



RÉGIE RÉGIONALE
DE LA SANTÉ ET DES
SERVICES SOCIAUX
DE MONTRÉAL-CENTRE

Santé au travail et environnementale

Organisation des premiers soins spécifiques aux intoxications par les cyanures dans les établissements d'électrodéposition et de galvanisation de la région de Montréal

Avis médical régional

Suzanne Brisson, Robert Simard

Juillet 2000

**DIRECTION
DE LA SANTÉ
PUBLIQUE**

*Garder notre
monde en santé*

Organisation des premiers soins spécifiques aux intoxications par les cyanures dans les établissements d'électrodéposition et de galvanisation de la région de Montréal

Avis médical régional

Suzanne Brisson, MD., MSc. – DSP de Montréal-Centre

Robert Simard, MD. – DSP de Montréal-Centre

Juillet 2000

Une réalisation de l'unité de santé au travail et environnementale
Hôpital Maisonneuve-Rosemont, mandataire

© Direction de la santé publique
Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre (2000)
Tous droits réservés

Dépôt légal : 3^e trimestre 2000
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

ISBN : 2-89494-243-5

REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier pour la lecture du document et pour leurs commentaires :

- Dr Albert Nantel, Directeur médical du Centre de Toxicologie du Québec.
- Dr René Blais, Directeur médical du Centre Anti-Poison du Québec.

Nous remercions également madame Réjeanne Tremblay de la Direction de la Santé Publique de Montréal-Centre pour la mise en forme du document final.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	9
2. ÉPIDÉMIOLOGIE DES INTOXICATIONS AUX CYANURES	10
3. TOXICOLOGIE	12
3.1 LES CYANURES	12
3.2 TOXICITÉ	13
3.2.1 Intoxication chronique	13
3.2.2 Intoxication aiguë	15
3.3 PHYSIOPATHOLOGIE	17
3.4 DÉTOXICATION	18
4. TRAITEMENT	19
4.1 OXYGÉNOTHÉRAPIE	19
4.2 ANTIDOTES	20
4.2.1 Approche basée sur l'induction de la méthémoglobinémie	21
4.2.1.1 Nitrite d'amyle (25)	22
4.2.1.2 Nitrite de sodium et thiosulfate de sodium	23
4.2.1.3 Diméthylaminophénol (DMAP)	24
4.2.2 Approche basée sur la chélation	25
4.2.2.1 EDTA-2 Co	25
4.2.2.2 Hydroxocobalamine (vitamine B12a)	25
4.3 CONCLUSION	26
5. CRITÈRES À CONSIDÉRER DANS LE CHOIX D'UN ANTIDOTE	28
6. CONCLUSION	31
RÉFÉRENCES	33
ANNEXE	37

1. INTRODUCTION

Le comité des soins infirmiers du programme régional de l'électrodéposition et de la galvanisation Île-de-Montréal, a eu le mandat d'élaborer un Guide sur l'organisation des premiers secours et premiers soins spécifiques à l'électrodéposition et à la galvanisation.

Plusieurs établissements ciblés par ce programme utilisent des procédés à base de cyanures. Malgré que les intoxications aiguës aux cyanures soient rares, elles sont parmi les plus dangereuses, le décès de la personne intoxiquée pouvant survenir dans les minutes qui suivent l'exposition. Par ailleurs, le cyanure est un des rares toxiques pour lequel des antidotes spécifiques sont disponibles. Un avis médical a donc été demandé concernant les premiers soins spécifiques aux intoxications par cyanure.

Une revue de la littérature concernant l'importance de la problématique, la toxicologie et les recommandations quant aux premiers soins à dispenser lors d'une intoxication soupçonnée ou prouvée aux cyanures a été effectuée et est présentée dans ce document.

À partir de ces éléments, une position médicale régionale a été élaborée. La position adoptée suite à la consultation des médecins responsables de la région de Montréal fait l'objet de fiches pouvant être intégrées, si indiqué, au Guide sur l'organisation des premiers secours et premiers soins spécifiques à l'électrodéposition et à la galvanisation. Ce guide se veut un outil facilitant la prise en charge par le milieu de travail.

2. ÉPIDÉMIOLOGIE DES INTOXICATIONS AUX CYANURES

Les données sur l'incidence des intoxications aux cyanures dans l'industrie nous parviennent principalement des statistiques des centres hospitaliers ou des centres anti-poisons où des épisodes d'intoxications en milieu de travail ont nécessité une référence à ces services spécialisés. Ainsi, ces données sont influencées principalement par l'accessibilité des services spécialisés, la sévérité des épisodes d'intoxications et l'aptitude des milieux de travail à identifier les situations d'exposition nécessitant une intervention. De ce fait, on a de fortes raisons de croire que ces statistiques sous-estiment l'incidence réelle de ce problème en milieu de travail.

Quelques études descriptives sur ce sujet ont été publiées au cours des deux dernières décennies. Bismuth et collaborateurs rapportent de 1967 à 1983, 32 cas d'intoxications requérant une hospitalisation dans une clinique toxicologique spécialisée de la région parisienne, l'hôpital Fernand Widal (1). De ce nombre, 13 cas étaient attribuables à des épisodes survenus en milieu de travail dont 3 cas d'intoxication professionnelle collective. Dans cette série, 2 décès sont rapportés, tous deux attribuables à une exposition professionnelle par inhalation à des concentrations de plus de 300 ppm de cyanure d'hydrogène dans l'air ambiant.

Le Centre anti-poison de Paris (C.A.P.P.) rapporte également une série de 28 observations d'inhalation d'acide cyanhydrique, entre le 1^{er} janvier 1974 au 31 décembre 1985 (2). Dans 26 cas survenus chez des adultes, les intoxications étaient directement reliées à des intoxications en milieu de travail, lors de mélange intempestif d'un acide et de cyanure. Dans cette série, on rapporte également une intoxication collective (6 cas). Les ateliers de galvanoplastie représentaient le lieu de travail le plus fréquent, avec 9 cas sur les 26. De plus, dans 4 cas, l'intoxication était jugée cliniquement sévère, avec arrêt cardio-respiratoire 15 à 45 minutes après le début de la contamination. L'évolution de ces derniers cas a été fatale.

En Amérique, une des séries les plus importantes est l'étude descriptive de Wurzburg réalisée chez El Dupont, producteur d'acide cyanhydrique (HCN) (3). De 1956 à 1985, 37 employés ont été exposés accidentellement aux cyanures lors de la fabrication de cet acide ; le tiers de ces employés ont eu une perte de conscience et un seul décès a été constaté. Le nombre d'employés n'est pas mentionnée dans l'étude toutefois; l'auteur cite que l'exposition totale cumulative des employés est de 14 millions d'heures-hommes, résultant en une incidence de 1 cas par 437,500 heures-hommes.

En plus des séries de cas décrites ci-haut, il faut ajouter les épisodes isolés d'intoxications collectives rapportées, par exemple celui décrit par Peden, relié à une fuite d'acide cyanhydrique, où 9 travailleurs ont développé des symptômes compatibles à une intoxication aiguë (4).

Certaines données issues des compilations des centres anti-poisons aux Etats-Unis indiquent que pour 1998, 359 épisodes d'exposition accidentelle aux cyanures ont été rapportés (5). Ces statistiques excluent les appels pour intoxication aux cyanures résultant de plantes cyanogènes. De ce chiffre, 33 épisodes représentaient des intoxications intentionnelles. Pour cette même année, l'issue de l'intoxication a été fatale dans 10 cas; 4 cas additionnels présentaient des signes cliniques sévères d'intoxication. Il faut mentionner que ces données ne font pas la distinction entre les expositions professionnelles et extra-professionnelles, ce qui limite leur interprétation dans le contexte qui nous préoccupe.

Au Québec, Lucie-Andrée Roy a réalisée une étude sur l'incidence des accidents impliquant des agents chimiques toxiques survenus sur le territoire de l'Île de Montréal de 1988 à 1993 (7). Diverses banques de données, incluant celle de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique), Environnement Canada, Transport Canada, le Ministère de l'environnement et de la faune du Québec, le centre anti-poison du Québec et les journaux quotidiens ont été analysées. Aucun événement accidentel spécifique impliquant les composés de cyanure n'était cité.

L'expérience rapportée par Guy Sanfaçon du Centre anti-poison du Québec confirme que les appels d'urgence à ce centre, pour des cas présumés d'intoxication, se limitent à quelques situations d'exposition provenant d'industries minières principalement. Une expérience similaire est rapportée par le service d'inspection de la CSST suite à un sondage mené auprès des inspecteurs de la province (8). Hormis un cas de déversement dans une usine à Montréal en 1999, aucune autre situation n'a été rapportée.

3. TOXICOLOGIE

3.1 Les cyanures

Le terme «cyanure» réfère à une grande famille de produits chimiques dans laquelle chaque membre contient une unité chimique appelée ion cyanure. C'est cet ion qui est responsable de l'intoxication par les cyanures.

