

medidas de radioprotección necesarias en los servicios de medicina nuclear

1) Introducción

Desde el descubrimiento a fines del siglo pasado de los materiales radiactivos naturales y de los rayos X, la ciencia y la tecnología utilizaron tales fuentes de energía con diversos fines. Los fenómenos de interacción de las radiaciones ionizantes con la materia fueron en especial empleados de inmediato por la medicina desarrollándose nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas.

Simultáneamente con tales aplicaciones comenzaron a comprobarse los efectos que se producían sobre los seres humanos, tanto usuarios como pacientes, durante los periodos de irradiación y postirradiación y que en muchos casos llegaron a la muerte de los afectados.

En la actualidad llama la atención que hayan pasado muchos años sin que las asociaciones profesionales ni los organismos estatales de todo el mundo se hayan preocupado formalmente en establecer alguna limitación a la dosis de radiación a la que se hallaban expuestos rutinariamente los usuarios. Fue recién en 1921 que la sociedad de radiólogos ingleses recomendó no superar una dada exposición semanal, marcando así el primer jalón nacional, transcurriendo otros siete años para que en el Congreso de Radiología de Estocolmo se crease la Comisión Internacional de Protección Radiológica, tradicionalmente conocida por su sigla inglesa I.C.R.P.

Los adelantos científicos y tecnológicos hicieron posible posteriormente la utilización de instalaciones nucleares y de materiales radiactivos artificiales, los que tuvieron y tienen un amplio campo de aplicación en la medicina, las ciencias químicas y biológicas y la industria.

1. *Jefe del Departamento de Protección Radio Operacional, Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina, Av. del Libertador 8250, Buenos Aires, República Argentina.*

Paralelamente con ello, una nueva rama de la ciencia, la Protección Radiológica, se desarrolló por necesidad, fijando los criterios que aseguren la realización de las tareas en forma compatible con los riesgos aceptables de ellas derivados.

En diversos países se fueron dictando las reglamentaciones que configurasen legalmente la adopción de los criterios mencionados. De entre ellas, las denominadas "Normas básicas de protección radiológica" tienen por objeto mantener bajo control los riesgos debidos al uso de los materiales radiactivos y las radiaciones ionizantes.

La "filosofía" de muchas de las diversas normas nacionales es muy similar y basadas en las recomendaciones que periódicamente emite la I.C.R.P., por lo que se comentan a continuación los aspectos fundamentales de las aplicadas por la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina.

2) Normas básicas de protección radiológica

2.1 Alcance

Dichas normas se aplican a:

- a) trabajadores expuestos como resultado de circunstancias impuestas por su ocupación (es decir a aquellos que se irradian como consecuencia de sus tareas, aunque el uso de las radiaciones ionizantes no forme parte específica de ellas); y
- b) miembros individuales del público.

Tales normas indican que las dosis a que se hace referencia en ellas incluyen las recibidas por irradiación interna y/o externa y excluyen específicamente:

- a) las dosis recibidas por las personas cuando, como pacientes, deban ser objeto de exámenes o tratamientos médicos que involucren el uso de radiaciones ionizantes; y
- b) las dosis resultantes del fondo natural de radiación.

2.2 Clasificación de situaciones de irradiación

Las normas contemplan las siguientes posibles circunstancias de irradiación, que se comentarán después:

2.2.1 Exposiciones debidas al uso de fuentes controladas:

- a) Exposición ocupacional, en las condiciones normales de trabajo.
- b) Exposiciones especiales planificadas.

2.2.2 Exposiciones en situaciones anormales:

- a) en casos de emergencia;
- b) en accidentes.

Para cada una de esas cuatro circunstancias se establecen las siguientes reglamentaciones.

