

ACADÉMIE AMÉRICAINE DE PÉDIATRIE

DÉCLARATION DE POLITIQUE

Principes d'organisation pour orienter et définir le système de soins de santé de l'enfant et / ou améliorer la santé de tous les enfants

Catastrophes radiologiques et enfants

Commission Environnement Santé

Pediatrics 2003;111;1455

RÉSUMÉ. Les besoins médicaux particuliers des enfants font qu'il est essentiel que les pédiatres se préparent en vue des catastrophes radiologiques, y compris

1) l'explosion d'une arme nucléaire;

2) un problème de centrale nucléaire qui déclenche un nuage radioactif, et

3) la dispersion des radionucléides par explosif conventionnel ou accident d'un véhicule de transport.

N'importe lequel de ces événements peut se produire inopinément ou comme un acte de terrorisme. Les installations nucléaires (par exemple, les centrales nucléaires, les centres de retraitement du combustible et les installations d'irradiation des aliments) sont souvent situés dans des zones très peuplées, et à mesure qu'ils vieillissent, le risque d'une défaillance mécanique augmente. Les conséquences à court et à long terme d'une catastrophe radiologique sont significativement plus élevées chez les enfants pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, les enfants ont une ventilation/minute disproportionnellement plus élevée, conduisant à une exposition interne supérieure aux gaz radioactifs. Les enfants ont un risque significativement plus élevé de développer un cancer, même quand ils sont exposés à un rayonnement in utero. Enfin, les enfants et les parents de jeunes enfants sont plus susceptibles que les adultes de développer des blessures psychologiques après une catastrophe radiologique. Le pédiatre joue un rôle essentiel dans la planification pour les catastrophes radiologiques. Par exemple, l'iodure de potassium est une valeur sûre pour la protection de la thyroïde, mais il doit être donné avant ou peu de temps après l'exposition à l'iode radioactif, ce qui nécessite son stockage dans les maisons, les écoles et les garderies. Les pédiatres devraient travailler avec les autorités de santé publique pour s'assurer que les enfants sont entièrement pris en compte dans la planification locale d'une catastrophe radiologique.

ABRÉVIATIONS : TMI : Three Mile Island ; KI : iodure de potassium ; SI : Système International d'Unités ; CT : tomographie assistée par ordinateur (Scan) ; NRC : Autorité de sûreté nucléaire (USA) ; FDA, Administration de l'Alimentation et des Médicaments (USA).

INTRODUCTION

Plusieurs catastrophes radiologiques à grande échelle ont atteint les enfants dans le passé, y compris l'explosion des bombes nucléaires à Hiroshima et Nagasaki au Japon; la catastrophe de la centrale nucléaire de Tchernobyl, et l'exposition à une source de césium-137 récupérée dans un hôpital abandonné au Brésil. Dans chaque cas, une surveillance médicale ultérieure a prouvé que les enfants ont été beaucoup plus touchés après l'exposition aux rayonnements.

Ces dernières années, les accidents de plusieurs centrales nucléaires ont prouvé que de tels événements peuvent conduire à un rejet très étendu de matières radioactives dans l'environnement. En outre, des actes de terrorisme national impliquant des armes chimiques et biologiques sont survenus récemment, augmentant les craintes au sujet de l'utilisation intentionnelle d'un dispositif radioactif contre une population civile qui inclut les enfants. En raison de ces menaces, il est nécessaire pour les pédiatres d'être plus informés sur les problèmes qui se produiraient dans le cas d'un événement radiologique important.

HISTOIRE

Plusieurs événements historiques ont façonné notre compréhension des conséquences des catastrophes radiologiques. Les explosions des bombes atomiques à Hiroshima et Nagasaki en 1945, lors la Seconde Guerre mondiale, restent les moments les plus déterminants dans les conséquences d'une

exposition nucléaire. Le projet Avalon à la Yale Law School a estimé qu'à Hiroshima, la bombe avait une puissance égale à 15 kilotonnes de trinitrotoluène (TNT), on estime que 66 000 personnes ont été tuées et 69 000 blessées parmi les 255 000 exposées. La bombe de Nagasaki, d'une puissance de 22 kilotonnes, a tué près de 39 000 personnes parmi les 195 000 exposées. En 1954, les retombées des essais des armes nucléaires sur l'île de Bikini se sont répandues sur les îles voisines, produisant des effets importants sur la santé chez les enfants. Chez 32 Marshallais âgés de moins de 20 ans qui ont été exposés aux retombées, quatre cancers de la thyroïde et une leucémie se sont développés. Cet événement a conduit l'American Academy of Pediatrics à créer le Comité sur les Rayonnements, les Risques et les malformations congénitales, qui a précédé la Commission Environnement Santé. Le 28 mars 1979, la quasi fusion du cœur (une surchauffe des barres de combustible et une libération de rayonnement) de la centrale nucléaire de Three Mile Island (TMI), a produit des doses négligeables chez les personnes vivant à proximité : un maximum de 0,001 Sv (1 mSv=100 mrem) et une moyenne de dose pour la collectivité de 0,00001 Sv (1 mrem). L'accident de TMI a remis en question la sécurité des centrales nucléaires et les conséquences potentielles d'un accident de centrale nucléaire.

L'administration immédiate d'iodure de potassium (KI) a été recommandée pour ceux qui vivaient à proximité de TMI, mais il n'était pas disponible. Il n'y a pas eu d'effets biologiques de l'exposition, mais d'importantes séquelles psychologiques sont survenues.

En avril 1986, un accident à la centrale nucléaire de Tchernobyl (également connue sous le nom de Chornobyl), en Ukraine, a entraîné une fusion du cœur. La zone autour du réacteur a été fortement contaminée par du plutonium, du césium et de l'iode radioactif. On estime que 120 millions Ci de matières radioactives ont été libérés, contaminant plus de 21 000 km² de terres, avec les zones de retombées les plus étendues en Ukraine, au Bélarus et en Fédération de Russie. Environ 135 000 personnes ont été définitivement évacuées. Au total, près de 17 millions de personnes, dont 2,5 millions de moins de 5 ans, ont été exposées à un excès de radiations. Le premier effet à retardement, commençant 4 ans après l'exposition, est l'apparition d'un grand excès de cas de cancers de la thyroïde chez les enfants et les adolescents, en particulier chez ceux qui avaient moins de 4 ans au moment de l'accident. Dix sept ans plus tard la zone reste inhabitée en raison de préoccupations persistantes sur la contamination de l'environnement.

Le 13 septembre 1987, à Goiânia, au Brésil, un container en plomb contenant 1400 Ci de césium radioactif a été laissé dans un bâtiment abandonné par des radiothérapeutes.

Le container a été pris et ouvert par des pillards. Les enfants ont joué avec le matériau qu'il contenait, le frottant sur leurs corps afin qu'ils brillent dans le noir. On estime à 250 le nombre de personnes qui ont été exposées, et certaines ont reçu des doses de rayonnement supérieures à 10 Sv (1000 rem) ; 4 sont mortes de la maladie aiguë des rayons. Des victimes ont développé des maladies associées au rayonnement qui allaient de lésions significatives de la peau (brûlures dues aux radiations) à la maladie aiguë des rayons et à des problèmes de santé à long terme. Des milliers de gens se sont précipités aux services d'urgence par crainte d'une contamination. Les efforts d'atténuation de la contamination ont requis la suppression de 6 000 tonnes de vêtements, de meubles, de saletés et d'autres matériels.

SOURCES POTENTIELLES DE RADIOEXPOSITION

Les humains sont exposés à une moyenne estimée de 0,0036 Sv (3,6 mSv = 360 mrem) de rayonnement par an. Cette exposition au rayonnement provient d'un certain nombre de sources naturelles et artificielles, y compris le rayonnement cosmique et le radon, la fumée de cigarette, les appareils médicaux, les appareils électroménagers domestiques et des agents pharmaceutiques. Un vol en avion est associé à une exposition aux rayonnements cosmiques ; un vol de New York à Londres provoque une exposition aux rayonnements estimée de 0,00005 à 0,0001 Sv (0,05 à 0,1 mSv = 5 à 10 mrem).

