effects in humans; An overview; Journal of Clean Technology Environmental Toxicology And Occupational Medicine;
- Romero R.A., Salgado O., Marcano L., Impact of social factors and heavy metal pollution on the incidence of anencephaly at the Eastern coast of Lake Maracaibo, Venezuela; Trace Elements And Electrolytes;
- Silbergeld E.K., Waalkes M., Rice J.M.; 2000. Lead as a carcinogen: Experimental evidence and mechanisms of action; America Journal Of Industrial Medicine;
- Simon P., 1999. Chronic renal failure: Are there environmental and occupational risk factors?; Journal Of Toxicology-Toxin Rewiews;
- Tong S., von Schirnding Y..E., Prapamontol, T.., 2000. Environmental lead exposure: a public health problem of global dimensions. Bulletin Of The Word Health Organization;
- Tommasini, S. Davies, G.R. Elliott, T., 2000. Lead isotope composition of tree rings as bio-geochemical tracers of heavy metal pollution: a reconnaissance study from Firenze, Italy. Applied Geochemistry;
- Zetterstrom R., 1999. Child health and environmental pollution in the Aral Sea region in Kazakhstan; Acta Paediatrica;
- Bolger P.M. and Schwetz B.A. Perspective: Mercury and Health. The New England Journal of Medicine 2002.

Approfondimenti

torna al sommario

Mineralogramma

torna al sommario

Il Mineralogramma è attualmente l'esame di laboratorio più moderno ed accurato per misurare i livelli dei minerali nell'organismo ed un eventuale accumulo di minerali (metalli), poiché:

1. non è invasivo e facile da eseguire
2. è preventivo poiché permette di conoscere i valori intracellulari dei principali minerali, tra cui quelli tossici, dando la possibilità di valutare il reale metabolismo corporeo
3. permette una comprensione dei sintomi del paziente quando ancora non è rilevabile un danno manifesto da altri esami come quello del sangue e delle urine che forniscono solo i valori delle sostanze esterne alla cellula.

L'Analisi minerale tissutale, è un test che si realizza mediante l'analisi, in genere, dei capelli cresciuti nell'ultimo mese, mediante la spettrofotometrica ad assorbimento atomico. Perché i capelli ? Essi sono un campione facile da prelevare, senza trauma (tagliandoli), sono stabili e non richiedono manipolazioni per spedizione e trasporto, inoltre fornendo una lettura intracellulare dei minerali, danno uno spaccato dell'attività metabolica reale. Fatto importante è che nei capelli i livelli dei minerali sono circa 10 volte maggiori di quelli del sangue, fatto che consente di ottenere una maggiore accuratezza nei risultati. Questo è un test valido per tutti, ed assume un ruolo importante nell'ambito dell'investigazione biologica a livello nutrizionale e permette di comprendere meglio i processi fisiopatologici e biochimici. Sarebbe auspicabile farlo annualmente, soprattutto nella nostra società che sempre più ci crea eventi stressanti i quali ci fanno bruciare molti minerali preziosi che, al contempo, non troviamo più ben rappresentati nel cibo che assumiamo: sempre meno biologico e sempre più manipolato, conservato, irradiato, mangiato fuori stagione.

L'esame consente di conoscere le esatte necessità individuali vitaminico/minerali e gli alimenti necessari per riordinare un organismo; i controlli successivi permettono di conoscere l'andamento della terapia e le reazioni della stessa. L'analisi del mineralogramma consente di visionare la cellula per osservare e comprendere il suo specifico metabolismo, in quanto quest'ultimo non avviene nel sangue o nelle urine. Nel laboratorio, il campione dei capelli viene lavato con una soluzione neutra, per eliminare le sostanze esterne; successivamente i capelli vengono sciolti in soluzione acida poi analizzata da uno spettrofotometro ad assorbimento atomico od a scansione, capaci di determinare la presenza dei minerali cercati in parti per milione o addirittura per miliardo. Quest'analisi ha una importante caratteristica: non è influenzata da eventi esterni come: medicazioni, fasi digestive, emozioni, stress e, come già detto, fornisce le indicazioni sui livelli di minerali intracellulari. Il fatto invece di poter considerare i livelli di intossicazione intracellulari, permette di controllare l'intero

funzionamento metabolico dell'organismo e di poter meglio intervenire con terapie adatte, oltre al fatto di conoscere anche i fattori tossici che sempre più sono coinvolti nelle malattie.