2.2.1.a Exposición ocupacional

Las dosis máximas permisibles para las personas señaladas en 2.1.a, en condiciones normales de trabajo son las que se indican en cada caso, para la irradiación de:

- a) todo el cuerpo, o en particular de gónadas u órganos hematopoyéticos: 5 rem/año;
- b) piel, tiroides y huesos: 30 rem/año;
- c) manos, antebrazos, piel y tobillos: 75 rem/año;
- d) cualquier otro órgano: 15 rem/año.

Además de lo señalado en el punto a), deberá cumplirse que en cada trimestre calendario el personal masculino no reciba una dosis mayor de 3 rem y el femenino de 1,25 rem. La diferencia es debida a que la mujer puede encontrarse en estado de gravidez aún no confirmado. La dosis total en el feto no debe ser superior a 1 rem.

Por otra parte, no se admite la exposición ocupacional de personas menores de 18 años.

Los "miembros individuales del público" no podrán recibir dosis superiores a un décimo de los señalados para los "trabajadores". Ello implica que en el diseño de las instalaciones y en las operaciones de monitoreo exterior deberá tenerse en cuenta tal reducción.

2.2.1.b Exposiciones especiales planificadas

Determinados tipos de tareas que deben realizarse en la industria atómica requie-

ren que pocos y determinados trabajadores reciban dosis superiores a las comentadas en 2.2.1.a.

Tales tareas, por sus características especiales, pueden y deben ser planificadas previamente con los siguientes requisitos:

- a) que cada trabajador que sea seleccionado para realizarla, no exceda en un solo evento el doble del máximo permisible anual, es decir, 10 rem;
- b) que las dosis en gónadas y órganos hematopoyéticos de tal trabajador implicadas en esa tarea, sumadas a la que tuviese acumuladas desde el comienzo de su ocupación, sea menor que la resultante de aplicar la fórmula $D = 5 \times (E-18)$ rem, donde E es la edad del individuo, expresada en años;
- c) que en los doce meses precedentes el trabajador no haya sufrido una exposición superior a los límites trimestrales;
- d) que el trabajador no haya estado sometido en cualquier fecha anterior a exposiciones anormales, superiores a cinco veces los límites anuales permisibles (25 rem).

El personal femenino no puede ser expuesto a exposiciones especiales planificadas, por la razón señalada en 2.2.1.a.

Si no obstante la planificación previa, circunstancias fortuitas determinasen que durante la realización de las tareas el trabajador recibiese una dosis mayor de 10 rem, pero menor de 25 rem, ello no implicará que necesariamente sea separado de sus tareas habituales. En tal caso la decisión correspondiente estará a cargo conjuntamente del "oficial médico" y del "oficial de seguridad".

Para los "miembros individuales del público" corresponden iguales consideraciones a las señaladas en 2.2.1.a.

2.2.2.a Situaciones de emergencia

Las normas establecen que sólo podrán justificarse como operaciones de emergencia las siguientes:

- 1º) rescate de individuos;
- 2º) prevención de una fuerte irradiación a un gran número de personas;

3º) puesta a salvo de instalaciones muy valiosas.

En tales casos esas tareas de emergencia serán voluntarias cuando la dosis estimada a recibir durante su realización exceda de 10 rem.

Previamente a la realización de la operación, el voluntario deberá ser informado de todos los riesgos que ella implica y su participación en más de una emergencia deberá ser objeto en todos los casos de una autorización especial del "oficial de seguridad".

Las mujeres no podrán ser aceptadas, aún como voluntarias, en tareas de emergencia.

Si la dosis recibida durante la operación es menor de 25 rem el trabajador podrá continuar con sus tareas habituales. Dosis superiores implicarán una decisión especial.

2.2.2.b Exposiciones en accidentes

Si las dosis debidas a un accidente resultan superiores a 25 rem, la posibilidad de que el trabajador pueda continuar afectado a sus tareas habituales dependerá de una decisión especial similar a la del caso 2.2.2.a.

