

# **METALLI**

**Università degli Studi di Ferrara  
Sezione di Igiene e Medicina del Lavoro**

# METALLI

- **I metalli (dal greco “metallon” miniera, quindi minerale) sono elementi chimici solidi a temperatura ambiente (ad eccezione del mercurio), spesso lucenti, buoni conduttori di elettricità e calore, malleabili, duttili**
- **Sono presenti in natura nell’aria, nell’acqua, nel suolo e di conseguenza negli alimenti**

# **METALLI**

**Sono definiti essenziali e tossici**

- **Essenziali, perché necessari, a bassissime dosi, per alcune funzioni dell'organismo**
- **Tossici perché in dosi elevate determinano effetti dannosi per la salute**
- **Lo stesso elemento, quindi, può essere essenziale a basse dosi e divenire tossico a dosi più elevate**

# METALLI

## METALLI TOSSICI:

- piombo
- arsenico
- cadmio
- cromo
- nichel
- manganese
- febbre da fumi metallici

# PIOMBO

- **E' un metallo di colore grigiastro, duttile, con punto di fusione a circa 330°C ed emissione di vapori a 450°C**
- **E' noto dall'antichità ed è relativamente abbondante sulla crosta terrestre**
- **E' molto resistente alla corrosione, ma al contatto con l'aria si ossida e annerisce**

# PIOMBO

## ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

- **Industria estrattiva, metallurgica e raffinazione**
- **Produzione e lavorazione di oggetti in piombo e di leghe contenenti piombo**
- **Industria ceramica e del vetro (smalti al Pb)**
- **Lavori di verniciatura e raschiatura di vernici al Pb**
- **Industria chimica e farmaceutica**
- **Costruzione e demolizione di accumulatori e radiatori**
- **Saldatura al piombo**

# **PIOMBO**

## **TOSSICOCINETICA**

**Assorbimento**

**Distribuzione**

**Escrezione**

# **PIOMBO**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Assorbimento**

- **via respiratoria: dipende dalla granulometria, dalla solubilità dei composti di Pb e dalla frequenza respiratoria**
- **via digerente: ingerito con cibi e bevande**
- **via cutanea: in particolare i piombo-alchili perché liposolubili**

# **PIOMBO**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Distribuzione**

- **Torrente circolatorio: si lega all'albumina del plasma e all'emoglobina dei globuli rossi**  
Il tempo di dimezzamento del Pb nel plasma è di 1-2 giorni, nel sangue intero 28-35 giorni
- **ossa**
- **reni**
- **fegato**
- **tiroide**
- **midollo emopoietico**