D'un point de vue toxicologique, cette famille se subdivise en plusieurs catégories selon que la toxicité se manifeste rapidement ou plus lentement en fonction de la facilité à laquelle l'ion cyanure est libéré dans l'organisme (9).

1) Composés hautement toxiques qui libèrent facilement l'ion cyanure :

- Le cyanure d'hydrogène / l'acide cyanhydrique (HCN);
- Le cyanogène (CN)₂;
- Les sels simples de l'acide cyanhydrique (cyanures de sodium, potassium, calcium et cuivre);
- Les dérivés halogénés tels que le chlorure et le bromure de cyanogène.

2) Composés modérément toxiques avec lesquels la symptomatologie peut se développer plus lentement :

- Les cyanures d'argent et d'or;
- Les nitriles tels que l'acétonitrile (cyanure de méthyle), l'acrylonitrile (cyanure de vinyle), l'isobutyronitrile, le propionitrile (cyanure d'éthyle), le malononitrile, le méthacrylonitrile et le diméthylaminopropionitrile.

3) Les composés qui réagissent ou se décomposent en libérant un ion cyanure, par exemple :

- Isocyanates;
- Thiocyanates;
- Dicyandiamide;
- Ferricyanure de potassium et ferrocyanure de potassium;
- Dichlorocyanurate;
- Cyanamide calcique;
- Cyano-2 acrylate de méthyle.

Les composés hautement toxiques

Les composés de cyanure du premier groupe sont très toxiques et leur action est très rapide. Ils se retrouvent sous différentes formes, soit :

- Gazeuse, ex. cyanure d'hydrogène (HCN);
- Liquide, ex. acide cyanhydrique (HCN);
- Solide, ex. sels simples de l'acide cyanhydrique (cyanures de sodium, potassium, calcium, cuivre).

Le cyanure d'hydrogène est un gaz incolore ayant une densité de vapeur de 0.941. Il prend une teinte blanche bleuté ou incolore lorsqu'il est liquéfié. L'acide cyanhydrique est un liquide volatil avec un point d'ébullition à 25.6 °C. Les sels de cyanure se présentent sous forme de poudre blanche solide. Les cyanures sous toutes ces formes ont une odeur caractéristique d'amande amère quoiqu'un certain pourcentage d'individus (20-50%) seraient incapables de percevoir cette odeur.

Électrodéposition

Les sels de cyanure (sodium, potassium, cuivre, or et argent) et le ferricyanure de potassium peuvent être utilisés dans les procédés d'électrodéposition de plusieurs métaux.

Les sels hydrolysés produisent de très petites quantités d'acide cyanhydrique en solution dans l'eau et tous les procédés à base de cyanure libèrent du cyanure d'hydrogène (HCN) sous forme de gaz par réaction chimique avec l'air (CO_2) à la surface des baignoires. La quantité de HCN libérée est faible lorsque les baignoires sont utilisées à la température de la pièce, ce qui est généralement le cas. Par contre, la quantité de HCN libérée augmente lorsque les baignoires sont chauffées.

À la station de traitement des effluents, lors de la décyanuration, toute dérive du débit ou du pH peut conduire à une émission de chlorure de cyanogène.(6)

Les concentrations de cyanure mesurées dans l'air ambiant des ateliers d'électrodéposition sont généralement faibles selon la littérature. D'après le bilan réalisé dans le cadre du projet régional électrodéposition, les concentrations de cyanure d'hydrogène mesurées dans l'air ambiant des ateliers d'électrodéposition de la région de Montréal, varient de non décelé à faible/moyen par rapport aux normes en vigueur (10).

Valeurs de référence du Règlement sur la qualité du milieu de travail (11)

Cyanure d'hydrogène / Acide cyanhydrique : VEMP : 10 ppm ou 11 mg/m³ Plafond, Peau.
Cyanures (exprimé en CN) : VEMP : 5 mg/ m³, Peau.

3.2 Toxicité

L'intoxication aux cyanures peut être chronique ou aiguë.

3.2.1 Intoxication chronique

Lauwerys (12)

Les travailleurs exposés chroniquement aux cyanures (baignoires d'électrodéposition) peuvent se plaindre de céphalées, fatigue, modification du sens olfactif et gustatif, irritation du pharynx, vomissement et dyspnée d'effort (El Ghawabi et al.).

Il est possible que l'exposition prolongée aux cyanures entraîne l'apparition d'un goitre par suite de l'action inhibitrice des cyanures sur la captation de l'iode par la thyroïde et son incorporation dans la molécule de thyroxine. L'action antithyroïdienne a été confirmée expérimentalement.

ACGIH, Documentation on TLV's (13)

- 1) Cyanure d'hydrogène, révisé 1992 : VEMP : 10 ppm ou 11 mg/m³ Plafond, Peau.

Malgré que certains auteurs contestent l'existence d'une intoxication chronique aux cyanures, il a été rapporté dans la littérature des maladies occasionnelles chez les travailleurs exposés aux cyanures. Les symptômes incluent, asthénie, céphalée, vertige, irritabilité, perte de poids, anorexie et divers malaises gastro-intestinaux. Ces symptômes ont été attribués à une exposition chronique aux cyanures parce qu'ils ont disparu complètement lorsque les conditions de travail se sont améliorées ou lorsque l'exposition a cessée (retrait du poste), pour réapparaître lorsque le travail et l'exposition ont recommencé.

El Ghawabi et al, ont évalué des travailleurs exposés durant environ 7 années à des concentrations de HCN variant de 4.2 à 12.4 ppm dans la zone respiratoire. Une augmentation de l'incidence de certains symptômes chez les exposés versus les sujets contrôles a été observée. Les symptômes rapportés par ordre de fréquence sont : céphalée, fatigue, modification du sens olfactif et gustatif, irritation du pharynx, vomissement et dyspnée d'effort. Les symptômes moins fréquents incluent larmoiement, colique abdominale, salivation et irritabilité. Un goitre léger à modéré a été retrouvé chez 56% des travailleurs de cette étude.

- 2) Cyanures (exprimés en CN), révisé 1991 : VEMP : 5 mg/ m³, Peau.

En plus de l'action asphyxiante du cyanure d'hydrogène, l'inhalation d'aérosols (mists) de cyanures alcalins (potassium, sodium, calcium) à des concentrations légèrement supérieures à 5 mg/m³, pourrait occasionner des épistaxis et des érosions de la muqueuse nasale.

Une augmentation de volume de la glande thyroïde a été rapportée chez les travailleurs exposés à des sels de cyanures dans le traitement des métaux (heat treatment). Il a été suggéré que l'absorption des poussières de cyanure ou du cyanure d'hydrogène, produit par hydrolyse des sels de cyanures, génère des thiocyanates qui entreraient en compétition avec l'iode et pourraient être considérés comme une cause de l'apparition d'un goitre.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (14)

Deux études ont été retenues par l'ATSDR dans l'évaluation de l'exposition chronique par inhalation au cyanure d'hydrogène.

Outre, l'étude de El Ghawabi et al réalisée en 1975, une étude réalisée par Blanc et al. en 1985 auprès de travailleurs exposés à des concentrations de 14 ppm de cyanure d'hydrogène rapporte des symptômes de dyspnée, palpitations, douleurs thoraciques, nausée, éruption cutanée, augmentation de volume de la thyroïde, irritation oculaire, et perte de poids ainsi que des symptômes neurologiques de céphalée persistante, étourdissement et paresthésies.

3.2.2 Intoxication aiguë

L'intoxication aiguë peut survenir par inhalation, contact cutané ou ingestion. La vitesse d'apparition des symptômes dépend de la présentation physico-chimique du cyanure, de la concentration et de la durée d'exposition.

Inhalation

Le risque le plus important auquel les travailleurs sont exposés est la production soudaine et abondante de cyanure d'hydrogène lorsque des sels de cyanure sont accidentellement mis en contact avec des acides. Le contact des sels de cyanure avec du bifluorure d'ammonium, du chlorure de zinc et du peroxyde d'hydrogène 20-35%, des produits chimiques utilisés en électrodéposition et en galvanisation, peut également générer du cyanure d'hydrogène (15).

Des cyanures sont également dégagés lors de la combustion de certains polymères naturels ou synthétiques (laine, soie, polyuréthanes, polyacrylonitrile...). Une exposition concomitante au monoxyde de carbone peut alors être présente.

Le tableau suivant présente la relation dose-réponse à une exposition au cyanure d'hydrogène / acide cyanhydrique (2).

Effets	Concentrations	
	mg/m ³	ppm
immédiatement mortel	300	270
mortel en 10 minutes	200	181
mortel en 30 minutes	150	135
potentiellement mortel pour des expositions de plus de 30 minutes	120-150	110-135
sans effet pour des expositions de 20 minutes à 1 heure	50-60	45-54
intoxication bénigne après plusieurs heures d'exposition	20-40	18-36

Contact cutané

Le liquide et les vapeurs concentrées ainsi que les cyanures sous forme solide (poudre) peuvent être absorbés par la peau intacte ou les muqueuses.

