

**MINISTERO DELL'INTERNO**  
*Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile*  
e  
**CORPO MILITARE DELLA CROCE ROSSA ITALIANA**

**1° Workshop**  
**“Radioprotezione sanitaria”**

**19 dicembre 2011**

Aula Magna dell'Istituto Superiore Antincendi  
del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco  
Via del Commercio 13, 00154 ROMA

*La gestione sanitaria della  
radiocontaminazione negli eventi  
accidentali/ostili*



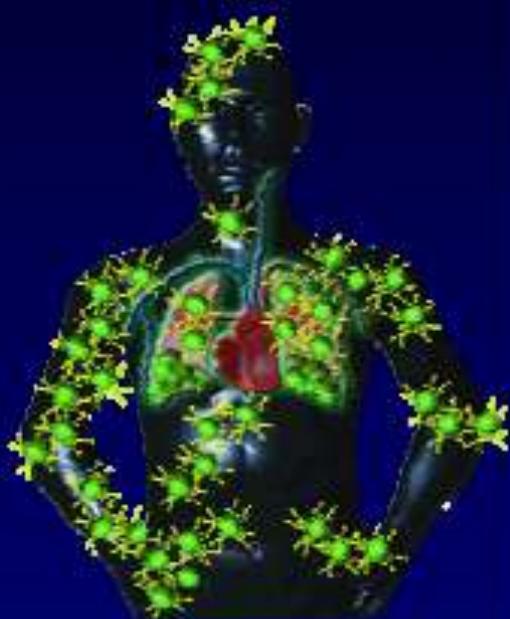
E. Righi



## **External Contamination**

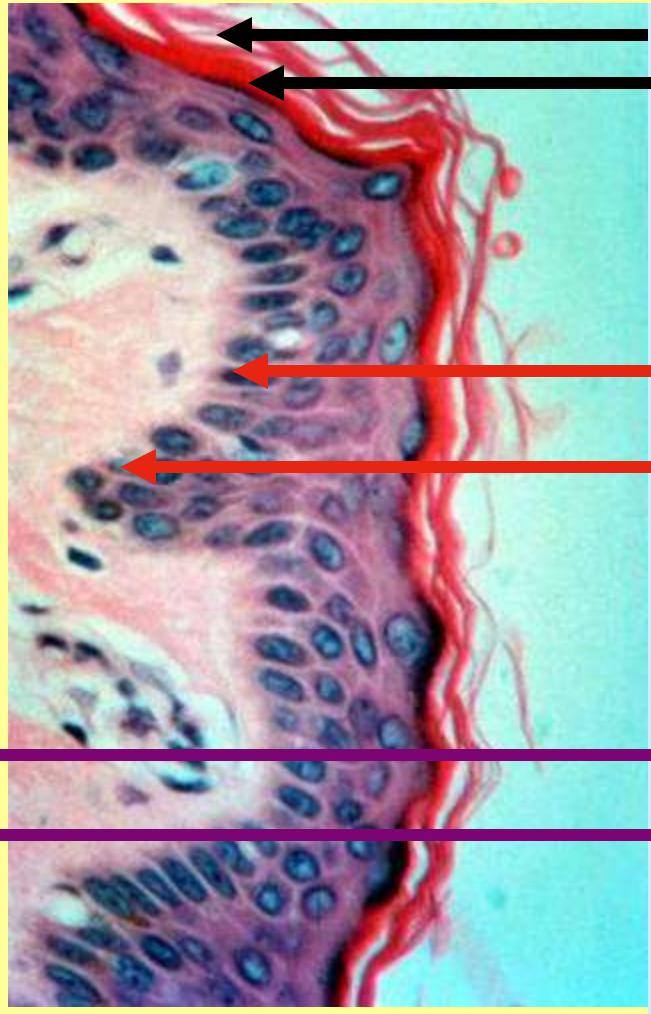
---

- Radioactive material  
**(usually in the form of dust particles) on the body surface and / or clothing**
- 80-90% typically removed by removing clothing



I soggetti “sporcati” in misura significativa da **contaminazione radioattiva**, anche se frequentemente silenti sul piano clinico, richiedono con adeguata tempestività interventi di protezione sanitaria **(urgenza terapeutica)**