L'exposition aux radiations d'une radiographie médicale peut aller de 0,00005 à 0,0001 Sv (0,05 à 0,1 mSv = 5 à 10 mrem) pour une radiographie du thorax jusqu'à 0,05 Sv (50 mSv = 5000 mrem) pour une tomodensitométrie (scan).

Les menaces radiologiques peuvent être accidentelles ou intentionnelles. Les menaces non intentionnelles comprennent les catastrophes de centrales nucléaires comme celle de Tchernobyl et TMI. Les menaces intentionnelles sont associées à un conflit militaire ou au terrorisme.

Les trois grands types de menaces en cas de catastrophe radiologiques sont :

- 1) l'explosion d'une arme nucléaire;
 - 2) les dommages à une installation qui contient des matières nucléaires (par exemple, une installation nucléaire de retraitement des déchets, une usine d'irradiation des aliments ou une centrale nucléaire)
 - 3) la dispersion de matières nucléaires, que ce soit par l'explosion d'un explosif classique (un dispositif de dispersion radioactive ou «bombe sale») ou le rejet de matières nucléaires en transit. N'importe lequel de ces événements pourrait résulter d'une erreur humaine ou d'une activité terroriste.
- L'utilisation terroriste d'un dispositif de dispersion radioactive est considérée comme la menace la plus probable aujourd'hui. Les dispositifs de dispersion sont conçus pour utiliser des matériaux radioactifs obtenus à partir de sources relativement accessibles, telles que des laboratoires de recherche universitaires ou des centres hospitaliers de radiothérapie. Bien qu'ils ne puissent pas produire de dommages importants aux structures voisines, ces dispositifs pourraient rendre une zone inhabitable; avec seulement une dispersion de 1 Ci de matières radioactives sur plusieurs blocs, forçant l'évacuation et la fermeture de cette zone.

Aux États-Unis, il y a 103 réacteurs nucléaires actifs dans 66 centrales réparties dans 31 états. Les centrales nucléaires posent plusieurs risques radiologiques distincts. Le plus important de ces risques est le potentiel de libération d'iode radioactif dans l'environnement. En outre, les barres de combustible des réacteurs, qui sont généralement stockées dans la centrale nucléaire pendant de nombreuses années, présentent un risque de rayonnement distinct d'un incident qui libère un nuage radioactif. Depuis les années 1990, la possibilité qu'un groupe terroriste crée une arme nucléaire est devenue plus probable. Un dispositif explosif à faible rendement (<10 kilotonnes) ne nécessiterait qu'une petite quantité de plutonium ou d'uranium hautement enrichi, ce qui pourrait certainement être obtenu actuellement.

CARACTÉRISTIQUES DES RAYONNEMENTS ET TERMINOLOGIE

Des atomes instables, dans un effort pour parvenir à la stabilité, émettent de l'énergie sous la forme d'un rayonnement ionisant. Le rayonnement ionisant est un type d'énergie à haute fréquence qui a des effets biologiques néfastes, y compris les dommages causés à l'ADN, la production de radicaux libres, les perturbations des liaisons chimiques et la production de nouvelles macromolécules.

Les rayonnements ionisants peuvent être sous forme particulaire et électromagnétique. Les radionucléides, des éléments qui émettent des rayonnements ionisants, existent naturellement (par exemple, l'uranium) ou peuvent être synthétiques (plutonium).

Il existe 5 types de rayonnements ionisants : particules α (alpha), particules β (bêta), rayons γ (gamma), rayons X et neutrons. Chacun a des caractéristiques et des comportements différents, les particules α sont constituées de 2 protons et 2 neutrons, elles sont extrêmement lourdes avec une capacité limitée à pénétrer les vêtements ou la peau. Toutefois, lorsqu'elles sont inhalées ou ingérées, elles peuvent pénétrer les couches de tissu épithélial jusqu'à 50 μ m de profondeur, ce qui suffit pour produire des lésions cellulaires (expliquant l'association entre les émissions α inhalées du radon et le développement du cancer du poumon). Les particules β , consistant en électrons seulement, ont une plus grande pénétration que les particules α . Elles peuvent produire des blessures internes lorsqu'elles sont inhalées ou ingérées, ainsi que des lésions de la peau. Contrairement aux particules α , qui proviennent principalement de sources naturelles, les particules β viennent le plus souvent de radionucléides utilisés en médecine (par exemple, le xénon) ou créés en tant que sous-produits de réacteurs nucléaires (par exemple, les iodes radioactifs). Les neutrons constituent un type puissant mais rare de rayonnement, émis seulement après une explosion nucléaire. Les neutrons sont très destructeurs, produisant 10 fois plus de dommages aux tissus que des rayons γ .

Les rayons γ et les rayons X font partie du spectre électromagnétique. Contrairement aux particules α et β , ces rayons n'ont pas de masse. Les rayons γ sont émis à partir de matières radioactives, dont le césium et le cobalt, ou après une explosion nucléaire. Ayant une énergie élevée et pas de masse, les rayons γ sont très pénétrants. Les rayons X, qui sont peu susceptibles d'être rencontrés lors d'une catastrophe radiologique, transfèrent l'énergie le long de chemins plus courts avec peu de dispersion, tandis que les neutrons ont une plus grande masse et transfèrent de l'énergie sur de plus longues distances.

Les unités de mesure de l'énergie absorbée à partir des rayons X et des rayons γ sont le rad (radiation

absorbed dose = dose de radiation absorbée) et le rem (roentgen equivalent man, un facteur de pondération ou de qualité). Le rem est basé sur une plus grande efficacité biologique relative (EBR) des doses de rayonnement particulaire, comme les neutrons. Donc, (rem) = (rad) x EBR. Le rad et rem ont été respectivement remplacés par le Gray (1 Gy = 100 rad) et le Sievert (1 Sv = 100 rem), conformément au Système international d'unités (SI). L'unité d'activité pour l'émission de rayonnement d'un radionucléide est le Ci (curie) ou, dans le SI, le Becquerel (Bq). Ces unités et d'autres terminologies sont résumées dans l'annexe. Les radionucléides et des émissions radioactives associées à une catastrophe radiologique sont énumérés dans le tableau 1.

TABLE 1. Radionucléides produits après une catastrophe nucléaire

Elément	Symbole	Source	Radiation	Absorption respiratoire	Absorption gastrointestinale	Toxicité primaire	Traitement
Americium	Am-241	NWD	Alpha	75%	Minimale	Du squelette, déposition sur le foie, suppression de la moelle épinière	DTPA, EDTA
Cesium	Ce-137	MF	Beta, gamma	Totale	Totale	Irradiation corps entier	Bleu de Prusse
Cobalt	Co-60	MF, FI	Beta, gamma	Elevée	<5%	Irradiation corps entier	De soutien
Iode*	I-131	NWD, NPP	Beta, gamma	Elevée	Elevée	Ablation de la thyroïde, cancer	Iodure de potassium
Phosphore	P-32	MF	Beta	Elevée	Elevée	division rapide des cellules	Hydroxide d'aluminium (antiacide)
Plutonium	Pu-238,239	NW, NWD	Alpha, gamma	Elevée	Minimale	Poumons, os, foie	DTPA, EDTA
Strontium	Sr-90	NWD	Beta, gamma	Limitée	Modérée	Bone-follows calcium	De soutien

Adapté de Jarrett DG. *Prise en charge médicale des accidents radiologiques* Bethesda, MD : Institut de recherche radiobiologique des forces armées (USA) ; 1999.