Con questo test si ottengono informazioni sui rapporti qualitativi fra i minerali, sul grado di stress, sul tipo ossidativo e sulle disfunzioni metaboliche ancora prima che si manifestano i sintomi; con questa tecnica, si possono conoscere completamente le alterazioni nutrizionali di un soggetto, cioè le sue personali intossicazioni. Esso permette di misurare la funzione del sistema nervoso autonomo; determinare i valori ideali dei minerali nel corpo ed ottenere la possibilità di sapere quali sono i minerali integratori da fornire all'organismo interessato ed infine permette di correlare gli stati patologici, psicologici e mentali con gli stati di ossidazione cellulare. Una volta conosciuti i valori dei singoli componenti, si conosceranno le eccedenze o le carenze dei minerali che non sono facilmente rilevabili per esempio dalle analisi del sangue; troveremo le intossicazioni accumulate nell'organismo o le carenze di fattori vitali sempre indispensabili al buon funzionamento della macchina umana. Ogni laboratorio oltre a fornire i dati su metalli tossici e minerali, sia ponderali che traccia, sarà in grado di fornire le indicazioni di massima per il tipo e l'utilizzo degli integratori adatti al ripristino dei valori normali corporei.

torna al sommario

torna alle fonti di inquinamento dell'alluminio

Animali e inquinamento

torna al sommario

Esempi:

La capacità di un animale di segnalare rischi ambientali dipende da alcune condizioni, e i cosiddetti "*gatti di Minamata*" sono un esempio del ruolo fondamentale che, nell'uso degli animali-sentinella, ha la particolare sensibilità delle diverse specie a un certo inquinante. Agli inizi degli anni Settanta, nella baia di Minamata, in Giappone, si verificò un gravissimo inquinamento da mercurio, scaricato da una fabbrica nell'acqua. I pesci, particolarmente resistenti a questo metallo, non morirono, ma gli abitanti del luogo, che si cibavano di rilevanti quantità di pesce inquinato, furono colpiti da diverse patologie (malformazioni e aborti, gravi alterazioni nervose e così via). In questa occasione i gatti, che sono particolarmente sensibili al mercurio, furono colpiti dalla cosiddetta "sindrome danzante", sintomo di una encefalite tossica, che sia pure tardivamente indirizzò verso la scoperta della natura e dell'origine

dell'intossicazione. Purtroppo il segnale inviato dai gatti, che si ammalavano e morivano prima degli uomini, non fu interpretato tempestivamente e gli interventi sulla popolazione umana furono tardivi, quando i danni erano già stati provocati. Un altro esempio della sensibilità specifica a taluni inquinanti ambientali è senza dubbio la cosiddetta "*anemia del cane del garagista*", una particolare forma di saturnismo (intossicazione da piombo) causata dal piombo tetraetile presente nelle benzine e che si accumula nell'aria soprattutto nelle autorimesse sotterranee, con scarsa ventilazione. Il cane (come altri canidi) è molto sensibile al piombo, e infatti nei canidi selvatici dello zoo di Milano, posto al centro della città e oggi chiuso, furono riscontrate forme analoghe di saturnismo. Il benzene e gli altri composti aromatici contenuti nei carburanti cosiddetti verdi sono pericolosi cancerogeni. Di norma vengono bruciati dal motore e dalla marmitta catalitica, purché sia efficiente e soprattutto ben calda. Ma quando l'auto (soprattutto se vecchia e la combustione non ben regolata) viene avviata in garage, nell'aria si accumulano composti cancerogeni pericolosi per il cane ma anche per l'uomo.

Gli animali sentinella:

Gli *uccelli*, soprattutto di piccola dimensione, sono molto sensibili agli inquinanti e quindi tra le migliori sentinelle, ciò è dovuto al fatto che hanno un metabolismo molto elevato e assumono grandi quantità di inquinanti rispetto al loro peso. Un uccellino ogni giorno mangia una quantità di cibo pari al proprio peso: sarebbe come se un uomo mangiasse settanta chili di alimenti al giorno! Per la stessa ragione un piccolo uccello respira molta aria. Se nel cibo o nell'aria sono presenti inquinanti, anche in concentrazioni poco dannose per l'uomo, l'uccellino può riportarne gravi danni e morire: segnali che, se individuati e correttamente interpretati, possono portare all'identificazione di un rischio ambientale. All'opposto, animali che hanno un metabolismo rallentato, come tutti gli animali a sangue freddo (rettili, anfibi, tartarughe, pesci), sono anche meno sensibili agli inquinanti e dunque "cattive" sentinelle. A questo riguardo è importante segnalare che, tra gli animali marini, i cetacei come i delfini e le foche (che sono a sangue caldo) sono più sensibili agli inquinanti dei pesci.