# Penetration of radiation through skin structures



**Alpha radiation** is absorbed in superficial layers of dead cells within the stratum corneum

**Beta radiation** damages **epithelial basal stratum**. High energy  $\beta$ -radiation may affect vascular layer of derma, with lesion like thermal burn

• **Gamma radiation** damages underlying tissues and organs

## Erythema on a Chernobyl fireman on Day 17 (primarily from beta radiation)

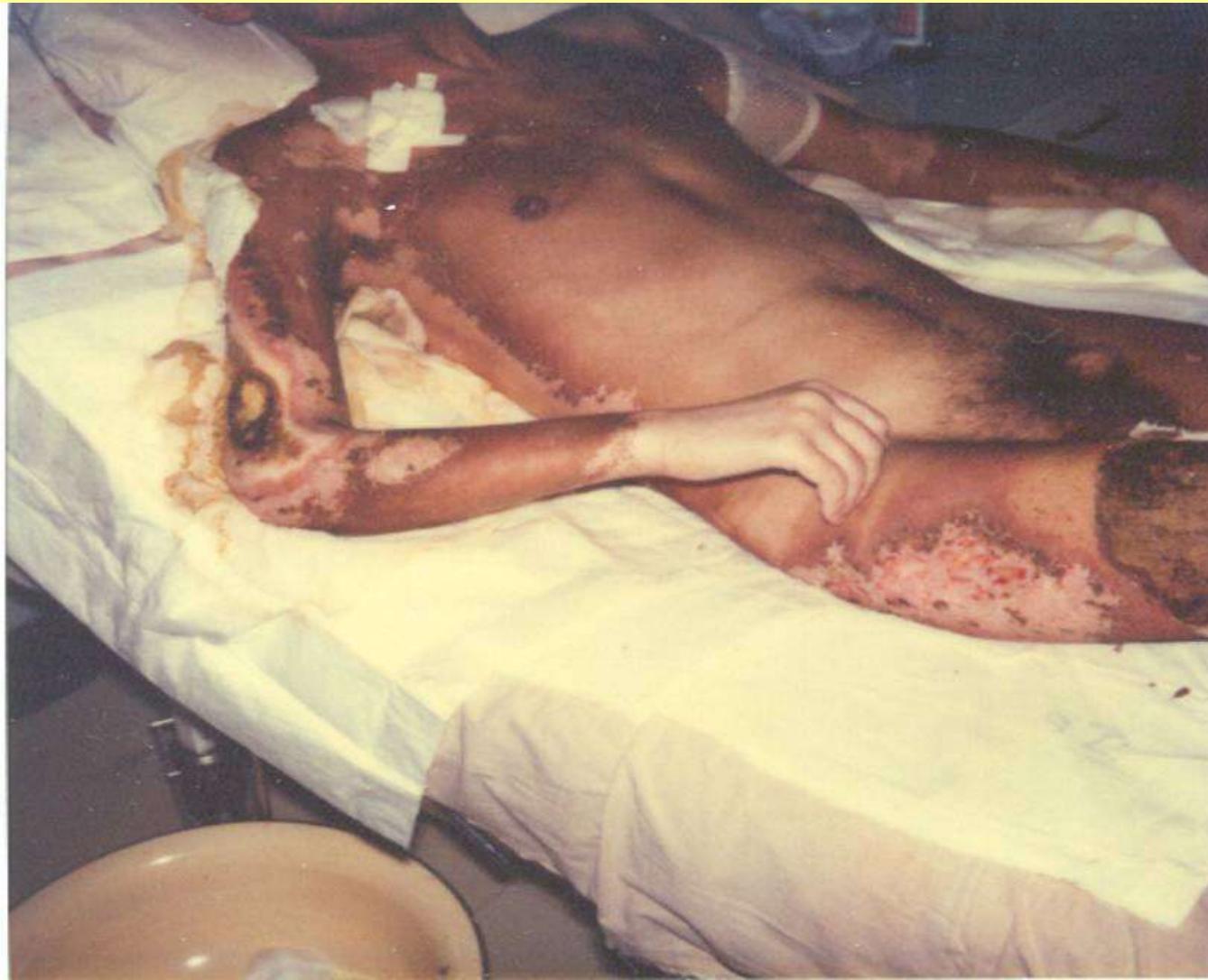




# **Severe multiple necrotic-ulcerative radiation burns in Chernobyl fireman on Day 40 after the accident**



**La dose alla cute da esposizione a beta-emettitori, valutata in 8 pazienti affetti da ARS, era nel range di 400-500 Gy**



