Doenças Ocupacionais

Profa. Dra. Cláudia Esteban
cesteban@usp.br
Material: Prof. Dr. Tarciso Buschinelli

Metais

- **METAIS PESADOS**
- Características físico-químicas: capacidade de participar das de ligações metálicas;
- Grande resistência mecânica e podem conduzir corrente elétrica. A notação química para esta forma é Me^0 , como Fe^0, Na^0, Al^0 e Pb^0.

Metais na forma metálica

- Metal na forma metálica (Me^0) - a exposição ao elemento somente pode se dar através da inalação de fumos metálicos gerados por aquecimento a altas temperaturas, ou por abrasão enérgica da superfície metálica;

- Exposição ao metal na forma iônica, em geral, óxidos do metal, pois quando há aquecimento a "fumaça" que é emitida é liberada uma mistura complexa de substâncias, com predominância dos óxidos formados pela reação entre o vapor do metal extremamente quente com o oxigênio atmosférico (fumos metálicos);

Metais na forma metálica

- Lixamento, há o desprendimento de partículas dos óxidos formados pela oxidação natural da superfície do metal também pelo oxigênio do ar.

Metais Nobres

- Não sofrem nenhuma oxidação natural pelo ar. Ex.: o ouro e a platina;
- Outros, menos nobres, são também muito resistentes ao ataque do oxigênio atmosférico – Ex.: mercúrio metálico, líquido a temperatura ambiente, e que possui grande importância em toxicologia ocupacional.

Metais na forma iônica

- As formas iônicas (os sais e óxidos dos metais) - poeira - absorvida pelo trato respiratório e digestiva;
- A absorção digestiva é normalmente indireta, por contaminação de alimentos, fumar, beber com as mãos sujas da poeira de metais pesados;
- Quantitativamente é de pouca importância em saúde do trabalhador, a menos que a indústria tenha condições de higiene geral muito precárias. Exposição a metais por via digestiva é importante na toxicologia pediátrica.

Metais na forma orgânica

- Organometálicos são normalmente voláteis e lipossolúveis, e, por estas propriedades, são absorvidos pelas vias cutânea, respiratória e digestiva;

- Também, graças à lipossolubilidade, os seus efeitos geralmente são diferentes dos mesmos metais em forma inorgânica, isto é, metálica e iônica;

Características toxicológicas dos metais pesados

- Acúmulo no organismo - **Absorção** - lenta, levando a um aumento gradativo da concentração do elemento nos tecidos;
- Ligam-se a moléculas de vários tecidos, como os **grupos sulfidrilas (S-H) de proteínas**;
- Muitos deles têm grande afinidade por um tecido específico, no qual podem se depositar Ex.: chumbo inorgânico pelo tecido ósseo compacto e do cádmio pela córtex renal.

Características toxicológicas dos metais pesados - Excreção

- Muito lenta, possuindo uma elevada meia-vida biológica. Esta meia-vida é diferente em cada tecido, sendo que é maior em tecidos em que há grande afinidade. Ex.: a meia-vida do chumbo no osso compacto é de 20 anos, e a do cádmio no rim é por volta de 15 anos;

- Urinária – é a mais importante, mas há alguma eliminação por fezes, sudorese e descamação cutânea, e ainda, pelo crescimento de fâneros.

Chumbo

Chumbo inorgânico

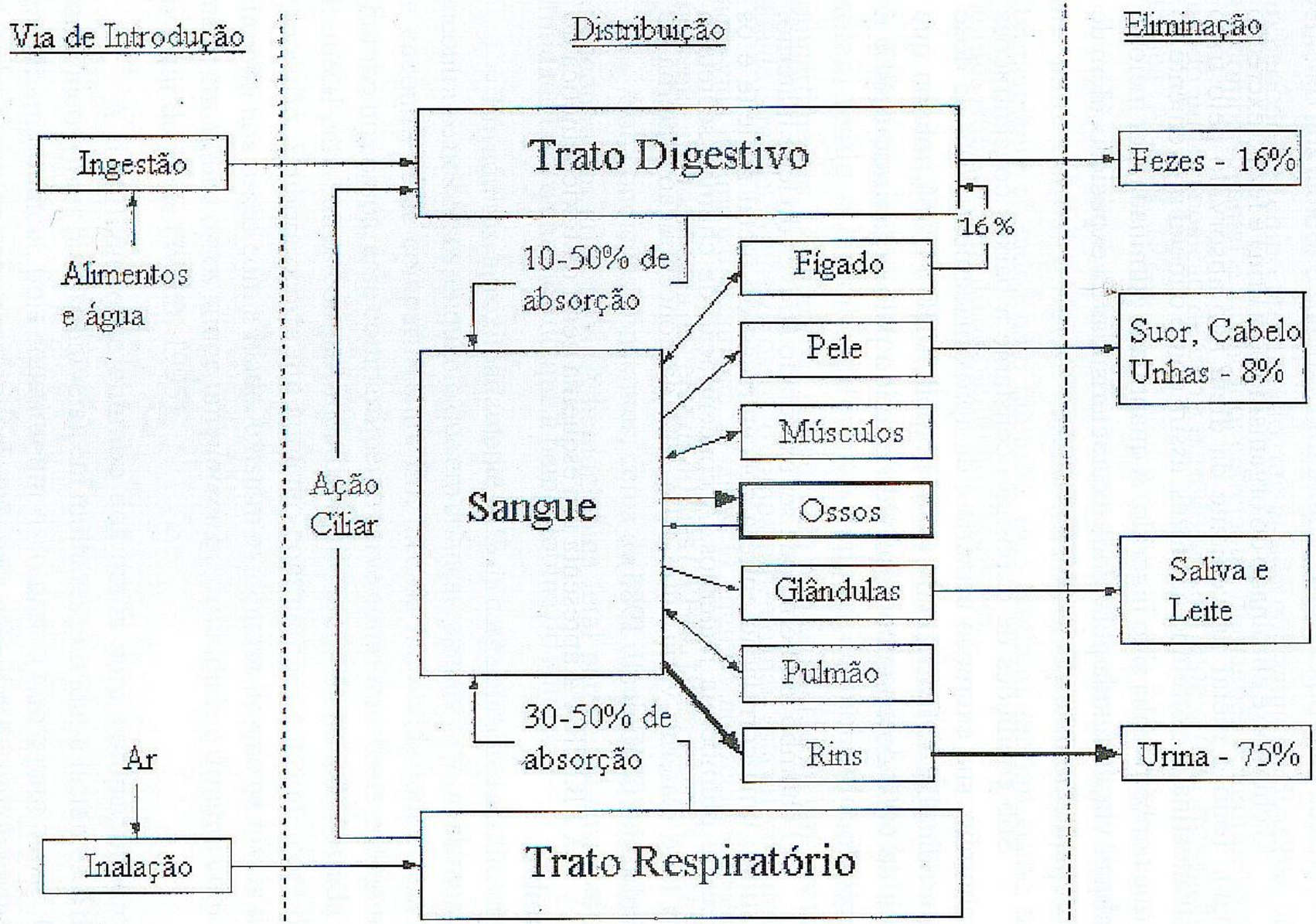
- **Fontes e Usos**

  A fonte principal de chumbo é o Sulfeto de Chumbo (PbS), conhecido desde a antigüidade como Galena. Este minério é extraído e refinado a chumbo metálico. Os principais usos são: na fabricação e reforma de acumuladores elétricos (baterias); em pigmentos usados em tintas, plásticos, e revestimentos de pisos, azulejos e cerâmicas; na fabricação de vidros e cristais; na funilaria de automóveis; na indústria gráfica (linotipia); e na solda de circuitos eletrônicos;

