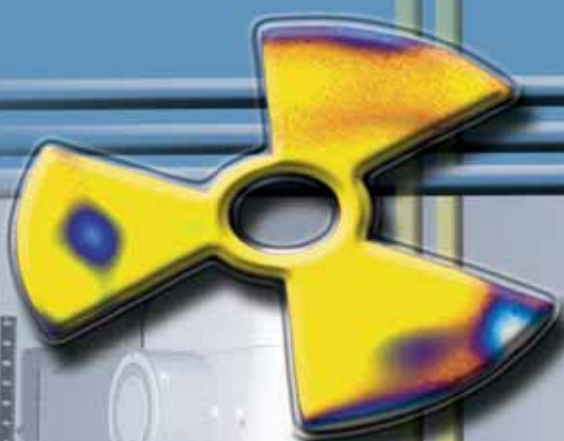




IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

**Reducción de riesgos
de fuentes utilizadas
en el sector
de la medicina**



**Fuentes
radiactivas
selladas**

Introducción

En noviembre de 2000, un trabajador de una central nuclear francesa activó la alarma de un detector de radiaciones al ingresar en la instalación. Ante el temor de que el trabajador pudiera de algún modo haber quedado contaminado, se realizó una comprobación exhaustiva para determinar si había contaminación. Los resultados suscitaron preocupación no sólo en Francia sino también en todo el mundo. El trabajador no se había contaminado, pero se detectó radiactividad en partes de la pulsera metálica de su reloj. Posteriores análisis revelaron que los pasadores de acero de la pulsera estaban contaminados con trazas de cobalto 60, una de las formas radiactivas de este elemento.

Los relojes se habían importado de Hong Kong donde habían sido ensamblados. Posteriormente, se siguió el rastro de la fuente de contaminación hasta una pequeña fábrica de China, que había suministrado el acero de los pasadores de la pulsera. Se cree que en esa fábrica se había fundido como chatarra, de forma no intencionada, un cabezal de teleterapia, dispositivo utilizado en el tratamiento radiológico de enfermos de cáncer. En Francia, los relojes se habían vendido en una cadena de almacenes multinacional, lo que hizo temer que se hubiesen vendido también en Europa, Asia y América del Sur. Afortunadamente, en una investigación realizada por las autoridades reguladoras nucleares en todo el mundo se comprobó que no se habían distribuido otros relojes de este tipo. Sin embargo, si no se hubiera detectado un reloj contaminado en la central nuclear francesa, muchas personas hubieran quedado expuestas a bajas dosis de radiación. Quizás los cien kilogramos de acero contaminado encontrados en la fábrica de China nunca se habrían descubierto y podrían haber sido utilizados en la fabricación de otros productos de consumo.

Las fuentes radiactivas selladas tienen aplicaciones extendidas en la medicina, la industria y la agricultura. Cuando se utilizan para los fines con los que fueron diseñadas, dichas fuentes son sumamente beneficiosas. No obstante, si estas fuentes se extravían o van a parar a manos inexpertas, las consecuencias pueden ser también

de gran envergadura y, desafortunadamente, incluso mortales. ¿Cómo se pueden prevenir los extravíos, robos o accidentes? ¿Cómo se pueden detectar los materiales contaminados antes de que lleguen a formar parte de productos de consumo o de otro tipo?

Los materiales radiactivos y las actividades que producen radiaciones están reglamentados en la mayoría de los países. Quienes trabajan con fuentes radiactivas selladas deben poseer no sólo la autorización pertinente, sino también la capacitación y el apoyo necesarios para hacer frente a los imprevistos que pueden surgir cuando se utiliza alguna de estas fuentes. A pesar de estas medidas siguen ocurriendo accidentes. El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha recibido informes sobre lesiones graves o mortales debido a una exposición excesiva a radiaciones.

Entre las múltiples actividades que realiza para mejorar la seguridad de las fuentes selladas, desde el decenio de 1980 el OIEA investiga las causas básicas de los accidentes graves y publica los resultados para que sirvan a otros de enseñanza. Actualmente causa creciente preocupación la posibilidad de que una fuente almacenada de manera no segura pueda ser robada y utilizada como instrumento de dispersión radiactiva. A fin de mejorar la seguridad tecnológica y física, es necesario que la información llegue a aquéllos cuyos actos y decisiones puedan prevenir en primer lugar el extravío de una fuente.

Con este folleto se pretende facilitar esta información a todos quienes utilizan fuentes en el sector de la medicina, y de este modo, reducir el número de accidentes y lesiones causados por las fuentes radiactivas selladas y mejorar la seguridad física de las mismas.