**Questo pompiere di Chernobyl,  
sottoposto a 50 interventi di chirurgia  
plastica, era vivo alla fine del 2001**



## Goiania, Brazil

### September 1987

- Abandoned Cancer Clinic discarded canisters from radiotherapy machine
- Junkyard worker opened canisters revealing blue powder
- Citizens contaminated with radioactive Cesium-137



$^{137}\text{Cs}$  released  
1350 Curies



# Goiânia accident 1987

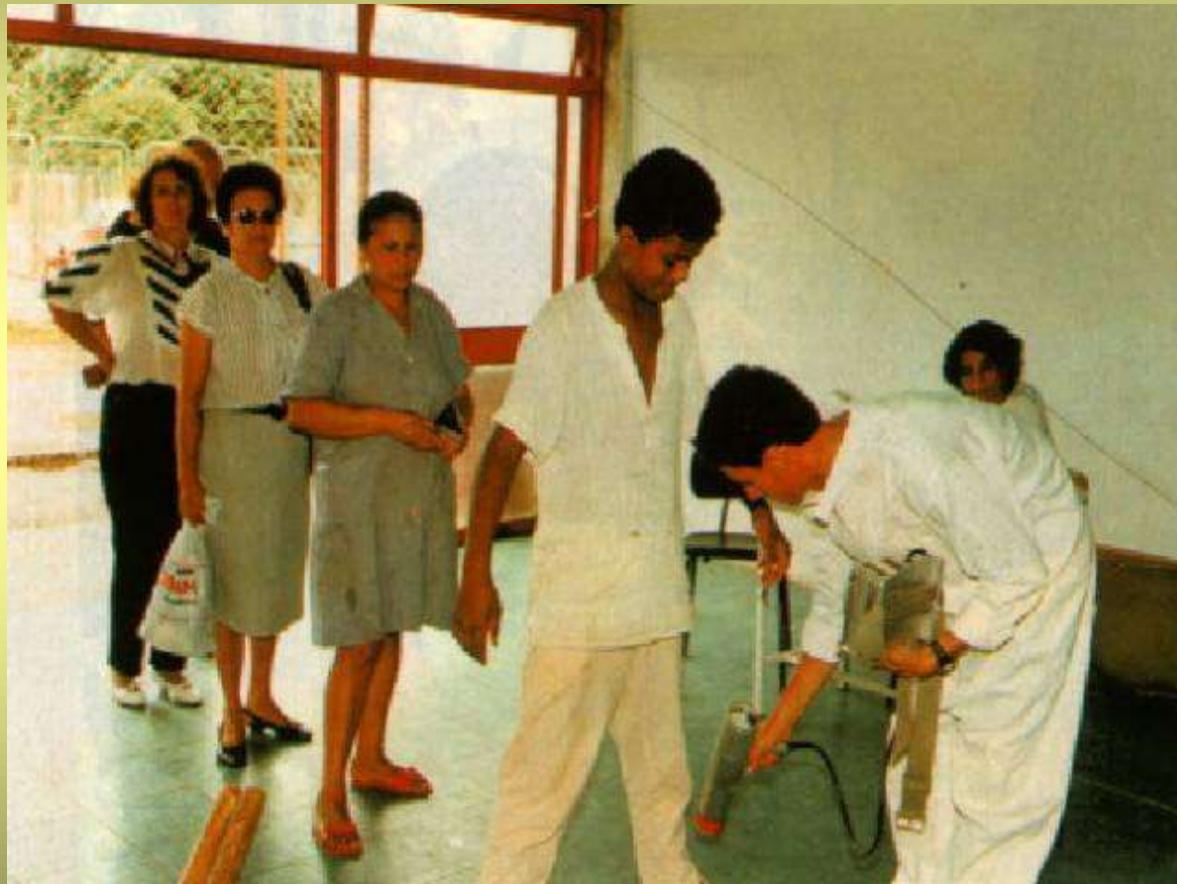


**Area of contamination: 4 000 000 m<sup>2</sup>**  
**249 contaminated (<sup>137</sup>Cs) persons,**  
**129 with internal contamination, 4 deaths**