Chumbo inorgânico

- **Exposição do Trabalhador**

  O trabalhador pode se expor ao chumbo na forma de fumos metálicos ou poeiras de sais e óxidos


Via de Introdução
Distribuição
Eliminação
Ingestão
Alimentos e água
Trato Digestivo
Fezes - 16%
16 %
10-50% de absorção
Fígado
Pele
Suor, Cabelo Unhas - 8%
Músculos
Ação Ciliar
Sangue
Ossos
Glândulas
Saliva e Leite
Pulmão
30-50% de absorção
Rins
Urina - 75%
Ar
Inalação
Trato Respiratório

Chumbo inorgânico

- O chumbo funde-se a cerca de 330 °C, e pode ser manuseado com segurança até cerca de 550°C - acima há grande geração de fumos metálicos, levando assim a uma exposição perigosa dos trabalhadores;

- Como em muitos processos industriais, o objetivo é apenas de se obter o metal fundido para vazamento em moldes (como, por exemplo, na fabricação de grades de baterias), um simples controle da temperatura, mantendo-se o metal fundido entre 350 e 500°C, já evitaria a exposição perigosa. Tal providência, em geral não é tomada.

Chumbo inorgânico

- Refinação do chumbo - temperaturas elevadas (acima de 550°C):
  - instalação de um sistema de ventilação local exaustora;
  - bem como o enclausuramento do forno, para eliminar o máximo possível a liberação dos fumos para o ambiente.

Chumbo inorgânico

- O manuseio de pós de sais e óxidos de chumbo - poeira para o ambiente - tomar medidas para diminuir ao máximo esta contaminação:
  - Enclausuramento de equipamentos que geram poeiras (moinhos e misturadores);
  - Ventilação local exaustora nos pontos de geração;
  - Umectação de solo e bancadas, para impedir que a movimentação de pessoas ou equipamentos dispersem a poeira no local de trabalho.

Chumbo inorgânico

- O uso de proteção respiratória (máscaras) é pouco eficiente, isoladamente, devendo-se sempre implantar preferencialmente as medidas de caráter coletivo citadas, tanto para fumos, quanto para poeiras.

Chumbo inorgânico

- O chumbo é sempre absorvido por via respiratória ou digestiva como íon de chumbo livre e difusível (Pb^{++});
- Na corrente sangüínea, a maior parte dos íons livres liga-se a hemácias ou proteínas plasmáticas, ficando menos de 1% do chumbo total do sangue, ainda como forma livre e difusível.
- A medida que o sangue circula, na passagem por tecidos com baixo teor do metal, há uma difusão da fração livre no sangue para os tecidos. Com esta migração, uma porção ligada a hemácias e proteínas é liberada, mantendo assim um equilíbrio dinâmico. Nos tecidos, o chumbo liga-se, também, a macromoléculas (principalmente proteínas).

Chumbo inorgânico

- No equilíbrio - 90% depositada nos ossos compactos e dentes, tecido pelo qual possui maior afinidade. O restante é distribuído nos tecidos moles (rim, fígado, músculos, etc), ossos trabeculados, e, ainda, uma pequena parte permanece no próprio sangue;

- Em um indivíduo intoxicado por chumbo, o afastamento da exposição levará a uma diminuição da quantidade do metal nos tecidos, mas esta será desigual, dependendo das diferentes afinidades do metal pelos mesmos. Nos ossos compacto, a T½ - 20 anos. Nos demais tecidos, há uma eliminação mais rápida, sendo que a meia-vida pode variar de semanas a meses.

Chumbo inorgânico

- Chumbo nos ossos compactos - lentamente liberado, que na prática é inócuo.

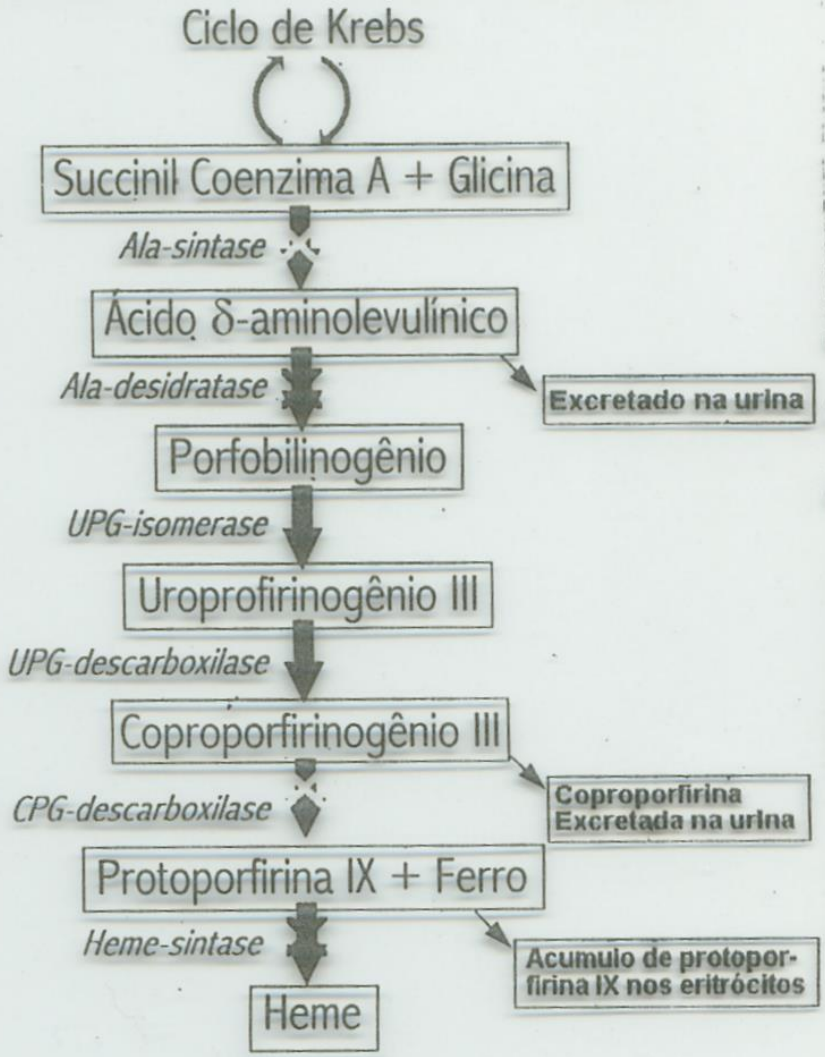
- A liberação acelerada ocorre em condições patológicas, relacionadas a eliminação de grandes quantidades de cálcio do tecido esquelético, como em caso de tumores de paratireóide e acidose metabólica;

Chumbo inorgânico

- Efeitos metabólicos do chumbo inorgânico - via da síntese do heme, inibindo várias enzimas, e, em conseqüência, diminuição da formação desta molécula e de seus derivados, como hemoglobina, mioglobina e citocromos;

- Também há aumento da circulação de substratos ou intermediários, como o ácido aminolevulínico (ALA), coproporfirinas e protoporfirinas - as substâncias são usadas como indicadores da ação do chumbo no organismo.