Les sels de cyanure peuvent causer une irritation cutanée s'ils viennent en contact avec la peau. L'exposition prolongée serait même la cause de brûlures caustiques dont la plupart ont entraîné des intoxications systémiques et parfois le décès (16).

La vitesse d'apparition des symptômes dépend des facteurs d'exposition cités précédemment ainsi que de la surface cutanée en contact avec les cyanures. Les études de diffusion cutanée suggèrent qu'un contact sur une grande surface avec une solution de cyanure de sodium à 10% produirait des symptômes d'intoxication en dedans de 20 minutes (3).

Les informations concernant les effets chez l'humain proviennent essentiellement des descriptions de cas ayant eu un contact cutané accidentel avec des cyanures :

- Trois intoxications sévères par contact cutané ont été rapporté de 1956 à 1985 par la compagnie DuPont, un des principaux producteurs de cyanure. Les 3 individus ont présenté un délai de 15 à 20 minutes avant l'apparition des symptômes (3).
- Un travailleur exposé par « immersion » dans une solution de cyanure de sodium diluée n'aurait pas développé d'effets toxiques suite à l'enlèvement des vêtements contaminés et la douche corporelle complète. Nous n'avons pas d'information sur la concentration du produit et la surface corporelle immergée (3).
- Un coma profond a été rapporté chez 2 travailleurs ayant chuté dans un bassin de cyanure de cuivre et un bassin de cyanure de potassium (concentration inconnue) (14).
- Un travailleur a présenté un coma avec aréflexie et mydriase 5 minutes après l'immersion d'une main dans de l'acide cyanhydrique (concentration inconnue) (14).
- Des travailleurs portant un équipement de protection respiratoire adéquat et exposés à 20,000 ppm de cyanure d'hydrogène pour 8 à 10 minutes ont présenté des céphalées, étourdissements et faiblesse. La symptomatologie a été attribuée à l'absorption du gaz par la peau non protégée (14).

Ingestion

L'absorption des cyanures est possible par voie orale. Les expositions accidentelles par voie orale en milieu de travail seraient extrêmement rares.

En cas d'ingestion, de l'irritation au niveau de la bouche et de la gorge apparaît, suivi de douleurs épigastriques. L'ingestion de 200 à 300 mg de cyanure de potassium ou de sodium entraîne une mort rapide par arrêt respiratoire.

Symptomatologie

D'après Lauwery (12), l'intoxication aiguë peut se manifester de façon suraiguë, aiguë ou subaiguë.

Lorsque le décès ne survient pas rapidement par arrêt respiratoire (suraiguë), l'intoxication aiguë se manifesterait en 4 phases:

- 1) Phase d'excitation :
 - céphalée intense;
 - saveur amère et brûlures de la bouche et de la gorge;
 - l'haleine a une odeur d'amande amère;
 - vertige, étourdissements;
 - nausée et parfois vomissements;
 - polypnée.
- 2) Phase de dépression :
 - dyspnée inspiratoire et expiratoire avec phase d'apnée;
 - le sujet est stuporeux, angoissé;
 - les téguments restent rosés, les intoxiqués sont rarement cyanosés.
- 3) Phase de convulsion :
 - convulsions tonico-cloniques;
 - perte de conscience.
- 4) Phase de paralysie :
 - coma profond;
 - collapsus cardio-vasculaire;
 - la dyspnée s'intensifie jusqu'à l'arrêt respiratoire.

L'intoxication grave est associée à un état d'acidose métabolique (acide lactique). La survie est possible si le traitement est rapidement instauré. Des séquelles nerveuses peuvent persister : paralysie, syndrome parkinsonien, encéphalopathie anoxique.

Selon Hall et Rumack (17), les symptômes cliniques initiaux de dyspnée, palpitations, céphalée et étourdissements peuvent être interprétés pour de l'anxiété avec hyperventilation. Les vomissements, la bradycardie, l'hypotension, le coma, les convulsions et l'apnée sont des signes tardifs.

Une intoxication subaiguë entraîne des céphalées, vertige, angoisse, insomnie, anorexie et dyspnée rapidement réversibles. Ces symptômes disparaissent dès la cessation de tout contact.

3.3 Physiopathologie

Les mécanismes responsables de la toxicité du cyanure au niveau tissulaire sont connus depuis plusieurs décennies.

L'ion cyanure est absorbé rapidement par les différentes voies d'exposition pour se retrouver dans le sang. Il pénètre rapidement dans le globule rouge. L'ion cyanure diffuse ensuite du sang vers les tissus où il se fixe sur des macromolécules contenant des métaux (fer, cuivre, cobalt). La cible critique est la cytochrome oxydase a_3 , cytochrome terminal de la chaîne respiratoire mitochondriale qui réagit avec l'oxygène. L'ion cyanure s'y fixe préférentiellement à cause de sa grande affinité avec le fer ferrique ($3+$) de cette enzyme. Il en résulte un blocage de la respiration cellulaire.

Le blocage de la respiration cellulaire ne serait pas le seul mécanisme en cause dans la toxicité du cyanure. D'autres mécanismes pourraient être impliqués, particulièrement lors d'intoxication sévère. Un œdème pulmonaire aiguë et une myocardiotoxicité se manifestant par une dysfonction ventriculaire gauche ont été observés. Le mécanisme responsable des changements circulatoires demeure imprécis. Les cyanures causeraient une vasoconstriction des artérioles pulmonaires et/ou des artères coronaires, une insuffisance cardiaque et une diminution du débit cardiaque. Des expérimentations animales supportent la théorie que le «chock-like» précoce n'est pas en relation avec l'inhibition de la cytochrome oxydase (18).

3.4 Détoxication

L'organisme a la capacité de neutraliser et d'éliminer de petites quantités de cyanure. Plusieurs voies de détoxication peuvent être impliquées (14) :

1) Voie majeure (80%)

L'ion cyanure (CN^-), fixé à une molécule de soufre, est converti en ion thiocyanate (SCN^-) peu toxique et excrété par les reins. Cette réaction est catalysée par 2 systèmes enzymatiques :

- la rhodanèse mitochondriale (une transsulfurase) neutralise l'ion cyanure à l'aide des thiosulfates endogènes. De petite quantité de thiosulfates sont présents dans l'organisme.
- la β -mercaptopyruvate transsulfurase, une enzyme érythrocytaire dont l'activité dans la cellule humaine serait faible.

2) Voies mineures

- fixation à la cystine et conversion en 2-aminothiazole-4-carboxylic acid (15%);
- fixation à l'hydroxocobalamine et conversion en cyanocobalamine;
- élimination du cyanure d'hydrogène par voie pulmonaire;
- incorporation dans le métabolisme du carbone.

La demi-vie plasmatique du cyanure chez l'homme serait de 20 minutes à 1 heure.

4. TRAITEMENT

Le traitement initial est d'abord symptomatique, oxygénothérapie et le cas échéant massage cardiaque. La suite du traitement (soins avancés de réanimation cardio-respiratoire, correction des troubles hémodynamiques et de l'acidose métabolique, traitement des convulsions) n'est souvent pas réalisable sur les lieux de travail et il relève des ressources médicales. Même en cas d'intoxication sévère, des mesures symptomatiques précoces et adaptées peuvent à elles seules permettre une guérison sans séquelles. Les antidotes sont un complément précieux de ce traitement symptomatique, ils ne le remplace pas (1,2).

4.1 Oxygénothérapie

L'efficacité de l'oxygénothérapie est en contradiction théorique avec la nature du mécanisme toxique d'inhibition de la cytochrome oxydase, qui implique l'impossibilité cellulaire d'utiliser l'oxygène.

Plusieurs mécanismes d'action ont été proposés pour expliquer son efficacité :

- 1) L'oxygène serait capable de réactiver la cytochrome oxydase et déplacer le cyanure déjà fixé, probablement par action de masse (1).
- 2) La formation de thiocyanates sous l'action de la rhodanèse et du thiosulfate ne peut s'achever qu'en présence d'oxygène. Le thiosulfate n'est directement utilisable que s'il est oxydé, pouvant ainsi réagir avec le cyanure. L'oxygène augmenterait donc la vitesse de conversion du cyanure en thiocyanate (1).
- 3) L'oxygène, par ventilation assistée, peut augmenter l'élimination par voie pulmonaire du cyanure sous forme de HCN (1).
- 4) L'oxygène augmenterait l'efficacité des médicaments utilisés pour traiter l'intoxication au cyanure (12).

L'oxygène à 100% est indiqué dans les intoxications aux cyanures

Si la personne respire spontanément, l'oxygène est administré à l'aide d'un masque à haute concentration.

