

Curso
Respuesta Médica
a
Emergencias Radiológicas

CONTAMINACIÓN RADIOLÓGICA



Contenido básico

- **Protección contra la contaminación**
- **Contaminación interna**
- **Contaminación externa**

Contaminación radiológica



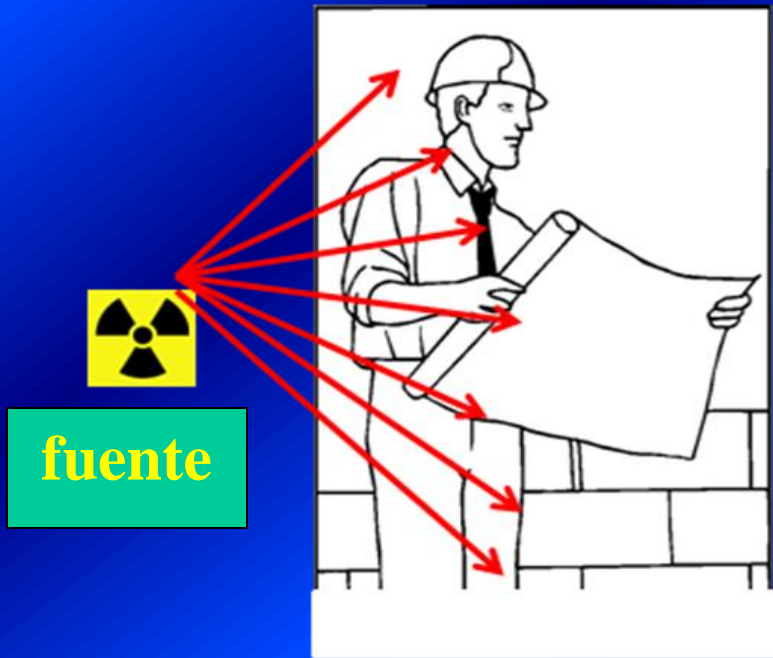
Contaminación
externa



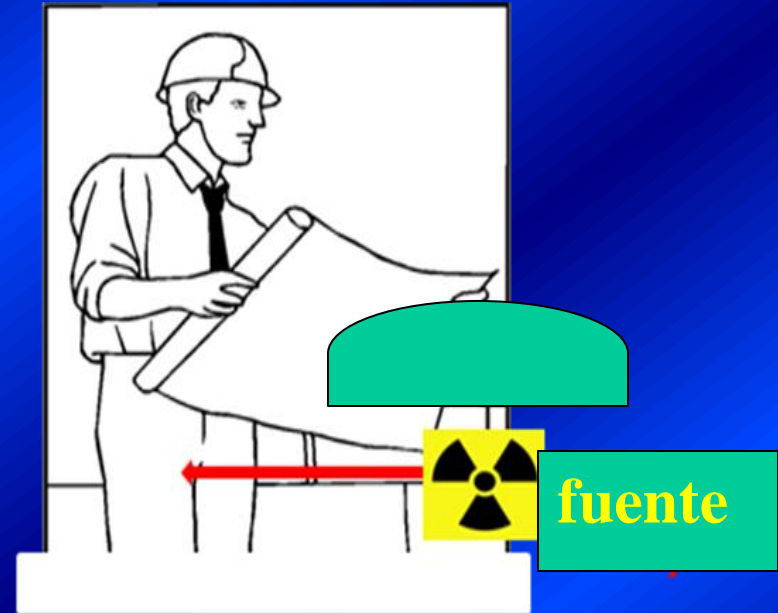
Contaminación
interna

- *inhalación*
- *heridas*
- oral
- piel íntegra

Exposición externa



Exposición de cuerpo total



Exposición localizada

Contaminación radiológica

- **Riesgo de:**
 - contaminación de personal
 - contaminación de instalaciones
 - contaminación de material/instrumental
 - contaminación de vehículos
 - **¡EFECTOS TARDIOS DE LA RADIACIÓN!**

Indumentaria de protección contra la **contaminación**



Contaminación interna

Contaminación interna

- **Donde puede ocurrir**
 - **todo el ciclo del combustible nuclear**
 - **minería**
 - **procesamiento**
 - **fabricación de elementos combustibles**
 - **operación de reactores**
 - **reparo**
 - **descomisionamiento**
 - **reprocesamiento**
 - **desechos**
 - **fuentes abiertas**
 - **fuentes selladas violadas**

Terrorismo!!!