Aprovechamiento de la experiencia adquirida

A continuación se expone sólo un pequeño número de ejemplos de los accidentes ocurridos en los últimos 20 años, en los que las deficiencias en las buenas

prácticas, los errores humanos o la falta de conocimientos han provocado lesiones graves y muertes. Un análisis de las causas básicas de estos accidentes revela una inquietante similitud.

Grave accidente radiológico en Turquía. En 1993, en Ankara (Turquía), tres fuentes de cobalto 60 para teleterapia en desuso se embalaron para su reexportación a los EE.UU. Las fuentes no fueron exportadas de inmediato, sino que se almacenaron en los locales de la empresa sin el permiso de la autoridad reguladora. Posteriormente, dos de estos bultos fueron enviados a Estambul, donde se trasladaron a unos locales vacíos sin condiciones de seguridad. En noviembre de 1998, estos locales fueron vendidos, y los nuevos propietarios vendieron los bultos a dos hermanos como chatarra. En diciembre de 1998, los hermanos trasladaron los bultos a sus hogares, donde durante varios días procedieron al desmantelamiento de los contenedores de protección, hasta que ellos y otras personas enfermaron con náuseas y vómitos. En algún momento, las piezas de los contenedores desmantelados, y al menos una fuente radiactiva sin blindaje, quedaron abandonadas en una zona residencial antes de ser trasladadas a un parque de chatarra local. Cuando los médicos empezaron a sospechar que estos malestares no se debían a una intoxicación alimentaria, sino a la exposición a radiaciones, ya habían sido hospitalizadas 18 personas. Diez de ellas presentaron síntomas del síndrome de irradiación aguda y cinco tuvieron que permanecer hospitalizadas durante 45 días. Las autoridades recuperaron una fuente en el parque de chatarra antes de que fuera fundida. La segunda fuente, que según se informó estaba en uno de los bultos, aún no ha sido recuperada.

Cabezales de teleterapia deteriorados (OIEA).



La falta de seguridad física de las fuentes y de comprobación periódica de los inventarios fueron los principales factores que permitieron la venta no autorizada. Otro factor importante que influyó en el número de afectados por este accidente fue que las personas que trataron de dismantelar la fuente no reconocieron el símbolo del trébol que aparecía en ella. La causa básica del problema fue una gestión inadecuada de los desechos de las fuentes una vez que quedaron en desuso.

Numerosas muertes en Tailandia. En febrero de 2000, se produjo un grave accidente en Samut Prakarn (Tailandia) que causó muertes y lesiones y suscitó una preocupación generalizada. Una fuente de cobalto 60 para teleterapia en desuso estaba almacenada, al parecer sin el conocimiento o permiso de la autoridad reguladora, en unos locales al aire libre sin condiciones de seguridad que se utilizaban habitualmente para almacenar automóviles nuevos. Según las declaraciones presentadas, dos recolectores de chatarra locales compraron chatarra en la que estaba la fuente, y se la llevaron a sus hogares para dismantelarla y revenderla. Posteriormente, trasladaron el cabezal de teleterapia parcialmente dismantelado a un parque de chatarra, donde un empleado abrió el blindaje protector con una antorcha de oxiacetileno. Las personas que se encontraban cerca cuando fue cortado el blindaje protector comenzaron a experimentar náuseas y vómitos, y quienes habían tocado algunas partes del metal expuesto sufrieron lesiones parecidas a quemaduras. Al cabo de unos días los síntomas empeoraron. No fue hasta unos 10 días más tarde que algunos de los afectados solicitaron asistencia médica para los síntomas que padecían. Cuando las autoridades médicas informaron de que sospechaban que se trataba de un accidente de radiación, ya habían pasado unos 17 días. El accidente causó radiolesiones a 10 personas, de las cuales tres murieron en los dos primeros meses, a pesar de haber recibido tratamiento médico. Cerca de 1870 personas que vivían dentro de un radio de 100 metros del parque de chatarra quedaron expuestas a radiación y muchas de ellas procuraron atención médica. El Ministerio de Salud mantiene bajo supervisión médica a unas 258 personas que viven dentro de un radio de 50 metros del parque

de chatarra, para determinar los posibles efectos a largo plazo del accidente en la salud.

Las investigaciones revelaron que la causa básica del accidente fue que la parte responsable de la fuente en desuso no almacenó esta última en unas condiciones de seguridad física adecuadas. No obstante, como en ejemplos anteriores, si las personas que adquirieron el cabezal de teleterapia como chatarra hubieran reconocido el símbolo de advertencia de radiación (trébol), quizás no habrían tratado de desmontarlo y no se hubieran expuesto a las radiaciones.