3) Cumplimentación de las normas

Es evidente que el problema radiosanitario no se cubre con el solo enunciado de una norma. Resultará, pues, imprescindible verificar su cumplimiento, tanto en lo que se refiere a la irradiación de los trabajadores expuestos (mediante el llamado "monitoreo personal"), como a la seguridad de las instalaciones (verificación y aprobación del diseño y "monitoreo de áreas").

3.1 Monitoreo personal

Las dosis de radiación recibidas por los usuarios derivan de dos mecanismos:

- a) irradiación externa,
- b) contaminación interna.

La cuantificación de la dosis debida a radiación externa deberá ser realizada mediante la utilización de sistemas de dosimetría con película fotográfica, cámaras de ionización tipo "lapiceras de bolsillo" o sustancias termoluminiscentes.

Independientemente de los intervalos de lectura adoptados (ya sean éstos semanales, quincenales o mensuales) debe tenerse presente que los valores de "dosis máximas permisibles" están fijados por las Normas para períodos trimestrales y anuales, por lo que no debe caerse en el error de interpretarlas en el sentido de considerar como "máxima permisible", por ejemplo para una semana, la cincuenta y dos avas parte del límite anual o la treceava parte del valor trimestral. En los períodos ejemplificados (una semana) la dosis recibida puede ser mucho mayor. Solamente deberá llevarse un registro acumulado de cada una de ellas para verificar no se sobrepasen los máximos fijados por las Normas.

La determinación de la dosis por radiación externa resulta, pues, relativamente fácil. En cambio, la evaluación de la contaminación interna presenta mayores problemas, derivados del distinto metabolismo de las diversas sustancias radiactivas que ingresen al organismo y a la variación de las fluctuaciones de la incorporación debidas a las características de los aerosoles.

Por ello es necesario ajustar debidamente el conocimiento de los parámetros físicos, químicos y biológicos que determinan la concentración de la actividad en los diversos órganos. Las pruebas o mediciones que deben efectuarse dependen de características particulares en cada caso.

Por ejemplo, la contaminación por emisores gamma puede ser medida con un "contador de todo el cuerpo" (whole body counter); la de yodo 131 con la medición de su concentración tiroidea; la de uranio y otros radionucleidos artificiales por medición de orina; en determinados casos por conteo de muestras de sangre o de materias fecales, etc.

Resulta evidente que desde el punto de vista económico es muy improbable que los controles mencionados puedan ser realizados por cada servicio de Medicina Nuclear en forma independiente, entendiéndose que ello debe ser tarea específica de algún organismo central, ya sea a nivel de estado o de municipio.

3.2 Diseño de instalaciones

Como se señaló con anterioridad, las "Normas" establecen dosis máximas permisibles anuales para los miembros del

público. Puede colegirse con facilidad que sería prácticamente imposible determinar qué dosis ha recibido efectivamente cada uno de ellos.

Por esa razón, lo expresado por las "Normas" en este sentido, debe ser aplicado a las condiciones de diseño de las instalaciones en que se utilice el material radiactivo, suponiendo las situaciones más desfavorables.

Por ejemplo, el espesor blindante de la pared de un depósito de radionucleidos que estuviese construido sobre la medianera de un predio vecino, deberá ser tal que asegure que ninguna persona que permaneciese en *contacto* con tal pared *todos* los días del año durante un determinado número de horas diarias —aceptemos, ocho— no supere anualmente la dosis máxima permisible para "miembros del público" de 0,5 rem.

Con suposiciones restrictivas en otros temas, similares a la comentada, puede aceptarse que la dosis "real" que recibirán dichas personas será en todos los casos inferior a los límites establecidos.