Regla básica esencial

- **Determinar prioridades:**
 - ¿Paciente estable?
 - **Prioridad absoluta para condiciones que amenazan la vida**

**¿Paciente contaminado?
Remover ropas,
sábanas ...**

- **condicionar apropiadamente**
- **cambiar guantes.**



Manejo del paciente contaminado (I/E)

Recolectar muestras de laboratorio:

- Hemograma con recuento de plaquetas (*)
- Orina, heces
- Frotis de heridas, boca, soplido nasal
- Esputo, vómitos, secreciones, tejidos debridados, etc

(*) un hemograma precoz (valor basal de referencia) y luego cada 6 h durante 48 h

Contaminación interna - variables

- cantidad
- naturaleza química (solubilidad)
- vida-media
- decaimiento
- órgano-blanco (crítico)
- factores fisiológicos individuales
- vía de ingreso

Solubilidad (transportabilidad)

Elementos solubles

- **son solubles en el material biológico y pueden difundir por todo el organismo;**
- **pueden ser absorbidos en el aparato digestivo;**
- **la cantidad total incorporada puede pasar rápidamente a través de varias etapas metabólicas que conducen al depósito en el órgano blanco (crítico);**
- **se encuentran usualmente presentes en el organismo en la forma fisiológica como un isótopo estable (Ej. iodo) o como un elemento químico análogo (Ej. los complejos cesio-potasio o estroncio-calcio).**

Solubilidad (transportabilidad)

Elementos no solubles

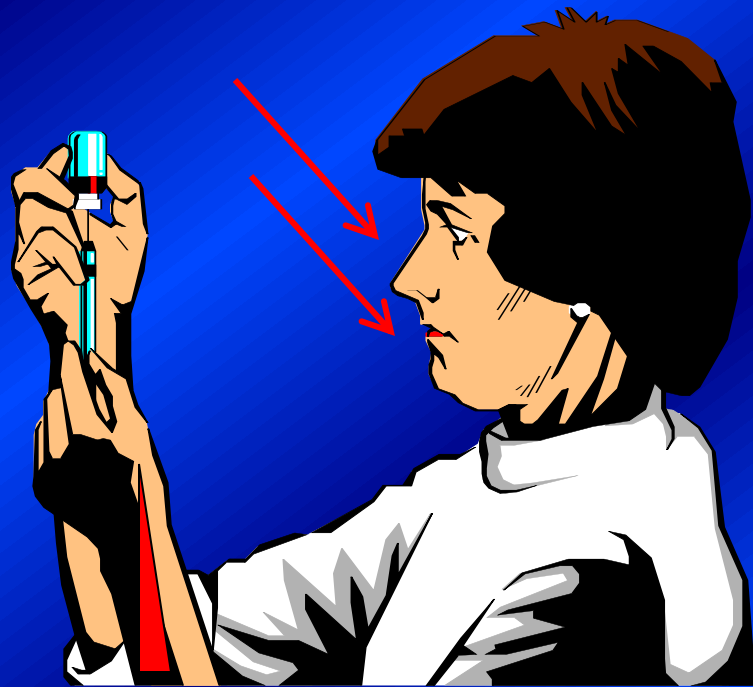
- **no existen en estado natural en el organismo ni tienen análogos;**
- **algunos compuestos son insolubles a todos los pH;**
- **prácticamente no difunden en el organismo: el órgano de retención es la puerta de entrada.**
 - Sin embargo siempre hay alguna difusión local, no obstante pequeña (Ej.: óxido de plutonio);
- **los elementos no transferibles son en general cationes minerales de valencia igual ó superior a III;**
- **los ejemplos más importantes son las tierras raras, plutonio y transplutónidos.**