NWD : Déflagration d'une arme atomique ; DTPA : Acide diéthylènetriaminepentaacétique ; EDTA : Acide éthylène diamine tétra acétique ; MF ; Equipements de soins et de recherche ; FI : Installations d'irradiation des aliments; NW : Installations de déchets des réacteurs nucléaires; NPP, centrale nucléaire.

* Il existe de nombreux iodures radioactifs, dont l'I-132. Cependant, l'I-131 est le radioisotope le plus répandu et le plus important cliniquement.

CONSÉQUENCES D'UN DÉSASTRE RADIOLOGIQUE

Biologie des radiations

L'exposition aux radiations peut être divisée en irradiation externe, interne, du corps entier ou d'une partie du corps. L'irradiation interne peut se produire après l'inhalation d'un gaz radioactif ou l'ingestion d'aliments contaminés (y compris les produits, les céréales et le lait de chèvre ou de vache qui ont été contaminés lors du pâturage dans des champs contaminés). Les effets des radiations peuvent être directs, en interaction avec les tissus cibles ; ou indirects, par la production de radicaux libres ou d'autres molécules nocives. Les effets cellulaires des rayonnements sont très variables, directement corrélés au taux de division de la cellule et inversement au taux de différenciation de la cellule. La sensibilité des tissus aux rayonnements, du plus au moins, est la suivante : lymphoïde > gastro-intestinal > reproducteur > cutané > moelle osseuse > système nerveux. Le rayonnement ionisant produit des cassures chromosomiques dans nombre de cellules somatiques ; ces cassures peuvent persister pendant des décennies après l'exposition et peuvent expliquer les taux accrus de cancer après irradiation. Les autres modulateurs importants des lésions cellulaires après exposition aux

radiations comprennent la dose, le type de rayonnement et l'âge de la personne exposée.

Effets sur la santé

Les effets sur la santé après une exposition au rayonnement dépendront en grande partie des circonstances entourant la libération de ce rayonnement. Par exemple, après l'explosion d'une arme nucléaire ou d'un dispositif de dispersion radioactive, il peut y avoir des lésions thermiques ou de souffle, en plus de l'exposition aux rayonnements. En revanche, une catastrophe dans une centrale nucléaire peut produire un nuage radioactif sans souffle associé.

Les effets spécifiques sur la santé après l'exposition aux rayonnements sont généralement divisés en effets à court terme et à long terme. Les effets à court terme apparaissent dans les jours ou les quelques semaines suivant l'exposition, et les effets à long terme se manifestent des mois ou des années plus tard. Les effets à court terme sont fonction du degré de l'exposition aux rayonnements et du tissu irradié. Les nausées et les vomissements apparaissent après des expositions aussi faibles que 0,75 à 1,0 Gy (75-100 rad), un syndrome hémato-poïétique (sévère dépression lymphoïde et de la moelle osseuse) apparaît généralement après 3,0 à 6,0 Gy (300-600 rad.) et les expositions peuvent entraîner la mort en 8 à 50 jours. Le nombre de lymphocytes suivant l'irradiation est fortement corrélé avec la dose reçue ; si le nombre de lymphocytes diminue de plus de 50% dans les 24 à 48 heures, il y a eu une exposition modérée ou forte aux rayonnements. La dépression de la moelle osseuse et lymphoïde conduit à l'anémie et à un risque accru d'infection; la diminution des plaquettes peut conduire à un saignement généralisé. La dose létale moyenne (LD50/60), soit la dose de rayonnement pour lequel 50% d'une population exposée va mourir dans les 60 jours, est de 4,0 Gy (400 rads). Les effets à long terme (décrits ci-dessous), comprennent les blessures psychologiques et le risque accru de cancer.

VULNÉRABILITÉ DES ENFANTS

Les enfants ont un niveau de vulnérabilité qui les soumet à un plus grand danger après une exposition aux rayonnements. Parce qu'il ont une plus grande ventilation par minute par rapport aux adultes, les enfants sont davantage susceptibles d'être plus fortement exposés aux gaz radioactifs (par ex., ceux émis lors d'une catastrophe dans une centrale nucléaire). Les retombées nucléaires s'installent rapidement dans le sol, ce qui produit une plus forte concentration de matière nucléaire dans l'espace où les enfants vivent et respirent habituellement. Les études sur les polluants en suspension dans l'air sont nécessaires pour tester la croyance courante qui veut que la petite stature des enfants les mette plus en contact avec les retombées radioactives du sol que les adultes. L'iode radioactif se transmet par le lait maternel, contaminant cette source précieuse d'alimentation des nourrissons. Le lait de vache, un aliment de base dans la nourriture de la plupart des enfants, peut aussi être rapidement contaminé si la matière radioactive s'installe dans les pâturages.

L'exposition aux rayonnements *in utero* a aussi des effets cliniques importants, qui dépendent de la dose et du type d'irradiation ; une transmission de radionucléides par le placenta peut se produire, selon l'agent irradiant. Après des expositions aux rayonnements externes, des doses de 0,60 Sv (60 rem) ont provoqué un retard mental et une diminution de la taille de la tête (chez les survivants japonais de la bombe atomique), lorsque l'exposition se situait entre 8 et 25 semaines de grossesse. L'effet en réponse à une dose a été trouvé dans un certain nombre de cas d'une tête de petite taille sans retard mental chez les fœtus exposés à $\geq 0,2$ Sv (≥ 20) entre 4 et 17 semaine de grossesse.

Les cancers dus à l'irradiation se produisent plus souvent chez les enfants que chez les adultes lorsqu'ils sont exposés aux mêmes doses. De plus, les enfants ont une vulnérabilité plus importante après n'importe quel type de catastrophe, avec un risque supérieur de problèmes de comportement à long terme.

GESTION

Une catastrophe radiologique serait suivie par une réponse massive, fédérale, intégrée, étatique et locale de santé publique. Les agences de gestion des conséquences concernées à un niveau fédéral comprennent le Département de la sécurité intérieure des États-Unis, l'Agence pour la protection de l'environnement, l'Agence fédérale des situations d'urgence, la Commission de régulation nucléaire

(NRC), le ministère de l'Énergie et le ministère de la Justice. Les services étatiques et locaux de la santé, travaillant en étroite collaboration avec les organismes fédéraux, développeraient une réponse locale appropriée, par exemple, l'initiation du système de radiodiffusion d'urgence, la mise en œuvre des plans d'urgence ou d'évacuation, des conseils concernant l'évacuation ou le confinement, les instructions pour commencer l'administration de KI (iodure de potassium), et la création de refuges locaux pour les familles déplacées.

Évacuation et confinement

L'évacuation est l'action la plus importante après un rejet radioactif, en particulier après le rejet d'un nuage radioactif pendant lequel il est possible d'avoir le temps d'échapper à l'exposition. Cependant, dans de précédents accidents de centrales nucléaires, le nuage radioactif s'est dispersé en quelques minutes, ce qui rend impossible l'évacuation immédiate. En outre, étant donné l'ampleur de la tâche consistant à évacuer toute une population, qui pourrait inclure plus de 500 000 habitants (sur la base de l'emplacement des installations existantes), les plans d'évacuation peuvent échouer. L'évacuation peut être extrêmement chaotique, conduisant à des accidents de véhicules automobiles et à d'autres blessures, la prudence est donc de mise. La réinstallation peut être temporaire ou à long terme, en fonction de la persistance de la radioactivité dans l'environnement. La décision de recommander le retour à domicile par rapport à la réinstallation à long terme est faite par les gouvernements fédéral, provincial et les organismes locaux sur la base de projections de niveaux de dose de rayonnement, de persistance de radionucléides dans l'environnement, des dommages physiques aux routes et aux bâtiments et d'autres facteurs qui pourraient affecter la sécurité de la population. Si l'évacuation est impossible, un endroit sûr doit être recherché au sein de la maison ou d'un autre bâtiment. Pour exemple, le facteur de blindage (le rapport entre la dose reçue à l'intérieur de la structure et la dose qui serait reçue si la structure n'était pas en place) pour des rayons gamma après une libération par un nuage radioactif est de 0,9 pour une structure en bois, 0,6 pour un sous-sol de maison, 0,4 pour le sous-sol d'une maison en maçonnerie et 0,2 pour un grand bureau ou un bâtiment industriel. La durée requise de confinement dépendra de l'étendue de la contamination de l'environnement. Les familles doivent suivre les instructions fournies par le système local de radiodiffusion d'urgence.