En lo que respecta a asegurar las condiciones para que los trabajadores directamente involucrados en las tareas con material radiactivo tengan una alta probabilidad de no superar durante el trabajo rutinario las dosis permisibles, deben tenerse en cuenta diversos puntos que se desarrollarán a continuación, limitando el tema a su aplicación en un servicio de medicina nuclear.

a) Es imprescindible que el material radiactivo existente sea mantenido dentro de un depósito blindado durante el tiempo en que no sea directamente utilizado. El espesor de sus paredes dependerá del material blindante empleado y de la actividad y energía del emisor. Para las tareas habitualmente realizadas en un centro de medicina nuclear, generalmente es suficiente una pared de tres centímetros de plomo. Según la posición relativa que ocupe el depósito respecto de las superficies de trabajo, será conveniente que la apertura de su tapa de cierre se realice por su cara superior o anterior. Si el recinto no estuviese cerrado por su cara superior convendrá que su cara anterior sea suficientemente alta como para asegurar que la radiación emitida en forma directa (sin atenuación del blindaje) no irradie a los usuarios en los lugares que rutinariamente ocupan durante sus tareas.

b) Es recomendable que un servicio de medicina nuclear cuente con por lo menos tres ambientes de trabajo: uno, denominado "cuarto caliente o activo" en el que se ubique el depósito blindado y en el que se fraccione el material a partir de las "soluciones madres"; otro, llamado "tibio", en el que se realicen las operaciones generales y, eventualmente, la administración del material radiactivo a los pacientes; y un tercero destinado a la ubicación de los equipos de contaje y localización, denominado "cuarto frío". Es conveniente que tales locales se encuentren próximos y en especial que haya una intercomunicación directa entre los dos primeros y, por el contrario, que no la haya entre ellos y el tercero. La comunicación entre aquéllos permite que —siendo el segundo el lugar de trabajo habitual— pueda fácilmente controlarse que ninguna persona ingrese al "cuarto caliente" sin autorización, evitando tener que cerrar con llave la puerta, ya que ello traería aparejadas dificultades de trabajo y de traslado para el personal del servicio. La no comunicación directa con el "cuarto frío" prevé las eventuales contaminaciones que puedan trasladarse a él debidas al desplazamiento de las personas.

c) El "cuarto caliente" debe tener una mesada de trabajo de superficie continua, no rugosa y no absorbente. Resultan muy convenientes las de acero inoxidable y los recubrimientos plásticos. Las superficies azulejadas presentan el inconveniente de ser muy dificultosa la descontaminación de las juntas. Otra variante aceptable es la terminación de las mesadas con hormigón alisado, cubiertas con pintura epoxi.

Es recomendable que en la misma superficie de trabajo o contigua a ella, se disponga de una piletta destinada al lavado de material contaminado. El material de dicha piletta debe tener las mismas características del de las mesadas, siendo ideales las de acero inoxidable.

Debe contarse también con suficiente cantidad de ladrillos de plomo para poder construir blindajes en la zona de trabajo y un recipiente para el desecho de materiales contaminados.

d) En el "cuarto tibio" debe existir una mesada similar a la descrita anteriormente y dos piletas. Una de éstas se utilizará para la descontaminación de material y la otra tendrá un uso convencional.

No resulta conveniente que en este cuarto se ubiquen escritorios o cualquier otro mueble que no sea imprescindible para el trabajo de laboratorio, para evitar su contaminación. Es recomendable que ellos estén en el "cuarto frío".

Si en el laboratorio se trabaja con líquidos fácilmente volátiles, con gases radiactivos o con sustancias pulverulentas, deberá contarse indefectiblemente con una campana con ventilación forzada.

3.3 Medidas básicas de seguridad

a) En todo servicio de medicina nuclear, así como en todo laboratorio donde se utilicen sustancias radiactivas, es necesario contar con un monitor portátil de radiación para verificar la existencia de contaminaciones. El aparato puede tener como detector un tubo Geiger, ya sea de vidrio o de "ventana fina" según el tipo y la energía de emisión de los radionucleidos utilizados.

Aparte de las superficies de trabajo, se verifica que las mayores concentraciones de contaminación se encuentran generalmente en la unión de la cañería de desagote de la piletta con el fondo de ésta y en los acodamientos y sifones de dicha cañería. Ello puede evitarse dejando correr mucha agua o llenando y desagotando varias veces la piletta luego de cada lavado de material contaminado. La utilización de detergentes es muy aconsejable.