Sítios de interação do chumbo inorgânico na biossíntese do heme



Valores de indicadores biológicos Chumbo inorgânico (MT –NR7)

Indicador	**Valor de referência da normalidade (VR)**	**Limite de tolerância biológico (LTB)**
Chumbo no sangue (Pb-S)	até 40 g/100g	60 g/100g
Ác. Aminolevulínico urinário (ALA-U)	até 4,5 mg/ g. creat.	10 mg/ g. creat.

Quadro Clínico

- Saturnismo - intoxicação pelo chumbo inorgânico;

- Doença é conhecida desde a antigüidade, quando era comum na mineração da Galena (minério de chumbo) e na metalurgia do metal. Normalmente, divide-se a intoxicação em dois tipos: Intoxicação sub-aguda e crônica.

Quadro Clínico

- a) **Intoxicação sub-aguda**
  - Absorção de grandes quantidades de chumbo em curto espaço de tempo - condições de trabalho ruins;
  - Chamado de saturnismo agudo, mas seria melhor a denominação de saturnismo subagudo, tendo em vista que um quadro agudo evolui em poucas horas, ou no máximo em dias, ao passo que este quadro evolui em algumas semanas de exposição.

Chumbo inorgânico
Intoxicação sub-aguda

- Indivíduo aparece em pronto-socorro, com um episódio de cólica intensa (chamada cólica satúrnica), podendo algumas vezes ser confundida com um quadro de "abdome agudo", tendo em vista a intensidade da dor abdominal;

- Também apresenta palidez intensa e oligúria ou mesmo anúria, vômitos e desidratação;

- A história de trabalho com chumbo há algumas semanas praticamente faz o diagnóstico, que pode ser confirmado por dosagens de Pb-S ou ALA-U, que estarão elevadas.

Chumbo inorgânico
Intoxicação sub-aguda

- Tratamento:
  - Hidratação parenteral com soro fisiológico, e quando o paciente estiver bem hidratado, persistindo a oligúria ou anúria, deve-se provocar diurese hipertônica com o uso de Manitol a 5% EV lento. Recomenda-se ministrar 2 litros de soro fisiológico antes de cada dose do Manitol. Quando a diurese normaliza, pode-se interromper o tratamento diurético;

Chumbo inorgânico
Intoxicação sub-aguda

- Tratamento:
  - O quadro doloroso melhora com a hidratação;
  - O uso de analgésicos ou anti-espasmódicos tem pouco ou nenhum efeito na dor abdominal;
  - NÃO se deve usar tratamento quelante como o uso de EDTA, Penicilamina, BAL, DMSA, ou qualquer outro quelante de metais pesados, pois isto expõe o paciente ao risco do aparecimento de complicações neurológicas centrais, inclusive com encefalopatia.

Chumbo inorgânico

- Alta do pronto-socorro com a melhora da dor - encaminhado para acompanhamento ambulatorial, e posterior quelação, se necessária;
- Se o diagnóstico de saturnismo não é corretamente estabelecido, o doente pode ser submetido a laparotomia exploradora - complicações decorrentes - agravamento do quadro, pelo estresse cirúrgico e uma possível desidratação pós-cirúrgica.

Chumbo inorgânico
Intoxicação crônica

- A grande maioria dos casos de Saturnismo - evolução crônica, após meses ou anos de exposição. A intoxicação subaguda é muito rara, sendo saturnismo quase sinônimo de doença crônica;

- A moléstia possui várias fases, evoluindo de acordo com o maior acúmulo de chumbo no organismo do trabalhador:

Chumbo inorgânico
Intoxicação crônica

- Alterações subclínicas iniciais:

  Caracterizada por achados de exames específicos:

  - eletroneuromiografia - mostra diminuição da velocidade de condução motora, ainda sem repercussão clínica;

  - testes neuropsicológicos de avaliação de desempenho – diminuição de performance diminuída, revelando alterações funcionais delicadas no cérebro.

Intoxicação crônica
Alterações subclínicas

- Nesta fase, as dosagens de Pb-S e ALA-U estão abaixo dos limites de tolerância biológica, considerados atualmente na legislação brasileira;
- No caso de alterações de velocidade de condução nervosa, plumbemias tão baixas como 45 μg/100g de sangue já podem ser detectadas.

Intoxicação crônica
Alterações clínicas

- O acúmulo de chumbo lento nos tecidos, vai determinando o aparecimento do quadro

  fraqueza, cansaço fácil, além de:

  - sonolência;
  - irritabilidade, nervosismo;
  - epigastralgia;
  - empachamento pós-prandial.

Intoxicação crônica
Alterações clínicas

- Com o passar do tempo: sintomas leves vão se agravando, especialmente a irritabilidade e a fraqueza, e aparecendo outros como:
  - dores abdominais em cólica, inicialmente em episódios esparsos, que vão aumentando em freqüência e intensidade;
  - constipação e impotência sexual - nesta fase, pode também aparecer uma palidez cutânea, não acompanhada por palidez de mucosa de igual intensidade (dissociação cutâneo-mucosa), apesar de a anemia que, geralmente, acompanha o quadro.

Intoxicação crônica
Alterações clínicas

- Orla azul ou gengival de Burton - uma linha azul escura, quase negra, na borda entre a gengiva e os dentes;
- Constituída por sulfeto de chumbo - formado pela precipitação do chumbo circulante nos capilares, e difundido no tecido extracelular, com o sulfeto produzido pelo metabolismo de microorganismos presentes nas placas bacterianas.
- ERRONEAMENTE como patognomônico de saturnismo, pois além de poder ser formado nas intoxicações por outros metais (como MERCÚRIO, por exemplo), pode não aparecer mesmo em intoxicações graves,, se o paciente tiver uma HIGIENE BUCAL MÍNIMA. Atualmente, Aparece em MENOS DE 10% dos acometidos por saturnismo.

Intoxicação crônica
Alterações clínicas

- Na evolução da intoxicação crônica, quadro com **pobreza de sinais**, os sintomas vão se instalando insidiosamente, e o próprio doente não se considera como tal, atribuindo o seu quadro a envelhecimento ou cansaço por trabalho em demasia;
- Como não se considera doente, pois ainda pode trabalhar, a exposição ocupacional ao chumbo continua, e o trabalhador poderá procurar um médico quando houver um agravamento do seu estado de saúde - **cólicas forte intensidade** ou a **fraqueza** o impedir até de se locomover normalmente.

Intoxicação crônica
Alterações clínicas

- Os indicadores de exposição estão altos:
  - Plumbemia está geralmente acima de 60 μg/100g, e o ALA-U é maior que 10 mg/g creat.;
  - Correlação entre a gravidade do quadro clínico e os indicadores biológicos, e à medida que o paciente continua exposto - elevação das concentrações destes, podendo a plumbemia chegar a níveis de 120 a 140 μg/100g e o ALA-U a 100 a 250 mg/g creat.