Consideraciones sobre solubilidad

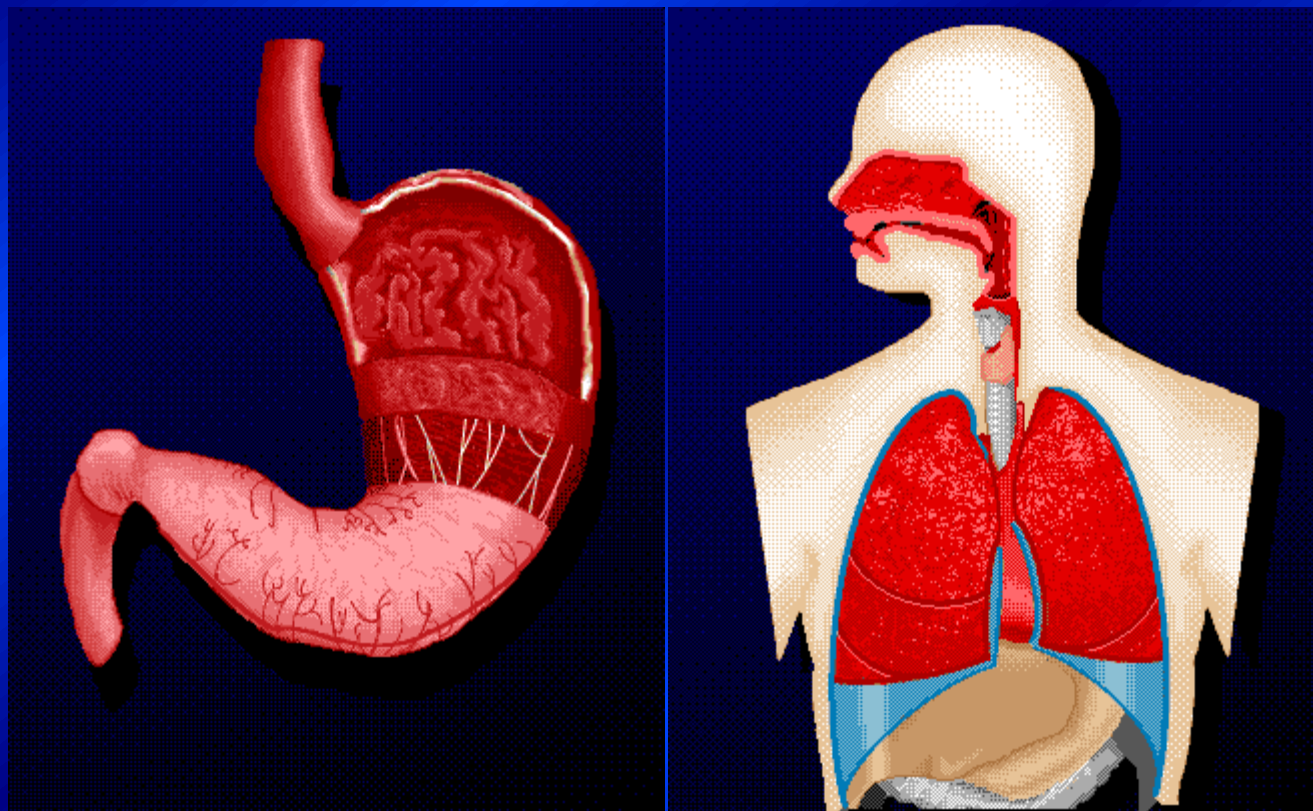
Material	Solubilidad
Oxido de Pu	No
Oxido de Th	No
Nitratos metálicos	Pero pueden se tornar insolubles en contacto con los fluidos tisulares
Metales en general	Rápidamente convertidos en hidróxidos poco solubles en los sitios de ingreso
Actinídos y lantanídos	Fracciones solubles y insolubles



Contaminación interna fase I - penetración



Contaminación interna fase II – transferencia (absorción)