En cada laboratorio debe realizarse como rutina la verificación de la inexistencia de contaminaciones al finalizar cada jornada de tareas. En el caso de detectarse alguna zona contaminada, la acción correctiva de la situación debe efectuarse de inmediato.

b) Resulta muy conveniente el realizar las tareas de transvase de líquidos radiactivos colocando los recipientes dentro de una bandeja plástica o de acero inoxidable, cuyo fondo esté cubierto con un papel absorbente. Con ello se disminuye la posibilidad de salpicaduras y de derrame de actividad. Además de las precauciones mencionadas, es recomendable cubrir la mesada con una tela plástica de bajo costo, dado que es más fácil retirarla y reponerla en caso de contaminación que efectuar todo un proceso de lavado.

c) En el caso de que por accidente ocurra una contaminación sobre una superficie, la actitud primera debe ser la de asegurar que no se disperse, ya sea

evitando su escurrimiento por declive o su dispersión por corrientes de aire. Si se encuentran funcionando ventiladores o sistemas de aire acondicionado con renovación de aire deben ser detenidos de inmediato. Si el derrame es líquido deberá recogerse enseguida con papel absorbente.

Si no se tiene en el momento una idea de cómo realizar la descontaminación es preferible, luego de tomar las precauciones arriba citadas, desalojar el laboratorio y clausurarlo circunstancialmente hasta que se realice la operación de limpieza. Con ello se evitarán innecesarias dosis por radiación externa y eventuales contaminaciones internas por inhalación.

Si el contaminante es un emisor alfa puro o beta de baja energía y la descontaminación no llega a ser completa, puede pintarse la superficie con una pintura epoxi. Convendrá dar dos manos de distintos colores a fin de que cuando la superior se desgaste el hecho quede evidenciado por la aparición del color de la mano de pintura inferior y dé oportunidad a la nueva cobertura.

d) Toda tarea que implique el uso de fuentes radiactivas no selladas debe ser efectuada utilizando guantes para evitar la contaminación de las manos y, en especial, de las uñas y cutículas, de muy difícil descontaminación. Resulta conveniente, en el caso de ser factible, utilizar guantes de plástico, de poco valor y por ende desechables luego de su empleo.

Debe ponerse especial atención en el momento de sacarse los guantes para evitar que las manos estén en contacto con la superficie externa de aquéllos y, similarmente, al ponerlos, si se utilizan nuevamente. Los guantes no deben ser sacados antes de haberse lavado convenientemente las manos con ellos puestos.

En todo laboratorio debe haber una zona perfectamente demarcada donde se depositen los guantes ya utilizados para evitar que se confundan con los nuevos.

En el caso que las manos resultasen contaminadas deberá evitarse que la operación de lavado facilite la incorporación de los radionucleidos a través de la piel. Debe efectuarse en primer lugar un lavado con agua (de ser posible, tibia) y jabón (o con una solución al 10 % de detergente) de no más de tres minutos de duración para evitar un cambio importante en las condiciones de permea-

bilidad de la epidermis. Si fuese necesario cepillar los dedos debajo de las uñas, debe ponerse suma atención en no lacerar la piel, por lo que deberán utilizarse cepillos de cerda muy suave. Enjuagar con agua corriente durante un minuto.

Una vez secadas las manos con toallas de papel, se verificará con un monitor si continúa la contaminación. En caso afirmativo se repetirá el lavado y así sucesivamente. Debe evitarse la utilización de sustancias químicas que puedan producir lesiones superficiales, aunque por su fórmula puedan ayudar a la descontaminación.