Un ballon-masque est recommandé pour ventiler une personne qui ne respire plus ou pour aider une personne en état de détresse respiratoire. Un sac réservoir et un tube d'arrivée d'oxygène doivent être fixé au ballon-masque lorsque l'on administre de l'oxygène d'appoint. Ce type d'appareil de ventilation est très efficace lorsqu'il est utilisé simultanément par deux sauveteurs mais son utilisation est difficile pour une seule personne. Pour l'utiliser efficacement, il faut s'exercer régulièrement (19). Les principales difficultés rencontrées sont reliées à un manque d'étanchéité du masque, à un volume courant inadéquat et à la distension gastrique causée par une pression de ventilation excessive. Le ballon-masque avec un masque «Seal Easy» favoriserait une meilleure étanchéité et faciliterait la ventilation (20).

L'approche pré-hospitalière PHTLS (Pre-Hospital Trauma Life Support) est actuellement favorisée pour les secouristes en milieu de travail. Le protocole d'intervention PHTLS pour intoxication professionnelle aux cyanures, recommande une ventilation avec ballon-masque seulement (21).

Concernant les autres méthodes de ventilation pouvant être utilisées lors d'une réanimation :

- L'arrêt respiratoire causé par une intoxication au cyanure est une des rares situations où il y a contre-indication à utiliser la respiration artificielle bouche-à-bouche ou même bouche-à-nez. Le secouriste pourrait absorber le cyanure expiré par la personne intoxiquée.
- L'utilisation d'un masque avec valve anti-retour (ventilation bouche-à-masque) peut protéger le secouriste des gaz expirés et des contacts avec la salive, les sécrétions ou les vomissements. La protection contre l'inhalation de l'HCN pouvant être expiré par la personne intoxiquée n'est cependant pas garantie par un fabricant de ce type d'appareil de ventilation (22).
- L'utilisation de l'appareil *Ressucitator* n'est plus recommandé. La pression et le débit de l'oxygène insufflé sont difficiles à contrôler et peuvent occasionner des problèmes de surpression (distension gastrique favorisant l'aspiration du contenu gastrique qui reflue vers les poumons) (23).

4.2 Antidotes

Deux trousse d'antidotes sont actuellement disponibles au Québec (24) soit :

- 1) Cyanide Antidote Package® qui contient 12 ampoules de nitrite d'amyle, 2 ampoules de nitrite de sodium et 2 ampoules de thiosulfate de sodium. Seringues, tubulures, tube gastrique et tourniquet inclus. Coût : \$425.00 (CAN). Péréemption 18 à 24 mois.
Traitement basé sur l'induction de la méthémoglobinémie.
- 2) Cyanokit® qui contient 1 flacon de lyophilisat d'hydroxocobalamine, 1 flacon de solution de NaCl 0.9% pour dilution, le nécessaire à transfert du diluant et 1 tubulure. Coût : \$870.00 (CAN). Péréemption 18 à 24 mois.
Traitement basé sur la chélation (ou la combinaison directe).

Les 2 trousse sont des médicaments importés et distribués par le Centre de Toxicologie du Québec en vertu du règlement sur les médicaments d'urgence. Pour chaque trousse, un protocole de traitement de l'intoxication aux cyanures a été élaboré par le Dr Albert J. Nantel, Directeur du Centre de Toxicologie du Québec.

- 1) Protocole du traitement de l'intoxication aux cyanures par le Cyanide Antidote Package® (25):
 - Protocole du traitement de l'intoxication par le cyanure.
 - Annexe 1: Utilisation du nitrite d'amyle dans le traitement de l'intoxication aiguë au cyanure.
 - Annexe 2 : Protocole d'administration du Cyanide Antidote Package®.
 - Annexe 3 : Rapport d'utilisation du Cyanide Antidote Package®.

2) Protocole du traitement de l'intoxication aux cyanures par le Cyanokit® (26) :

- Protocole du traitement de l'intoxication par le cyanure.
- Annexe 1: Utilisation du nitrite d'amyle dans le traitement de l'intoxication aiguë au cyanure.
- Annexe 2 : Protocole d'administration du Cyanokit®.
- Annexe 3 : Rapport d'utilisation du Cyanokit®.

Malgré l'absence de nitrite d'amyle dans le Cyanokit®, l'annexe 1 concernant l'utilisation du nitrite d'amyle a été ajoutée pour répondre aux besoins de certaines entreprises qui se procurent des ampoules de nitrite d'amyle directement auprès des compagnies pharmaceutiques et qui se procurent également la trousse Cyanokit® auprès du Centre de Toxicologie du Québec (27).

4.2.1 Approche basée sur l'induction de la méthémoglobinémie

L'effet protecteur de la méthémoglobine, à cause de son affinité pour l'ion cyanure, a été démontré vers 1930 d'où la mise au point de protocoles de traitement à l'aide de substances méthémoglobinisantes (24).

Le fer dans la molécule d'hémoglobine (Hb) est normalement considéré comme étant à l'état réduit ou ferreux (2+), lequel peut transporter l'oxygène, le CO₂ ou rester libre. Quand l'hémoglobine réduite est oxydée, le fer est converti en fer ferrique (3+) qui est incapable de transporter l'oxygène ou le CO₂. C'est la méthémoglobine (MetHb).

La méthémoglobine est formée naturellement dans l'érythrocyte et existe en équilibre avec l'hémoglobine réduite dans des proportions normales de 98.5 à 99.5% Hb et 0.5 à 1.5 % MetHb. L'équilibre est maintenu par deux mécanismes de réduction enzymatique qui transforment la MetHb en Hb. Quand il y a plus de 1.5% de MetHb dans le sang, on parle de méthémoglobinémie.

L'ion cyanure ne se combine pas de manière appréciable avec l'hémoglobine, mais par contre il se lie de manière très ferme avec la metHb (dans laquelle le fer est à l'état ferrique 3+) pour former la cyanmethémoglobine. Par conséquent, si une quantité suffisante de metHb est produite, celle-ci neutralisera l'ion cyanure.

Malgré que les agents méthémoglobinisants soient également des asphyxiants chimiques, une certaine concentration de metHb peut être tolérée par l'organisme. Les symptômes associés à la méthémoglobinémie chez les individus en bonne santé sont (28) :

Méthémoglobinémie	Symptômes
10-30 %	Cyanose (débutant au niveau des ongles, des lèvres et des oreilles), fatigue légère, tachycardie.
30-50 %	Faiblesse, dyspnée, céphalée, intolérance à l'effort.
50-70 %	Perte de conscience.
> 70-80 %	Coma, décès.

4.2.1.1 Nitrite d'amyle (25)

Les informations suivantes concernant le mécanisme d'action, recommandation, posologie et administration, et précaution proviennent principalement du protocole élaboré par Dr Albert J. Nantel, Directeur de Centre de Toxicologie du Québec. Les informations provenant d'autres sources sont indiquées.

Le nitrite d'amyle est utilisé depuis plusieurs années comme traitement d'urgence dans les intoxications sévères au cyanure.

Mécanisme d'action

L'objectif est d'entraîner la formation de méthémoglobine. Cependant, certaines études ont démontré soit une absence de production de méthémoglobine, soit une élévation de la méthémoglobine de 1.4 à 6% (moyenne de 3.45%). Ce mécanisme ne peut donc à lui seul, justifier l'administration de ce médicament lors d'intoxication aiguë au cyanure.

Cependant, diverses études animales ont démontré un effet protecteur du nitrite d'amyle sur les complications cardio-vasculaires précoces et les décès provoqués par l'ingestion de sels de cyanure ou l'inhalation de HCN. Cet effet pourrait provenir de l'action vasodilatatrice du nitrite d'amyle contrant l'action vasoconstrictrice initiale du cyanure.

Recommandations

Compte tenu du niveau élevé de mortalité et de morbidité relié à l'intoxication aiguë sévère au cyanure, l'utilisation du nitrite d'amyle demeure recommandée dans de telles circonstances à l'intérieur des mesures de premiers soins.

Ce traitement ne modifie en rien la nécessité de recourir parfois aux autres antidotes (hydroxocobalamine, nitrite de sodium, thiosulfate de sodium).

Posologie et administration

Le nitrite d'amyle est absorbé par les muqueuses mais le taux d'absorption est plus élevé par voie pulmonaire.

Il est vendu en ampoules de 0.3 ml pour inhalation. Il est administré par inhalation durant 30 secondes (casser une ampoule dans un mouchoir ou un tampon de gaze et le tenir devant la bouche du patient) puis administré à nouveau aux 3 minutes jusqu'à ce qu'un autre antidote soit administré si indiqué.

D'après Lauwerys, l'administration de nitrite d'amyle a également été proposé pour les cas légers d'intoxication aux cyanures soit une ampoule (0.5 ml) aux 5 minutes pour un maximum de 4 ampoules (12).

Précaution

L'action vasodilatatrice du nitrite d'amyle peut occasionner une hypotension. Une attention spéciale devrait être apportée à la tension artérielle lors du traitement avec arrêt de l'administration quand la pression systolique atteint 80 mm de mercure (12).