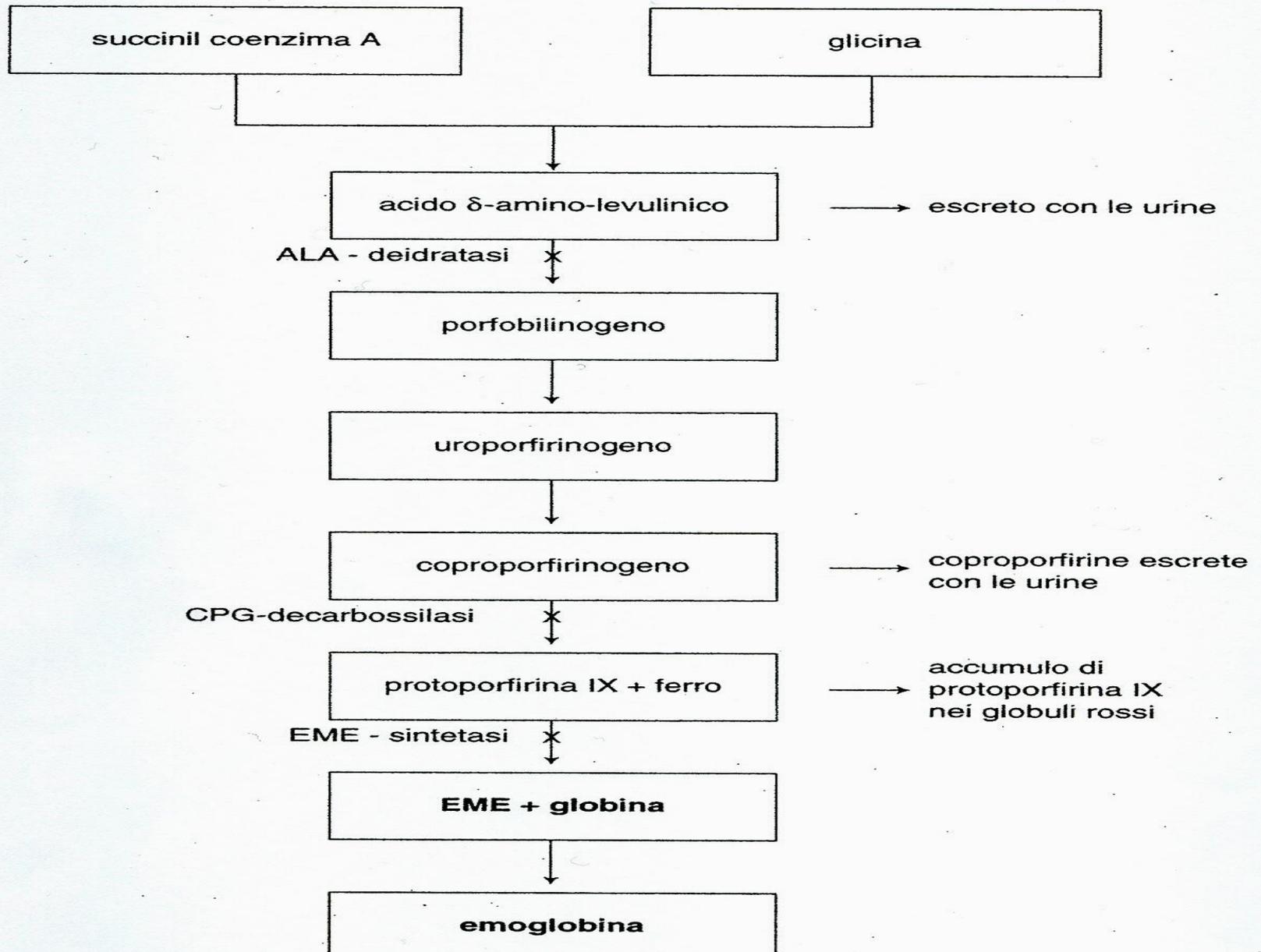
# **PIOMBO**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Escrezione**

- **attraverso l'urina: il 50-60% del Pb**
- **attraverso le feci: il 25% del Pb**

# BLOCCO ENZIMATICO DEL PIOMBO NELLA SINTESI DELL'EME



# **PIOMBO**

## **TOSSICITÀ**

**Intossicazione acuta**

**Intossicazione cronica**

# PIOMBO

## TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta: colica saturnina**

**oggi rara, si manifesta con:**

- **dolore addominale diffuso, a fascia o periombelicale**
- **stipsi ostinata**
- **bradicardia e ipertensione**
- **oliguria (riduzione al 50-60% del filtrato glomerulare)**
- **anemia moderata normocromica con segni di iperemolisi**

# **PIOMBO**

## **TOSSICITÀ**

### **Intossicazione cronica: Saturnismo**

- **anemia con alterazioni eritrocitarie: aumento delle protoporfirine, per il blocco della via metabolica che porta alla sintesi di eme, alterazioni mitocondriali, eritrociti immaturi in circolo**
- **coliche addominali, stipsi**
- **alterazione del metabolismo purinico, gotta**
- **nefrosclerosi con ematuria, proteinuria, cilindruria, oliguria e ipertensione**