Es fundamental recordar que resulta en todo caso menos riesgoso tener una contaminación de la epidermis que facilitar el ingreso de los radionucleidos al metabolismo, ya sea por vía linfática o sanguínea.

e) Para disminuir las posibilidades de incorporación de radionucleidos al organismo, debe evitarse comer, beber y fumar en los laboratorios. La ingestión puede facilitarse, por ejemplo, por la simple deposición del cigarrillo sobre un cenicero levemente contaminado con microgotas o aerosoles radiactivos.

Por otra parte y por igual razón no deben efectuarse pipeteos con la boca ni humedecer con la lengua etiquetas que hayan estado depositadas en el laboratorio.

f) El personal del laboratorio no debe retirarse del mismo con los guantes puestos, por ningún motivo, por ser ésa una fácil vía de dispersión de la contaminación. Asimismo debe quitárselos para atender llamadas telefónicas con el fin de evitar la contaminación del aparato.

Se destaca que la experiencia muestra que los lugares donde existen mayores contaminaciones superficiales dentro de los laboratorios son los tubos de los teléfonos y los robinetes de las canillas. Una forma de evitar la necesidad de sucesivas descontaminaciones es envolverlos con telas plásticas que pueden ser desechables. Debe recordarse sin embargo que, pese a ello, al ser tomadas por alguna persona sin guantes serán una fuente segura de contaminación cutánea.

Por ello, en el caso de que un laboratorio se diseñe especialmente para trabajar con material radiactivo, convendrá colocar canillas cuyo mecanismo de apertura sea a pedal o utilizando el codo, como las empleadas en muchas salas de cirugía.

g) En general es recomendable el uso preferencial de materiales descartables en las operaciones rutinarias con sustancias radiactivas (como por ejemplo, vasos de papel, pipetas, etc.), dado que disminuyen las posibilidades de contaminación y se evitan las tareas de lavado de esos implementos.

4) Medidas a tomar en caso de contaminaciones humanas

4.1 Contaminaciones externas

4.1.1 En manos

Además de lo mencionado en 3.3.d) y de persistir una elevada contaminación cutánea que haga imprescindible proseguir con la descontaminación, se deberá ensayar en forma sucesiva:

a) Lavar con solución al 5 % de ácido cítrico en agua destilada durante tres minutos; enjuagar un minuto; medir la contaminación.

b) Lavar durante tres minutos con solución al 10 % de E.D.T.A. (sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético) en agua destilada; enjuagar un minuto; medir.

c) Lavar con solución al 2 % en partes iguales en peso de ácido cítrico y ácido tartárico en agua destilada durante tres minutos; enjuagar un minuto; medir.

d) Empapar la zona contaminada con una solución al 5 % de D.T.P.A. (sal cálcica trisódica del ácido dietilendiaminopentaacético) en agua destilada; dejar secar sin enjuagar; enjuagar un minuto; medir.

4.1.2 En otras partes del cuerpo

4.1.2.2 Piel

Seguir en líneas generales los procedimientos de descontaminación detallados en 3.3.d) y 4.1. (No se debe tomar una ducha sin antes haber localizado y descontaminado las zonas afectadas.)

4.1.2.3 Pelo y cuero cabelludo

La zona contaminada deberá ser lavada con abundante solución jabonosa cuantas veces sea necesario. Tener especial cuidado en evitar la contaminación de otras

partes del cuerpo. No se debe tomar una ducha sin la previa descontaminación de la cabeza. En caso de persistir una contaminación importante se procederá al corte parcial o total del cabello.

4.1.2.4 Oído

Tener la precaución de inclinar la cabeza de forma tal que los líquidos de descontaminación y lavado no penetren hacia el interior del conducto auditivo, ensayando en forma sucesiva, de no obtener resultados favorables en el paso anterior:

a) Pasar por conducto auditivo un hisopo humedecido en una solución al 10 % de detergente en agua tibia durante uno a dos minutos.

Enjuagar con un hisopo humedecido en agua destilada durante un minuto.

b) Pasar un hisopo humedecido en una solución al 10 % de E.D.T.A. en agua destilada durante dos o tres minutos.