4.2.1.2 Nitrite de sodium et thiosulfate de sodium

Mécanisme d'action

Le nitrite de sodium réagit avec l'hémoglobine pour former la méthémoglobine. La formation de 10 à 20% de méthémoglobine ne constitue pas un risque important. Cette dernière retire les ions cyanures des tissus et se lie avec eux pour former la cyanmethémoglobine qui est relativement peu toxique. L'ion cyanure se libérerait de façon lente et progressive de la cyanmethémoglobine pour diffuser du globule rouge vers le plasma. Ce mécanisme produirait des niveaux plasmatiques de cyanure plus facilement neutralisés par la rhodanèse hépatique et les thiosulfates endogènes. La méthémoglobine régénérée sera retransformée rapidement en hémoglobine active par les systèmes réducteurs présents dans les globules rouges (18).

L'administration de thiosulfate de sodium (donneur de soufre) faciliterait le processus de détoxication.

Le nitrite de sodium et le thiosulfate de sodium administrés par injection intraveineuse un après l'autre peuvent détoxifier environ 20 fois la dose létale chez le chien et ils sont efficaces même après arrêt respiratoire. Les chances de succès du traitement sont très bonnes aussi longtemps qu'il n'y a pas d'arrêt cardiaque (25).

Recommandations

Le nitrite de sodium est indiqué lors d'une intoxication aiguë aux cyanures. Il ne devrait pas être utilisé à moins d'une intoxication sévère provoquant une perte de conscience et une détérioration des fonctions vitales (25).

Contre-indications : patient asymptomatique;
inhalation de fumées ou intoxication combinée au monoxyde de carbone.

Le thiosulfate de sodium pourrait être administré seul dans des intoxications modérées (épisode de perte de conscience brève, cyanose ou convulsions) particulièrement si le diagnostic est incertain (18). L'action du thiosulfate de sodium administré seul est trop lente pour le traitement des intoxications sévères.

La combinaison des médicaments est plus efficace que les médicaments utilisés séparément, démontrant une véritable synergie.

Posologie et administration

Administration intraveineuse.

Voir Protocole du traitement de l'intoxication aux cyanures par le Cyanide Antidote Package®, du Centre de Toxicologie du Québec (25).

Précaution

L'hypotension et une méthémoglobinémie excessive sont les effets secondaires potentiels à risque lors de l'utilisation de nitrite de sodium.

L'hypotension peut être associée à l'administration trop rapide du médicament (18). Une attention spéciale devrait être apportée à la tension artérielle lors du traitement avec arrêt de l'administration quand la pression systolique atteint 80 mm de mercure (12).

Il y a danger de méthémoglobinémie fatale si la dose de nitrite de sodium est trop forte (29). Les quantités disponibles dans la trousse Cyanide Antidote Package® ne sont pas excessives pour un adulte (25). D'après Lauwerys, il serait utile, lorsqu'on administre un agent méthémoglobinisant, de pouvoir doser en urgence le taux de metHb pour s'assurer que celui-ci ne dépasse pas 30 % (12).

Il existe une controverse à propos du traitement approprié de la méthémoglobinémie excessive dans ce contexte. L'administration de bleu de méthylène est recommandé. Une transfusion de sang entier frais est également suggérée. La reconversion de la cyanmethémoglobine en hémoglobine pourrait théoriquement libérer l'ion cyanure et augmenter l'intoxication. Cette controverse ne serait pas résolue actuellement.

L'hémolyse est une complication rare associée aux nitrites. Les patients ayant une déficience en glucose-6-phosphatase déshydrogénase sont plus susceptibles de présenter cette complication (18).

4.2.1.3 Diméthylaminophénol (DMAP)

Agent méthémoglobinisant puissant pouvant induire une concentration de méthémoglobine de 15% après 1 minute et 30% après 10 minutes, suite à l'injection de intraveineuse de 3.25 mg/kg (30).

Comme tout traitement, l'utilisation de cet antidote présente des contre-indications et des effets secondaires. Cet antidote n'étant pas disponible au Canada, nous n'élaborerons pas ces aspects pour le DMAP.

4.2.2 Approche basée sur la chélation

Les agents chélateurs à base de cobalt, pour lequel l'ion cyanure présente une forte affinité, sont également utilisés dans le traitement de l'intoxication aux cyanures.

4.2.2.1 EDTA-2 Co

L'éthylènediaminetétracétate dicobaltique (EDTA-2 Co) (Kelocyanor®), présente une toxicité intrinsèque non négligeable. C'est un chélateur efficace mais il expose à des accidents thérapeutiques fréquents et parfois sévères. Cet antidote n'étant pas disponible au Canada, nous n'élaborerons pas ces aspects pour l'EDTA-2 Co (30).

4.2.2.2 Hydroxocobalamine (vitamine B12a)

Mécanisme d'action

L'ion cyanure réagit avec l'hydroxocobalamine (OHCbl), un dérivé de la vitamine B12, pour former la cyanocobalamine, la vitamine B12, qui est éliminée dans l'urine.

L'hydroxocobalamine peut être utilisé en association avec le thiosulfate de sodium dans la même solution. Ce dernier favorise la transformation des cyanures en thiocyanates.

Recommandations

La faible toxicité de l'OHCbl combinée à sa rapidité d'action sont les avantages majeurs de cet antidote. Cependant, de grandes quantités doivent être administrées pour obtenir un dosage adéquat à cause du haut poids moléculaire de l'OHCbl et parce qu'une molécule d'OHCbl ne fixe qu'un seul ion cyanure.

Posologie et administration

Le traitement doit être administré par voie intraveineuse.

Voir Protocole du traitement de l'intoxication aux cyanures par le Cyanokit®, du Centre de Toxicologie du Québec (26).

Précaution

Une réaction allergique aux sulfites contenu dans la préparation ou à la vitamine B12 et à ses dérivés est possible.

L'OHCbl a une très courte demi-vie de 5 minutes. Il est rapidement métabolisé et excrété. Plus de 50% de la dose administrée est excrété inchangée dans les urines, leur donnant une coloration

rouge-orangée. Une coloration rosée transitoire de la peau et des muqueuses a également été rapportée.

4.3 Conclusion

Tous les auteurs ne partagent pas le même point de vue sur les modalités pratiques du traitement par antidote. Les recommandations varient selon les auteurs et selon la disponibilité des antidotes dans les différents pays. Il faut mentionner qu'il y a de bonnes évidences que les antidotes ne sont pas toujours nécessaires pour la survie des patients intoxiqués, même en présence d'une intoxication sévère (18). Des cas d'intoxication même sévères ont survécus grâce à un traitement symptomatique (25).

Le Centre de Toxicologie du Québec recommande de débiter l'administration des antidotes y compris le nitrite d'amyle lors d'intoxication sévère seulement (24).

L'hydroxocobalamine demeure le premier choix parmi les antidotes disponibles au Québec. Son innocuité représente un avantage par rapport aux agents méthémoglobinisants lorsque le diagnostic est incertain ou lors d'une intoxication mixte cyanure-CO.

L'utilisation des agents méthémoglobinisants est encore controversée, leurs inconvénients dépassant parfois leurs avantages. L'utilisation des agents méthémoglobinisants ne devrait être considérée que si l'intoxication aux cyanures est bien prouvée et si l'exposition à d'autres agents asphyxiants peut être écartée (en particulier au CO en cas d'incendie). En cas d'erreur de diagnostic, un patient souffrant d'insuffisance coronarienne aiguë pourrait voir son état s'aggraver dans de telles circonstances. En cas d'exposition mixte, cyanure-CO, l'induction de méthémoglobinémie diminuerait encore davantage la quantité d'hémoglobine libre.

D'après Beasley et Glass (18) :

- Lors d'une intoxication légère, le repos et l'oxygénothérapie peuvent être suffisant. Toute détérioration est une indication pour le nitrite d'amyle et le transfert en centre hospitalier.
- Lors d'une intoxication modérée avec épisode de perte de conscience brève, cyanose ou convulsions, l'administration d'antidote intraveineux est indiqué. L'utilisation du thiosulfate de sodium pourrait être un antidote de premier choix lors d'une intoxication modérée, particulièrement si le diagnostic est incertain.
- Lors d'une intoxication sévère avec coma profond, mydriase fixe et détérioration des fonctions respiratoires et cardio-vasculaires, l'ajout d'un autre antidote intraveineux est indiqué. L'hydroxocobalamine demeure le premier choix. Les agents méthémoglobinisants peuvent également être un choix acceptable, particulièrement si le médecin est familier avec leur utilisation.

D'après Lauwerys (12):

- Lors d'une intoxication légère, l'administration d'oxygène peut suffire. Par mesure de précaution, l'administration de thiosulfate de sodium et/ou de nitrite d'amyle est aussi proposé.