Traitement

Le traitement de l'enfant qui a subi une exposition importante aux rayonnements dépend du type et du degré d'exposition ainsi que de la présence concomitante de blessures.

Les principes de gestion des catastrophes, y compris le confinement, la décontamination, les soins préhospitaliers, et le triage sur le terrain, devront être pleinement mis en œuvre. La première phase de la gestion des victimes pédiatriques des rayonnements sera de déterminer si la décontamination externe est justifiée. Le fait d'enlever les vêtements est pour plus de 90% efficace dans la décontamination après une attaque chimique ou par exposition aux rayonnements. Avec la mise en œuvre des protocoles en cas de catastrophe, les services médicaux d'urgence mettront en place des zones "très chaudes", "chaudes" et "froides". Les victimes contaminées seront décontaminées sur place, puis transportées dans un établissement de soins. Cependant, parce que les victimes de catastrophes peuvent rejoindre les établissements de soins en véhicules privés, risquant d'apporter ainsi des matières radioactives avec eux, les hôpitaux et les établissements de soins d'urgence devraient élaborer leurs propres plans pour la gestion d'une victime contaminée. L'agent de sécurité radiologique de l'hôpital est un consultant vital dans la gestion des patients ; des dispositifs de détection des radiations doivent être placés sur le lieu des soins. De plus, un site pour le stockage des vêtements contaminés doit être mis en place. La peau doit être lavée à l'eau tiède ; des mesures doivent être prises pour prévenir l'hypothermie. Les enfants dont la peau est contaminée par des matières radioactives doivent faire l'objet d'un nettoyage soigneux qui minimise les lésions supplémentaires. Les soins aux brûlures de la peau doivent être minimes, l'irrigation seule est recommandée. Les produits d'irrigation doivent être recueillis dans des vases de confinement et éliminés de façon appropriée.

Les enfants qui n'ont pas subi de contamination externe (par exemple, ceux qui ont inhalé des matières radioactives) peuvent être traités selon les protocoles de routine. Cependant, les liquides biologiques, y compris la salive, le sang, l'urine et les selles, peuvent être contaminés et nécessitent des précautions particulières.

La prise en charge médicale initiale comprend une évaluation minutieuse des voies respiratoires, de la respiration et de la circulation, en particulier quand il y a un risque d'un effet de souffle ou de blessure thermique. L'intervention chirurgicale, si elle est nécessaire, doit être effectuée le plus tôt possible, idéalement dans les 48 heures après l'irradiation avant que la cicatrisation des plaies et l'immunité ne soient diminuées.

La pharmacopée spécifique pour les victimes d'une forte exposition aux rayonnements est limitée; la décision d'utiliser ces agents devrait être faite après consultation d'une autorité sur la gestion clinique des victimes de rayonnement (par exemple, un consultant du CNRC ou un radiothérapeute).

L'administration de KI est la pierre angulaire d'un traitement préventif après une exposition connue ou soupçonnée à l'iode radioactif (les iodures radioactifs sont des sous-produits communs des activités des centrales nucléaires et, par conséquent, susceptibles d'être émis à la suite d'un incident de centrale). D'autres médicaments ont été suggérés mais n'ont pas fait la preuve de leur efficacité ou de leur absence d'effets indésirables graves, surtout chez les enfants.

Le KI est le même composé que celui qui est utilisé, en plus petites quantités, pour ioder le sel de table. Lorsqu'il est ingéré immédiatement avant, pendant ou peu de temps après l'exposition à l'iode radioactif, le KI « inonde » la thyroïde, bloquant l'absorption de l'iode radioactif inhalé ou ingéré. Lorsque qu'il est pris rapidement après un rejet d'iode radioactif et à dose appropriée, le KI est efficace dans la prévention des effets radio-induits sur la thyroïde. La Food and Drug Administration (FDA) recommande actuellement que le KI soit administré uniquement après certains niveaux d'exposition à l'iode radioactif, sur la base des risques et des avantages dérivés des analyses à partir de la catastrophe de Tchernobyl, dans laquelle plus de 18 millions d'enfants et d'adultes en Pologne (à proximité immédiate de l'Ukraine et du Bélarus) ont reçu au moins 1 dose de KI. La FDA recommande de respecter les directives sur le seuil d'intervention et de dosage approprié mais elle reconnaît également que «... les exigences de toute situation d'urgence particulière peuvent justifier des écarts par rapport à ces recommandations. En gardant cela à l'esprit, il faut comprendre que, en règle générale, les risques du KI sont largement compensés par les avantages en matière de prévention du cancer de la thyroïde chez les individus sensibles ».

Les enfants et les femmes enceintes ou qui allaitent doivent commencer à prendre le KI si l'exposition prévisible de la thyroïde, telle qu'indiquée par des sources gouvernementales, est de 0,05 Gy (5 rad) ou plus (tableau 2). A court terme des effets néfastes associés à l'utilisation de KI en Pologne étaient généralement légers, consistant en des troubles du tractus gastro-intestinal ou une éruption cutanée.

TABLEAU 2. Lignes directrices pour l'administration de KI *

Exposition des patients	Gy (rad)	Dose de KI (mg)
> 40 ans	> 5 (500)	130
De 18 à 40 ans	≥ 0,1 (10)	130
Adolescents de 12 à 17 ans †	≥ 0,05 (5)	65
Enfants de 4 à 11 ans	≥ 0,05 (5)	65
Enfants de 1 mois à 3 ans ‡	≥ 0,05 (5)	32
De la naissance à 1 mois	≥ 0,05 (5)	16
Femmes enceintes ou qui allaitent	≥ 0,05 (5)	130

* Le KI est utile pour l'exposition à l'iode radioactif uniquement. Le KI est donné une fois seulement pour les femmes enceintes et les nouveau-nés à moins que d'autres mesures de protection (évacuation, hébergement et contrôle de l'approvisionnement alimentaire) ne soient pas disponibles. La répétition du dosage doit être soumise aux conseils des autorités de santé publique.

† Les adolescents pesant plus de 70 kg doivent recevoir la dose de l'adulte (130 mg).

‡ Les comprimés de KI ou sous forme de solution fraîchement saturé peuvent être dilués dans de l'eau ou mélangés avec du lait, une bouillie, du jus de fruits, du soda ou du sirop.

Le sirop de framboise masque le mieux le goût du KI. Le KI mélangé avec du chocolat au lait allégé, du jus d'orange ou du soda sans bulles (par exemple, du cola) a un goût acceptable. Le lait allégé seul et l'eau ne

cachent pas le goût salé du KI.

L'administration de KI aux nouveau-nés a été associée à des signes d'une diminution transitoire du taux de thyroxine parallèlement à l'augmentation de l'hormone stimulant la thyroïde. La FDA a donc recommandé un contrôle de la fonction thyroïdienne des nouveau-nés qui reçoivent du KI. Sur la base du taux de synthèse des hormones thyroïdiennes chez le nouveau-né, la surveillance de la fonction thyroïdienne par la mesure de l'hormone de stimulation de la thyroïde 2 à 4 semaines plus tard, devrait être suffisante après une dose unique de KI ; des périodes plus longues seraient nécessaires si les nouveau-nés reçoivent plus d'une dose de KI. La FDA a recommandé le KI pour l'auto-protection des femmes enceintes et la protection du fœtus. Toutefois, la répétition des doses de KI chez les femmes enceintes pourrait produire une hypothyroïdie néonatale. Les risques et les avantages de la répétition des doses de KI chez les femmes enceintes dépendront de la probabilité de la persistance de l'exposition à l'iode radioactif.