# Radiological survey

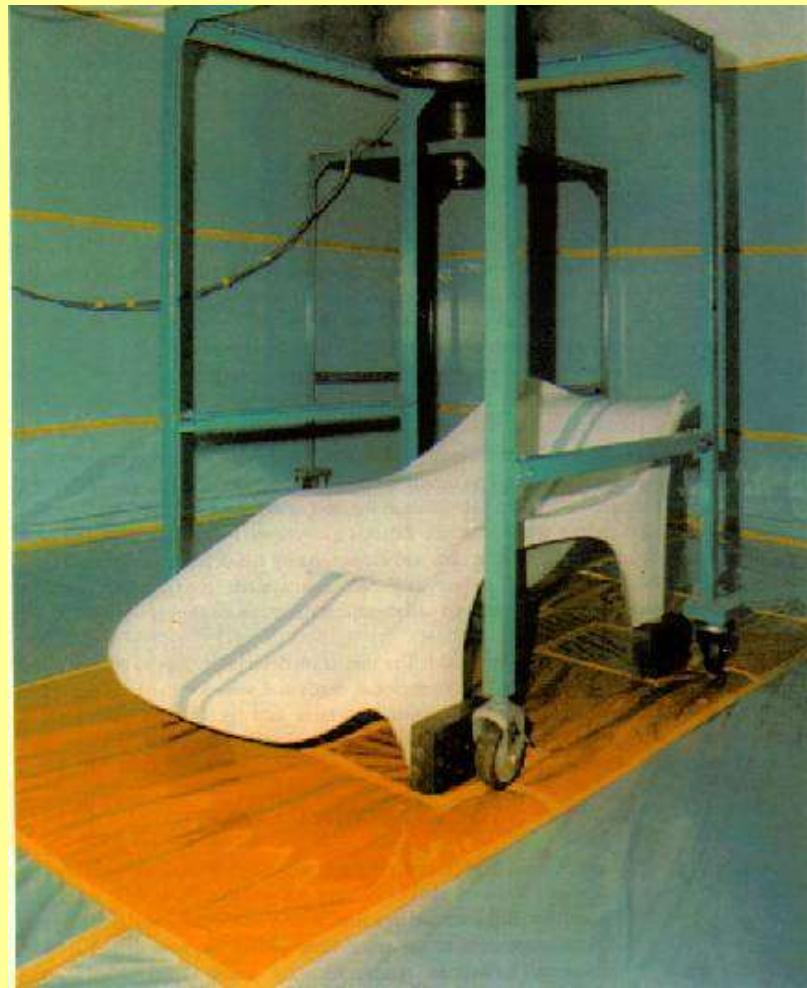


# Radiological triage

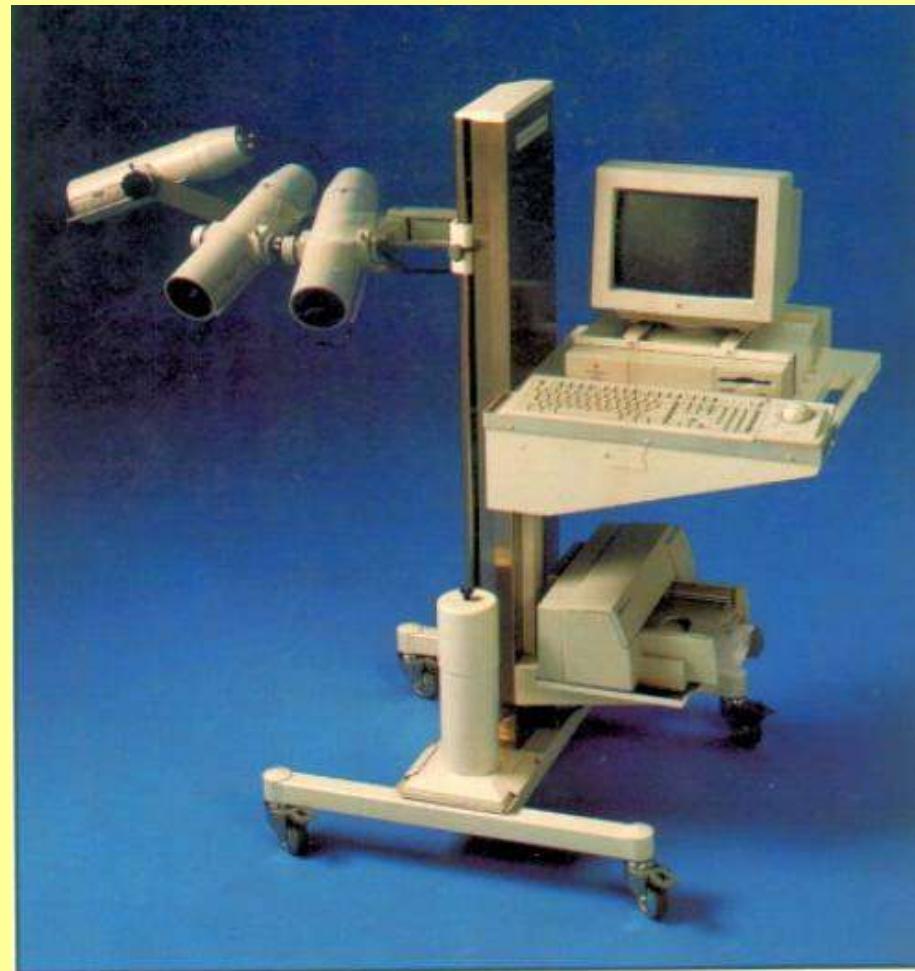


112 000 persons monitored in Goiania at olympic stadium

# **Internal contamination measurement : direct methods**



**Whole body counters**



**Thyroid