

Pasantía en Medicina Nuclear.

Estimación de dosis en Medicina Nuclear. Condiciones de accidente.

Objetivo

- **Que los participantes conozcan la metodología que debe ser aplicada para realizar la estimación de dosis que reciben los TOE en MN en condiciones de accidentes.**

CONTENIDO

- Escenarios de accidente en Medicina Nuclear.
- Dosis equivalente en extremidades por contaminación superficial.
- Dosis efectiva en todo el cuerpo.
- Actividad incorporada y dosis efectiva por incorporación de isótopos volátiles.

¿Definición de escenario?

Escenario: Conjunto postulado o supuesto de condiciones *y/o sucesos*.

Se emplea habitualmente con fines de *análisis o evaluación* para representar y luego modelar posibles condiciones *y/o sucesos* futuros, por ejemplo eventuales *accidentes*. Un *escenario* puede representar bien las condiciones en un determinado momento o durante un único *suceso* o bien un historial de condiciones *y/o sucesos*.



¿Quiénes se exponen en un servicio de medicina nuclear?

1.1. Estimación de las dosis potenciales para el suceso “Derrame de material radiactivo durante su manipulación”.

Se consideran dos escenarios de accidentes correspondientes al derrame de un vial que contiene el máximo de la dosis que se administra a los pacientes en estudios con Tc99m y con I-131.

Se calculan las dosis recibidas por concepto de:

- a) Dosis en piel por contaminación.
- b) Dosis por irradiación externa.
- c) Dosis por incorporación en el caso del I-131 que es un isótopo volátil.



Puede afectar
a TOE y
Pacientes.

Dosis equivalente en piel

a) Dosis en piel

La evaluación se realizó para ^{131}I y $\text{Tc}^{99\text{m}}$. En la Tabla I se muestran los datos usados en los cálculos. Los valores de actividad utilizados se corresponden con las actividades máximas manipuladas durante las aplicaciones a los pacientes.

Tabla I

RN	Tasa de dosis en piel [$\mu\text{Sv/h/MBq/cm}^2$]*	Volumen de la solución [ml]	Actividad [MBq]	Concentración radiactiva [MBq/cm ³]
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	0.243	0.5	740	1480
^{131}I	1.694	5.0	74	14.8

*INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Assessment and Response during a Radiological Emergency, IAEA TECDOC- 1162, IAEA, Vienna (2000).



Dosis equivalente en piel

La dosis equivalente en piel se determina según (IAEA TECDOC- 1162, IAEA, [Vienna](#) (2000)):

$$H_{T,piel} = C_{piel} \times CF_{Beta-piel} \times SF_{Beta} \times t_{exp}$$

donde:

$H_{T,piel}$ = Dosis equivalente en la piel [mSv].

C_{piel} = Concentración superficial promedio del radionucleido sobre la piel o ropas [Bq/cm²].

$CF_{Beta-piel}$ = Factor de conversión: Tasa de dosis beta en piel [(mSv/h)/(Bq/cm²)].

SF_{Beta} = Factor de apantallamiento de la radiación beta debido a la ropa; los valores representativos son aproximadamente 0.2 – 0.3 para ropa ligera (fina) y 0.001 para ropa gruesa. Se utilizó 0.25 en los cálculos presentados.

t_{exp} = Tiempo de exposición [h]



Dosis equivalente en piel

Para la evaluación de la dosis equivalente en la piel por contaminación superficial se consideraron dos vías: la contaminación directa y la contaminación indirecta de la piel. La contaminación indirecta puede ser despreciada ya que es mucho menor que la contaminación directa.

- Se determinó la dosis equivalente en la mano por contaminación directa debido al derrame de la solución radiactiva. Se consideró que la superficie de la mano completa tiene un área de 420cm^2 y la superficie expuesta de la mano se estima en 210cm^2 .

$$C_{\text{piel-Tc99}} = 740 \text{ MBq} / 210 \text{ cm}^2 = 3.52 \text{ MBq/cm}^2$$

$$C_{\text{piel-I-131}} = 74 \text{ MBq} / 210 \text{ cm}^2 = 0.352 \text{ MBq/cm}^2$$

Los tiempos de irradiación seleccionados dependen del tipo de escenario: para la contaminación directa por derrames sobre la piel se fijó un tiempo de descontaminación de 3 minutos.

Los resultados se muestran en la Tabla II.

Tabla II. Dosis equivalente en la piel debida a contaminación superficial

RN	Actividad [MBq]	Actividad Superficial en la mano. C_{piel} [MBq/cm ²]	Dosis equivalente en la piel. $H_{\text{T,piel}}$ [μSv]
		Contaminación directa	Contaminación directa
^{99m} Tc	740	3.52	0,010692
¹³¹ I	74	0.352	0,0074536



Dosis efectiva por irradiación externa.

b) Dosis por irradiación externa.