# **PIOMBO**

## **TOSSICITÀ**

### **Intossicazione cronica: Saturnismo**

- **alterazioni cognitive, astenia, parestesia ed irritabilità, cefalea, amnesia, encefalopatia (frequente nei bambini, più rara nell'adulto)**
- **infertilità nella donna, nell'uomo anomalie spermatiche ed oligospermia**
- **paresi del radiale, la velocità di conduzione motoria risulta alterata per la demielizzazione**
- **disturbi trofici gengivali (orletto di Burton): ha origine per reazione del piombo presente nei capillari con l'idrogeno solforato dei residui alimentari**

# PIOMBO

## Monitoraggio biologico

### Indicatori di esposizione

- **Piombemia: concentrazione piombo nel sangue**
- **Piomburia: concentrazione piombo nell'urina**  
**Si eleva dopo due settimane (meno indicativa)**
- **Piombemia dopo somministrazione di 1 g di sale monocalcico bisodico dell'acido etilen-diamino-tetracetico (CaNaEDTA), agente chelante del piombo (test non applicato nella routine)**  
**Se elevata, indica la presenza di riserve tissutali di Pb, anche diversi anni dopo la cessazione del lavoro**

# PIOMBO

## VALORI LIMITE (D.Lg 81/2008)

- Valore limite di esposizione ambientale professionale:

Piombo inorganico 0,150 mg/m<sup>3</sup>

- Valore limite biologico:

60 µg Pb/100 ml di sangue

per le lavoratrici in età fertile il riscontro di valori di piombemia superiori a 40 µg/di100 ml di sangue comporta, comunque, allontanamento dall'esposizione

# PIOMBO

## SORVEGLIANZA SANITARIA (ALLEGATO XXXIX D. Lg 81/2008)

**Si effettua obbligatoriamente quando l'esposizione alla concentrazione di Pb nell'aria supera  $0,075 \text{ mg/m}^3$  oppure la concentrazione di Pb nel sangue supera  $40 \text{ }\mu\text{g/100ml}$**

# **PIOMBO**

## **SORVEGLIANZA SANITARIA**

**(D.Lg 81/2008)**

### **Visita preventiva**

- **visita medica**
- **es. emocromocitometrico**
- **es. funzionalità renale**
- **es. urine**
- **microproteïnuria**

# **PIOMBO**

## **SORVEGLIANZA SANITARIA**

**(D.Lg 81/2008)**

### **visita periodica**

- **visita medica annuale con es. emocromocitometrico, piombemia, es. funzionalità renale, es urine, microproteinuria**
  - **controlli semestrali per piombemia**  
**> 30µg/100ml uomini e 20µg/100ml donne**
  - **controlli trimestrali per piombemia**  
**> 40µg/100ml uomini e 30µg/100ml donne**

**In casi selezionati visita specialistica neurologica, elettromiografia, Holter pressorio e cardiaco**

**PIOMBO**  
**SORVEGLIANZA SANITARIA**  
**(D.Lg 81/2008)**

**visita medica**

- **su richiesta del lavoratore e qualora il Medico Competente ne confermi l'opportunità**

# ARSENICO

- **E' molto diffuso in natura, raramente in forma libera**
- **Si ritrova ad alte concentrazioni nelle rocce vulcaniche (10 mg/Kg), in minore quantità nelle acque (da qualche  $\mu\text{g/l}$  a diverse centinaia di  $\mu\text{g/l}$ )**
- **E' presente anche nei cibi (500  $\mu\text{g/Kg}$ ) , particolarmente nei crostacei (100 mg/Kg)**

# ARSENICO

## ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

- **produzione del vetro (sbiancatura)**
- **produzione di chips per l'industria elettronica**
- **metallurgia non ferrosa (cuproleghe, nichel)**
- **produzione di coloranti**
- **produzione di ceramiche**
- **produzione di pesticidi ed erbicidi (in Italia attualmente è proibito)**