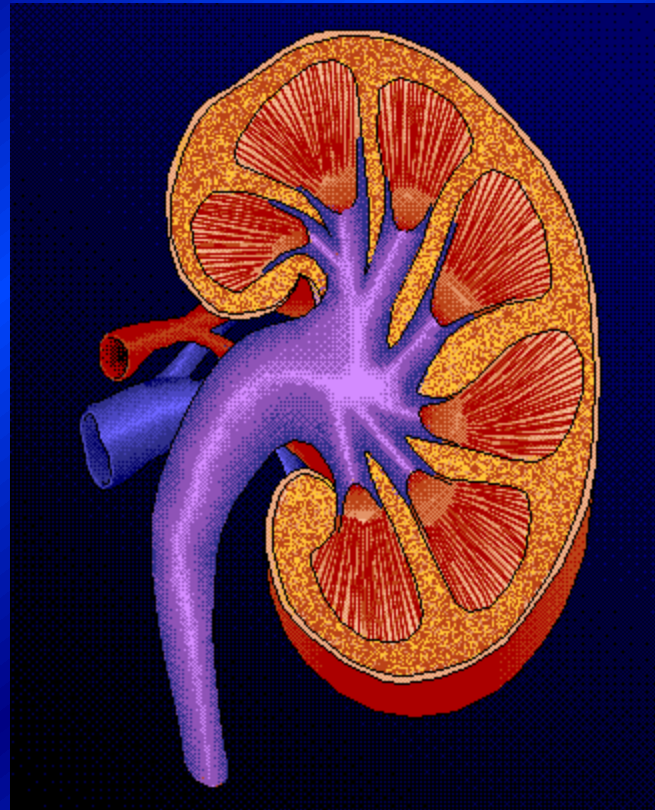
IAEA

Contaminación interna fase III – deposición*



Órgano Blanco

Contaminación interna fase IV - descorporación



Contaminación interna fase IV - descorporación

- **eliminación directa:** ej. por filtración renal de sangre que contiene el radionucleido (excreción urinaria directa) y eliminación directa por heces (excreción fecal directa);
- **eliminación indirecta:** por recirculación a partir de los tejidos, después de la inversión de la relación de concentraciones entre los tejidos y la sangre (excreción urinaria indirecta) o por eliminación a través de bilis y otras secreciones digestivas (excreción fecal indirecta).

Posibles consecuencias de una contaminación interna

- Efecto estocástico: cancerización
- Efecto determinístico:
 - SAR – EXTREMAMENTE IMPROBABLE
 - CARGAS MASIVAS
- Ejemplo: accidente de Goiania, paciente LNF, 6 años: 1.677 MBq (19,1 X LIA)

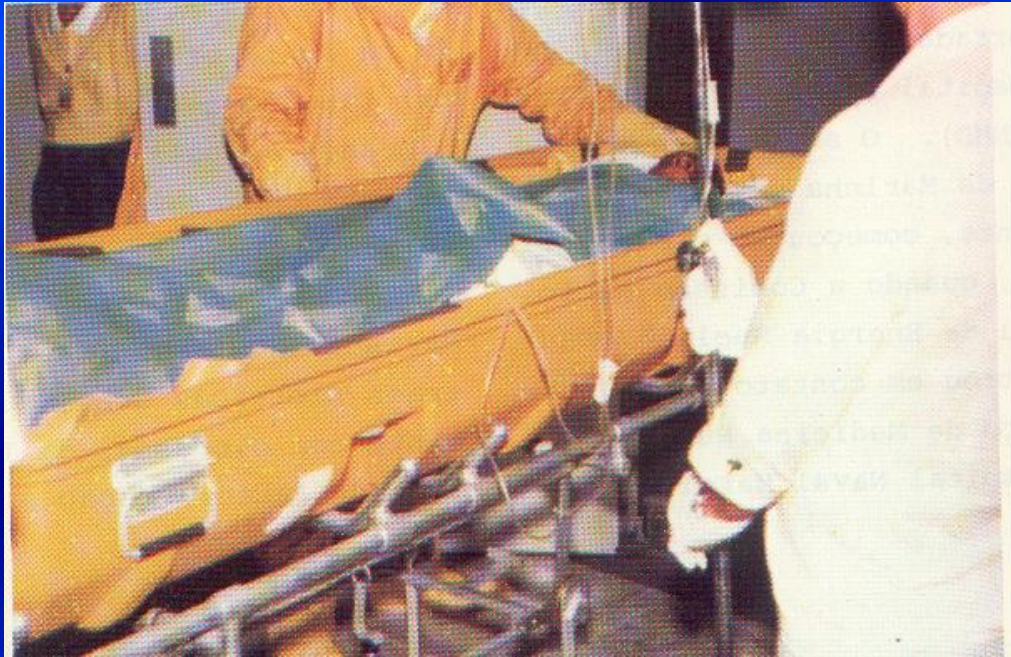
Protección del personal y instalaciones

- **Pacientes con contaminación interna pueden diseminar la contaminación a través de sus excretas y/o a través del aire expirado.**
- **Es indispensable, en la manipulación de personas contaminadas, la adopción de medidas para la protección de los profesionales asistentes y de las instalaciones.**