Intoxicação crônica
Alterações clínicas

- Se a exposição continuar - quadro se agravará – evoluindo com crises de dores abdominais em cólica tão fortes capazes de levar o acometido ao pronto-socorro, como nas intoxicações subagudas;

- A vasoconstrição arteriolar - palidez cutânea, também afeta os rins - alterações de função renal. Estas são "silenciosas" e podem ser detectadas por diminuição do clearence de creatinina, mas em alguns pacientes pode aparecer hipertensão arterial sistêmica, por baixo fluxo renal;

Intoxicação crônica
Alterações clínicas

- Inicialmente, a alteração é apenas funcional, cedendo após o tratamento;
- Alteração renal pode se transformar em lesão definitiva se a situação de intoxicação perdurar por muitos anos.

As seqüelas do saturnismo crônico

- Insuficiência renal, parcial ou total - mais de 5 anos de exposição perigosa;
- Tempo de exposição for menor que este, não é observada a seqüela renal, por mais grave que seja a intoxicação;
- Quanto maior o tempo de exposição, maior a chance do aparecimento desta sequela.

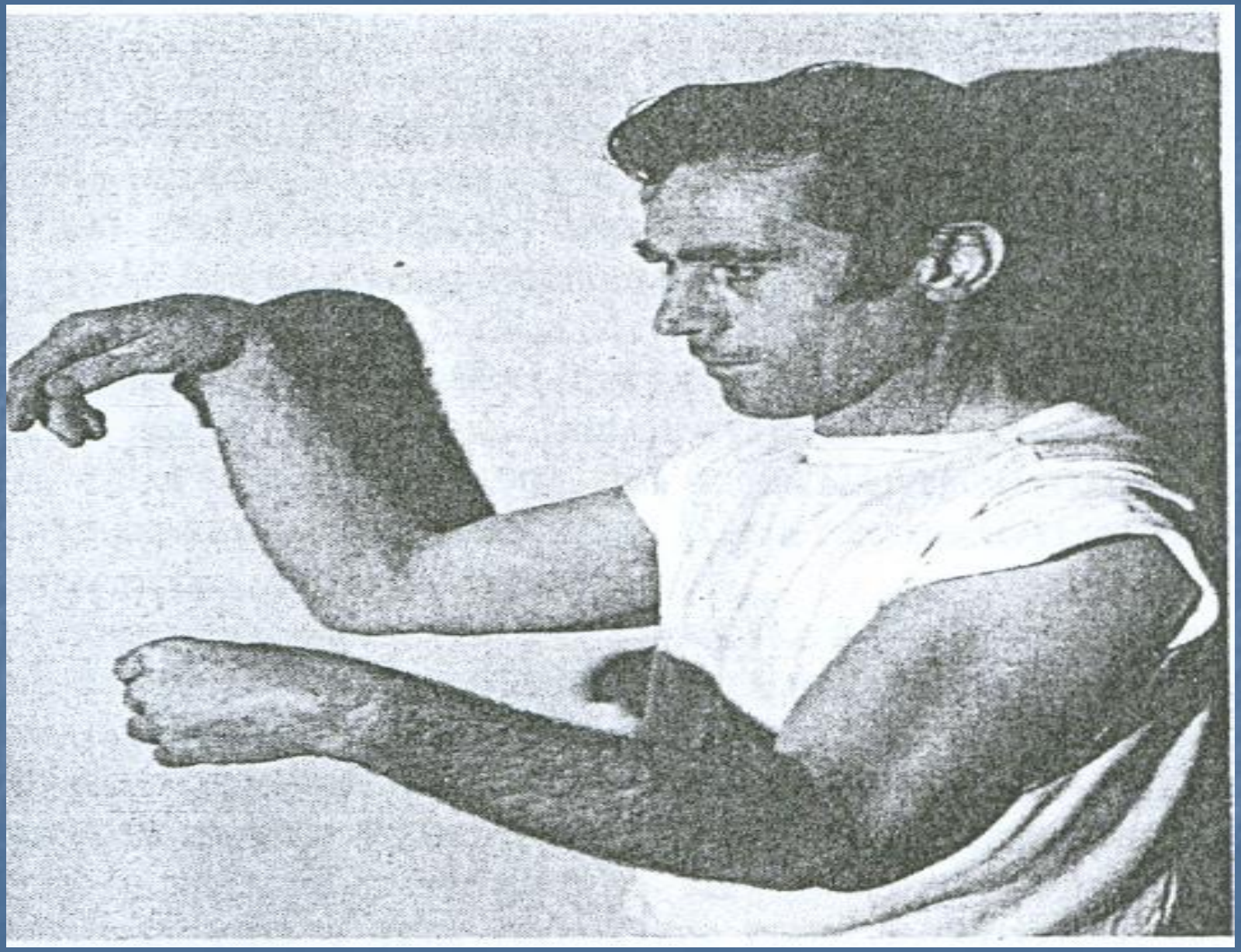
As seqüelas do saturnismo crônico

- Em 2006 a IARC (International Agency of Research on Cancer) classificou o chumbo inorgânico no grupo 2A (Provavelmente carcinogênico a humanos) sendo relacionado a tumores de rim;

- Apesar de haver relação entre este agente e o aparecimento de tumores de SNC (gliomas) em animais, em humanos os dados ainda não estão claro.

As seqüelas do saturnismo crônico

- Paralisia motora, que atinge principalmente os MMSS, dando o quadro de "punho caído" clássico do saturnismo;
- Atualmente é muito rara - conseqüência de casos graves e prolongados de intoxicação pelo chumbo, pouco freqüentes, pelo menos nos grandes centros.



Intoxicação crônica Tratamento

- Afastar o trabalhador da exposição ao chumbo – por acidente de trabalho (CAT) para não ter prejuízo em seus vencimentos;
- Propicia a excreção natural do chumbo, e a melhora gradativa do quadro clínico;
- Acompanhamento - dosagens dos indicadores biológicos, como a plumbemia e o ALA-U. Quando estes estiverem abaixo dos VR (< 40 μg/100g de Pb-S e 4,5 mg/g creat. de ALA-U), o paciente pode receber alta, desde que não possua sequelas renais ou neurológicas;
- Neste caso, a alta deve ser acompanhada de indenização acidentária, variando de auxílio-acidente até aposentadoria por acidente do trabalho, dependendo do grau das seqüelas.

Intoxicação crônica
Tratamento

- **Terapia quelante** - $EDTANa_2Ca$ (etileno-diamino-tetra-acetado dissódico-cálcico) - quelante de metais pesados que seqüestra o chumbo e é excretado com facilidade pela urina;

- Desta forma, grandes quantidades do metal são tiradas do organismo em pouco tempo;

Intoxicação crônica
Tratamento

- O EDTA usado em preparação EV (1 sessão de terapia quelante):
  - 1 g diluído em 1 litro de soro fisiológico - ministrado lentamente (em 2 a 3 horas), 1 vez por dia, por 3 dias seguidos, que consistem em uma sessão de terapia quelante;
  - Entre cada sessão de terapia quelante, deve haver pelo menos 3 dias de parada;

Intoxicação crônica Tratamento

- Pode ser ainda usada a preparação de EDTA IM, que segue os mesmos princípios da terapia EV;
- Como o EDTA é nefrotóxico, deve ser indicado com cuidado. Recentemente surgiu o DMSA (Ácido Dimercaptosuccínico), que é mais seguro e pode ser ministrado por via oral, mas o preço muito elevado deste fármaco inviabiliza o seu uso na rotina.

