

L'étymologie du nom cadmium vient du grec Kadmeia, ville de Grèce où l'on extrayait un minerai que l'on appelait Cadmie.

Sommaire

- 1 Sources d'exposition
- 2 Dérivés toxiques
- 3 Toxicocinétique
 - 3.1 Absorption
 - 3.2 Distribution
 - 3.3 Stockage
 - 3.4 Élimination
- 4 MÉCANISME D'ACTION DU CADMIUM
 - 4.1 Action sur les enzymes à groupements thiols
 - 4.2 Interférence avec le métabolisme du calcium
 - 4.3 Interférence avec le métabolisme des métaux
 - 4.4 Interférence avec le métabolisme des protéines
 - 4.5 Interférence avec le métabolisme lipidique
 - 4.6 Action sur le métabolisme des acides nucléiques
 - 4.7 Action sur le métabolisme énergétique
 - 4.8 Action sur les oxydations cellulaires
 - 4.9 Action sur le système immunitaire
- 5 Symptômes d'intoxication au cadmium
 - 5.1 Intoxication aiguë
 - 5.2 Intoxication chronique
- 6 TRAITEMENT
- 7 Prévention
 - 7.1 Méthodes techniques
 - 7.2 Médicale
- 8 DÉTECTION TOXICOLOGIQUE
 - 8.1 Prélèvements
 - 8.2 Traitement des échantillons
 - 8.3 Méthodes de dosages

Sources d'exposition

Sources industrielles

- Métallisation au Cd (cadmiage);
- Fabrication et utilisation de pigments cadmiés;
- Industrie de zinc;
- Fabrication d'alliage Cd - zinc, Cd - Cuivre;
- Battons de soudure au Manganèse - Cd (soudeur);
- Accumulateurs électriques (Nickel - Cd);

Sources environnementales

- Aliments : crustacés, mollusques;
- Pollution urbaine;
- Tabac;

Dérivés toxiques

Cadmium métal

- Cd : métal, blanc, malléable. - Point de fusion : 320,9°C, Point d'ébullition : 773°C. Il réagit avec les acides et les bases, soluble dans l'acide nitrique dilué, l'acide chlorhydrique et dans l'acide sulfurique concentrés.

Toxicocinétique

Absorption

a) *Voie pulmonaire*: Importante en milieu industriel, 20 à 30% du Cd inhalée est absorbée. (Poussières de diamètre $<5\mu$), l'absorption de la fraction retenue dépend de l'hydrosolubilité de la forme chimique du Cd.

b) *Voie digestive*: Absorption par le tractus gastro-intestinal reste faible ($< 10\%$).

c) *Voie Percutanée* : Très rare mais possible.

Distribution

Au niveau sanguin, le Cd (90-95%) est fixé à l'Hémoglobine (liaison intra-érythrocytaire) mais aussi à l'albumine, aux métallothionéines: protéines à groupement thiol (dont la synthèse fait suite à l'exposition au Cd ainsi qu'à d'autres métaux). Cette liaison aux métallothionéines constitue un système de détoxification par l'organisme.

Stockage

Principalement au niveau du Foie, Rein, Tissus (Cd est lié à la métallothionéine), le complexe Cd - métallothionéine est plus toxique pour le rein. Le cadmium est également stocké dans les poumons, pancréas, thyroïdes et les glandes salivaires.

Élimination

Le Cd est un toxique très cumulatif : $T_{1/2} = 20$ à 30 ans. Son élimination se fait dans les urines, bile, sueur, salive et les phanères. Le cadmium peut traverser la barrière placentaire.

MÉCANISME D'ACTION DU CADMIUM

Le Cd pénètre dans les cellules via les canaux calciques, à l'intérieur desquelles il est lié à des métallothionéines. Lorsque la synthèse intracellulaire de ce type de protéines n'est plus proportionnelle à la quantité de Cd accumulée, le Cd se retrouve à l'état libre (Cd^{2+}) et engendre des effets toxiques :

Action sur les enzymes à groupements thiols

Le cadmium a une affinité aux groupements thiols, de ce fait il se fixe sur des protéines, enzymes et acides aminés soufrés, perturbant ainsi leur fonctionnement.

Le cadmium inhibe la protéine kinase C.

Le cadmium provoque une déplétion intracellulaire en glutathion (GSH), et diminue l'activité des enzymes oxydatives, on aura par conséquent l'inhibition des processus de détoxification cellulaires.

Interférence avec le métabolisme du calcium

Le cadmium freine l'absorption intestinale du calcium, donc il prévient ainsi son dépôt dans l'os. Il stimule la mobilisation du calcium osseux : perte progressive du calcium (ostéoporose).

Il existe une compétition entre le cadmium et le calcium au niveau de plusieurs enzymes et hormones auxquelles le calcium est nécessaire pour leur synthèse, fonctionnement ou leur régulation. Par conséquent, le cadmium inhibe la Ca^{2+} ATPase, enzyme calmoduline dépendante, entraînant ainsi une diminution intracellulaire de la concentration du calcium et l'inhibition de la transmission de l'influx nerveux.

Le Cd provoque une perturbation du métabolisme de la vitamine D3, par inhibition indirecte en empêchant la conversion de 25 (OH) D3 (25 hydroxycalciférol) en 1,25 (OH)₂ D3 (1,25 dihydroxycolécalciférol) au niveau rénal.

Interférence avec le métabolisme des métaux

a- compétition avec le zinc : il remplace le zinc comme cofacteur de certaines réactions enzymatiques, et interfère avec le métabolisme de ce dernier, dans la MT III (métallothionéine cérébrale), exerçant ainsi son action cérébral.

b- compétition avec le fer et le cuivre : le fer et le cuivre sont des cofacteurs des monoaminoxidases, le cadmium diminue l'activité enzymatique de ces derniers.

