



# American Board of Emergency Medicine

Dr. Rodrigo Poblete Umanzor  
Programa de Medicina de Urgencia  
Facultad de Medicina P. Universidad Católica de Chile

---

**MAJOR RADIATION EXPOSURE —  
WHAT TO EXPECT AND HOW  
TO RESPOND**

**FRED A. METTLER, JR., M.D., M.P.H.,  
AND GEORGE L. VOELZ, M.D.**

**N Engl J Med, Vol. 346, No. 20 • May 16, 2002**

¿ Armas nucleares en  
manos de  
terroristas?



# Escenarios Posibles

---

- ❑ Asumimos que la los terroristas ocupan una arma a la vez
- ❑ Sinergismo radiación-otra arma es poco probable
- ❑ En caso de combinación, los efectos de la radiación serian dejados para una segunda etapa
- ❑ Exposición a radiación de otras fuentes distintas a un arma nuclear debiera ser fácil

# Escenarios

---

- ❑ Dispersión de Material Radiactivo sin el uso de explosivos
  - Fuentes de baja emisión
    - ❑ Detectores de humo (Americio 241)
  - Radiofármacos
    - ❑ Cobalto 60
    - ❑ Cesio 137
    - ❑ Iridio192
  - Isótopos

# Escenarios

---

- En general

- Exposición y no contaminación

- Si hay exposición

- Pocas personas involucradas

- Solo aquellos con contacto directo (lesiones en piel por contacto, más raro Síndrome por radiación agudo)

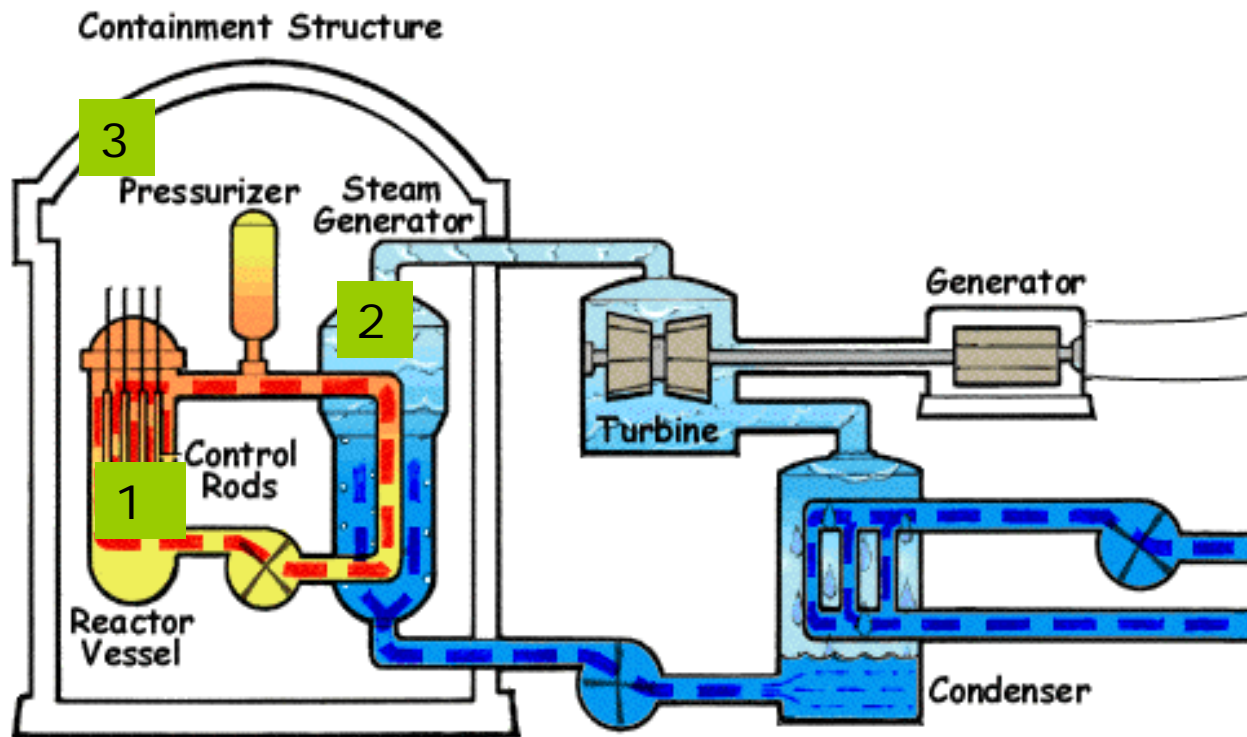
# Escenarios

---

- Dispersión de Material Radiactivo con uso de explosivos
  - Afectaría un número mayor de personas
  - El daño estaría asociado a lesiones traumáticas
  - La extensión de la dispersión del material depende de la forma física (metal, polvo, gas, etc.), el explosivo y las condiciones atmosféricas.