uptake system**



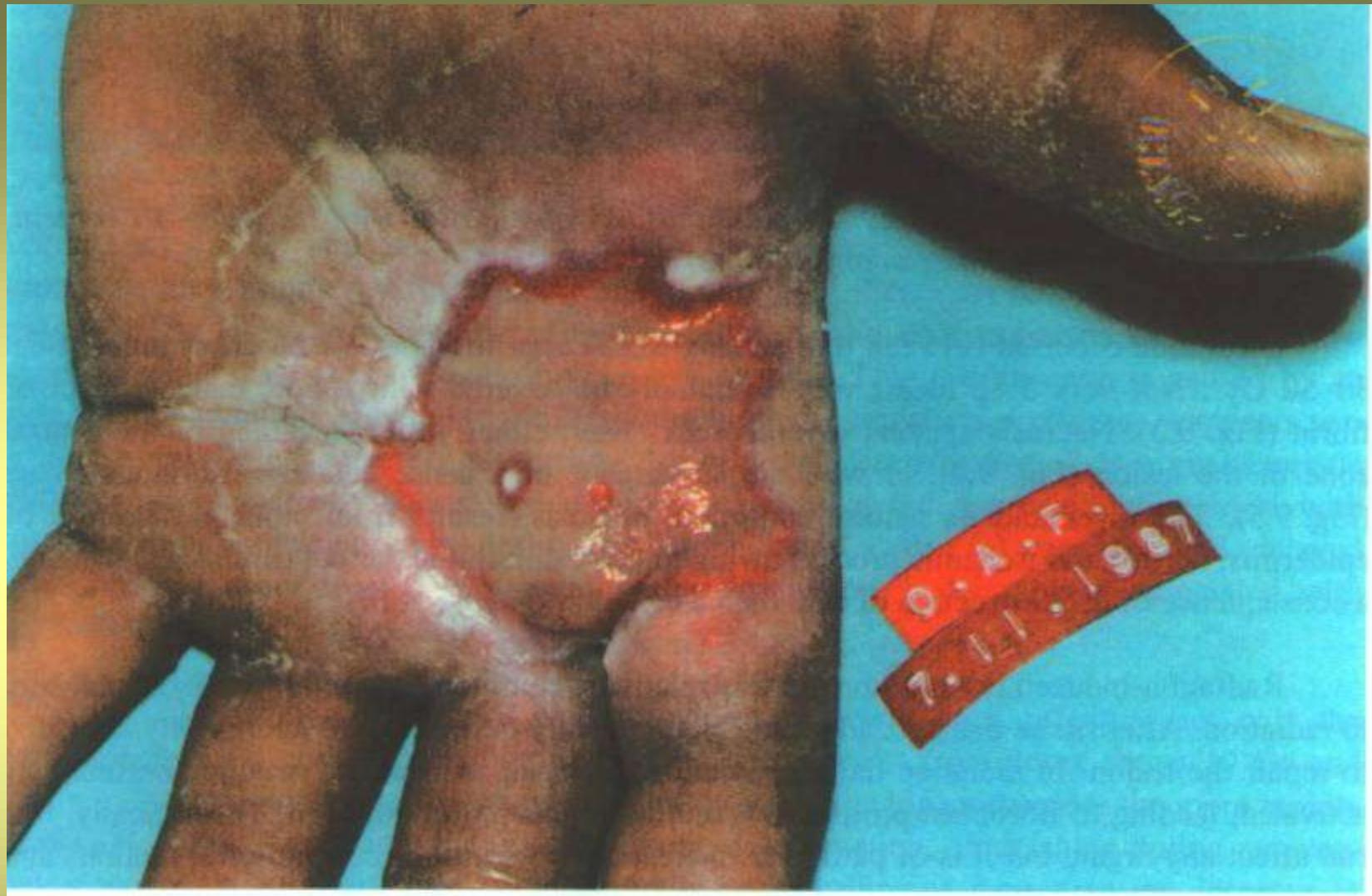


FIG. 9.3. 3–30 days after exposure. The skin was excised. A raw reddish surface is covered with a delicate layer of fibrinous exudate. Note the centripetal character of the healing process and the attempt of re-epithelialization.