# **ARSENICO**

## **TOSSICOCINETICA**

**Assorbimento**

**Distribuzione**

**Escrezione**

# ARSENICO

## TOSSICOCINETICA

### Assorbimento

- **via respiratoria: dipende dalla granulometria, dalla solubilità dei composti inalati e dalla frequenza respiratoria**
- **via digerente: ingerito con cibi e bevande**
- **via cutanea**

# **ARSENICO**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Distribuzione**

**Attraverso il torrente circolatorio si distribuisce:**

- **pelle ed annessi cutanei (tropismo verso i gruppi SH della cheratina)**
- **polmoni**
- **fegato**
- **reni**

# ARSENICO

## TOSSICOCINETICA

### Escrezione

- attraverso l'urina nella maggior parte
- attraverso le feci

# **ARSENICO**

# **TOSSICITÀ**

**Intossicazione acuta**

**Intossicazione cronica**

**Cancerogenicità**

# ARSENICO

## TOSSICITÀ

### Intossicazione acuta

accidentale o dolosa, raramente professionale, è caratterizzata da:

- gastroenterite acuta (nausea, vomito, dolori addominali, diarrea coleriforme)
- emolisi (arsina)
- disidratazione
- shock
- insufficienza renale acuta con oliguria ed anemia

# ARSENICO

## TOSSICITÀ

### Intossicazione cronica

- **disturbi gastrointestinali con complicazioni epato-renali**
- **decadimento condizioni generali ed astenia**
- **dermatite polimorfa (vescicolo-papillare, esfoliativa) con melanodermia**
- **alterazione degli annessi cutanei (distrofia ungueale e caduta dei capelli)**
- **polineurite**

# **ARSENICO**

## **TOSSICITÀ**

### **Cancerogenicità**

**L'Arsenico è un agente cancerogeno certo, gruppo A1, secondo la IARC (International Agency for Research on Cancer)**

**È responsabile certo di neoplasie :**

**polmonari**

**cutanee (epiteliomi)**

**È ancora dubbia la responsabilità dell'arsenico per le neoplasie:**

**seni paranasali**

**epatiche**

# ARSENICO

Monitoraggio biologico

Indicatori di esposizione

- **As urinario totale è il migliore indicatore di esposizione, influenzato però dall'As introdotto con la dieta**
- **Arseniemia (meno indicativa)**

# CADMIO

## ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

- **saldobrasatura di leghe contenenti Cd**
- **produzione accumulatori alcalini (Ni-Cd)**
- **trattamenti galvanici (cadmiatura)**
- **produzione ed uso di pigmenti (alcuni gialli)**
- **metallurgia del Cd e sue leghe**
- **fusione di metalli o rottami contenenti Cd**

# **CADMIO**

## **TOSSICOCINETICA**

**Assorbimento**

**Distribuzione**

**Escrezione**

# **CADMIO**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Assorbimento**

- **via respiratoria: polveri e vapori, viene assorbita una percentuale di Cd compresa tra il 20 e il 50%**
- **via digerente in minore quantità (2 - 10%)**
- **via cutanea per i composti solubili**

# **CADMIO**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Distribuzione**

- **torrente circolatorio: si lega ai globuli rossi**
- **organi bersaglio:**
- **rene (organo critico, tubulo prossimale deputato al riassorbimento del cadmio già filtrato dai glomeruli )**
- **polmone**
- **osso**

# CADMIO

## TOSSICOCINETICA

### Escrezione

- attraverso l'urina nella maggior parte
- attraverso le feci

# CADMIO

## TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta**

**Intossicazione cronica**

**Cancerogenicità**

# **CADMIO**

## **TOSSICITÀ**

### **Intossicazione acuta**

- **broncopolmonite chimica grave ed edema polmonare per inalazione massiva**
- **complicazioni gastroenteriche ed epatorenali**

# **CADMIO**

## **TOSSICITÀ**

### **Intossicazione cronica**

- **nefropatia tubulare prossimale con microproteinuria, glicosuria normoglicemica, aminoaciduria e fosfaturia**
- **rinite cronica e anosmia**
- **enfisema polmonare**
- **osteomalacia**
- **fratture spontanee (malattia itai-itai, in Giappone per il consumo di pesce contaminato))**