Intoxicação crônica

- As indicações para o tratamento quelante são :
  - Quadro clínico intenso, com grande sofrimento do paciente;
  - A plumbemia não abaixa de forma significativa, mesmo após várias semanas de afastamento (este caso é freqüente em pacientes com mais de 5 anos de exposição);
  - Em ambos os casos é necessário fazer, previamente, uma investigação da função renal, e se esta estiver muito alterada, não se recomenda o uso do quelante.

Prevenção, monitoramento biológico e vigilância à saúde

- O ambiente de trabalho com chumbo inorgânico - ações da Higiene do Trabalho visando diminuir as concentrações ambientais abaixo do TLV do metal;

- Os trabalhadores - acompanhados com monitoramento biológico através, no mínimo, da dosagem da plumbemia e do ALA-U;

- Como o ALA-U é um indicador de efeito e a plumbemia tem uma estreita correlação com os efeitos, estes indicadores têm significado clínico e assim servem tanto para o monitoramento da exposição quanto da vigilância à saúde;

Prevenção, monitoramento biológico e vigilância à saúde

- Plumbemia e ALA-U elevados em exame periódico e demissional - considerar o examinado INAPTO o trabalho e afastá-lo para tratamento através do acidente de trabalho, além de rever os controles ambientais do setor que originaram a intoxicação para prevenir outro(s) quadro(s) futuro(s);

- Exame de retorno ao trabalho após tratamento por Saturnismo - realizar uma avaliação de seqüelas, especialmente a renal através de clearence de creatinina;

- Em caso de seqüelas o trabalhador é inapto para re-exposição ao chumbo e deve receber auxílio acidente da Previdência Social.

Manganês

Manganês

- Metal com características físico-químicas parecidas com as do ferro;
- Minério encontrado na natureza é o óxido de manganês;
- Usos:
  - fabricação de ferro-ligas (ferro e manganês), usadas como aditivo do aço;
  - Estas ligas - teor de cerca de 50% de manganês - produzidas em altos-fornos com altas temperaturas - liberação de fumos de ferro e manganês para o ambiente fabril, se não houver cuidados de ventilação e enclausuramento;
  - produção de pilhas, como matéria prima na indústria química, e na fabricação de pesticidas.

Manganês

- A exposição do trabalhador:
  - A exposição e absorção do manganês - semelhante à do chumbo inorgânico, com a absorção de fumos e poeiras de sais e óxidos do metal;
  - No Brasil, casos provenientes do trabalho em siderúrgicas de ferro-ligas que não têm controle da emissão de fumos e poeiras de manganês ao ambiente de trabalho.

Manganês

- Toxicologia do manganês Inorgânico:
  - Absorvido - via respiratória e distribuído por vários tecidos;
  - T ½ - curta para um metal pesado, cerca de 20 dias para a maioria dos indivíduos (apenas 5% da população o T1/2 é de 56 dias - excretores lentos de manganês), e são estes os susceptíveis a adquirirem a moléstia conhecida como manganismo, se forem submetidos a níveis perigosos de exposição;
  - Mecanismo de ação - é desconhecido, sabendo-se apenas que causa lesões irreversíveis nos núcleos da base do cérebro, especialmente nos neurônios dopaminérgicos.

Manganês

- As dosagens de manganês no sangue e na urina têm pouco ou nenhum valor, mesmo durante a vigência de exposição perigosa, tanto nos excretores normais quanto nos excretores lentos (não há possibilidade prática de serem diferenciados estes dois tipos de indivíduos, pois somente por injeção de manganês radiativo isso pode ser feito);

- O único exame laboratorial positivo é o aumento do ácido homovanílico (HVA-metabólito de catecolaminas) na urina, em indivíduos que já estão no início da doença, e, portanto, sem grande utilidade prática.

Indicadores biológicos de exposição

- Para mais de 700 LEOs de substâncias químicas da ACGIH existem somente menos de 50 com indicadores biológicos.
- P. ex. Manganês

- Expostos (200) média de Mn Ar – 302 mg/m^3

Mn Urina 7,52 μg/L

- Ñ expostos (140) média de Mn Ar – 2,6 mg/m^3

Mn urina 7,49 μg/L

Manganês
Quadro Clínico

- O manganismo pode evoluir em poucos meses de exposição a níveis acima do limite de tolerância ambiental permitido, se o indivíduo for susceptível (excretor lento);
- O quadro começa com:
  - alterações de humor, caracterizadas por crises de choro, alternadas por crises de riso (o doente tem consciência destas alterações, mas não consegue controlá-las);
  - perda de equilíbrio com quedas sem tonturas;
  - alterações de marcha (passo de bailarina), retropulsão e propulsão;
  - impotência sexual com aumento da libido, pesadelos, atos compulsivos e alucinações.

Manganês
Evolução

- A evolução é inexorável - mesmo com o afastamento da exposição em fases bem iniciais do quadro, e caracteriza-se por uma lenta melhora dos sintomas psíquicos e piora dos neurológicos, ao longo de 10 anos;

- Ao final deste período, o doente atinge um estado de paralisia espástica total, e este estágio é chamado, classicamente, de manganismo, cujo diagnóstico diferencial mais importante é a doença de Parkinson.

Manganês

- Não há tratamento para nenhuma fase da moléstia, mas na fase final de espasticidade, alguns doentes podem se beneficiar de altas doses de L-DOPA, no sentido de aliviar este sintoma;
- Prevenção, monitoramento e vigilância à saúde;
- Não há monitoramento biológico para o manganês. Quimicamente, a dosagem de manganês no sangue e na urina é possível, mas o resultado não possui relação com o quadro clínico e nem com a exposição excessiva.

Manganês

- Exames neurológicos - visando detectar precocemente alguma alteração do manganismo, mas como o quadro evolui independente da exposição posterior, uma vez iniciada a moléstia, pouca valia prática tem esta providência;

- Também não há meio prático de detectar o hipersusceptível (o excretor lento de manganês), possível somente através de injeção de manganês marcado (radioativo);

- Conduta anti-ética, uma forma de discriminar pessoas com base na carga genética, enquanto que a verdadeira missão da Medicina do Trabalho é fornecer um ambiente saudável a todos, inclusive aos hipersusceptíveis.

Manganês

- Todo o trabalho deve ser no sentido de manter as concentrações ambientais de manganês o mais abaixo possível do TLV, estabelecido levando-se em conta, também, os hipersusceptíveis;

- Se esta conduta for seguida, ninguém sofrerá desta doença grave e incapacitante.

Mercúrio

Mercúrio metálico

- Mercúrio metálico - importância em toxicologia ocupacional;

- Mercúrio iônico (sais e óxidos), e os mercuriais orgânicos (como o metil-mercúrio) - características físico-químicas e toxicológicas diferentes entre si.