# Escenarios

- Ataque a Reactores Nucleares



# Chernobyl

---



# Chernobyl

---

- ❑ 30 muertos a causa del accidente
- ❑ Incremento de la tasa de Cáncer tiroideo en menores de 15 años (4 por millón a 45 por millón)
- ❑ Aumento de Patología Siquiátrica
- ❑ Disminución de la tasa de Natalidad
- ❑ Disminución de años laborales activos
- ❑ Evacuación de 210000 Hab
- ❑ Pérdidas por US\$ 12 billones.

# Escenarios

---





Paul W. Tibbets  
COL. USAF in 1945  
Pilot of the Enola Gay  
Over Hiroshima, Japan  
Aug. 6, 1945

HIROSHIMA STRIKE PHOTO  
6 AUGUST 1945

B-29 - Enola Gay - Aug. 6, 1945



Thurston Johnson, Serik  
Thomas W. Felber

Paul W. Tibbets  
Jack Berry

Joe O. Pirovich

Keyatt E. Drogenboud  
George R. Cairns

Richard H. Uhl

Morris R. Jeffman - Weapons

Bob Lewis

# Escenarios

---

- ❑ Poco probable, dado la tecnología y el dinero necesario
- ❑ Bomba posible: 10 kt. ( Hiroshima 13 kt.)
- ❑ Efectos
  - Explosión
  - Calor
  - Radiación
    - ❑ Radiación inicial
    - ❑ Radiación Residual

**TABLE 1.** APPROXIMATE DISTANCE FROM THE DETONATION SITE AT WHICH A 50 PERCENT FATALITY RATE MIGHT BE EXPECTED, ACCORDING TO THE SIZE OF A NUCLEAR WEAPON.\*

YIELD	SHOCK WAVE	THERMAL RADIATION	IONIZING RADIATION	
			INITIAL	RESIDUAL†
			meters	
0.01 kt	60	60	250	1270
0.1 kt	130	200	460	2750
1 kt	275	610	790	5500
10 kt‡	590	1800	1200	9600

\*Data are from the National Council on Radiation Protection and Measurements.<sup>2</sup>

†Data are for residual radiation (mostly fallout) in the first hour.

‡At yields exceeding 10 kt, the lethal range of the fireball extends several times farther than the lethal range of either the blast or the initial radiation.

# Principios

---

## □ Varias Formas de Radiación

### ■ Gama

- Penetran y depositan energía

### ■ X

- Penetran y depositan energía

### ■ Alpha

- Penetran menos de 0.1 mm
- Peligrosas solo si son inhaladas, ingeridas o son depositadas en una herida abierta.

### ■ Beta (electrones)

- Penetran algunos centímetros

# Principios

---

## □ Unidades

- Rads: dosis absorbida por tejidos específicos
- Gray (Gy): UI para dosis absorbida (100 rads)
- Rem: Unidad Convencional de dosis efectiva
- Sievert: Unidad Internacional de dosis efectiva. (100 rem)

# Principios

---

## □ Factores Importantes

- Dosis
- Tiempo de exposición
  - Relación lineal
- Distancia a la fuente de emisión
  - La absorción disminuye en razón del cuadrado de la distancia
- Protecciones
- Vida media del Material Radiactivo

# Principios

---

- Consideraciones Biológicas
  - Mucosa Intestinal
  - Médula ósea
  - Dosis menores a 1 Gy la mayoría de las células sobreviven, pero pueden ser susceptibles a transformación maligna.

# Formas de Exposición a la Radiación

---

- Exposición Localizada
- Exposición Corporal Total
- Contaminación Interna
- Contaminación Externa

# Exposición Localizada

**TABLE 2. SKIN CHANGES AFTER A SINGLE ACUTE, LOCALIZED EXPOSURE.\***

<b>ABSORBED DOSE</b>	<b>CHANGE</b>
3–4 Gy	Epilation in 2–3 wk
10–15 Gy	Threshold for erythema; appears 18–20 days after exposure at lower doses; may appear within a few hours at high doses
20 Gy	Moist desquamation, possible ulceration
25 Gy	Ulceration with slow healing
30–50 Gy	Blistering, necrosis at 3 wk
100 Gy	Blistering, necrosis at 1–2 wk