# **CADMIO**

## **TOSSICITÀ**

### **Cancerogenicità**

**Il Cadmio è un agente cancerogeno certo, gruppo A1, secondo la IARC (International Agency for Research on Cancer)**

**È responsabile certo di neoplasie :**

**polmonari**

**seni paranasali**

**È ancora dubbia la responsabilità del cadmio per la neoplasia:**

**prostatica**

# CADMIO

## Monitoraggio biologico

### Indicatori di esposizione

- **cadmiemia**
- **cadmiuria (risulta normale finchè non vi è una lesione del tubulo renale)**

### Indicatori di effetto

- **$\beta_2$  microglobulina urinaria**

# CROMO

- **Metallo molto resistente, viene per questo utilizzato nella produzione di leghe speciali**
- **Chimicamente è presente nelle forme**
  - **trivalente (III)**
  - **esavalente (VI, più pericoloso in quanto entra più facilmente nelle strutture cellulari)**

# CROMO

## ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

- lavorazioni e trattamenti galvanici (cromatura)
- concia delle pelli
- produzione saldatura di acciai speciali
- produzione di cromati
- produzione-uso di pigmenti al cromo
- edilizia e uso di cemento contenente bicromato

# **CROMO**

## **TOSSICOCINETICA**

**Assorbimento**

**Distribuzione**

**Escrezione**

# **CROMO**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Assorbimento**

- **via respiratoria**
- **via cutanea**

# **CROMO**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Distribuzione**

- **Il cromo VI è il più dannoso.**

**Nel passare attraverso le membrane biologiche, viene ridotto a cromo III, provocando un effetto irritativo (effetto ustione)**

- **Il cromo III, poi, si lega alle proteine plasmatiche**

**Organo bersaglio:**

- **polmone**

# **CROMO**

# **TOSSICOCINETICA**

## **Escrezione**

- **attraverso l'urina**

# **CROMO TOSSICITÀ**

**Effetto irritativo**

**Effetto sensibilizzante**

**Effetto cancerogeno**

# **CROMO**

## **TOSSICITÀ**

### **Effetto irritativo**

#### **Cute**

- **dermatite ulcerativa (piccole ustioni a mezzo chicco di riso)**

#### **Apparato respiratorio**

- **rinite cronica**
- **ulcerazione del setto nasale (con perforazione da parte a parte)**
- **faringite, laringite, bronchite croniche**

#### **Apparato digerente**

- **gastroduodeniti per ingestione di cromo**

# **CROMO**

# **TOSSICITÀ**

## **Effetto sensibilizzante**

### **Cute**

- **dermatite allergica di tipo IV (eczema da cemento per la presenza di bicromato))**

### **Apparato respiratorio**

- **Asma (il complesso Cr-proteina ha la funzione di antigene)**

# **CROMO TOSSICITÀ**

## **Cancerogenicità**

**Il Cromo è un agente cancerogeno certo, gruppo A1, secondo la IARC (International Agency for Research on Cancer)**

**È responsabile certo di:**

- carcinoma broncopolmonare**
- epiteloma nasale (seni paranasali)**

# **CROMO**

**Monitoraggio biologico**

**Indicatori di esposizione**

- **cromo urinario:**
  - **a fine turno lavorativo**
  - **differenza fine-inizio turno**
  - **fine settimana lavorativa**

# NICHEL

## ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

- **produzione di acciai speciali e inossidabili, leghe**
- **rivestimenti galvanici (nichelatura)**
- **produzione di monete**
- **produzione di batterie ricaricabili e catalizzatori**
- **raffinazione (prodotto intermedio nichel carbonile)**