Mercúrio metálico
Usos e Fontes

- O mercúrio metálico - obtido a partir da refinação de um minério denominado Cinábrio (sulfeto de mercúrio);
- Usado:
  - na fabricação de instrumentos de precisão (termômetros, barômetros, esfigmomanômetros);
  - na produção de lâmpadas fluorescentes e de vapor de mercúrio;
  - Matéria prima na indústria química, para fabricação de compostos mercuriais;
  - Maior uso do mercúrio metálico - na fabricação de soda cáustica (NaOH), na qual o metal líquido é usado como eletrodo no eletrólise da salmoura, método que consome mais de 90% do mercúrio a nível mundial.

Mercurio Metálico

- No Brasil – apesar de grande produtor de soda cáustica, não é provavelmente o maior consumidor do metal;
- Milhares de garimpeiros que fazem uso de mercúrio metálico para extração de ouro, especialmente na região Norte;
- Não há uma estatística sobre o volume consumido nesta atividade, mas é provavelmente elevado, levando a uma grande contaminação dos garimpeiros e do ambiente.

Mercúrio metálico Toxicologia

- Líquido extremamente volátil;
- Absorção: pela via respiratória, quanto através da pele íntegra (sendo o único metal absorvido em forma metálica), em função de uma série de características físico-químicas peculiares, principalmente, a de ser um líquido volátil mesmo a baixas temperaturas e ter grande resistência à oxidação pelo oxigênio atmosférico, permanecendo como átomo livre isolado apolar (Hg^0) no ambiente. Apesar destas características, não há absorção significativa pela via digestiva.

Mercúrio metálico

- O Hg^0 absorvido circula por todo o organismo - lipossolubilidade - atravessar barreiras, inclusive a hematoencefálica;
- Por meio de ataque enzimático o Hg^0 vai sendo oxidado a Hg^+, que por sua carga elétrica, não encontra mais a facilidade de transpor barreiras;
- Desta forma, grandes quantidades de Hg^0 que entraram no sistema nervoso central (SNC) com facilidade, uma vez transformados em Hg^+ não encontram a mesma facilidade de difusão, e assim acumulam-se no tecido nervoso;
- Este fato explica a meia-vida elevada do mercúrio no cérebro (cerca de 2 anos) em relação a outros tecidos (semanas).

Mercúrio metálico

- A maior parte do mercúrio elementar absorvido é excretada através da urina;
- Dosagem de Hg nesse meio biológico é usada como indicador de exposição excessiva ao metal em sua forma metálica;
- O valor de referência da normalidade é de 10 μg/g creat., e o limite de tolerância biológico é 35 μg/g creat.

Mercúrio metálico
Quadro Clínico

- Hidrargirismo:
  - Alterações do SNC são as mais importantes, mas também podem ser encontradas outras;
  - Em exposições a baixas concentrações, não há sintomas gerais, exceto gosto metálico na boca e, eventualmente, algumas parestesias difusas.

Mercúrio metálico
Quadro Clínico

- Em exposições a elevadas concentrações do metal - impregnação pelo mercúrio pode causar queixas digestivas, periodontites, estomatite grave com perda de dentes, e infecções bacterianas secundárias nas gengivas;

- Eventualmente, pode haver diarréia;

- Acidentes, com inalação aguda de altas concentrações de vapores de Hg^0 - grave lesão pulmonar aguda do tipo pneumonite química com edema agudo não hemodinâmico, de alta mortalidade;

Mercúrio metálico
Quadro Clínico

- Alguns trabalhadores - queixas de fraqueza e formigamentos difusos em MMII e MMSS, podendo ser expressão de neuropatia periférica;

- Normalmente todas estas alterações estão presentes durante a impregnação por mercúrio, mas desaparecem, gradativamente, após o afastamento do trabalhador da exposição, e dificilmente permanecem por mais de 6 meses.

Mercúrio metálico
Quadro Clínico

- Podem ocorrer lesões tubulares renais com proteinúria (em geral de baixo PM), excepcionalmente, diminuição de clearence de creatinina, mas são mais freqüentes com mercúrio iônico (em forma de sais ou óxidos);

- O hidrargirismo pode provocar lesões de SNC - inicialmente há alterações como:
  - perda de memória recente;
  - da capacidade de concentração e da atenção;
  - da habilidade mecânica e da coordenação motora;
  - mudanças de comportamento;
  - Quando só há estas alterações, e de forma leve, o quadro pode ser chamado de micromercurialismo.

Mercúrio metálico

- Se a exposição continuar - agravamento destas alterações podem aparecer:
  - tremores de movimento do tipo parkinsoniano, inicialmente em MMSS e pode variar de leve (grau I) a intenso ou generalizado (grau V);
  - alterações na letra do doente, levando a uma alteração de escrita chamada de escrita mercurial ou micrografia, pois a letra fica pequena e tremida;
  - quadros psiquiátricos, com depressão e paranóia, muito variáveis entre os pacientes, e, em geral, irreversíveis.

Mercúrio metálico
Diagnóstico

- Levar em conta a história da exposição ocupacional e o quadro clínico;
- Na avaliação do quadro clínico - testes neuropsicológicos que avaliem as alterações descritas acima, desde que aplicados por profissionais habilitados;
- Estes testes, não são diagnósticos, devendo ser interpretados à luz do quadro clínico e da história ocupacional.

Mercúrio metálico

- Como auxílio diagnóstico - teste de escrita, para detectar tremores leves, especialmente quando comparada com a letra do paciente antes ou no início da exposição ao metal;
- A exposição deve ser considerada com cuidado, se possível inspecionado o local de trabalho, verificando o histórico de mercúrio urinário e o tempo de exposição total do indivíduo;
- O hidrargirismo não progride nem melhora, ficando o paciente estacionado no grau de alteração que possuía ao ser afastado;
- Não há tratamento específico para os intoxicados crônicamente por mercúrio metálico.

Mercúrio inorgânico
Prevenção, monitoramento biológico e vigilância à saúde

- Controlado não só a concentração no ar nos locais de trabalho, mas também em todos os setores que são freqüentados pelos trabalhadores que manuseiam o metal, especialmente vestiários, locais de descanso e refeitórios;
- Também, a presença do Hg^0 nas vestes deve ser objeto de preocupação, tendo em vista a possibilidade de absorção cutânea desse agente.

Mercúrio metálico

- A avaliação de mercúrio urinário (Hg-U) - verificar o total da absorção que o trabalhador está tendo, mas deve ser feita somente após 1 ano de trabalho com o metal, pois somente nestas condições é que se terá uma boa correlação entre a absorção e a excreção do indivíduo;

- Dosagens antes deste período não devem ser efetuadas no monitoramento biológico. Se realizadas, devem ser interpretadas com cautela, pois apresentam grande variabilidade e não representam a exposição real.