\*Data are from Gusev et al.<sup>1</sup>

# Exposición Corporal Total

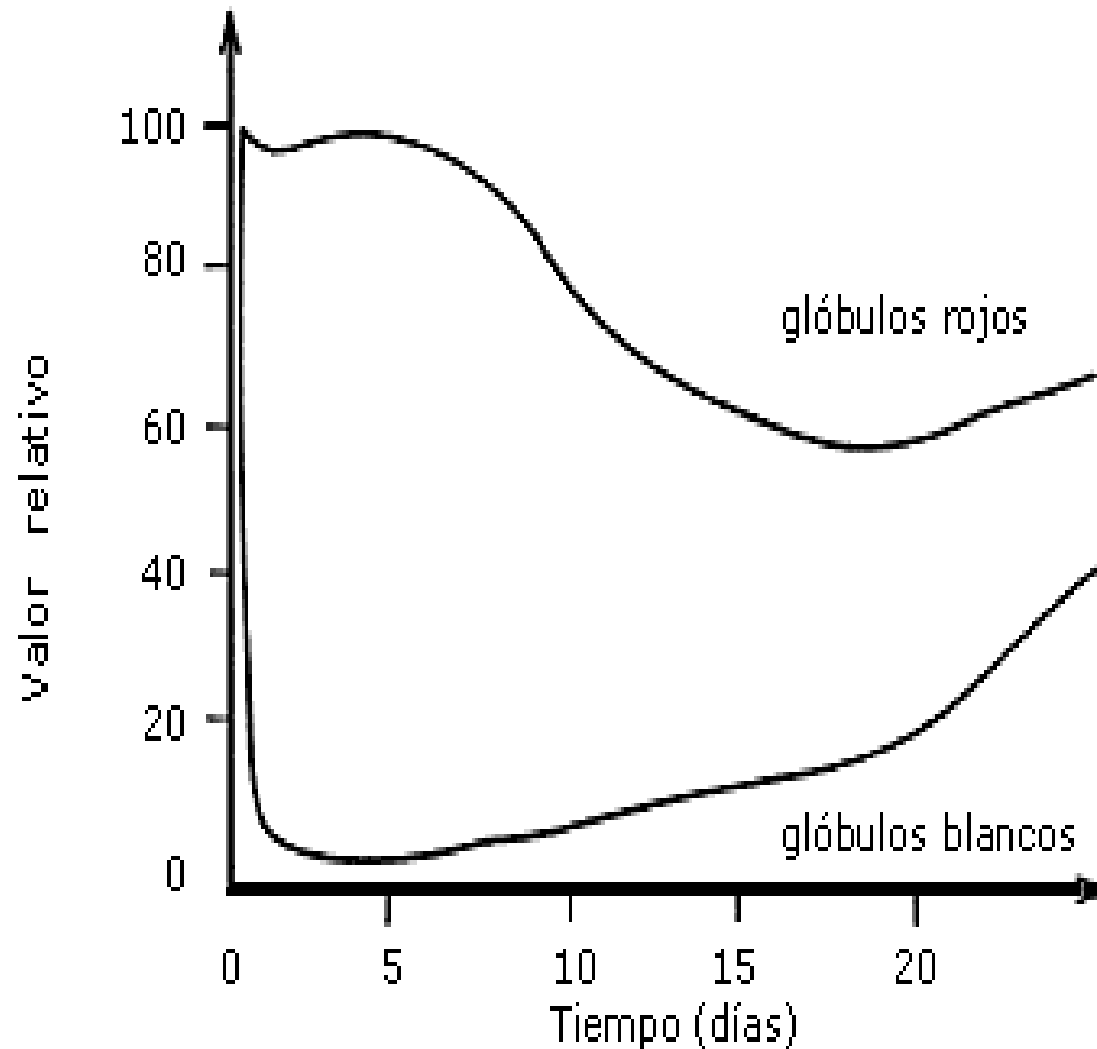
**TABLE 3.** DOSE–EFFECT RELATION AFTER ACUTE WHOLE-BODY RADIATION FROM GAMMA RAYS OR X-RAYS.\*

WHOLE-BODY ABSORBED DOSE	EFFECT
0.05 Gy	No symptoms
0.15 Gy	No symptoms, but possible chromosomal aberrations in cultured peripheral-blood lymphocytes
0.5 Gy	No symptoms (minor decreases in white-cell and platelet counts in a few persons)
1 Gy	Nausea and vomiting in approximately 10 percent of patients within 48 hr after exposure
2 Gy	Nausea and vomiting in approximately 50% of persons within 24 hr, with marked decreases in white-cell and platelet counts
4 Gy	Nausea and vomiting in 90% of persons within 12 hr, and diarrhea in 10% within 8 hr; 50% mortality in the absence of medical treatment
6 Gy	100% mortality within 30 days due to bone marrow failure in the absence of medical treatment
10 Gy	Approximate dose that is survivable with the best medical therapy available
>10–30 Gy	Nausea and vomiting in all persons in less than 5 min; severe gastrointestinal damage; death likely in 2 to 3 wk in the absence of treatment
>30 Gy	Cardiovascular collapse and central nervous system damage, with death in 24 to 72 hr

\*Data are from Gusev et al.<sup>1</sup>

# Exposición Corporal total

---



# Exposición Corporal total

---

**TABLE 4.** PROGNOSIS ACCORDING TO THE LYMPHOCYTE COUNT WITHIN THE FIRST 48 HOURS AFTER ACUTE EXPOSURE TO PENETRATING, WHOLE-BODY RADIATION.