Bioconcentrazione:

Nell'immediato dopoguerra, con la diffusione delle prime centrali nucleari, si ebbero incidenti apparentemente limitati e, nelle zone vicine alle centrali, si constatò che le volpi presentavano alterazioni alla tiroide. Il fenomeno, quando venne pienamente alla luce, allarmò i responsabili sanitari locali, che avevano sottovalutato la "*bioconcentrazione*" che si manifesta negli animali che si trovano in una posizione elevata della catena alimentare. Un animale infatti può ospitare nel suo organismo un inquinante in una concentrazione molto bassa e trascurabile per la sua salute. Se l'inquinante è però resistente ai processi metabolici e l'animale viene mangiato da un altro, si ha una concentrazione dell'inquinante nel predatore. Se il processo di predazione, secondo il concetto per cui il pesce grosso mangia il pesce piccolo, si ripete molte volte, attraverso un processo detto appunto di

bioconcentrazione, negli animali al vertice della catena alimentare l'inquinante può raggiungere concentrazioni pericolose, soprattutto per le specie particolarmente sensibili a quelle sostanze. Le volpi, predatori posti quasi al vertice di una catena alimentare, mangiando roditori o altri animali, che a loro volta si cibano di insetti o erbe contaminate da iodio radioattivo sfuggito dalle centrali nucleari, avevano concentrato nella loro tiroide iodio radioattivo in quantità tale da risentirne. La determinazione della radioattività nella tiroide delle volpi si rivelò un prezioso mezzo di identificazione della fuga anche di piccole quantità di iodio radioattivo, dovuta al cattivo funzionamento dei filtri. Gli animali sono stati coinvolti anche nell'incidente nucleare di Cernobyl. Tuttavia, data l'evoluzione delle tecnologie di rilevamento dei diversi componenti radioattivi, in particolare iodio e cesio, la loro funzione di sentinelle è stata limitata. Invece è stato molto importante il loro ruolo di filtro e di concentrazione degli elementi radioattivi, in riferimento alla produzione di alimenti per l'uomo, per verificare la presenza di iodio nel latte e di cesio nelle carni.

Animali filtro:

In diverse aree, per esempio nella zona di Treviso, nelle *mucche* è stata rilevata un'intossicazione cronica da cromo esavalente, rintracciato nell'acqua e proveniente da industrie di cromatura dei metalli. Si è cominciato ad avere il sospetto di un'intossicazione perché le mucche, che bevono elevate quantità di acqua (anche mezzo quintale al giorno), avevano ridotto la loro fertilità. La conferma dell'intossicazione da cromo esavalente è venuta quando sono state riscontrate elevate quantità di questo metallo nei reni delle mucche, organi-bersaglio dell'inquinante. Il cromo esavalente è tossico anche per l'uomo e, individuato il tipo di inquinamento e la sua fonte, è stato possibile intervenire e salvaguardare anche la salute delle persone.

Attraverso questi meccanismi di biodistruzione e di deposito in organi o tessuti non alimentari, il latte e la carne sono alimenti che in buona parte vengono protetti dagli inquinanti grazie all'azione di *filtro*. Minore protezione si ha invece mangiando organi filtro come i rognoni (rene), il fegato o altre frattaglie.

Le *api* sono insetti che, per produrre il *miele*, raccolgono il polline visitando molti fiori e quindi battendo vaste aree. Perciò esiste la possibilità che non solo raccolgano inquinanti, ma anche che li concentrino nel miele. A questo punto occorre fare una distinzione tra gli inquinanti innocui o tossici per le api. Le api concentrano nel miele gli inquinanti che per loro sono poco pericolosi. Per esempio il cadmio è un metallo pesante pressoché innocuo per le api, ma non per i mammiferi, uomo compreso. Si è visto che certe qualità di carbone contengono cadmio che è diffuso dai fumi di combustione, se questi non vengono purificati con filtri adeguati. E si è dimostrato che il miele prodotto da api di arnie poste sotto vento rispetto a centrali termoelettriche a carbone, i cui fumi non erano ben filtrati, conteneva sensibili quantità di cadmio, difficilmente rilevabili con analisi ambientali. In questo caso le analisi sul miele hanno evidenziato un rischio per l'uomo e gli animali a sangue caldo. Quando invece le api vengono a contatto con inquinanti per loro tossici, come i pesticidi

organofosforici, e le concentrazioni sono elevate, si ha in esse una mortalità variabile e, dal numero di api morte che vengono raccolte attorno all'alveare, si può risalire al rischio pesticidi nella zona.