L'iode radioactif et le KI sont sécrétés dans le lait maternel. Pour les femmes qui allaitent et pour leurs nourrissons, des consultants experts ont fermement recommandé que les mères exposées n'allaitent pas leurs nourrissons en raison du risque d'une exposition supplémentaire à l'iode radioactif contenu dans le lait maternel. Les femmes exposées devraient cesser temporairement l'allaitement maternel à moins qu'il n'y ait pas d'alternative (ceci est contraire aux conseils de la FDA qui suggère que les mères ayant reçu du KI après l'exposition puissent allaiter leurs nourrissons).

La FDA n'est pas en faveur de doses répétées de KI chez les femmes enceintes et les nouveau-nés sauf si d'autres mesures de protection (comme l'évacuation, l'hébergement protégé et le contrôle de l'approvisionnement alimentaire) sont indisponibles. La fonction thyroïdienne des jeunes nourrissons nécessitant des doses répétées de KI devrait être étroitement surveillée et le traitement par hormone thyroïdienne doit être administré dans les cas où l'hypothyroïdie se développe. Le KI ne devrait pas être administré aux personnes présentant une sensibilité connue à l'iode ou à ceux qui présentent une dermatite herpétiforme ou une vascularite hypocomplémentémique (les deux étant des conditions rares associées à un risque accru d'hypersensibilité à l'iode). Le KI doit être utilisé avec prudence chez les personnes atteintes d'une maladie de la thyroïde (comme le goitre multinodulaire, la maladie de Graves et la thyroïdite auto-immune), en particulier si l'administration va au-delà de quelques jours. La fonction thyroïdienne de tels patients devrait être suivie.

Le KI est actuellement présenté sous forme de comprimé à 130 mg et 65 mg. Le comprimé peut être placé dans n'importe quel liquide et administré dans un volume approprié. Des gouttes d'iodure de potassium super saturé (SSKI) sont disponibles et peuvent être administrées si nécessaire, mais, vu leur concentration de 1 000 mg/mL, la titration de la dose exacte pour les enfants serait difficile à établir. La FDA a également publié des directives récentes pour la préparation de KI pour les nourrissons et les enfants (tableaux 3 et 4). La déclaration de la FDA souligne la nécessité de mettre le KI dans une solution savoureuse, car il est très salé ; le sirop de framboise déguise au mieux le goût du KI. Le KI mélangé avec du chocolat au lait écrémé, du jus d'orange ou du soda (cola, par exemple) a un goût acceptable. Le lait allégé seul et l'eau ne cachent pas le goût salé du KI.

TABLEAU 3 Directives pour la préparation de la solution de KI en utilisant un comprimé à 130 mg.

- Mettre 1 comprimé de 130 mg de KI dans un petit bol et réduire en une fine poudre avec le dos de la cuillère. La poudre ne doit pas avoir de gros morceaux.
- Ajouter 4 cuillères à café (20 ml) d'eau à la poudre de KI. Utilisez une cuillère pour les mélanger jusqu'à ce que la poudre d'iodure de potassium soit dissoute dans l'eau.
- Ajouter 4 cuillères à café (20 ml) de lait, de jus de fruits, de soda, de sirop (de framboise, par exemple) au mélange KI/eau. Le résultat est un mélange de 16,25 mg de KI par cuillerée à café (5 ml)
- Indications selon l'âge :
- de la naissance à 1 mois : 1 cuillère à café
- de 1 mois à 3 ans : 2 cuillères à café
- de 4 à 17 ans : 4 cuillères à café (si l'enfant pèse plus de 70 kg, donner 1 comprimé à 130 mg)

Comment stocker un mélange d'iodure de potassium déjà préparé :

L'iodure de potassium mélangé avec les boissons recommandées se conserve jusqu'à 7 jours au réfrigérateur. La FDA recommande que la boisson mélangée à l'iodure de potassium soit préparée au moins une fois par semaine; les parties inutilisées doivent être jetées.

TABLEAU 4. Directives pour la préparation de la solution de KI en utilisant le comprimé à 65 mg.

- Mettez 1 comprimé de 65 mg de KI dans un petit bol et réduire en une fine poudre avec le dos de la cuillère. La poudre ne doit pas avoir de gros morceaux.
- Ajouter 4 cuillères à café (20 ml) d'eau à la poudre de KI. Utilisez une cuillère pour les mélanger jusqu'à ce que la poudre d'iodure de potassium soit dissoute dans l'eau.
- Ajouter 4 cuillères à café (20 ml) de lait, de jus de fruits, de soda, de sirop ou (de framboise, par exemple,) au mélange KI/eau. Le résultat est un mélange de 8,125 mg de KI par cuillerée à café (5 ml)
- Indication selon l'âge:
 - de la naissance à 1 mois : 2 cuillère à café
 - de 1 mois à 3 ans : 4 cuillère à café
 - de 4 à 17 ans : 8 cuillère à café ou 1 comprimé à 65 mg (si l'enfant pèse plus de 70 kg, donner 2 comprimés à 65 mg)

Comment un mélange d'iodure de potassium déjà préparé devrait être stocké:

L'iodure de potassium mélangé avec les boissons recommandées se conserve jusqu'à 7 jours au réfrigérateur.

La FDA recommande que la boisson mélangée d'iodure de potassium soit préparée au moins une fois par semaine; les parties inutilisées doivent être jetées.

Les effets protecteurs d'une dose de KI durent environ 24 heures. La nécessité de prendre plus d'une dose unique dépendra de plusieurs facteurs, y compris la capacité à évacuer rapidement la zone de contamination radioactive. Si l'évacuation n'est pas possible, le KI doit être donné pendant la présence persistante de l'iode radioactif (qui ont des demi-vies allant de 5 heures à 7 jours). Des recommandations pour la poursuite du traitement devraient être données par l'Agence de Protection de l'Environnement, le CNRC ou d'autres organismes fédéraux ou d'états qui conduiront l'évaluation environnementale. Les dispositifs de dispersion radioactive ne devraient généralement pas contenir d'iode radioactif, l'administration de KI après l'explosion d'un dispositif de dispersion radioactive ne serait donc pas appropriée.

D'autres aspects des soins cliniques après l'exposition aux rayonnements sont énumérés dans le tableau 5 et comprennent des hémogrammes en série avec une surveillance étroite de la numération absolue des lymphocytes, l'administration d'antiémétiques si nécessaire, le contrôle rigoureux de l'infection et un traitement agressif des maladies infectieuses.