---

MINIMAL LYMPHOCYTE COUNT	APPROXIMATE ABSORBED DOSE	EXTENT OF INJURY	PROGNOSIS
per mm <sup>3</sup>	Gy		
1500–3000 (normal range)	0–0.4	No clinically significant injury	Excellent
1000–1499	0.5–1.9	Clinically significant but probably nonlethal	Good
500–999	2.0–3.9	Severe	Fair
100–499	4.0–7.9	Very severe	Poor
<100	≥8.0	Most severe	High incidence of death even with hematopoietic stimulation

---

# Contaminación Interna

---

- Forma física del Material Radiactivo
  - Polvo
  - Líquido
  - Gaseoso
- Vía de Ingreso
  - Inhalación
  - Ingestión
  - Piel Intacta o en Heridas
- Tratamiento
  - Depende de radionúclido y de forma de ingreso

# Contaminación Interna

---

## □ Aproximación General

- Reducción de la absorción
- Dilución
- Bloqueo
- Desplazamiento por material no radiactivo
- Movilización
- “Quelantes”

# Contaminación Interna

**TABLE 5. SPECIFIC THERAPY FOR INTERNAL CONTAMINATION.\***

<b>RADIONUCLIDE</b>	<b>THERAPEUTIC APPROACH</b>
Tritium	Dilution (force fluids)
Iodine-125 or iodine-131	Blockage (SSKI or potassium iodide), mobilization (antithyroid drugs)
Cesium-134 or cesium-137	Reduction of gastrointestinal absorption (Prussian blue)
Strontium-89 or strontium-90	Reduction of absorption (aluminum phosphate gel antacids), blockage (strontium lactate), displacement (oral phosphate), mobilization (ammonium chloride or parathyroid extract)
Plutonium and other transuranic elements	Chelation with zinc or calcium diethylenetriamine pentaacetic acid (investigational agents)
Unknown	Reduction of absorption (emetics, lavage, charcoal, or laxatives) in cases of ingestion

\*Data are from Gusev et al.<sup>1</sup> SSKI denotes saturated solution of potassium iodide.

# Contaminación Externa

---

- ❑ En general, no constituye una emergencia
- ❑ Retiro de ropa contaminada y aseo con agua y detergentes eliminan más del 90% de la contaminación
- ❑ Si existe traumas importantes, primero estabilizar y luego descontaminar
- ❑ Las heridas deben ser cerradas para evitar infecciones.

# Manejo General

---

- Preparación
  - Planificación de Emergencia
  - Definición del Comando y Control
  - Especificación de las responsabilidades organizacionales
  - Desarrollo de los criterios de notificación
  - Sistemas de Notificación
  - Evaluación del tipo y cantidad de material requerido
  - Especificación de los niveles de protección y definición de casos y circunstancias especiales
- Manejo durante la Crisis
- Manejo de consecuencias



---

**Information for the  
Public**

**Emergency Instructions for  
Individuals & Families**

**Information for First Responders**

**Information for Clinicians & Hospitals**

# Manejo durante Crisis

---

## □ En USA : FBI

- Control al sitio del evento
- Controla a la población, eventualmente evacuarla
- Remoción de ropas contaminadas
- Proveer de protección respiratoria
- Administrar Yoduro de potasio
- Proveer descontaminantes
- Restringir alimentos

# Recomendaciones Internacionales

---

- De acuerdo a la radiación
  - Quedarse en casa por dos días con radiaciones < a 0.1 Gy
  - Evacuación por mas de una semana con radiaciones > a 0.5 Gy
  - Reasentamiento permanente con radiaciones mayores a 10 Gy

# Recomendaciones Internacionales

---

## □ Personal de Emergencia

- Dosis limite de exposición : 0.5 Gy por evento
- Rescatadores: 2.5 Gy por evento
- OTAN: 15 Gy en desastre
- Considerar tiempo: 0.1 Gy por hora

# Manejo inicial

---

- Triage
- Protección a personal
- Áreas de Descontaminación
- Accesos Controlados
- Manejo de información : usuario interno y externo
- Efectos Psicológicos: 75% de la población afectada tiene algún síntoma psicológico

# Fuentes de información

---

- <http://www.bt.cdc.gov/radiation/index.asp>
- <http://www.orau.gov/reacts/>
- <http://www.onemi.cl/>