E' sempre più ovvio il concetto che un alimento sano può derivare soltanto da un ambiente sano. E l'ambiente comprende anche l'alimento di cui si nutrono gli animali. Gli animali possono svolgere un'azione di *filtro* senza pregiudicare la qualità degli alimenti da loro prodotti, ma al tempo stesso svolgendo la funzione di *animali-sentinella*. I ruminanti (bovini e pecore) sono efficaci filtri per il piombo alimentare: non lo si ritrova nel latte e nelle carni, ma rintracciarlo nelle loro ossa è un indicatore della presenza del metallo nell'ambiente. Lo stesso avviene nel cavallo per quanto riguarda il cadmio, che si deposita nella milza, e proprio per questo in Italia è in atto un monitoraggio utilizzando il cavallo come animale-sentinella. Il mercurio si concentra soprattutto nelle catene alimentari marine e la sua concentrazione aumenta negli animali più in alto nella catena della predazione: per esempio nel pesce spada e nel tonno. Per questo esiste una normativa di monitoraggio del mercurio nel pesce. E' interessante ricordare che i livelli di sicurezza stabiliti per l'uomo sono diversi da quelli stabiliti per gli animali per i quali i livelli sono più bassi, in quanto spesso sono più sensibili dell'uomo. Con un corretto monitoraggio degli animali produttori di alimenti per l'uomo, sfruttando gli organi bersaglio e usando contemporaneamente i concetti di animale-sentinella e animale-filtro è possibile controllare la qualità dell'ambiente e assicurare all'uomo alimenti sani e non rischiosi.

torna al sommario

torna all'avvelenamento da mercurio

Malattie

IPOPATIROIDISMO

malattia caratterizzata dall'insufficiente secrezione di paratormone da parte delle paratiroidi (4 piccole ghiandole situate dietro alla tiroide).
Il paratormone ha la funzione di controllare la concentrazione di calcio e fosforo nel sangue andando ad agire a livello dell'intestino, dei reni e delle ossa. La carenza di questo ormone determina una ridotta concentrazione di calcio nel sangue che, a sua volta, è responsabile delle manifestazioni dell'ipoparatiroidismo.

Quando la malattia insorge lentamente i pazienti possono essere quasi o del tutto asintomatici fino a che le concentrazioni di calcio non risultano eccessivamente ridotte.
Le manifestazioni sono a carico del sistema nervoso (sensazioni di formicolio persistente alle dita delle mani, dei piedi ed intorno alla bocca), dei muscoli (contrazioni involontarie dei muscoli delle braccia, delle gambe e del volto), della pelle (che si presenta arida e soggetta ad infezioni fungine), delle unghie (che appaiono fragili, deformate, con striature trasverse), dei peli (che risultano diradati a livello delle ascelle e del pube), degli occhi (cataratta), del cuore (scompenso cardiaco, aritmie) e dell'intestino (malassorbimento intestinale).
La terapia: è di tipo sostitutivo ovvero viene dato per bocca, con cadenza giornaliera, il calcio che manca all'organismo.

torna al sommario

torna alle fonti di inquinamento dell'alluminio

OSTEOMALACIA

malattia scheletrica, caratterizzata da rammollimento delle ossa con produzione di deformità.

torna al sommario

torna alle fonti di inquinamento dell'alluminio

torna alla sindrome itai - itai

MORBO DI PARKINSON

è una degenerazione cronica e progressiva che interessa prevalentemente una piccola parte del sistema nervoso centrale chiamata *sostanza nera*, dove viene prodotta la *dopamina*, un neurotrasmettitore essenziale per un controllo efficace e accurato dei movimenti di tutto il corpo. É caratterizzata da tremore, rigidità e difficoltà nei movimenti.
Nelle fasi iniziali della malattia, i sintomi possono variare da persona a persona, ma, il sintomo caratteristico del morbo di Parkinson è il tremore della mano, che si manifesta generalmente a riposo ed è assente quando invece la mano viene utilizzata. Il tremore, associato a rigidità e difficoltà nei movimenti, inizia generalmente alla mano destra o al piede destro, può scomparire da un arto e colpirne un altro, finché, estendendosi progressivamente, nel volgere di due anni interessa entrambi i lati del corpo, facendo assumere alla persona un'andatura caratteristica: il tronco è inclinato in avanti mentre la colonna vertebrale, le anche, le ginocchia e le caviglie restano leggermente piegate. La scrittura diviene caratteristicamente tremante e con caratteri più piccoli (*micrografia*), la voce diviene flebile e qualche volta rauca, cambia l'espressione del volto dovuta alla riduzione della mimica facciale. Inoltre possono manifestarsi perdita involontaria di saliva, particolarmente di notte, ansia o depressione. Con il passare del tempo la situazione degenera per cui si resta immobili a letto. Il periodo entro il quale tutto questo processo si compie, varia da persona a persona, ma generalmente resta compreso tra i 10 ed i 20 anni.