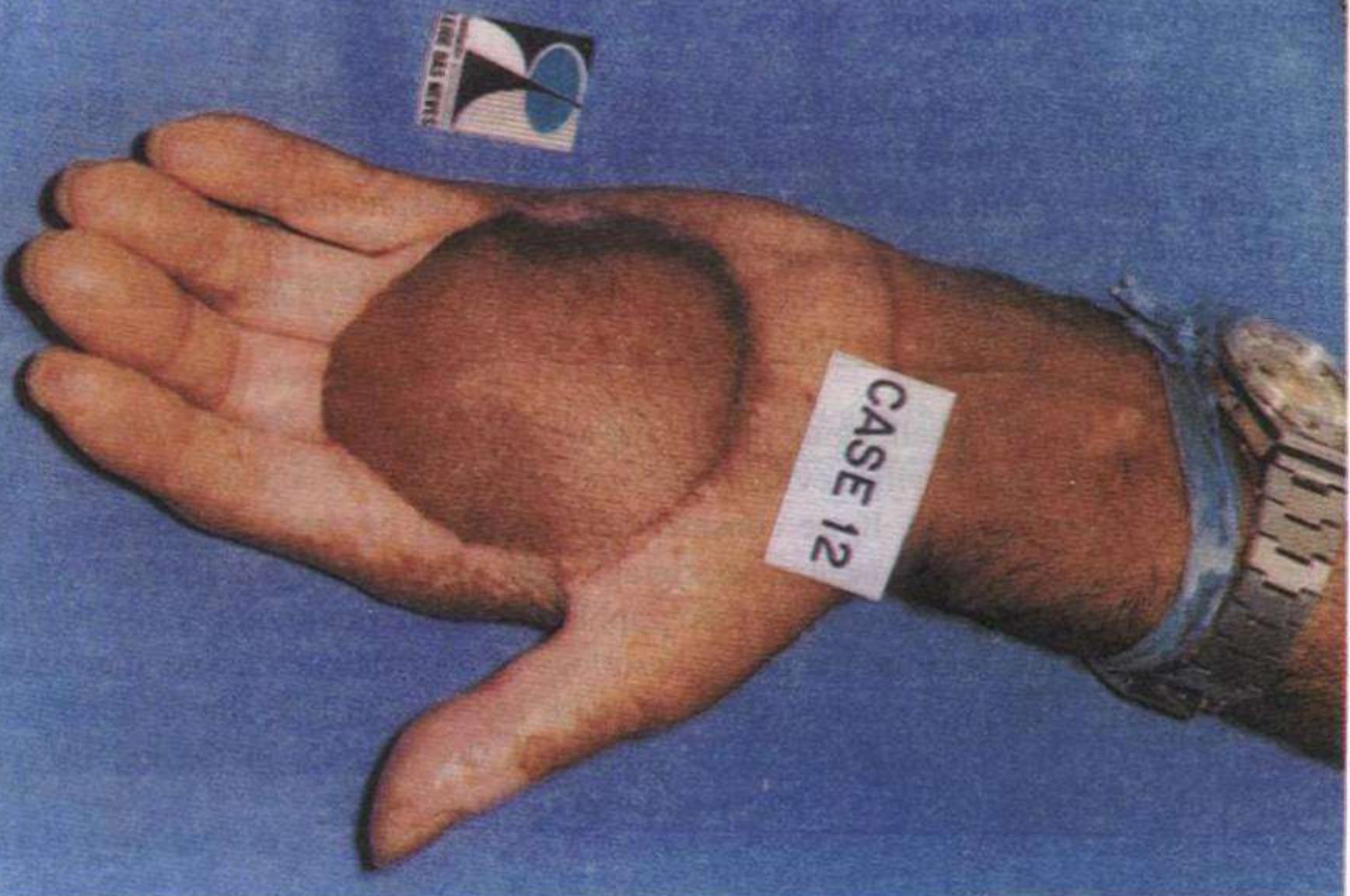


FIG. 9.9. The entire injury was excised and bed of ulcer covered with a full-thickness flap. Palm of hand shows a bulky appearance.