Interférence avec le métabolisme des protéines

Perturbation du métabolisme des amines, par inhibition de la monoamineoxydase et activation de la tryptophane et tyrosine hydroxylase.

Interférence avec le métabolisme lipidique

Inhibe la β oxydation des acides gras.

Action sur le métabolisme des acides nucléiques

Expérimentalement, il a été démontré que le cadmium inhibait la synthèse des acides nucléiques par inhibition de la thymidine kinase, qui est l'enzyme impliquée dans la synthèse de thymidine.

Action sur le métabolisme énergétique

Découplage des réactions d'oxydoréduction et les réactions de phosphorylation au niveau des mitochondries.

Action sur les oxydations cellulaires

Déplétion du glutathion et diminution de l'activité de la catalase.

Diminution de l'activité du Cu/Zn superoxyde dismutase (SOD), entraînant l'augmentation du taux des radicaux superoxydes (responsables de la néphrotoxicité).

Le Cd diminue l'activité de glutathion peroxydase et réductase (au niveau du GR, foie).

Action sur le système immunitaire

A faible doses: le cadmium est stimulateur du système immunitaire avec augmentation de la sécrétion des cytokines IL -1, IL -6, TNF α . L'activation des macrophages et la sécrétion de cytokines sont l'un des mécanismes qui expliqueraient la fièvre due à une intoxication au cadmium.

A fortes doses, le cadmium est suppressif avec libération de l'INF δ , réduction de la production des lymphocytes T, diminution de l'activité normale des cellules tueuses (NK), et suppression de l'activité des macrophages.

Symptômes d'intoxication au cadmium

Intoxication aiguë

- Ingestion : effets émétiques (Trouble gastro intestinale),
- Inhalation : céphalée, vertige, nausée, irritation pulmonaire avec dyspnée, cyanose, toux.

Intoxication chronique

La maladie ITAI-ITAI :

L'ingestion chronique au cadmium est reliée à la « maladie itaï-itaï », observée en premier lieu au Japon. En effet, la rivière Jinzu, servant d'eau de consommation et à l'agriculture, a été contaminée pendant de nombreuses années, par les déchets provenant de la production de minerais de zinc, cuivre et plomb. Le riz, aliment de base des Japonais, a la capacité de concentrer le cadmium.

Les symptômes sont douloureux et ressemblent à ceux de l'ostéomalacie ; douleurs lombaires et musculaires et des fractures spontanées accompagnées de déformations osseuses. De plus, l'atteinte rénale causée par l'intoxication cadmique est caractérisée par une protéinurie, une glycosurie et une aminoacidurie.

Atteinte rénale

Protéinurie : Bêta-2 microglobuline, Albumine.

Atteinte respiratoire : Pneumonie chimique.

Atteinte osseuse : Ostéomalacie Ostéoporose.

Pigmentation jaune de l'émail des dents précoce.

Anémie légère.

Signes cardio-vasculaires (hypertension artérielle).

Action cancérigène.

TRAITEMENT

Traitement évacuateur : en cas d'ingestion récente (< 4h).

Traitement symptomatique : en cas d'intoxication par inhalation : oxygénothérapie, ATB à large spectre d'action, Calcium + Vit D.

Traitement spécifique : EDTA calcique disodique a été employé avec succès dans quelque cas d'intoxication mais il faut être prudent en cas lors d'atteinte rénale.

Aucun agent chélateur ne peut être proposé pour le traitement de l'intoxication chronique.

Prévention

Méthodes techniques

1-Technique

Collective:

- Aspirer les poussières et fumées.
- Informer les travailleurs sur le risque.
- Surveiller les atmosphères de travail.

T.L.V : 20 μ g/m³ (OMS)

T.L.V.c : 50 μ g/ m³ (A.C.G.I.H) » fumées d'oxyde de cadmium

Individuelle:

- Port de masque avec adduction d'air sous pression.

- Ne jamais boire, manger ou fumer sur les lieux de travail.

Médicale

Examen d'embauche :

Écarter les individus porteurs d'altérations osseuses, sanguines, pulmonaires et rénales.

Examens périodiques :

- Prévention des troubles rénaux (protéinuries).
- Prévention des troubles pulmonaire (E. F.P).
- Prévention des troubles osseux.
- Prévention des troubles cardio-vasculaires.
- Examens biologiques.
- Cadmium sanguin : Valeur normal t 0,5 μ g/100ml.

Valeur à ne pas dépasser 1 μ g/100ml.

Cadmium urinaire : Valeur normale 2 μ g/g créatinine.

Valeur à ne pas dépasser 10 μ g/g créatinine.

Protéinurie : Bêta-2 microglobuline dans les urines 200 μ g/g créatinine. Albumine 12mg/g créatinine.

Bilan rénal: Créatinine - urée - glucosurie.

Bilan hématologique : Hémoglobine - F.N.S.

DÉTECTION TOXICOLOGIQUE

Prélèvements

- Air : Barbotage en milieu acide, ou filtration sur fibre de verre.

- Sang : sur anticoagulant.

- Urines : un flacon propre.

Traitement des échantillons

Minéralisation par un mélange d'acide ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$).

Méthodes de dosages

SAA flamme, SAA four : la différence entre les deux méthodes se situant au niveau de l'atomisation, la flamme ne permettant pas une atomisation optimale pour atteindre des limites de détection faibles.

Spectrométrie d'émission atomique.

Spectrométrie de masse.