TABLEAU 5. Mesures à prendre en compte dans le diagnostic des victimes de l'exposition aux radiations

Test	Timing
Écouvillonnage nasal pour identifier l'inhalation *	immédiatement
Écouvillonnage de la peau pour identifier la contamination externe*	immédiatement et à intervalles fréquents
Analyse d'urine et des selles pour identifier la contamination interne*	immédiatement et à 24 h
Numération de la formule sanguine et numération plaquettaire	quotidienne pendant 1 semaine
Compte absolu de lymphocytes	toutes les 12 heures pendant 3 jours
Sous-typage des antigènes HLA	Avant que la numération des lymphocytes diminue
Cytogénétique des lymphocytes	Avant que la numération des lymphocytes diminue

* Un responsable de la radioprotection ou une autre autorité doit être consulté pour tous les aspects de la gestion. Adapté de Jarrett DG. *Prise en charge médicale des accidents radiologiques*. Bethesda, MD : Institut de recherche radiobiologique des forces armées (USA) ; 1999

La gestion de l'infection est la pierre angulaire du traitement parce que les victimes ont une immunosuppression significative. La neutropénie et la lymphopénie peuvent durer plusieurs semaines. Si une grave exposition aux radiations se produisait, d'autres interventions devraient être prises en compte (même si des données sont actuellement insuffisantes), telles que l'administration de facteurs de croissance hématopoïétiques, (par exemple, des facteurs de stimulation des colonies de

granulocytes) et le typage de l'antigène HLA (antigène leucocytaire humain) pour les victimes où la nécessité d'une greffe de moelle osseuse a été anticipée. Les données disponibles suggèrent que les facteurs de stimulation des granulocytes-macrophages et des colonies de granulocytes doivent être administrés dans les 24 à 72 heures d'exposition aux rayonnements pour avoir une efficacité optimale. La gestion du préjudice psychologique pour les enfants après une catastrophe radiologique exige que les pédiatres fournissent des conseils aux parents et un soutien aux enfants et aux familles. Les pédiatres devraient suivre les enfants de près pour détecter la présence de réactions d'ajustement et de réponses au stress après la survenue d'une catastrophe. Ils devraient en outre aider les parents à identifier les signes précoces des réactions d'ajustement, en particulier chez les tout-petits et les enfants qui peuvent avoir des difficultés à verbaliser leurs sentiments. Enfin, les enfants devraient être aiguillés vers les services de santé mentale au moment opportun lorsque des troubles du comportement sont dépistés. D'autres recommandations cliniques spécifiques sont disponibles auprès de l'Institut Oak Ridge pour la Science et l'Éducation, de l'Institut de recherche en Radiobiologie des Forces armées et des revues cliniques récentes.

LES EFFETS TARDIFS

Cancer

Parmi les atteintes à long terme pour les enfants, la carcinogenèse est la plus importante. Des études suggèrent que l'exposition au rayonnement pendant l'enfance est associée à un risque plus important de cancer qu'une exposition à un autre âge. Par exemple, le risque de cancer du sein augmente chez les femmes qui ont été exposées à des niveaux élevés de rayonnement dans l'enfance, surtout si l'exposition aux rayonnements survient avant le développement pubertaire des tissus du sein. Un pic dans la leucémie infantile est survenu 5 à 6 ans après la déflagration des bombes nucléaires à Hiroshima et Nagasaki. Il y eut 46 cas parmi ceux qui avaient alors moins de 19 ans (16 leucémies lymphoblastiques aiguës, 18 leucémies myéloïdes aiguës, 10 leucémies myéloïdes chroniques et 2 autres). Les excès de cas ont diminué 16 ans après l'exposition.

Le cancer de la thyroïde radio-induit chez les enfants a été bien décrit. Lors de la catastrophe de Tchernobyl, un nuage d'éléments radioactifs, y compris d'iode radioactif a été libéré. Dans la zone de retombées radioactives en Ukraine, 577 enfants et adolescents ont développé un cancer de la thyroïde entre 1991 et 1997 (par rapport à 59 cas de cancer de la thyroïde dans les 5 années précédant la catastrophe).

Ceux qui avaient été exposés à l'âge de 5 ans ou moins étaient les plus nombreux. La période de latence a été courte et le cancer agressif. Dans la plupart des cas, la dose d'irradiation était de 0,50 Gy ou plus. Aux États-Unis, les données publiées suggèrent que des taux élevés de cancers de la thyroïde et des adénomes ont eu lieu parmi une cohorte d'enfants exposés à des retombées des essais d'armes nucléaires dans le Nevada entre 1951 et 1958, les tumeurs thyroïdiennes bénignes sont plus fréquentes que le cancer de la thyroïde après exposition aux rayonnements ; ceux-ci peuvent produire une morbidité liée au recours possible à la chirurgie et au suivi médical à vie.

Les tumeurs radio-induites peuvent être bénignes ou malignes et sont histologiquement impossibles à distinguer des cancers similaires dans la population globale. La période de latence de cancérogenèse après l'exposition aux radiations est généralement de 2 à 3 ans pour les leucémies et de 10 ans ou plus pour le cancer de la thyroïde et d'autres tumeurs solides. La période de latence du cancer de la thyroïde chez les enfants exposés à l'iode radioactif de Tchernobyl après la catastrophe a été plus courte, une augmentation a été observée à partir de 4 ans après l'événement.

Effets psychologiques

L'une des conséquences les plus fréquentes et invalidantes de l'exposition au rayonnement est le développement de la peur et de l'anxiété chroniques. Plus de 6 ans après Tchernobyl, les nombreuses populations exposées dans les deux zones de retombées présentaient une fréquence élevée de détresse et de troubles du comportement. 35,8% des personnes interrogées avaient un diagnostic psychiatrique tel que défini par le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, troisième édition*. Un taux significativement plus élevé a été constaté chez les mères avec des enfants de moins de 18 ans.

Dans une étude de suivi de 11 ans de mères et de leurs jeunes enfants, une importante morbidité psychosociale a continué, avec des scores significativement plus élevés en terme d'isolement social et d'événements négatifs de la vie. De même en Pennsylvanie, des études après l'incident de TMI ont trouvé des perturbations comportementales à long terme chez les mères de jeunes enfants. Les habitants locaux avaient des performances inférieures aux tâches comportementales, une plus grande incidence de symptômes psychosomatiques et de plus grandes concentrations d'hormones de stress que les groupes de contrôle. La Commission Kemeny, réunie pour étudier les conséquences de la catastrophe de TMI, a conclu que le stress mental serait l'effet principal d'un désastre d'une centrale nucléaire.

Les études de la catastrophe à Goiânia ont également démontré que les réactions comportementales et de stress peuvent suivre l'exposition perçue. Les personnes vivant dans la zone d'exposition au rayonnement et celles qui n'ont pas été exposés présentent des effets comportementaux et cardiovasculaires neuroendocrines qui persistent pendant plus de 3 ans. Les effets émotionnels sont encore plus importants pour ceux qui sont témoins de victimes blessées ou mortellement atteintes après un désastre radiologique. Ces conséquences comportementales peuvent perturber les relations interpersonnelles, les attitudes et les perspectives sociales, causant ou contribuant à une maladie chronique, y compris l'hypertension. Des perturbations psycho-comportementales sont encore amplifiées lorsque les catastrophes s'accompagnent de la perte d'une maison de famille ou du manque d'information en temps opportun. Enfin, en cas de catastrophe, les travailleurs et les professionnels de santé peuvent être frappés d'incapacité par la détresse émotionnelle d'un désastre radiologique. Cette détresse a des origines multiples, y compris l'incapacité d'entrer dans des zones contaminées pour sauver les victimes et la difficulté à porter un équipement de protection.

PRÉPARATION POUR UN DESASTRE RADIOLOGIQUE

Questions cliniques

La planification locale pour un possible désastre radiologique met l'accent sur la création de protocoles de gestion des catastrophes, l'éducation des intervenants de première ligne et les professionnels de santé et l'acquisition d'équipements et de fournitures appropriés. Les premiers intervenants doivent recevoir une formation dans la gestion des conséquences du rayonnement, car ils peuvent sans s'en rendre compte entrer dans une zone radioactive. Les médecins urgentistes ainsi que les pédiatres et d'autres médecins de soins primaires sont des intervenants médicaux potentiels sur un événement radiologique et devraient également suivre une formation dans ce domaine. Des questions, dont la configuration d'un service d'urgence pour la gestion des personnes exposées, devraient être abordées. Des données récentes indiquent que la plupart des hôpitaux américains restent mal préparés pour un événement nucléaire.