# Medical aspects

**250 persons exposed**



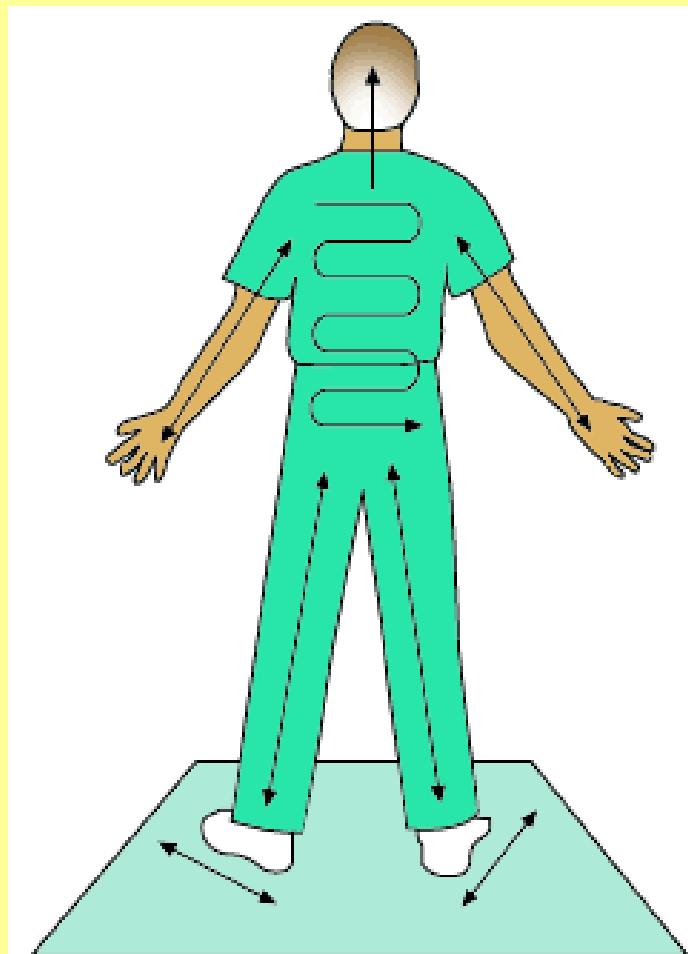
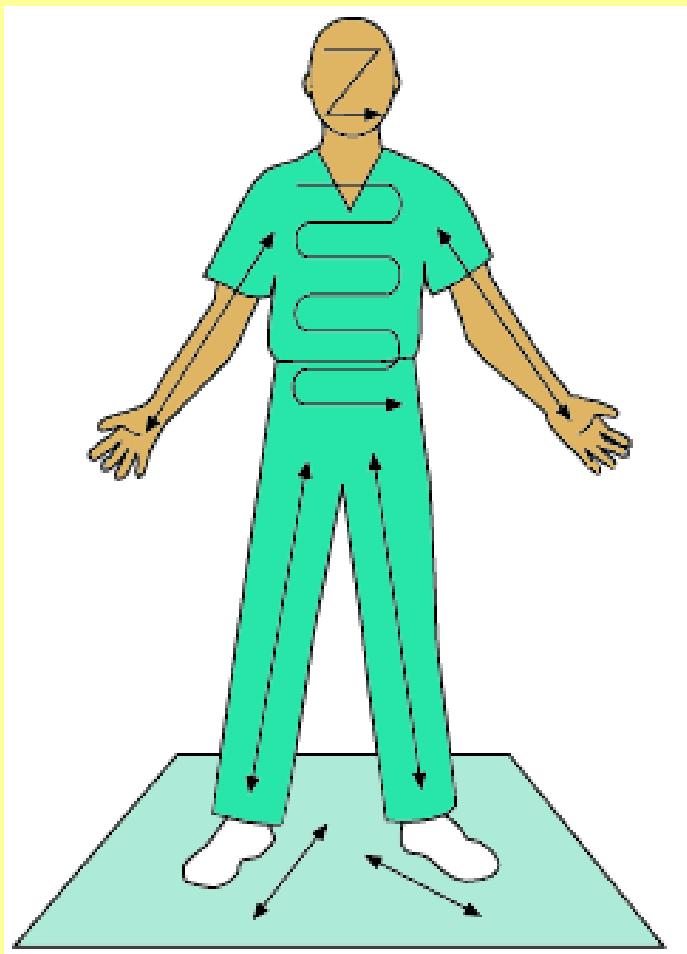
**50 persons WB exposure or local radiation injury**