Indumentaria de protección

- gorra y máscara quirúrgica;
- bata y pantalones quirúrgicos;
- delantal quirúrgico;
- delantal de plástico;
- guantes quirúrgicos (dos pares), fijándose los guantes externos al delantal con cinta adhesiva;
- botas de plástico, fijadas a los pantalones con cinta adhesiva;
- dosímetros de uso personal debidamente protegido de la contaminación.
 - importancia casi exclusiva médico-legal, ya que es bastante improbable que la contaminación sea de orden a producir peligro de irradiación significativa para el equipo asistente;
 - deben ser fijados al delantal quirúrgico con cinta adhesiva.

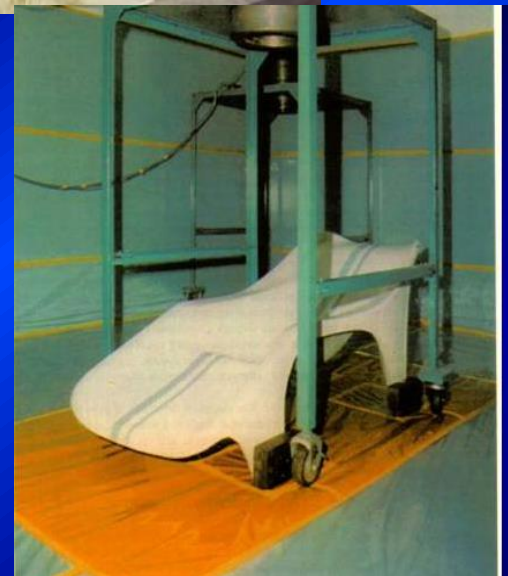
Protección contra la contaminación



Contaminación interna diagnóstico

- historia ocupacional
- inventarios
- " swabs "
 - oral
 - nasal
 - heridas
- bio-análisis
 - orina
 - heces
 - sangre
- CCT
- contaje torácico

Contador de cuerpo total



Criterios para tratamiento

Incorporación de formas transportables

- **incorporación de menos de 1 ALI: no está indicado tratamiento alguno;**
- **incorporación entre 1 a 10 ALI's: no se esperan consecuencias clínicas, pero es plausible considerarse el tratamiento con el objeto de disminuir la probabilidad de efectos estocásticos. En esas condiciones, son apropiados los tratamientos a dosis únicas o a corto plazo. Particularmente se indica el tratamiento en el caso de la incorporación de actínidos, especialmente plutonio;**
- **incorporación mayor de 10 ALI's: está indicado el tratamiento descontaminante más prolongado.**

Criterios para tratamiento

Inhalación de formas pobremente transportables

- La posibilidad de efectuar lavado pulmonar se considerará solo si se estima una incorporación de más de 100 ALI's.
- Considerar la edad del paciente.

Contaminación interna – variables para se iniciar el tratamiento

- Circunstancias e indicios (estimación de dosis)
- Vía de ingreso del contaminante
- Solubilidad
- Radiotoxicidad
- Edad del paciente
- Factores específicos del paciente
- Toxicidad medicamentosa

Objetivos del tratamiento

- Impedir la absorción
- Impedir la incorporación
- Disminuir la vida media efectiva - T_{efc} (cuando posible)

Contaminación interna tratamiento

- **medidas generales (utilidad muy limitada en Radiotoxicología)**
 - lavado gástrico (muy cuestionada en la Toxicología general)
 - eméticos
 - purgativos

Contaminación interna tratamiento

- **bloqueo**
 - saturación del proceso metabólico de un tejido u órgano específico por medio de un isótopo estable

Bloqueo de la tiroides con KI

% protección



IAEA

Contaminación interna tratamiento

- dilución isotópica
 - es la administración de grandes cantidades de un elemento o compuesto estable, para disminuir estadísticamente la oportunidad de incorporación
 - ejemplo: agua/ ^3H

Contaminación interna tratamiento

- **sustitución**
 - es la utilización de un elemento no radioactivo de diferente numero atómico para se producir una dilución
 - ejemplo: calcio/radio-estroncio

Contaminación interna tratamiento

- **cambio iónico**
 - ejemplo: Azul de Prusia
 - ligación con el Cs (Tl, Ru)
reciclado en el tracto GI