En novembre 2001, la FDA a émis des directives à jour sur l'utilisation du KI après l'exposition à l'iode radioactif, le KI étant inefficace pour une exposition à d'autres radionucléides. Selon ces directives, les avantages du KI dépassent ses risques quand un certain niveau d'exposition s'est produit (tableau 2). L'efficacité du KI est maximale lorsqu'il est administré immédiatement avant l'exposition, il peut alors empêcher à 100% la fixation de l'iode radioactif sur la thyroïde. Cependant, l'efficacité du KI est respectivement de 80%, 40% et 7% lorsqu'il est administré 2, 8 et 24 heures après l'exposition ; ces taux sont nettement plus faibles chez les enfants carencés en iode. Le KI semble avoir peu de valeur clinique lors d'une prise 12 heures ou plus après l'exposition.

Actuellement, le CNRC recommande que l'État et les administrations locales pensent à fournir du KI à tous les citoyens vivant dans un rayon de 10 miles autour d'une centrale nucléaire en complément des plans d'évacuation et de confinement. En décembre 2001, le CNRC a écrit aux 31 États situés dans un rayon de 10 miles autour d'une centrale nucléaire, pour offrir deux comprimés de KI à chaque personne vivant à moins de 10 miles d'une centrale. Si les États et les administrations locales adoptent un plan d'utilisation de KI, les collectivités devraient envisager le stockage de KI dans les écoles et les équipements pour la petite enfance. En outre, les stratégies qui permettent une prise rapide de KI à un grand nombre d'enfants (par exemple, toute une école élémentaire) devraient être développées. Le bien-fondé de la distribution de KI à toutes les familles américaines reste controversé. La prescription universelle de KI n'a pas été recommandée par le CNRC ou la FDA parce que les risques de

l'exposition à l'iode radioactif n'existent que dans certaines régions et aussi en raison d'un risque d'utilisation inappropriée. Cependant, compte tenu de sa durée de vie illimitée, d'une faible incidence d'effets indésirables et de la nécessité d'une prise rapide, l'accès universel doit être envisagé. Le KI peut être acheté sans ordonnance dans les pharmacies mais n'est pas encore disponible partout. Le KI peut être acheté par le biais de l'Internet, mais les familles doivent être mises en garde contre l'utilisation du médicament sans consultation préalable des autorités. En avril 2002, la FDA a répertorié deux produits, le Thyro-Block (MedPointe Inc, Somerset, NJ), et l'IOSAT (Anbex Inc, Palm Harbor, Floride), qui sont homologués et en vente libre en tant qu'agent de blocage de la thyroïde dans les urgences radiologiques. En novembre 2002, la *Medical Letter of Drugs and Therapeutics* les a cités et a en outre répertorié ThyroSafe (Recip US, Honey Brook, Pennsylvanie) comme produit homologué par la FDA. L'IOSAT peut être obtenu au 866-283-3986 et sur Internet à www.nukepills.com ; le Thyro-Block peut être obtenu au 800-804-4147 et à www.nitro-pak.com, et le Thyro-Safe au 610-942-8972 et à www.thyrosafe.com. Le KI peut être aussi commandé auprès d'Anbex Inc 727-784-3483 et à www.anbex.com.

Les habitants situés à proximité d'une centrale nucléaire doivent avoir accès au KI comme complément à l'évacuation et au confinement. Il est prudent pour les parents vivant à moins de 10 miles d'un réacteur nucléaire d'avoir du KI à la maison. De plus, les écoles et les garderies situées dans un rayon de 10 miles d'une centrale nucléaire devraient avoir un accès immédiat au KI. Cependant il n'est pas évident que les personnes vivant au sein d'un plus grand rayon devraient stocker ce médicament. Bien que les dispositions actuelles recommandent que ceux vivant dans un rayon de 10 miles aient accès au KI, on se préoccupe depuis peu du fait qu'un accident de centrale nucléaire puisse émettre un nuage radioactif d'une portée beaucoup plus grande. Dans l'accident de Tchernobyl, les changements de direction du vent et les précipitations ont conduit à un dépôt inégalement réparti de radionucléides. Les trois régions les plus fortement contaminées ont été la zone des 20 miles autour du réacteur, Briansk en Russie et les régions de Gomel et de Mogilev en Biélorussie (120 miles au nord-nord-est du réacteur) et la région de Kaluga-Tula-Orel en Russie (300 miles au nord-est du réacteur).

En raison de ces préoccupations, certains ont suggéré que toutes les personnes vivant dans un rayon de 50 miles autour d'une centrale nucléaire se constituent une réserve de KI. Ils ont également émis des propositions pour le stockage de KI par tous ceux qui vivent dans un rayon de 200 miles autour d'une centrale nucléaire. Parce que l'évacuation rapide et complète d'une région dépend de la densité de population, une approche plus convaincante pourrait être recommandée : faire varier le rayon de distribution de KI en fonction de la densité de la population. Dans les régions densément peuplées, un rayon de 50 miles pourrait être utilisé et dans les zones à faible population on pourrait adhérer à la recommandation d'un rayon de 10 miles.

La mise en place d'équipes d'intervenants en cas de catastrophe nucléaire fait également partie de la planification communautaire. De telles équipes devrait comprendre des professionnels de santé mentale qui sont formés pour répondre aux besoins émotionnels et comportementaux des enfants après un événement radiologique. Parce que les enfants présentant un traumatisme psychologique peuvent être incapables de verbaliser leurs sentiments, leurs parents et les pédiatres doivent être attentif aux signes subtils de stress, d'anxiété ou de dépression.

Des exercices d'entraînement préparatoire sont également recommandés. À ce jour, la participation de pédiatres et de professionnels de santé mentale dans des simulations de catastrophes de rayonnement a été minime. Cependant, sans ces participants, les catastrophes simulées sont susceptibles de rendre illusoire les hypothèses concernant le comportement de toutes les victimes, y compris les enfants. La participation de pédiatres et de spécialistes la santé mentale dans la planification fournira l'occasion d'évaluer, d'améliorer et de renforcer la réponse.

Mesures de santé publique

Les États et les administrations locales ont commencé à développer leurs stratégies visant à protéger la population locale après un rejet de radiations. Il s'agit notamment de la mise en place de seuils de concentration de rayonnement nécessitant l'évacuation et des campagnes d'éducation pour le public. Tous les résidents dans les zones à risque devraient recevoir une information pédagogique et des plans d'intervention d'urgence détaillés. Des plans particuliers devraient être faits pour les enfants handicapés.

Les hôpitaux locaux ont aussi un rôle essentiel dans la préparation à un désastre radiologique. Les politiques de la Commission sur l'accréditation des organisations de santé requièrent que les établissements de soins développent des directives de gestion en cas de catastrophe et que ces directives fassent l'objet d'exercices deux fois par an. Parce que les événements radiologiques représentent une catastrophe singulière, les hôpitaux devraient fournir des indications détaillées. Les pédiatres peuvent avoir le rôle d'aider les hôpitaux dans l'élaboration de plans pour traiter les victimes pédiatriques.

Les écoles et les garderies devraient également être incluses dans les plans d'intervention, en particulier si elles sont situées à moins de 10 miles d'une centrale nucléaire. Des plans d'évacuation d'école devraient être créés et mis en pratique. De nombreux districts scolaires ont déjà réussi à créer des algorithmes pour l'évacuation des enfants et leur regroupement rapide avec leurs parents. Les plans scolaires devraient envisager la désignation d'un parent ou d'un ami hors de l'Etat comme «contact avec la famille», parce que lors d'une catastrophe, il est souvent plus facile de faire un appel longue distance que d'appeler localement pour trouver un membre de la famille. Comme pour toute planification en cas de catastrophe, des directives médicales (par exemple, des soins de santé de proximité) devraient être envisagées dans le cas où le parent d'un enfant malade ou blessé ne peut pas être immédiatement contacté. Les écoles devraient avoir établi des plans qui définissent les emplacements dans le bâtiment de l'école ou dans des structures proches, ce qui leur permettraient de se protéger au mieux d'un nuage radioactif. Les équipes de gestion de crise basées dans une école qui gèrent d'autres événements associés à un traumatisme psychologique devraient être formées pour répondre aux conséquences d'une catastrophe radiologique.