torna al sommario
torna alle fonti di inquinamento dell'alluminio

DISPNEA

è un sintomo. I pazienti lamentano: “respiro breve”, “affanno”, “oppressione”, “incapacità a respirare profondamente”, ”soffocamento”, “mancanza d’aria”, o “dolore durante la respirazione”.

torna al sommario

torna alla tabella sull'alluminio

COLITE

è una infiammazione del rivestimento del colon o dell'intestino crasso, vi sono vari tipi di colite, con riferimento alla vastità della infiammazione, alla parte colpita e alla gravità dei sintomi. Allo stato iniziale la malattia è caratterizzata da crampi o dolori addominali, diarrea, bisogno di evacuare più volte al giorno, con l'aggravarsi della malattia si può avere sanguinamento rettale, muco e pus, febbre, crampi prima della evacuazione, fastidiosa sensazione di pienezza, anemia da carenza di ferro, calo di peso. In genere, in presenza di questa malattia, invece di essere assorbiti dall'organismo l'acqua ed i minerali, questi vengono rapidamente eliminati attraverso la parte inferiore del canale alimentare, provocando perdita di peso ed eventualmente disidratazione ed anemia.

torna al sommario

torna alle fonti di inquinamento dell'alluminio

torna alla tabella sull'alluminio

COLICHE

Il termine “colica” serve per indicare qualsiasi dolore legato alla contrattura o allo spasmo di un organo cavo, cioè vuoto nel mezzo, come sono quindi gli intestini, gli ureteri, il coledoco, la colecisti o cistifellea ecc.
Così ci sarà colica renale o ureterale, quando per la presenza di sabbiolina oppure di un calcolo, si verifica la irritazione dell'uretere e di conseguenza la sua contrattura; colica addominale quando ad esempio si crea una grossa bolla d'aria nello stomaco e questo fa male la colica sarà quindi dovuta alla

contrattura persistente del colon che è irritato. Per quanto riguarda la colica epatica, è opportuno ricordare che i calcoli non possono formarsi nel fegato, ma all'interno della Colecisti, che è il sacchettino di raccolta della bile, situato proprio sotto al fegato, e all'interno del coledoco, che è il canale che congiunge il fegato prima con la colecisti, e successivamente con l'intestino. Nel coledoco passa comunque la bile, che viene prodotta dal fegato.

torna al sommario

torna alle fonti di inquinamento dell'alluminio

torna alla tabella sull'alluminio

torna all'avvelenamento da piombo

LEUCOCITOSI

Per leucocitosi si intende l'aumento del numero dei globuli bianchi del sangue al di sopra dei valori normali (5000-8000 per ml) senza alterazione della loro qualità.

torna al sommario

torna alla tabella sull'alluminio

PORFIRIA

Malattia metabolica dovuta a un difetto nella sintesi della porfirina, molecola che, all'interno dei globuli rossi, forma il gruppo eme dell'emoglobina. Il sintomo principale è un dolore all'addome intenso e persistente, che può essere avvertito anche nella schiena o nelle cosce. Altri sintomi frequenti sono: nausea, vomito, costipazione e in misura minore ipertensione, tachicardia, sudorazione, pallore. Inoltre esiste il pericolo di comparsa di complicazioni neurologiche, come la paralisi. Un buon indizio per una diagnosi positiva è dato dall'alterazione del colore dell'urina, che durante l'attacco diventa di colore mogano.