- Lors d'une intoxication grave vue à un stade assez précoce (respiration spontanée, réflexes présents, tension artérielle maintenue, acide lactique sérique $> 1 \text{ mmol/L}$), l'administration d'un agent méthémoglobinisant ou d'hydroxocobalamine par voie intraveineuse suivie de thiosulfate de sodium est recommandé.
- Lors d'une intoxication grave vue à un stade tardif (coma, aréflexie, tension artérielle basse), l'administration de l'EDTA-2 Co par voie intraveineuse suivie de serum glucosé hypertonique et de thiosulfate de sodium est recommandé.

5. CRITÈRES À CONSIDÉRER DANS LE CHOIX D'UN ANTIDOTE

D'après le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (9), il ne serait pas nécessaire de disposer de nitrite d'amylo dans tous les milieux de travail où l'on peut être exposé aux cyanures. C'est en se fondant sur le risque réel d'intoxication et la proximité des services d'urgence en mesure de donner les soins appropriés qu'une telle décision doit se prendre.

Un comité de l'IPCS/CEC (International Programme on Chemical Safety/Commission of the European Communities) a identifié différents facteurs qui peuvent influencer le choix d'un antidote pour l'intoxication aux cyanures (18,30). La nature de l'exposition aux cyanures, le potentiel de toxicité du produit et de sévérité de l'intoxication, le nombre d'individus concernés et la proximité des soins de santé sont des éléments à considérer pour la recommandation d'une trousse d'antidote. De plus, les risques associés à la toxicité même des antidotes chez certains individus ou dans certaines circonstances sont des considérations importantes.

La nature de l'exposition aux cyanures

Le secteur de l'électrodéposition et de la galvanisation représente un secteur industriel où l'utilisation de sels de cyanure peut être importante. D'autres produits chimiques incompatibles avec les cyanures sont également présents dans ces milieux de travail. Le risque de production soudaine et abondante de cyanure d'hydrogène est donc présent dans les ateliers d'électrodéposition et de galvanisation qui utilisent des procédés à base de cyanures. Le risque a principalement été identifié à l'entreposage, à la pesée, lors de l'ajustement des solutions, lors de la vidange des bassins et à la station de traitement des effluents (décyanuration).

Le potentiel de toxicité du produit

Les sels de cyanures utilisés dans les procédés d'électrodéposition, de même que le cyanure d'hydrogène pouvant être généré accidentellement, se retrouvent dans la catégorie des composés hautement toxiques qui libèrent facilement l'ion cyanure.

La sévérité de l'intoxication

La gravité de l'intoxication dépend de l'intensité et de la durée de l'exposition aux cyanures. Seule l'étude publiée par le Centre anti-poison de Paris présente les résultats en fonction du lieu de travail et de la sévérité de l'intoxication dans le tableau ci-joint (2).

TABLEAU 1. — Intoxications professionnelles
par l'acide cyanhydrique (26 cas). Lieu de l'accident

	Intoxications bénignes	Intoxications sévères
atelier de galvanoplastie	5	4
laboratoire de chimie ou de physique	10	
laboratoire de biologie	2	
laboratoire de botanique	1	
laboratoire de photographie	1	
bijouterie	1	
non précisé	2	

D'après leur expérience, les intoxications sévères surviennent généralement en milieu industriel où les quantités de substances cyanogènes manipulées sont importantes. Leurs données sous-estiment leur incidence réelle car selon eux, les intoxications sévères sont souvent mortelles d'emblée et le centre anti-poison ne serait contacté que si la victime survit au moins quelques heures (2).

Les cas d'intoxications sévères rapportées dans l'étude sont toutes survenues dans des ateliers de galvanoplastie. Il n'y a pas de précision dans le texte à savoir si ce sont tous des incidents indépendants ou s'il s'agit d'une intoxication collective.

Le nombre d'individus concernés

Le nombre d'individus concernés varie selon les entreprises et les intoxications aux cyanures sont parfois collectives, ce qui complique leur prise en charge :

- Bismuth et al, rapporte 3 cas d'intoxication professionnelle collective (1).
- Le Centre anti-poison de Paris rapporte une intoxication professionnelle collective de 6 personnes (2).
- Lors d'un incident récent survenu à Montréal, 2 personnes ont consulté suite à une exposition potentielle au cyanure d'hydrogène (31).

La quantité d'ampoules (12 ampoules) de nitrite d'amyle présente dans la trousse Cyanide Antidote Package®, permet le traitement de plusieurs individus exposés. L'antidote administré par voie intraveineuse n'est cependant disponible que pour un seul individu dans les trousses d'antidote.

La proximité des soins de santé

Les antidotes pour les cyanures sont dans la catégorie des antidotes devant être disponibles et administrés en moins de 30 minutes, sans entraîner de risques pour la vie de certains patients. Ils doivent donc être disponibles à la salle d'urgence ou dans un endroit rapidement accessible, comme le suggère l'International Programme on Chemical Safety (IPCS) (32).

Il n'y a pas de centres hospitaliers désignés pour les urgences toxicologiques à Montréal. Un ou des individus intoxiqués pourraient donc être acheminés dans n'importe lequel des centres hospitaliers de la région avec service d'urgence. Il est possible que la trousse d'antidote ne soit pas disponible dans certaines urgences.

Un sondage a été effectué en 1998 dans les centres hospitaliers québécois avec service d'urgence, sur la disponibilité des antidotes pour le traitement des intoxications. Seul 16 % de ces établissements avaient une quantité suffisante d'antidote pour les cyanures pouvant traiter un adulte de 70 kg pour 24 heures (32). Les coûts d'acquisition de certains antidotes dont les antidotes pour les cyanures, la taille du centre hospitalier et la fréquence des intoxications joueraient un rôle dans l'absence d'antidotes en quantités suffisantes dans les centres hospitaliers. De plus, plusieurs établissements québécois se fieraient à une entente avec d'autres centres hospitaliers situés à proximité pour se les procurer. Cette situation augmenterait le délai d'administration de l'antidote.

Les risques associés à la toxicité même des antidotes

Les avantages et les inconvénients de chaque antidote disponible au Québec ont été présentés à la section 4. Le Centre Anti-Poison du Québec n'a pas émis de position officielle sur la trousse à utiliser lors des cas d'intoxication aux cyanures. La trousse Cyanokit® devrait être favorisée plutôt que le Cyanide Antidote Package® pour les raisons citées précédemment qui sont, la possibilité d'être exposé à d'autres agents asphyxiants dont le monoxyde de carbone et l'erreur diagnostique.

Le monoxyde de carbone n'est pas un contaminant habituellement généré dans les procédés d'électrodéposition. D'autres procédés ou équipements (ex. chariot-élévateur au propane) présents dans le milieu de travail pourraient cependant être une source d'exposition au monoxyde de carbone. La recommandation d'un agent méthémoglobinisant doit donc considérer la possibilité d'une exposition mixte cyanure-CO en dehors d'un incendie.

Le diagnostic est un élément crucial. La possibilité d'être devant une intoxication aux cyanures peut générer une réponse anxieuse dans le milieu de travail. Les travailleurs et l'employeur doivent être capables de fournir les informations les plus précises possibles sur les circonstances de l'exposition responsable de l'intoxication. Ces informations, jumelées à l'évaluation clinique, pourront permettre au médecin de juger du traitement approprié à prodiguer au patient. Cet élément est également associé aux mesures présentes dans le milieu de travail concernant la détection des cyanures, les méthodes sécuritaires de travail et la mise en place des mesures d'urgence. Ces aspects doivent faire l'objet d'un guide spécifique dans le cadre du projet régional électrodéposition et galvanisation.

Conclusion

Malgré la prépondérance du traitement symptomatique, en considérant ces critères, il apparaît indiqué d'avoir dans les entreprises d'électrodéposition et de galvanisation où l'on utilise des procédés à base de cyanure, une trousse d'antidote pour le traitement des intoxications.

Cependant, compte tenu de l'importance de l'oxygénothérapie, des risques associés à la toxicité même des antidotes et de la réponse rapide d'Urgence Santé à Montréal, l'antidote ne devrait pas être administré par le secouriste.

Le rôle du secouriste est d'évaluer la situation et de sécuriser les lieux, d'éviter d'entrer en contact avec le cyanure, d'appeler l'ambulance et le médecin, d'évaluer l'état de la ou des personnes intoxiquées, de laver sous la douche si indiqué et de débiter l'oxygénothérapie ou la réanimation cardio-respiratoire. La trousse antidote devra être remise avec le protocole du traitement aux techniciens ambulanciers ou au médecin sur les lieux de travail.

La recommandation concernant le type de trousse d'antidote qui devrait être présente sur les lieux de travail relève du médecin responsable de l'établissement.

6. CONCLUSION

Ce document a été élaboré afin de permettre une position médicale régionale concernant l'organisation des premiers soins spécifiques aux intoxications par les cyanures dans les établissements d'électrodéposition et de galvanisation de la région de Montréal.