Aplicaciones médicas habituales de las fuentes radiactivas selladas

Las fuentes selladas que se utilizan para aplicaciones médicas suelen ser muy potentes, y por ende pueden causar lesiones graves e incluso mortales.



Las fuentes radiactivas selladas tienen varias aplicaciones médicas para el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. Una de las aplicaciones más comunes es la teleterapia, mediante la cual se administran dosis precisas de radiación a una zona

Unidad de teleterapia – 500 TBq cobalto 60 (OIEA).



del cuerpo bien determinada. En el ámbito de la teleterapia suele utilizarse el cobalto 60 como fuente de radiación, aunque algunos equipos más antiguos utilizan el cesio 137. El equipo de teleterapia puede utilizarse con seguridad y eficacia para destruir tumores, pero a condición de que su instalación, calibrado y mantenimiento sean los adecuados y que sea utilizado únicamente por personal competente bajo la supervisión de un radiooncólogo. También es posible que haya que cambiar las fuentes periódicamente. **Sólo** un proveedor de fuente autorizado puede llevar a cabo el cambio de una fuente. La mejor opción para la gestión de las fuentes en desuso es devolver la fuente al proveedor. Si esto no es posible, las fuentes en desuso deben transferirse a una organización de gestión de desechos autorizada para su almacenamiento y disposición final.

Otra de las aplicaciones médicas habituales de las fuentes radiactivas selladas es la braquiterapia. A diferencia de la teleterapia, en la braquiterapia la fuente radiactiva está en contacto directo con el paciente, insertada en un tumor ya sea directamente por el personal de cirugía o a distancia, mediante un equipo especial. Para reducir la exposición a riesgos tanto de los pacientes como del personal médico, la carga a distancia se utiliza con mucha mayor frecuencia. Además de las medidas ordinarias para reducir la exposición a riesgos de los pacientes y del personal sanitario, el hecho de que las fuentes de braquiterapia se implantan hace necesario velar por que



Un ejemplo de braquiterapia es un aplicador de radio que anteriormente se introducía en las fosas nasales de los pacientes para contraer el tejido linfóide. La pequeña cápsula de metal monel en el extremo derecho del aplicador contenía aproximadamente 1,8 GBq (50 millicuries) de radio 226.

Fotografía y derechos de autor: Oak Ridge Associated Universities, 1999.

ninguna fuente quede implantada después del tratamiento. Según las especificaciones de los fabricantes, algunas fuentes de braquiterapia deben sustituirse con una periodicidad de 10 a 15 días. Esto requiere no sólo los procedimientos adecuados para la protección radiológica durante la sustitución y la transferencia, sino también los procedimientos e instalaciones adecuados para la disposición final permanente de todas las fuentes de braquiterapia en desuso.

Prevención de la pérdida y el robo de las fuentes

Aunque la formación y experiencia adecuadas disminuirán el riesgo de exposición radiológica durante el uso de las fuentes radiactivas, la gran mayoría de los accidentes graves se deben a la pérdida o el robo de una fuente. La aplicación de prácticas y procedimientos operacionales eficaces, como los que se indican a continuación, puede reducir esos accidentes e impedir en primer lugar que la fuente sea objeto de extravío o robo.

- Mantener un registro apropiado de todas las fuentes de radiación, que incluya tipos de isótopos, actividad, fabricante y nombre de la persona responsable.
- Establecer un sistema de contabilidad eficaz para todas las fuentes, que incluya: un inventario físico periódico de las existencias que confirme la ubicación de las fuentes, la comprobación periódica de todas las fuentes almacenadas en contenedores, y un registro de los desplazamientos para rastrear las fuentes cuando salgan del almacén, estén en uso o sean devueltas.
- Mantener y revisar el equipo periódicamente como recomienda el fabricante.
- Proteger todas las fuentes para impedir que sean robadas.

Braquiterapia

- Mantener un contenedor blindado en la zona de tratamiento durante el uso para colocar la fuente en un sitio seguro en caso de que sea extraída del paciente accidentalmente.
- Asegurarse de que al utilizar una fuente en un aplicador ésta se halle bien cerrada o cubierta.
- Suturar las agujas radiactivas en el paciente para evitar que se desprendan.
- Cerciorarse de que el número de fuentes extraídas del paciente sea igual que el insertado.
- Monitorizar la radiación mediante un monitor de tasa de dosis una vez finalizada la terapia, para asegurarse de que no quede ninguna fuente en el paciente, la zona de tratamiento o el pabellón.
- En caso de fuentes no contabilizadas, se deberán monitorizar las vendas y los excrementos del paciente para detectar posibles fuentes radiactivas antes de la disposición final.
- Si aun así hay alguna fuente que no pueda contabilizarse, se deberán monitorizar todos los contenedores (contenedores de vendajes usados, cestas de lavandería, etc.) provenientes del pabellón del tratamiento, para detectar la presencia de radiactividad. Si es necesario, monitorizar los posibles itinerarios desde la sala de tratamiento a la lavandería o las zonas de recogida de basuras u otras zonas probables, a fin de detectar indicios de radiactividad.
- Devolver las fuentes a los almacenes lo antes posible después de su uso, utilizando un contenedor blindado para el transporte.