Contaminación interna tratamiento

- **quelación**
 - **utilización de quelantes: compuestos orgánicos que cambian iones de ligación débil por otros iones inorgánicos, para formar un complejo más estable, favoreciendo la eliminación renal.**
 - **indicación: contaminación por metales radioactivos**

Contaminación interna tratamiento – quelantes de uso en Radiotoxicología

- **DTPA**
- **Dimercaprol (BAL)**
- **Deferoxamina (DFOA)**

Contaminación interna tratamiento

- **mecánico**
 - lavado pulmonar
 - indicación: contaminación respiratoria por compuestos insolubles
 - necesita una evaluación precisa de riesgo-beneficio: edad, condiciones generales de salud ...

Contaminación interna tratamiento

- lavado pulmonar
 - indicado en general para inhalación de PuO_2 , si $> 100 \times \text{LAI}$ o dosis pulmonar $> 5 \text{ Sv}$

Contaminación externa

Contaminación externa

MATERIAL
RADIATIVO
DEPOSITADO SOBRE
LA SUPERFICIE DEL
CUERPO



Objetivos de la Descontaminación Externa

- **Remover el contaminante de la piel con el fin de reducir la dosis**
 - **Prevenir su incorporación (contaminación interna)**
 - **Evitar la dispersión de la contaminación**
-
- **Mejorar la exactitud de conteo en el contador de todo el cuerpo (CTC)**

Manejo del paciente contaminado externamente

- *Cualquier condición que ponga en riesgo el pronóstico vital del paciente tendrá prioridad absoluta por sobre la contaminación radiactiva.*
- Las acciones de descontaminación comenzarán una vez que el paciente haya sido clínicamente estabilizado.
- *Los niveles de contaminación externa en las víctimas casi nunca implican serios riesgos para el personal durante el tiempo requerido para ejecutar las maniobras de salvataje y los procedimientos de descontaminación.*

Manejo del paciente contaminado externamente

- Establecer perímetros de seguridad y control de accesos
- Cubrir el piso, zócalos, teléfonos, interruptores, manijas, etc
- Preparar recipientes para desechos
- Cubrir camilla(s) de tratamiento
- Preparar suministros (verificar equipos para monitoreo adecuados y calibrados)
- Retirar/cubrir equipos no necesarios
- Ponerse ropa protectora: ambo, camisolín, gorro, antiparras, cubre zapatos, doble par de guantes

Manejo del paciente contaminado externamente

La severidad de una CRE depende de:

- Actividad depositada
- Naturaleza y energía de la radiación emitida
- Características químicas del compuesto (ej. solubilidad)
- Tiempo de contacto con la piel
- Área de piel expuesta
- Localización anatómica del área contaminada
- Presencia de herida

Manejo del paciente contaminado externamente

- **Evaluar signos vitales. Asegurar vía aérea, respiración y circulación (Airway-Breath-Circulation: ABC)**
- *Retirar la ropa, si no se ha hecho previamente, utilizando procedimientos adecuados (doblar hacia adentro). Más del 90% de la contaminación externa es usualmente removida al retirar la ropa de la víctima.*
- **Cambiarse los guantes exteriores cuantas veces sea necesario**

Manejo del paciente contaminado externamente

Determinar si hay CRE, delimitar su localización y descontaminar en el área fijada a tal fin

Idealmente 3 personas:

- 1°) efectuar los procedimientos de descontaminación**
- 2°) monitorear antes y al final de cada procedimiento**
- 3°) registrar en formulario apropiado todas las acciones y los resultados de las mediciones**

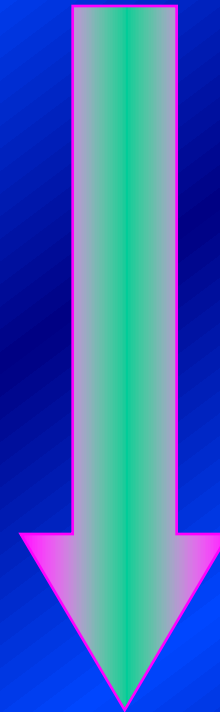


Manejo del paciente contaminado externamente

Descontaminar:

- Heridas
- Ojos, nariz, boca, oídos
- Piel intacta

En ese orden
de prioridad



Manejo del paciente contaminado externamente

Descontaminar heridas:

- 1. Cubrir con compresas para mantener limpias las áreas circundantes**
- 2. Irrigar con agua estéril o solución salina**
- 3. Medir (retirar las compresas contaminadas antes de monitorear)**
- 4. Repetir la secuencia**

Manejo del paciente contaminado externamente

- **Descontaminar heridas:**

Luego de la descontaminación inespecífica, pueden estar indicados en ciertos casos, por ejemplo :

- **Actínidos/ lantánidos, metales:** verter una ampolla de DTPA 25 %
- **Estroncio:** esparcir 1 g de rodizonato de Na o K
- **Uranio:** lavar con bicarbonato de Na 1.4 %

Manejo del paciente contaminado externamente

Descontaminar heridas:

5. Una vez descontaminada, tratar la herida con procedimientos convencionales. Eventual debridamiento para remover partículas o tejido necrótico (conservar para su evaluación)
6. Cubrir la herida con vendaje oclusivo

Manejo del paciente contaminado externamente

- Si se van a tratar otras áreas, cubrir además la herida con un material impermeable para evitar su contaminación
- La sutura puede retrasarse en la mayoría de los casos hasta descontaminar otras áreas.
- El personal debe cambiarse los guantes externos cuantas veces sea necesario

Manejo del paciente contaminado externamente

Descontaminar orificios

– Ojos

- Lavar suavemente irrigándose con agua estéril o solución salina desde el canto interno (evitar conducto lagrimal)
 - no salpicar
- Secar piel y párpados con papel absorbente
- Monitorear y repetir si es necesario

Manejo del paciente contaminado externamente

Descontaminar orificios

- Boca

- Buches o gárgaras con agua tibia evitándose ingestión
- Monitorear área y líquidos de lavado
- Cepillado dental con pasta durante 3 minutos editándose ingestión
 - enjuague y monitoreo
- Repetir pasos si es necesario

Manejo del paciente contaminado externamente

Descontaminar orificios

- **Fosas nasales:** colocar la cabeza hacia delante e irrigar con solución fisiológica mediante catéter
- **Oídos:** colocar en la posición convencional e irrigar con solución fisiológica o agua oxigenada al 3%
 - No olvidar descontaminar pabellón auricular

Manejo del paciente contaminado externamente

Descontaminación de piel intacta

- **Delimitar por monitoreo el área contaminada y cubrir el resto**
- **Lavar con jabón líquido y abundante agua tibia (brocha o esponja) con movimientos centrípetos, enjuagar , material absorbente para secar.**
- **Repetir los pasos si es necesario**

Manejo del paciente contaminado externamente

- Debe utilizarse siempre agua tibia
- El agua caliente causa vasodilatación , aumenta el flujo sanguíneo en el área contaminada, dilata los poros e incrementa la absorción del RN a través de la piel
- El agua fría tiende a cerrar los poros “atrapando” el material

Manejo del paciente contaminado externamente

- Empezar la descontaminación de piel con el método menos agresivo y avanzar a técnicas más agresivas sólo si es necesario.
- No causar irritación mecánica, química o térmica ni lesionar la piel.
- Varios lavados suaves son mejores que un lavado agresivo.

Secuencia de acciones

emisores β o γ : > 4
Bq / cm²

emisores α : $> 0,4$
Bq / cm²

secar

medir

descontaminar

enjuagar

emisores β o γ : < 4
Bq / cm²

emisores α : $< 0,4$
Bq / cm²

Manejo del paciente contaminado externamente

Si hay signos de irritación cutánea detener las maniobras, colocar una crema dermoprotectora, cubrir con material plástico, sellando bordes (guantes o dediles son útiles en contaminación de manos).

Gestión de residuos de la descontaminación

- **Guantes, papeles, apósitos etc.:**
 - guardarlos en bolsas plásticas rotuladas, bien cerradas en un lugar alejado, seguro y vigilado.
- **Si es posible, coleccionar los líquidos de lavado en bidones que se mantendrán cerrados y en las mismas condiciones de seguridad que los anteriores.**
- **Personal especializado se encargará de la gestión posterior de esos residuos.**

En emergencias radiológicas significativas

- estadios
- gimnasios
- escuelas
- cuarteles
- hangares
- acampamientos
- almacenes
- edificios
- garajes



IAEA