L'avis médical a été principalement sollicité pour préciser les recommandations concernant :

- 1) L'oxygénothérapie;
- 2) La présence ou non d'antidotes dans les milieux de travail;
- 3) Si recommandation du Cyanide Antidote Package®, le nitrite d'amyle devrait-il être administré par les secouristes ?



Nous proposons que soit recommandé dans tous les établissements de galvanisation et d'électrodéposition utilisant des procédés à base de cyanures :

- 1) **L'utilisation de l'oxygène à des fins de secourisme dans les milieux de travail;**
- 2) **La présence d'une trousse d'antidote et du protocole de traitement selon la recommandation du médecin responsable de l'établissement;**
- 3) **L'administration des antidotes devrait être réservée aux ressources médicales impliqués dans le traitement des travailleurs intoxiqués.**

Vous trouverez en annexe un exemple de protocole de premiers soins en cas d'intoxication aux cyanures pouvant être intégré sous forme de fiche au Guide sur l'organisation des premiers secours et premiers soins **avec l'autorisation du médecin responsable.**



Compte tenu de la recommandation d'un ballon-masque pour la réanimation, il est proposé :

- 1) **Que 2 secouristes soient formés dans les entreprises avec des cyanures pour une action efficace lors des interventions d'urgence.**

RÉFÉRENCES

1. Bismuth, C., Cantineau, J.P., Pontal, P., Baud, F., Garnier, R., Poulos, L. Intoxication cyanhydrique. Primauté du traitement symptomatique. Vingt-cinq observations. La presse médicale, 1984 ;13 : 2493-2497.
2. Chataigner, D., Garnier, R., Elmalem, J., Rosenberg, N., Chauvet, J.P., Efthymiou, M.L., Intoxication aiguë par inhalation d'acide cyanhydrique. Arch. Mal. Prof. ,1989 ;50 :441-445.
3. Wurzburg, H. Treatment of cyanide poisoning in an industrial setting. Vet Human Toxicol, 1996 ;38 :44-47.
4. Peden, N.R., Taha, A., McSorley, P.D., Bryden, G.T., Murdoch, I.B., Anderson, J.M.. Industrial exposure to hydrogen cyanide : implication for treatment. Br Med J, 1986 ;293 :538.
5. Litovitz T.L., Klein-Schwartz W., Caravati M.E., Youniss J., Crouch B., Lee S., 1998 Annual report of the american association of poison control centers toxic exposure surveillance system, Am J Emerg Med. 1999; 17, 5 : 435- 487.
6. Le Bulletin, Programme régional de l'électrodéposition et de la galvanisation, vol.2, n 1, Mai 2000.
7. Roy, Lucie-André. Historique des accidents impliquant des agents chimiques toxiques sur le territoire de l'île de Montréal de 1988 à 1993. Direction de la Santé Publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, 1996.
8. Labossière, Renée. Données personnelles.
9. Callaghan JM, Stock SR, Les cyanures, Intoxication et premiers soins, Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, mai 1988.
10. Groupe régional électrodéposition, CLSC Montréal-Nord, Guide évaluation de la qualité de l'air ambiant, 1^{ère} version, décembre 1997.
11. Règlement sur la qualité du milieu de travail, Éditeur officiel du Québec, 1994
12. Lauwerys RR, Acide cyanhydrique, cyanures, nitriles et substances apparentées dans Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles, 4^{ième} édition, 1999; 589-603.
13. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Documentation of the Threshold Limit values and Biological Exposure Indices, Sixth Edition, Vol 1, 1991; 349-350, 775-79.
14. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological profile for Cyanide (update), September 1997.

15. CSST, CLSC, ASP métal électrique, Programme régional Île-de-Montréal
Électrodéposition et galvanisation, Guide sur les conditions minimales d'entreposage des
produits chimiques.
16. Lacasse Y, L'intoxication cyanée, 2^{ème} partie, Le Médecin du Québec, juin 1982, 117-120.
17. Hall AH, Rumack BH, Clinical toxicology of cyanide, Annals of Emergency Medicine,
15 :9 September 1986; 1067/115-1073/121.
18. Beasley DMG, Glass WI, Cyanide poisoning : pathophysiology and treatment
recommendations, Occup Med, Vol 48, 1998; 427-431.
19. La Société canadienne de la Croix-Rouge, Appareils de ventilation, Tiré à part du manuel
Premier répondant de la Croix-Rouge canadienne, 1997.
20. Communication personnelle, Colette D. Lachaine, Coordonnatrice médicale des services
préhospitaliers, RRSSS Laurentides.
21. CSST, Le guide pratique du secouriste en milieu de travail, Protocoles d'intervention,
Protocole 18, Intoxications professionnelles.
22. Communication personnelle, Stéphanie Pitre, Laerdal Medical Canada, Ltd
23. Communication personnelle, Dr Daniel Lefrançois, Coordonnateur médical des services
pré-hospitaliers, RRSSS Montérégie.
24. Centre de Toxicologie du Québec, Bulletin d'information toxicologique, Le traitement de
l'intoxication par le cyanure, vol 13, no2, Avril 1997; 5-10.
25. Centre de Toxicologie du Québec, Protocole du traitement de l'intoxication aux cyanures
par le Cyanide Antidote Package®, Janvier 1997.
26. Centre de Toxicologie du Québec, Protocole du traitement de l'intoxication aux cyanures
par le Cyanokit®, Janvier 1997.
27. Communication personnelle, Lyse Levebvre, pharmacienne, Centre de toxicologie du
Québec.
28. LaDou J, Occupational Medicine, Appleton and Lange, 1990; 158.
29. Centre anti-poison du Québec en collaboration avec l'Association des médecins d'urgence
du Québec, Les antidotes en toxicologie d'urgence 1997, 18-21.
30. Meredith TJ , Jacobsen D, Haines JA, Berger JC, van Heijst ANP, Antidotes for poisoning
by cyanide, IPCS/CEC evaluation for antidotes series, Vol 2, Cambridge University Press,
1993.
31. Le Bulletin, Programme régional de l'électrodéposition et de la galvanisation, vol.1, n 1,
décembre 1999.

32. Baily B., Bussières J.-F. Bulletin d'Information Toxicologique, Suggestions de quantités minimales d'antidotes requises dans les établissements de santé québécois pour le traitement des intoxications, Centre de toxicologie du Québec, vol. 15, no 2, avril 1999, 4-8.

ANNEXE

Production des fiches

Une cueillette des protocoles d'intervention et de premiers secours, premiers soins lors d'intoxication aux cyanures, produits dans les différentes régions du Québec a été effectuée via le Comité provincial des soins infirmiers en santé au travail. Certains de ces protocoles nous ont servi d'inspiration.

Afin de s'harmoniser avec l'organisation générale des premiers secours, premiers soins en milieu de travail, nous avons également repris des éléments :

- du Guide pratique du secouriste en milieu de travail, Protocoles d'intervention PHTLS.
- de l'Avis concernant l'utilisation de l'oxygène à des fins de secourisme dans les milieux de travail, du Comité médical provincial en santé au travail du Québec.
- des Recommandations du réseau public de la santé au travail sur l'équipement, l'entretien, l'entreposage et la formation des secouristes en regard de l'oxygénothérapie en milieu de travail, du Comité provincial des soins infirmiers en santé au travail pour le comité de concertation en santé au travail.
- Appareils de ventilation. Ouvrage de référence pour le cours Administration d'oxygène de la Croix-Rouge canadienne, 1997.
- Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiac Care, JAMA, October 28, 1992 , Vol 268.
- International Chemical Safety Cards : potassium cyanide, sodium cyanide, calcium cyanide, iodine cyanide.
- Recommendations for Chemical Protective Clothing. A Companion to the NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Online document.
- IRSST. Communication personnelle avec monsieur Jaime Lara.
- CAPQ. Communication personnelle avec madame Marie Ouellet.
- Fiche spécifique. Premiers secours et premiers soins. Cyanure. Comité régional des soins infirmiers en santé au travail en regard des premiers secours et des premiers soins. Santé au travail, région de la Mauricie et du Centre-du-Québec.
- Cyanures. Électrodeposition. Notes pour la session d'information. CLSC Côte-des-Neiges.

Responsable de production des fiches :

- Suzanne Brisson : Oxygénothérapie
- Robert Simard : Protocole de premiers soins – symptômes d'une intoxication

OXYGÉNOTHÉRAPIE EN CAS D'INTOXICATION AUX CYANURES

Utilisateurs : Secouristes certifiés avec une formation complémentaire annuelle en oxygénothérapie incluant l'utilisation de l'oxygène avec un ballon-masque.
Lorsque de l'oxygène est administré, la sécurité doit être une priorité. Il faut connaître les précautions à prendre.