La evaluación de las dosis por irradiación externa debido a derrames accidentales se realizó para los radionucleidos ^{99m}Tc y ^{131}I . La dosis efectiva debido a la exposición a un derrame de líquido radiactivo, durante un tiempo de exposición (t_{exp}) se puede calcular mediante la expresión según (IAEA TECDOC- 1162, IAEA, Vienna (2000)):

$$\dot{H}_{T,S} = 2\pi \times A_S \times t_{\text{exp}} \times CF_{\text{point}} \ln \left[\frac{R^2 + X^2}{X^2} \right]$$

donde:

$H_{T,S}$ = Dosis efectiva [mSv]

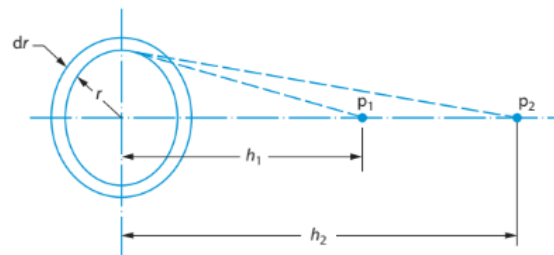
CF_{point} = Dosis efectiva debido a 1 hora de exposición a 1 metro de una fuente puntual de 1kBq [(mSv.m²)/(kBq.h)].

A_S = Actividad por m² en la fuente derramada [Bq/m²]

R = Radio del derrame [m] = 0.1 m

X = distancia desde el centro del derrame [m] = 0.5 m

t_{exp} = Tiempo de exposición [h] = 0.5 h



Dosis efectiva por irradiación externa.

- $CF_{\text{point}} = H_0$, evaluado para $t = 1\text{h}$, $A = 1\text{kBq} = 0.001\text{ MBq}$, $d = 1\text{ m}$, $\Gamma_{99} = 0.00003317\text{ mSv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$, $\Gamma_{131} = 0.00007647\text{ mSv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$

$$H_0 = \frac{\Gamma \cdot A \cdot t}{d^2}$$

$$CF_{\text{point99}} = 0.00000003317\text{ (mSv}\cdot\text{m}^2)/(\text{kBq}\cdot\text{h})$$

$$CF_{\text{point131}} = 0.00000007647\text{ (mSv}\cdot\text{m}^2)/(\text{kBq}\cdot\text{h})$$

- Área del derrame = $\pi (R)^2 = 0,0314\text{ m}^2$

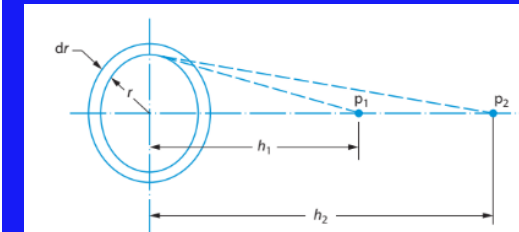
$$A_{S99} = 740000 / 0.0314\text{ kBq}/\text{m}^2 = 23566878.9\text{ kBq}/\text{m}^2$$

$$A_{S131} = 74000 / 0.0314\text{ kBq}/\text{m}^2 = 2356687.9\text{ kBq}/\text{m}^2$$

En las evaluaciones de las dosis por irradiación externa se consideró que el derrame cubre un área circular de 10 cm de radio (0.1 m) y se adoptó la geometría de fuente extendida en forma de disco plano con el punto de evaluación a 50cm de distancia del centro de la huella (0.5 m) para un tiempo de exposición de 30 minutos (0.5 h). Los resultados, se muestran en la Tabla III.

Tabla III. Dosis por irradiación externa tras derrames en el piso

RN	Actividad [MBq]	Dosis efectiva [mSv]
^{99m}Tc	740	0,09627
^{131}I	74	0,022194



Dosis efectiva por incorporación.

c) Dosis por incorporación vía inhalación. Solo para isótopos volátiles.

Para evaluar la posible incorporación por inhalación se asumió que el 10% de la actividad de ^{131}I (7.4 MBq) derramada se distribuye uniformemente en el volumen de aire del local (aproximadamente 42m^3).

La actividad volumétrica en el local sería:

$$A_{\text{volu}} = 0.1 * A_{131} / 42 \text{ m}^3 = 0.1762 \text{ MBq/m}^3$$

Asumiendo una tasa de respiración en adultos de $T_{\text{res}} = 1.2 \text{ m}^3/\text{h}$, para un tiempo de permanencia de $t_p = 30$ minutos, la actividad incorporada de ^{131}I es:

$$A_{\text{inc}} = A_{\text{volu}} * T_{\text{res}} * t_p = 0.106 \text{ MBq}$$

La constante de dosis por actividad incorporada para el I-131 es $C_{\text{dosis, inc}} = 10.943 \text{ mSv/MBq}$, entonces:

$$D_{\text{efec, comp}} = A_{\text{inc}} * C_{\text{dosis, inc}} = 1.16 \text{ mSv.}$$

Nota: En esta evaluación no se ha considerada la influencia del Sistema de ventilación que lógicamente provocará la reducción de la actividad incorporada.