# **NICHEL**

## **TOSSICOCINETICA**

**Assorbimento**

**Distribuzione**

**Escrezione**

# **NICHEL**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Assorbimento**

- **apparato respiratorio**
- **apparato gastrointestinale**

# **NICHEL**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Distribuzione**

**organi bersaglio:**

- **polmone (organo critico)**
- **tiroide**
- **ghiandole surrenali**
- **rene**
- **fegato**

# NICHEL

## TOSSICOCINETICA

### Escrezione

- **attraverso l'urina nella maggior parte**
- **attraverso le feci in minima parte**
- **attraverso il sudore**

**NICHEL**

**TOSSICITÀ**

**Manifestazioni cliniche**

**Cancerogenicità**

# NICHEL

## TOSSICITÀ

### Manifestazioni cliniche

- **irritazione apparato respiratorio**
- **edema polmonare, polmonite, enfisema**
- **dermatite da contatto (eczema professionale)**

# NICHEL TOSSICITÀ

## Cancerogenicità

**Il Nichel è un agente cancerogeno certo, gruppo A1, secondo la IARC (International Agency for Research on Cancer)**

**È responsabile certo di:**

- tumore polmonare (effetto moltiplicativo per i fumatori per la presenza di IPA che si liberano col fumo di sigaretta)
- seni paranasali

# NICHEL

## Monitoraggio biologico

- **nicHEL urinario**

# MANGANESE

## ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

- **saldatura con bacchetta**
- **produzione di permanganato di  $K^+$**
- **produzione di leghe ferro-manganese**
- **produzione ed uso di pigmenti (vetro, ceramica)**
- **produzione di batterie a secco**
- **varie (pesticidi, fertilizzanti, fiammiferi, fuochi d'artificio)**

# **MANGANESE**

## **TOSSICOCINETICA**

**Assorbimento**

**Distribuzione**

**Escrezione**

# **MANGANESE**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Assorbimento**

- **via respiratoria**
- **via digerente in minore quantità**

# **MANGANESE**

## **TOSSICOCINETICA**

### **Distribuzione**

- **torrente circolatorio: si lega ai globuli rossi**
- **organi bersaglio:**
  - **fegato**
  - **cervello**
  - **rene**
  - **polmone**
  - **osso**

# MANGANESE

## TOSSICOCINETICA

### Escrezione

- **attraverso la via intestinale, in particolare con la bile**
- **attraverso le feci in minima parte**

# **MANGANESE**

## **TOSSICITÀ**

**Intossicazione acuta**

**Intossicazione cronica**

# **MANGANESE**

## **TOSSICITÀ**

**Intossicazione acuta**

**polmonite chimica da inalazione massiva**

**Intossicazione cronica**

**Fase iniziale: apatia, turbe del sonno,  
difficoltà nel coordinamento dei movimenti**

**Evoluzione: quadro Parkinson simile, disturbi  
del linguaggio, facies fissa o manganica  
(musk face), alterazione dell'andatura e  
severi disturbi della sfera psichica**

# **MANGANESE**

## **Monitoraggio biologico**

- **manganese nelle urine come indicatore di esposizione a breve**
- **manganese nel sangue riflette l'esposizione cumulativa**

# MANGANESE

## Terapia

- **si utilizza EDTA (sale monocalcico disodico dell'acido etilendiamino tetracetico o versenato di Ca)**
- **è un chelante del manganese, si lega al metallo, sottraendolo ai siti nei quali si è depositato**
- **il risultato è l'aumento della concentrazione di manganese eliminato con l'urina**
- **purtroppo con limitato effetto**

# **FEBBRE DA FUMI METALLICI**

- **è causata dall'inalazione di ossidi di rame, zinco, magnesio**
- **puntate febbrili 39-40°C, con esordio brusco in pieno benessere della durata di alcune ore, accompagnate da sudorazione, brividi a risoluzione spontanea**

# FEBBRE DA FUMI METALLICI

- **gli ossidi di zinco, rame, magnesio inalati determinano un accumulo di leucociti a livello polmonare, cui consegue il rilascio di *citochine* (pirogeno endogeno), responsabili della sintomatologia sistemica**