PREVENTION

Les matières radioactives sont utilisées dans tout le pays, en particulier dans la recherche et le traitement médical. Ces radio-isotopes peuvent faire l'objet de vol ou de sabotage. Par exemple, en 1996, un radiologue a disparu pendant environ deux semaines avec un cache d'iridium radioactif ; dans la même année, deux sources de cobalt radioactif ont été volées dans une entreprise industrielle abandonnée. De nombreux autres détournements de matériel radioactif sont survenus. Ces cas illustrent la facilité avec laquelle les radionucléides peuvent être volés et ensuite utilisés pour la création d'un dispositif de dispersion radioactive. Une réglementation plus stricte et une surveillance accrue de tous les matériaux à forte charge radioactive est nécessaire pour empêcher de tels événements de se produire.

La sécurité et la vulnérabilité des centrales nucléaires au terrorisme ont été mises en question, en particulier depuis les événements du 11 septembre 2001, quand des avions de ligne aux réservoirs pleins ont été utilisés comme armes. Plusieurs actes de sabotage de centrales nucléaires auraient eu lieu dans le passé. En plus des risques associés à des activités terroristes, le vieillissement des réacteurs nucléaires américains a conduit à la croyance qu'un accident est inévitable. Des scientifiques concernés et des défenseurs de l'environnement font valoir depuis longtemps que les centrales nucléaires comportent un risque de préjudice trop grand pour justifier leur existence; ils appellent à l'arrêt de toutes les centrales américaines qui ont été construites au cours des dernières années. Toutefois actuellement, plus de 20% de l'énergie électrique des États-Unis est fournie par des centrales nucléaires. Toutes les sources d'énergie électrique ont des conséquences indésirables ou sont actuellement irréalisables en termes de coût de développement économique. La combustion de combustibles fossiles libère du dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre ainsi que du mercure, de l'arsenic et d'autres polluants. Ces émissions sont associées à l'asthme, au cancer, aux maladies cardiovasculaires et à d'autres maladies chroniques. L'utilisation de l'énergie hydroélectrique, des énergies solaire et éolienne, bien que clairement préférées, est fortement limitée. Jusqu'à ce que des sources d'énergie sûres et durables soient disponibles et parce qu'il faut réduire l'utilisation de combustibles fossiles, la fermeture immédiate des centrales nucléaires existantes ne serait pas prudente.

Cependant, beaucoup ont fait valoir que les futures centrales nucléaires ne devraient pas être placées à proximité d'une zone densément peuplée et que les installations existantes dans des régions densément peuplées devraient être mises hors-service le plus rapidement possible. En outre, la quantité de déchets nucléaires ne cesse de croître, la plupart étant stockés en surface dans des sites vulnérables. Les plans

visant à créer une grande installation souterraine de stockage de déchets nucléaires sont presque achevés. L'installation proposée stockera plus de 77 000 tonnes de déchets radioactifs, livrées selon les estimations, via 108 000 expéditions par trains et camions sur une période de plus de 30 ans. Ces plans, s'ils sont appliqués, nécessiteront une sécurité intense contre le terrorisme, une protection contre les collisions automobiles ou d'autres accidents et un examen attentif de la possibilité de tremblements de terre et de leurs effets dans le voisinage.

Grâce à leur pratique quotidienne, les pédiatres peuvent participer à la prévention des effets nocifs des rayonnements ionisants. Les blessures dues à une irradiation ne guérissent jamais complètement et s'additionnent au cours de la vie. Les expositions liées à la tomodensitométrie (CT-scan) sont élevées, comparées à celles de la radiographie, comme il est indiqué dans une déclaration conjointe de la Société pour la radiologie pédiatrique et de l'Institut National du Cancer. La dose CT-scan au cerveau est supérieure de 600 fois à la dose à la poitrine par rapport à des radiographies de face (AP) et latérales. Les enfants ont non seulement une plus grande sensibilité au cancer radiogénique, mais également une espérance de vie plus longue par rapport aux adultes, au cours de laquelle la période de latence pour le cancer peut être dépassée. La marge de sécurité pour les effets des rayonnements diminue au fur et à mesure que les rayonnements s'accumulent. Les pédiatres peuvent préserver la marge de sécurité en ne demandant des examens radiologiques que lorsque les bénéfices l'emportent sur les risques et en s'assurant que les opérateurs de CT-scans utilisent les paramètres appropriés pour les enfants. Une utilisation prudente des procédures de diagnostic radiologique devrait diminuer la mortalité et la morbidité des effets aigus d'une catastrophe radiologique.

RECOMMANDATIONS POUR LES PÉDIATRES

1. Les pédiatres devraient améliorer leurs connaissances sur les aspects médicaux d'urgence de l'exposition aux radiations.
2. Les pédiatres devraient se familiariser avec les protocoles locaux de préparation et d'évacuation et travailler à leur développement avec les organismes de santé publique.
3. Les pédiatres devraient aider les écoles et les établissements locaux de garde d'enfants dans la préparation des protocoles pour réunir les enfants et leurs parents en cas de catastrophe.
4. Tous les enfants à risque devraient recevoir du KI avant l'exposition, si possible, ou immédiatement après. Il faudra pour cela que du KI soit disponible dans les foyers situés à moins de 10 miles d'une centrale nucléaire. Les établissements de garde d'enfants et les écoles situés à moins de 10 miles d'une centrale nucléaire devraient planifier le stockage du médicament. Il peut être prudent d'envisager le stockage du KI dans un rayon plus large en raison de retombées aéroportées plus lointaines, comme cela s'est produit après Tchernobyl. Ceci sera déterminé par les autorités sanitaires publiques locales et nationales.
5. Les risques et les avantages de l'utilisation de KI devraient être discutés avec les parents. Du KI étant disponible sans prescription, les familles devraient être mises en garde contre l'utilisation de ce médicament sans avoir d'abord consulté les autorités.
6. Parce que l'iode radioactif passe dans le lait maternel, les pédiatres devraient prévenir les mères allaitantes de ne pas allaiter leurs bébés après la libération d'iode radioactif, sauf si aucune alternative n'est disponible. La restriction est temporaire, jusqu'à ce que les autorités de santé publique déclarent le retour à l'allaitement maternel sans danger. Les autorités de santé publique statueront également sur la sécurité de la consommation des produits et du lait après une catastrophe radiologique.
7. Le pédiatre doit reconnaître les conséquences psychosociales des catastrophes chez les enfants et y répondre.

RECOMMANDATIONS POUR LE GOUVERNEMENT

1. Les pédiatres devraient prendre part à tous les aspects de la planification d'une catastrophe radiologique. La planification en cas de catastrophe devrait inclure des exercices avec des victimes pédiatriques et des victimes simulées avec des atteintes psychologiques.
2. Les futurs sites pour la construction des installations nucléaires doivent être sélectionnés afin de minimiser les risques pour les populations. Pour les centrales existantes dans les régions peuplées, un calendrier accéléré pour leur fermeture devrait être envisagé.

3. Des modes d'emploi destinés à la population dans le rayon à l'intérieur duquel le stockage du KI est recommandé devraient être développés; des plans de distribution devraient également être créés.
4. La FDA devrait faciliter le développement d'une préparation pédiatrique de KI.
5. Des plans doivent être élaborés pour une communication rapide avec le public au sujet de l'évacuation par rapport au confinement, à la sécurité de l'allaitement maternel et de la consommation de nourriture locale.
6. Les planificateurs du gouvernement devraient faire de la santé mentale une haute priorité dans le plan d'intervention pour un accident radiologique.

Comité sur la santé de l'environnement, 2002-2003