Mercúrio inorgânico

- O Hg-U, isoladamente, não tem valor diagnóstico, pois, eleva-se em casos de exposição excessiva ao metal, sem que haja qualquer lesão instalada, ou, ainda; pode normalizar em poucas semanas após a cessação da exposição, em indivíduo irreversivelmente acometido pelo hidrargirismo;

- Em caso de concentrações de Hg-U muito elevadas (> 150 μg/g creat.) pode haver concomitância entre os valores urinários e algumas manifestações clínicas, mas isto é uma exceção.

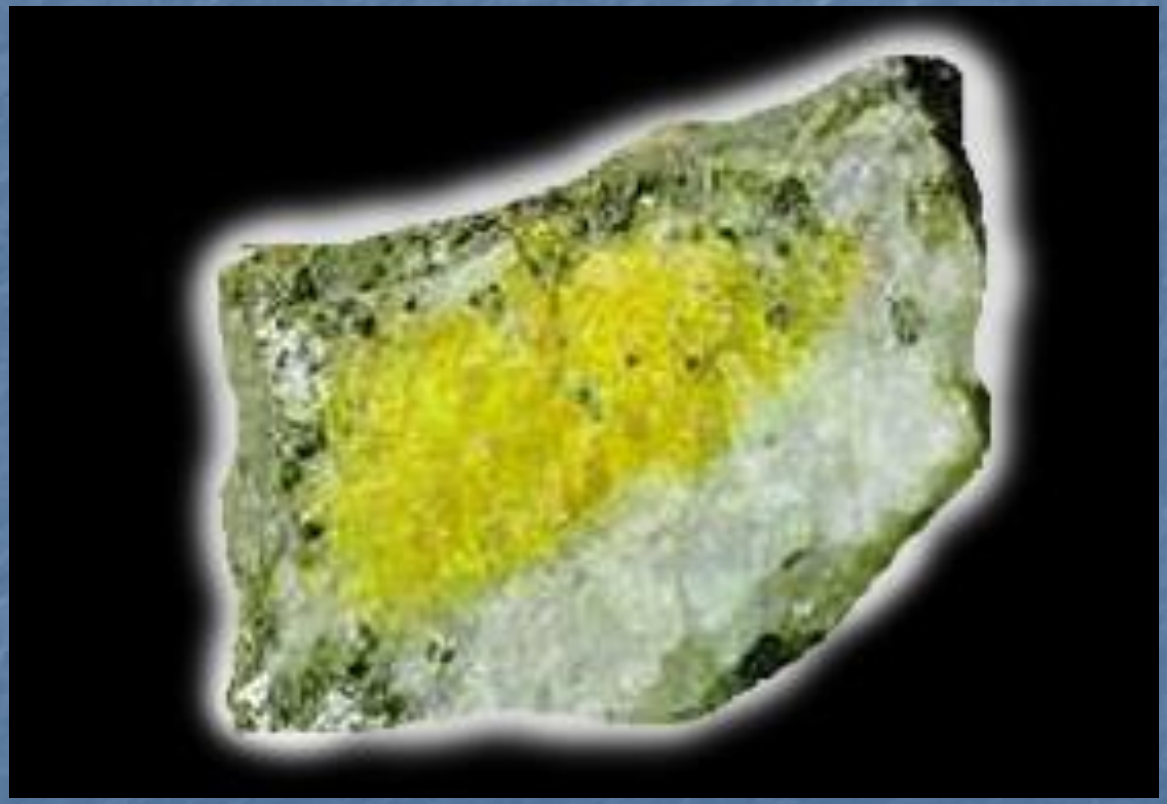
Mercúrio inorgânico

- Recomenda-se a avaliação de Hg-U no exame periódico, e, em caso do resultado apresentar-se acima do índice permitido - revisão dos controles ambientais, não havendo motivo a priori para afastamento do trabalho;

- Somente em casos de alterações clínicas suspeitas é que deve haver afastamento como acidente do trabalho (CAT) para melhor investigação, independente do valor de Hg-U;

- No exame demissional não há necessidade da realização do Hg-U, mas somente de um bom exame clínico voltado para as alterações características do metal, e, em caso de suspeita de alteração deve-se considerar o trabalhador inapto para demissão e encaminhá-lo à investigação com CAT.

Cádmio



Cádmio
Quadro Clínico

- Importância nas últimas décadas - aplicações na eletrônica, na fabricação de baterias recarregáveis, em ligas especiais e no uso como pigmento de tintas;
- Tóxico aos rins, pulmões e cancerígeno;
- Rim - causa lesão tubular e glomerular com proteinúria característica, inicialmente de proteínas de baixo PM, e, com o prosseguimento da exposição, também de moléculas maiores. Nesta fase pode haver também lesão no glomélulo e perda importante da função renal;
- Toda a lesão renal é bem correlacionada à quantidade de cádmio depositado na córtex renal - que é proporcional à concentração urinária que o indivíduo apresenta fora da exposição corrente.

Cádmio

- Pulmão - enfisema, fibrose e doença pulmonar obstrutiva crônica, e está ligado a câncer de pulmão e ao de próstata;
- Quando polui o ambiente, pode causar grave doença óssea com fraturas espontâneas - doença de Itai-Itai ocorrida no Japão. No caso de exposição ocupacional, pode ocorrer, também, doença óssea, mas esta seria secundária à insuficiência renal e não primária como na doença de Itai-Itai.

Cádmio
Monitoramento biológico e Vigilância à Saúde

- Cádmio na urina (Cd-U) - bom indicador, tanto da exposição corrente, como do depósito renal do metal;
- Cd-U como indicador de depósito de metal deve ser colhido após alguns dias de afastamento de trabalho e antes do trabalhador se expor ao metal, não sofrendo assim interferência da exposição diária;
- A NR-7 adotou o Cd-U como indicador de depósito renal, e desta forma é um indicador clínico, pois quando ultrapassa o índice máximo permitido demostra que já há um depósito de cádmio elevado no rim, e como o depósito renal é estreitamente ligado à lesão deste órgão, uma alteração irreversível está prestes a se instalar, se não já estivar instalada.

Cádmio

- Cd-U em todos os exames: pré-admissional, periódico e demissional;
- Também realizar avaliação clínica e laboratorial dos órgãos alvo, como raio-X de tórax, testes de função pulmonar e renal (com especial atenção à proteinúria);
- Qualquer alteração (inclusive do Cd-U em indivíduos sem exposição corrente) significa que o trabalhador está inapto a continuar a trabalhar com o metal;
- Em caso de ocorrer em exame periódico ou demissional, deve-se afastar para investigação com CAT.

Cromo

Cromo

- Usado em tratamento de superfície (cromagem), em ligas metálicas (aço inoxidável, por exemplo) e na composição de pigmento;
- Possui várias formas químicas, sendo que a forma metálica (Cr^0), o cromo divalente (Cr^{++} ou Cr II, dos compostos cromosos), o cromo trivalente (Cr^{+++} ou Cr III, dos compostos crômicos) e a forma hexavalente (Cr^{++++++})ou Cr VI, dos compostos cromatos) são as mais importantes.

Cromo

- Ocupacional - somente o Cr VI tem importância, e secundariamente, o Cr III, que é pouco perigoso;
- Fontes de exposição ocupacional de cromo hexavalente - fumos metálicos de ligas com alto teor de cromo, por exemplo, quando o cromo metálico é oxidado à forma iônica (na solda de aço inox, por exemplo), os sais de cromato usados como pigmentos, e as névoas de dicromato de potássio emanadas dos tanques de cromagem.