Enjuagar con un hisopo humedecido en agua destilada durante un minuto.

c) Pasar un hisopo humedecido en una solución al 5 % de D.T.P.A. en agua destilada durante dos a tres minutos.

Enjuagar con un hisopo humedecido en agua destilada durante un minuto.

4.1.2.5 Ojos

Lavar con un gran volumen de agua. La principal preocupación debe ser la de evitar el uso de reactivos que produzcan lesiones por su ataque químico. Una vez efectuado el lavado con agua corriente y en el caso de existir molestias oculares, el accidentado debe ser conducido a un centro asistencial para su tratamiento inmediato. Si no existiesen molestias, o luego de la revisión oftalmológica, se procederá a la descontaminación de los párpados según la rutina general explicada para piel.

4.1.2.6 Boca y labios

Realizar cuatro o cinco buches con agua corriente durante uno a dos minutos evitando la ingestión de líquido, o realizar cuatro buches con una solución al 2 % de citrato de sodio, o al 10 % de E.D.T.A., o al 5 % de D.T.P.A., todas ellas en agua destilada durante dos a tres minutos.

4.1.2.7 *En todo el cuerpo o parte importante del mismo*

El afectado se duchará inmediatamente en el mismo lugar de trabajo con agua tibia, enjabonándose, cepillándose ligeramente y enjuagándose sucesivamente.

Repetir tres veces estas operaciones durante un tiempo total de 15 minutos.

Lavar cuidadosamente los pliegues cutáneos y en especial las uñas. Cortar las uñas a ras.

Secarse con toallas limpias en cada oportunidad.

La ducha no debe retardarse en más de diez minutos luego del accidente.

4.1.3 *Contaminación externa con herida asociada*

Simultáneamente con la contaminación se produce una herida, la principal preocupación debe ser tratar la herida misma y la contaminación interna originada. Una vez resueltos ambos problemas, se efectuará la descontaminación externa de las zonas circundantes a la herida.

Si la herida es leve (cortaduras o pinchazos) hacer sangrar en forma abundante bajo agua corriente. Esta operación debe ser efectuada lo más rápidamente posible.

Tomar todas las medidas útiles para evitar una extensión posible de la contaminación. En caso de transporte en ambulancia de una persona con una contaminación generalizada prevenir la difusión de la contaminación a objetos y otras personas, envolviendo a la víctima lo mejor posible con una hoja o bolsa de cloruro de vinilo. Si la contaminación es localizada, cubrir con apósitos o guantes las zonas afectadas. (Se debe tener especial cuidado en proteger a la víctima y al personal acompañante de los riesgos de una contaminación interna.)

4.2 *Contaminaciones internas*

4.2.1 *Contaminación por ingestión*

Inmediatamente después del accidente deberá provocarse el vómito suministrando un emético de acción local del tipo del sulfato de cobre. Administrar 0,30 g en solución acuosa y en una sola dosis.

Acelerar el tránsito intestinal por medio de un agente laxante no irritante del

tipo del sulfato de magnesio. Administrar 15 g en solución acuosa y en una sola dosis.

4.2.2 *Contaminación por inhalación*

a) Descontaminación de fosas nasales. Inspirar por la boca y expeler por la nariz durante dos a tres minutos.

Insertar a una profundidad de tres a cuatro centímetros en cada orificio nasal un catéter blando de 3 a 4 mm de diámetro. Inclinar la cabeza sobre un recipiente o pileta y pasar agua corriente durante cinco minutos. Expeler el líquido remanente con ayuda de una gasa, toalla de papel o pañuelo.

Detección.

Pasar un hisopo humedecido en agua destilada durante un minuto.

Detección.

Repetir estas operaciones una vez más.

Pasar un hisopo en solución al 10 % de E.D.T.A. en agua destilada durante dos a tres minutos.

Enjuagar con un hisopo humedecido en agua destilada durante un minuto.

Detección.

Repetir estas operaciones una vez más.