Preparación de planes de emergencia

Todos los usuarios de fuentes radiactivas selladas deben disponer de un plan de contingencia establecido para casos de emergencia como el deterioro, la pérdida o el robo de una fuente. En dicho plan se deberá indicar quién es responsable, a quién deberá avisarse y cómo obtener asistencia externa para hacer frente a la emergencia.

Gestión de desechos

Una fuente radiactiva sellada en desuso es un accidente en potencia si no se almacena en condiciones de seguridad, se acondiciona debidamente o se somete a una disposición final adecuada. Cuando cesa la utilidad de una fuente, debe procederse a su disposición final permanente, siempre que sea posible. Conservar las fuentes obsoletas “por si acaso” (para utilizarlas como reserva de una fuente actual, etc.) no es una buena práctica. A menudo estas fuentes se olvidan y no son objeto de los ensayos de fugas adecuados, lo cual podría dar lugar a su extravío o robo. Las fuentes en desuso deben trasladarse a la instalación nacional de procesamiento de desechos radiactivos (explotador de desechos).

El almacenamiento provisional puede ser aceptable: si la instalación reúne las condiciones de seguridad para evitar la pérdida o el robo; si la fuente es objeto del acondicionamiento adecuado, de modo que se mejore su blindaje y su estabilidad; y si se efectúan los registros y comprobaciones físicas periódicos adecuados de las fuentes almacenadas provisionalmente. No obstante, la seguridad física del almacenamiento provisional quizá no sea viable en un hospital u otro tipo de instalación médica. Dada la posibilidad de que una fuente de este tipo sea robada, se deberán adoptar medidas eficaces para garantizar su seguridad física.

Cuando una fuente ya no tenga utilidad alguna, se avisará a la autoridad reguladora y se adoptarán las medidas

pertinentes para su disposición final, mediante uno de los siguientes procedimientos:

- devolución de la fuente al fabricante para su disposición final cuando sea posible; o
- disposición final de la fuente en una instalación autorizada para la disposición final de desechos.

Si ninguna de estas opciones es posible:

Se procederá al acondicionamiento y el almacenamiento seguros de la fuente en una instalación de procesamiento y almacenamiento provisionales de desechos autorizada por la autoridad reguladora.

Aun cuando la fuente en desuso se encuentre dentro de un cabezal de teleterapia, habrá que acondicionarla para una gestión segura. Se recomienda que las fuentes de teleterapia en desuso se devuelvan al fabricante o se envíen a una instalación de procesamiento de desechos autorizada.

En los registros de todas las fuentes en desuso se indicará de qué modo fueron gestionadas. Estos registros se mantendrán como determine la autoridad reguladora competente y de conformidad con los procedimientos técnicos del explotador de desechos.

Conclusiones

El medio más eficaz para prevenir accidentes con fuentes radiactivas selladas es la adopción de hábitos de trabajo que reduzcan la probabilidad de que una fuente se extravíe o sea robada. Es responsabilidad de los profesionales que utilizan las fuentes adoptar las medidas necesarias para proteger al público, el medio ambiente y a sí mismos de las graves consecuencias de un accidente, todas y cada una de las veces que trabajen con una fuente radiactiva. Las fuentes que hayan dejado de utilizarse deben transferirse a un explotador de desechos lo antes posible.



Fotografía de la portada: Máquina de teleterapia en funcionamiento con un paciente/ V. Friedrich, Sección de Seguridad Radiológica y del Transporte (OIEA).

Para obtener más información sobre las fuentes radiactivas selladas o la radiación en general, se deberá establecer contacto con la entidad reguladora local. También puede consultarse el sitio web del Organismo Internacional de Energía Atómica, <http://www.iaea.org>

*División de Seguridad Radiológica,
del Transporte y de los Desechos del OIEA
C. Mac Kenzie (Editor)*

*División de Información Pública del OIEA
A. Diesner-Kuepfer (Diseño y presentación)*



IAEA

División de Información Pública

Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100
1400 Viena (Austria)

Tel.: (+43 1) 2600 21270/21275

Fax: (+43 1) 2600 29610

Correo-e: info@iaea.org

www.iaea.org

Impreso por el OIEA en Austria, septiembre de 2005
IAEA/PI/A.81 / 05-09483