Cromo

- O Cr VI é cancerígeno comprovado para o ser humano - câncer brônquico, cuja incidência é cerca de 20 vezes maior nos expostos ocupacionalmente quando comparados com os não expostos;
- Lesões de pele e de mucosas, sendo típica a ulceração e perfuração de septo de nasal dos trabalhadores de galvanoplastias;
- O Cr VI absorvido é reduzido à Cr III, que é excretado principalmente através dos rins.

Cromo
Prevenção e monitoramento biológico e vigilância à saúde

- Minimizar a exposição a este metal, especialmente se estiver na forma de Cr VI;

- O monitoramento biológico é feito somente para esta forma de cromo, portanto, um bom reconhecimento do risco em relação ao número de valências do metal deve ser feito antes, pois o Cr III é praticamente não absorvível e não tem indicador biológico.

Cromo

- O Cr VI absorvido é reduzido à forma trivalente e excretada nesta última forma, e pode ser dosada como cromo urinário (Cr-U);

- O Cr-U está no Quadro I da NR-7 como um indicador de exposição excessiva, mas a sua interpretação pode ser complexa em virtude da grande variação da capacidade redutora de cromo VI a III entre os indivíduos e pelo fato da cromúria sofrer interferência do cromo acumulado, principalmente nos rins, nos indivíduos com muitos anos de exposição excessiva no passado. Nestes, a dosagem de Cr-U em amostras colhidas em dias que estão afastados da exposição avalia a dose interna do metal acumulada (especialmente nos rins) e não reflete a exposição atual.

Cromo

- Por estes motivos recomenda-se sempre fazer o monitoramento em grupos de trabalhadores expostos e não interpretar os resultados individuais isoladamente;
- De qualquer maneira, a elevação do Cr-U acima do IBMP não significa que existe dano, não devendo o trabalhador ser afastado, mas sim servir de parâmetro para procurar as causas desta elevação, especialmente revisando as medidas de controle de exposição adotadas.

Cromo

- A vigilância à saúde deve se pautar nas lesões de pele e mucosas e no câncer brônquico;
- Os exames ocupacionais - observação atenta da pele de mucosas, especialmente a do septo nasal, e um raio X de tórax;
- O encontro de lesões de pele ou de mucosas compatíveis com Cr VI, ou em caso de suspeita de neoplasia de pulmão, indica que o trabalhador deve ser afastado com CAT e considerado inapto.

Cromo

- Recomenda-se que após o desligamento da empresa, se continue um programa de exames médicos, através de raio-X de tórax, semelhante ao que se faz com expostos ao amianto, tendo em vista o risco de aparecimento tardio do câncer;

- Este seguimento deve ser o mais longo possível, de preferência por toda a vida do indivíduo, e, em caso de encontrar-se câncer brônquico, deve-se emitir CAT e solicitar à Previdência Social que enquadre o caso como Doença Profissional.

Zinco

Zinco

- Metal difundido na natureza - no solo, na água e nos vegetais em quantidades variáveis.
- Na indústria é usado:
  - na fabricação de inúmeras ligas metálicas, especialmente o latão (cobre com zinco);
  - na zincagem de superfícies metálicas para proteção, pigmentos, revestimento de pilhas;
  - peças elétricas e eletrônicas;
  - construção civil como revestimento em telhados e calhas.

Zinco
Toxicologia

- O Zn da dieta é absorvido pela via digestiva, e o proveniente de exposição ocupacional através da respiratória;
- Adminstração em grandes quantidades de sais de zinco, oralmente, haverá um quadro de diarréia, com possível ulceração de mucosas;
- Alguns compostos de zinco são cáusticos e podem levar a lesão cutânea;
- Essas observações são provenientes de experimentos animais ou de ações dolosas.

Zinco

- Ocupacional - a exposição mais freqüente é aos fumos do metal, e o seu efeito é o aparecimento de um quadro de febre algumas horas após a exposição, que atinge, em geral, 39°C, e é acompanhada de leucocitose;
- É um quadro benigno e limitado a algumas horas, conhecido como febre dos fundidores de latão (ou febre dos fumos metálicos), tendo em vista a enorme quantidade de fumos de zinco emanados durante a fabricação dessa liga;
- O quadro é causado pela liberação de pirogênio endógeno, e após um episódio, o indivíduo pode não ser afetado nos dias subseqüentes, mas depois de alguns dias de afastamento do trabalho.

Zinco

- Não se conhece qualquer outro efeito sistêmico deletério do zinco por exposição ocupacional;
- Problemas pulmonares, há somente o registro de um caso em um indivíduo que foi exposto a enormes concentrações de estearato de zinco durante 30 anos, e apresentou um quadro granulomatoso pulmonar que foi relacionado à exposição.

Zinco

Prevenção, monitoramento e vigilância à saúde

- Deve-se ter cuidados com os fumos de zinco, especialmente quando o metal é fundido a temperaturas elevadas (>500°C);
- Monitoramento biológico em vários países através de zinco urinário ou sangüíneo - que são indicadores de exposição excessiva, sem significado clínico, entretanto, a ACGIH não os recomenda.

Zinco

- O Brasil adotou a dosagem do zinco urinário na NR-7 de 1983, mas este fato provocou muita confusão tendo em vista que e experiência mostrou que praticamente todas as pessoas não expostas ao metal tinham valores acima do índice biológico máximo permitido, provavelmente por questões próprias do clima, alimentação, solo, entre outros fatores;

- A causa desse fenômeno não foi esclarecida, mas, mesmo assim, o quadro I da NR-7 em vigor atualmente, não traz este indicador, que, portanto, NÃO deve ser realizado enquanto não estejam estabelecidos os parâmetros do Valor de Referência de Normalidade (VRN) e Índice Biológico Máximo Permitido (IBMP), para o nosso meio.

Resumo de Metais

Metal	Principal Efeitos	Indicadores NR7 significado	Vigilância no controle médico
Chumbo inorgânico	Anemia, neuropatia periférica, cólica abdominal, nefropatia	Pb-S - indicador de dose interna ALA-U -indicador de efeito.	PB-S e ALA-U
Mercúrio metálico	Tremor, alt. de memória recente, comportamento, nefropatias	Hg-U - Indicador de exposição excessiva	Avaliação clínica com busca de alterações neurológicas e renais
Manganês	Alt. de marcha, de humor, paralisia espástica	Não há	Clínica a alt. Neurológicas pouco eficiente

Resumo de Metais

Metal	Principal Efeitos	Indicadores NR7 significado	Vigilância no controle médico
Cádmio	Lesões renais com proteinúria, enfisema pulmonare câncer de próstata	Cd-U c/ afast. exposição Depósito potencialmente lesivo	Cd-U e raio-X de tórax, função pulmonar e renal (com atenção esp. à proteinúria.
Cromo hexavalente	Lesões de pele e mucosas e câncer de pulmão	Cr-U Exposição excessiva	Clínica de pele e mucosas e Raio-X de tórax
Zinco (fumos)	Febre benigna	Não há	