Pasar un hisopo humedecido en solución al 5 % de D.T.P.A. en agua destilada durante dos a tres minutos.

Enjuagar con un hisopo humedecido en agua destilada durante un minuto.

Detección.

Repetir estas operaciones una vez más.

b) Disminución de la absorción intestinal.

Acelerar el tránsito intestinal por medio de un agente laxante no irritante del tipo del sulfato de magnesio. Administrar 15 g en solución acuosa y en una sola dosis.

4.2.3 *Medidas particulares a tomar para el tratamiento de una contaminación interna*

4.2.3.1 *Contaminación por alcalinos*

a) Cesio. Suministrar por vía oral cápsulas de ferrocianuro férrico (0,1 g por día y por kilo de peso, en 6 dosis iguales cada 4 horas).

b) Potasio. Suministrar por vía oral cloruro de potasio (1 a 2 g tres veces por día).

c) Sodio. Suministrar por vía oral cloruro de sodio (1 a 2 g tres veces por día).

4.2.3.2 Contaminación por alcalino-térreos (calcio, estroncio, radio)

Poner al accidentado bajo una dieta pobre de fosfato y suministrar por vía oral sulfato de magnesio (10 g por día en cuatro dosis iguales cada 6 horas)

4.2.3.3 Contaminación por Cerio

Inyección endovenosa de D.T.P.A. Ca Na_3 (sal trisódica cálcica del ácido dietilentriamino pentaacético) con la siguiente posología: 0,5 g de D.T.P.A. Ca Na_3 cada 12 horas.

Nota: Es imprescindible el uso de la sal sódica cálcica para evitar el complejo del calcio iónico sanguíneo con riesgo grave de tetania y muerte.

4.2.3.4 Contaminación por fósforo

Suministrar por vía oral fosfato disódico (2 g tres veces por día).

4.2.3.5 Contaminación por yodo

Suministrar por vía oral o parenteral yoduro de sodio (0,1 g de yoduro de sodio en una sola dosis diaria).

4.2.3.6 Contaminación por plutonio

A título de diagnóstico aplicar una inyección endovenosa de 0,1 g de D.T.P.A. $\text{Na}_3 \text{Ca}$ (sal trisódica cálcica del ácido dietilentriamino pentaacético).

Recoger orina y materia fecal durante varios días.

De verificarse la contaminación con plutonio, mantener la terapia con inyecciones endovenosas de 0,5 g de D.T.P.A. $\text{Na}_3 \text{Ca}$, renovadas cada 12 horas.

Nota: Es imprescindible el uso de la sal sódica cálcica para evitar el complejo del calcio iónico sanguíneo con riesgo grave de tetania y muerte.

4.2.3.7 Contaminación por tritio

Dar a beber agua en abundancia y suministrar por vía oral agentes diuréticos del tipo de la acetazolamida (0,25 a 0,50 g por día).

4.2.3.8 Contaminación por uranio

Poner al accidentado bajo una rigurosa dieta alcalina y suministrar por vía oral bicarbonato de sodio (2 g de bicarbonato de sodio tres veces por día).

5) Legislaciones nacionales

El incremento de las tareas con materiales radiactivos y los riesgos derivados de su utilización hacen imprescindible que todos los países que aún no lo hayan hecho legislen sobre el tema.

Por otra parte, es evidente que la complejidad de los diversos controles que deben efectuarse, y que en forma somera fueron mencionados en esta revisión, indica la necesidad de crear, donde no existan, núcleos centralizados dedicados a la Protección Radiológica, ya que resulta prácticamente difícil a los usuarios efectuar sus propios controles.

La necesidad del desarrollo científico y tecnológico de esta nueva rama de la ciencia, merece el apoyo presupuestario tanto para la formación de especialistas y técnicos como para el cumplimiento adecuado de las tareas que su aplicación implica.

Es necesario recordar que si bien a la radiación no hay que temerle, debe siempre, en todos los casos, respetársela.