torna al sommario

torna alla tabella sull'alluminio

CEFALEA

detta comunemente "mal di testa", è uno dei disturbi più comuni e più fastidiosi ma ancora privo di

una esatta ed esauriente spiegazione scientifica. Si presenta come un dolore alla testa, diffuso o circoscritto, pulsante o fisso, talvolta accompagnato da altri sintomi (vomito, febbre, vertigini, aumento della lacrimazione, fotosensibilità). Questo stato spiacevole può durare da qualche minuto fino a molte ore, ripresentandosi ad intervalli regolari (cefalea cronica) o soltanto sporadicamente, anche a distanza di molto tempo. La sensazione di dolore che si avverte è dovuta al fatto che il cervello percepisce alcune anomalie a suo carico, dovute a motivi non sempre conosciuti: l'ingrossamento dei vasi sanguigni, l'attivazione di alcune fibre nervose o la contrazione di alcuni muscoli pericranici, ad esempio. In altri casi, la cefalea è provocata da alcuni stati patologici, di cui è sintomo (cefalea secondaria), per cui la cura del malessere primario attenua o fa scomparire anche il mal di testa.

torna al sommario

torna alla tabella sull'alluminio

PSORIASI

patologia cronica della superficie cutanea, caratterizzata dalla comparsa di placche sulla superficie cutanea. La psoriasi, che alterna periodi di regressione a momenti di accentuazione dei sintomi, ha cause sconosciute. Nei malati è stato osservato un ricambio insolitamente rapido delle cellule dell'epidermide: infatti, la cute normale produce ogni giorno circa 1.200 cellule per cm2; nella cute psoriasica vengono prodotte 35.000 nuove cellule per cm2 al giorno. Anche la durata della vita media delle cellule è molto ridotta, passando dai 15 giorni nella cute normale a 36 ore in quella psoriasica. La malattia può causare poche lesioni molto piccole, e quindi arrecare solo un modesto danno estetico, o può interessare la maggior parte della superficie cutanea, mettendo in pericolo la stessa vita del malato. Tipicamente vengono colpiti gomiti, ginocchia, cuoio capelluto e petto; nuove lesioni possono presentarsi nelle sedi sottoposte a traumi. La psoriasi non colpisce quasi mai i soggetti con la pelle scura e, spesso, all'interno della stessa famiglia, è ricorrente, ovvero tende a presentarsi in diversi membri di quella famiglia.

torna al sommario

torna alla tabella sull'alluminio

STIPSI (o stitichezza)

disturbo dovuto ad alterazioni della motilità intestinale, che determinano un'evacuazione irregolare di feci secche e dure. La stipsi può essere un sintomo di gravi affezioni; nella maggior parte dei casi essa è, tuttavia, dovuta a un insufficiente apporto di liquidi o di fibre nella dieta, a preoccupazioni e ansia, o talvolta all'uso di farmaci. Per alleviare il disturbo sono in genere sufficienti pasti adeguatamente ricchi di fibre dietetiche ed esercizio fisico.

torna al sommario

torna alla tabella sull'alluminio

torna all'avvelenamento da piombo

OTTUNDIMENTO

mancanza di consapevolezza di tutte le sensazioni esterne e interne presenti in un dato momento.

torna al sommario

torna alla tabella sull'alluminio

GOTTA

Complessa malattia causata da difetti del metabolismo dell'acido urico, prodotto di rifiuto del metabolismo che si accumula in concentrazioni anomale nel sangue e in altre parti dell'organismo. Normalmente è eliminato attraverso l'attività dei reni, ma se, per qualche ragione, la quantità di acido urico è superiore a quella che il rene riesce a smaltire, si accumula formando dei cristalli. La deposizione di questi cristalli che assumono configurazione aghiforme nella pelle, nelle articolazioni e nei reni crea dolore. Una dieta ricca di vino e birra, oltre che di cibi altamente proteici, può scatenare singoli attacchi dolorosi, ma non innesca il vero e proprio processo patologico. L'incidenza degli attacchi, in genere, non sembra essere influenzata né dal clima né dalla stagione. La gotta è rara nelle persone sotto i 30 anni; il 10-20% dei casi presenta una storia familiare della malattia. Circa il 95% delle vittime di questa affezione sono di sesso maschile. Gli attacchi acuti sono caratterizzati da forte dolore alle articolazioni, ai piedi (spesso all'alluce), alle caviglie e alle ginocchia e, meno spesso, all'anca, alla spalla, al polso o al gomito. In genere, l'attacco inizia all'improvviso e l'articolazione diventa gonfia, arrossata, infiammata e molto dolente. Se non trattati, gli attacchi possono durare da pochi giorni a oltre una settimana.

torna al sommario

torna all'avvelenamento da piombo