Équipements nécessaires :

Cylindre d'oxygène à 100 % avec régulateur de pression et débitmètre permettant d'administrer de 10 à 15 litres par minute. Pochette de transport (boîte ou sac).
Le choix du cylindre sera dicté par la durée d'autonomie nécessaire pour attendre l'arrivée et la relève des ambulanciers.

Masque à oxygène à haute concentration (sans réinspiration) avec réservoir et tube à oxygène. Matériel jetable, à remplacer après chaque utilisation.

Ballon avec valve anti-retour et valve de surpression. Sac réservoir et tube à oxygène. Masque Seal Easy (gonfler adéquatement le masque et ne pas utiliser les accessoires). Matériel jetable, à remplacer après chaque utilisation.

Précautions : N'utilisez pas de l'oxygène à proximité d'une flamme nue ou d'étincelle. L'oxygène alimente les incendies.

Ne laissez pas le cylindre d'oxygène en position verticale à moins qu'il puisse être bien arimé. Si un cylindre tombe, le régulateur peut être endommagé ou la soupape peut se desserrer.

Entreposage, entretien et manutention :

L'entreprise doit mettre en place un programme d'entreposage, d'entretien et de manutention sécuritaires.

Le cylindre d'oxygène doit être protégé contre les chocs et les impuretés. L'équipement pour l'oxygénothérapie devrait être entreposé dans un endroit où il n'y a pas de contaminants ou de risques d'incompatibilité avec des produits ou des activités de production. La température de la pièce devrait être stable et l'équipement doit être gardé propre et en bon état de fonctionnement. Idéalement, il devrait être entreposé hors de la zone de production de l'entreprise.

L'entreprise doit se doter d'un programme d'entretien conforme aux normes sur les gaz comprimés comprenant un registre des inspections régulières de l'équipement.

Faire la vérification du nombre de litres disponibles en même temps que la vérification de la trousse de premiers secours et de la trousse d'antidote.

Toutes les personnes qui manipulent le cylindre d'oxygène doivent avoir une formation adéquate sur la manutention sécuritaire.

Références : Guide pratique du secouriste en milieu de travail, Protocoles d'intervention PHTLS
Protocole 18 : Intoxications professionnelles, Cyanure
Annexe 2 : Oxygénothérapie
Protocole 6 : Arrêt cardio-respiratoire : Adulte

PROTOCOLE DE PREMIERS SOINS EN CAS D'INTOXICATION AUX CYANURES

OXYGÉNOTHÉRAPIE

TRAVAILLEUR CONSCIENT OU INCONSCIENT MAIS QUI RESPIRE

- 1) Expliquer à la personne consciente qu'elle va recevoir de l'oxygène à l'aide d'un masque
- 2) Annexe 2 du guide pratique du secouriste en milieu de travail pour l'oxygénothérapie :
 - Ouvrir le cylindre et le placer de façon sécuritaire;
 - Utiliser le masque à haute concentration avec réservoir;
 - Remplir le sac réservoir d'oxygène avant d'installer le masque sur le visage de la personne;
 - Ajuster le masque et demander à la personne de respirer normalement.
- 3) Surveiller la personne de près jusqu'à l'arrivée des techniciens ambulanciers. Enlever le masque et fermer le cylindre.
- 4) Transférer la personne avec la trousse d'antidote et le protocole du traitement.

**Si détérioration de l'état de la personne
(arrêt respiratoire, arrêt cardiaque)
avant l'arrivée des techniciens ambulanciers**



Protocole 6 du guide pratique du secouriste en milieu de travail pour arrêt cardio-respiratoire : adulte

**NE JAMAIS FAIRE DE VENTILATION BOUCHE-À-BOUCHE OU BOUCHE-À-MASQUE
AFIN D'ÉVITER DE S'INTOXIQUER AVEC LE CYANURE POUVANT ÊTRE
EXPIRÉ PAR LA VICTIME**

TRAVAILLEUR INCONSCIENT ET QUI NE RESPIRE PAS MAIS DONT LE POULS EST PERCEPTIBLE

- 1) Assistance respiratoire avec le ballon-masque (Seal Easy) et l'oxygène à 100 % :
 - Remplir le réservoir d'oxygène du ballon avant de procéder à la ventilation;
 - Ventiler à la fréquence de 1 ventilation toutes les 5 secondes;
 - Continuer à vérifier la présence de pouls.
- 2) À l'arrivée des ambulanciers, transférer la personne avec la trousse d'antidote et le protocole du traitement.

TRAVAILLEUR INCONSCIENT ET QUI NE RESPIRE PAS ET DONT LE POULS EST IMPERCEPTIBLE

- 1) 1 sauveteur RCR : 15 compressions , 2 ventilations toujours avec le ballon-masque et l'oxygène à 100%
2 sauveteurs RCR : 5 compressions, 1 ventilation toujours avec le ballon-masque et l'oxygène à 100%
- 2) À l'arrivée des ambulanciers, transférer la personne avec la trousse d'antidote et le protocole du traitement.

Protocole de premiers soins en cas d'intoxication aux cyanures

Intoxication par inhalation

- 1) Identifier le fait accidentel responsable du dégagement de gaz;
Déclencher le plan des mesures d'urgence de l'entreprise;
Évacuer les travailleurs.
 - 2) Appeler Urgence Santé.
 - 3) Ne pas pénétrer dans la zone contaminée *
Appeler les pompiers et les aviser de la présence de cyanures dans l'établissement.
- * à moins d'avoir l'équipement de protection approprié (respirateur autonome, gants, bottes, survêtement)

**Les cyanures pénètrent facilement par la peau
Les secouristes doivent toujours porter des gants lors des interventions auprès
des travailleurs possiblement intoxiqués**

- 4) Déplacer la victime à l'air frais
- 5) Vérifier l'état de conscience de la victime ABC
- 6) OXYGÉNOTHÉRAPIE (Voir fiche spécifique)

Contacts cutanés avec les cyanures (liquide ou poudres)

- 1) Mettre les gants recommandés contre les cyanures.
- 2) Retirer les vêtements contaminés. Demander de l'aide si nécessaire.
- 3) Enlever le poudre visible par brossage léger avant le lavage.
- 4) Décontaminer par lavage à grande eau la zone corporelle touchée.
Utiliser la douche d'urgence (si accessible) ou toute autre source d'eau tiède non contaminée.
Poursuivre pendant plusieurs minutes le rinçage.
- 5) Appeler Urgence Santé. OXYGÉNOTHÉRAPIE (Voir fiche spécifique).

Contact avec les yeux

- 1) Rincer abondamment les yeux avec la douche oculaire à l'eau tiède pendant 15 à 20 minutes.
- 2) Appeler Urgence Santé. OXYGÉNOTHÉRAPIE (Voir fiche spécifique).

Ingestion

- 1) Rincer la bouche avec de l'eau.
Ne pas faire vomir.
Ne pas faire boire ou manger.
- 2) Appeler Urgence Santé. OXYGÉNOTHÉRAPIE (Voir fiche spécifique).

SYMPTÔMES D'UNE INTOXICATION AUX CYANURES

Symptômes précoces

Anxiété
Maux de tête
Étourdissements, vertiges
Confusion
Palpitations
Hyperventilation

Symptômes tardifs

Chute de pression
Ralentissement du pouls
Respiration rapide
Agitation
Coma
Convulsions
Arrêt respiratoire

Lors de contacts cutanés : Intoxication possible
Irritation et rougeur au site de contact

Lors de contacts avec les yeux : Douleur, rougeur. Brûlures possibles
Intoxication possible

Lors d'ingestion : Irritation et douleur au niveau de la bouche et de la gorge
Intoxication possible

TROUSSE D'ANTIDOTE RECOMMANDÉE

☐ **CYANOKIT®** et Protocole de traitement

☐ **CYANIDE ANTIDOTE PACKAGE®** et Protocole de traitement

Commentaires :

Médecin responsable

AJOUT À LA TROUSSE DE PREMIERS SOINS

- Gants en polyéthylène modèle long pour les secouristes

ATTENTION : Usage unique par les secouristes, jeter après usage
Ne pas utiliser pour le travail avec les cyanures

BON DE COMMANDE

QUANTITÉ	TITRE DE LA PUBLICATION	PRIX UNITAIRE (tous frais inclus)	TOTAL
	Organisation des premiers soins spécifiques aux intoxications par les cyanures dans les établissements d'électrodéposition et de galvanisation de la région de Montréal	6,00\$	
	NUMÉRO D'ISBN OU D'ISSN		
	2-89494-243-5		

Nom _____

Organisme _____

Adresse _____

No _____ Rue _____ App. _____

Ville _____ Code postal _____

Téléphone _____ Télécopieur _____

Les commandes sont payables à l'avance par chèque ou mandat-poste à l'ordre de la Direction de la santé publique de Montréal-Centre.

Retourner à l'adresse suivante :

Centre de documentation
Direction de santé publique de Montréal
1301, rue Sherbrooke Est
Montréal (Québec)
H2L 1M3

Pour information : (514) 528-2400, poste 3646.