**14 bone marrow depression**

**28 local radiation injury**

**8 ARS**

**4 died**



## Are the victims contaminated?



Victims were contained in a group and injuries attended to. At first, no mention of contamination was evidently provided to the attendees (GM emergency workers).

# *Stage 2 – External Contamination Assessment (onsite triage area)*

TABLE 7.2—Skin contamination intervention levels (adapted from IAEA, 2005b).

Alpha {Bq cm <sup>-2</sup> (nCi cm <sup>-2</sup> ) [dpm cm <sup>-2</sup> ]}	Beta/Gamma {Bq cm <sup>-2</sup> (nCi cm <sup>-2</sup> ) [dpm cm <sup>-2</sup> ]}	Beta/Gamma [(low background area) <sup>a</sup> μSv h <sup>-1</sup> (μrem h <sup>-1</sup> )]	Actions
<10 (<0.27) [<600]	<100 (<2.7) [<6,000]	Not detectable	<i>None</i> • allow release
>10 (>0.27) [>600]	>100 (>2.7) [6,000]	Not detectable	<i>Intervention optional</i> • decontaminate or advise to shower and wash clothing • no significant health risk • slow release
>100 (>2.7) [>6,000]	>1,000 (>27) [>60,000]	0.2 – 0.3 (20 – 30)	<i>Intervention advisable</i> • prevent inadvertent ingestion and inhalation, limit spread of contamination and decontaminate
>1,000 (>27) [>60,000]	>10,000 (>270) [>600,000]	2 – 3 (200 – 300)	<i>Intervention required</i> • prevent inadvertent ingestion and inhalation, limit spread of contamination and decontaminate

<sup>a</sup>Ambient dose equivalent rate measured at 10 cm from skin surface.

# Decontamination Procedures

1. Remove patient's clothing.
2. Wash patient with soap and water.



95%+ Effective



Delta Deep - Waterfall - 200' drop



Although slightly cool weather, it was an effective rinse.

# Mechanical: Clothing Removal



# Solution for skin decontamination

- Common soap or detergent solution  
for skin and hair; low acidity (pH ~5) recommended
- Chelating agents:
  - solution of EDTA 10% for skin or hair contamination with transuranium, rare earth and transition metals
  - DTPA 1% in aqueous acid solution (pH ~4) for washing skin after contamination with transuranics, lanthanides or metals (cobalt, iron, zinc, manganese)
- Potassium permanganate  
5% aqueous solution should be used carefully
- Hydroxylamine or sodium hyposulfite  
5% freshly prepared aqueous solutions

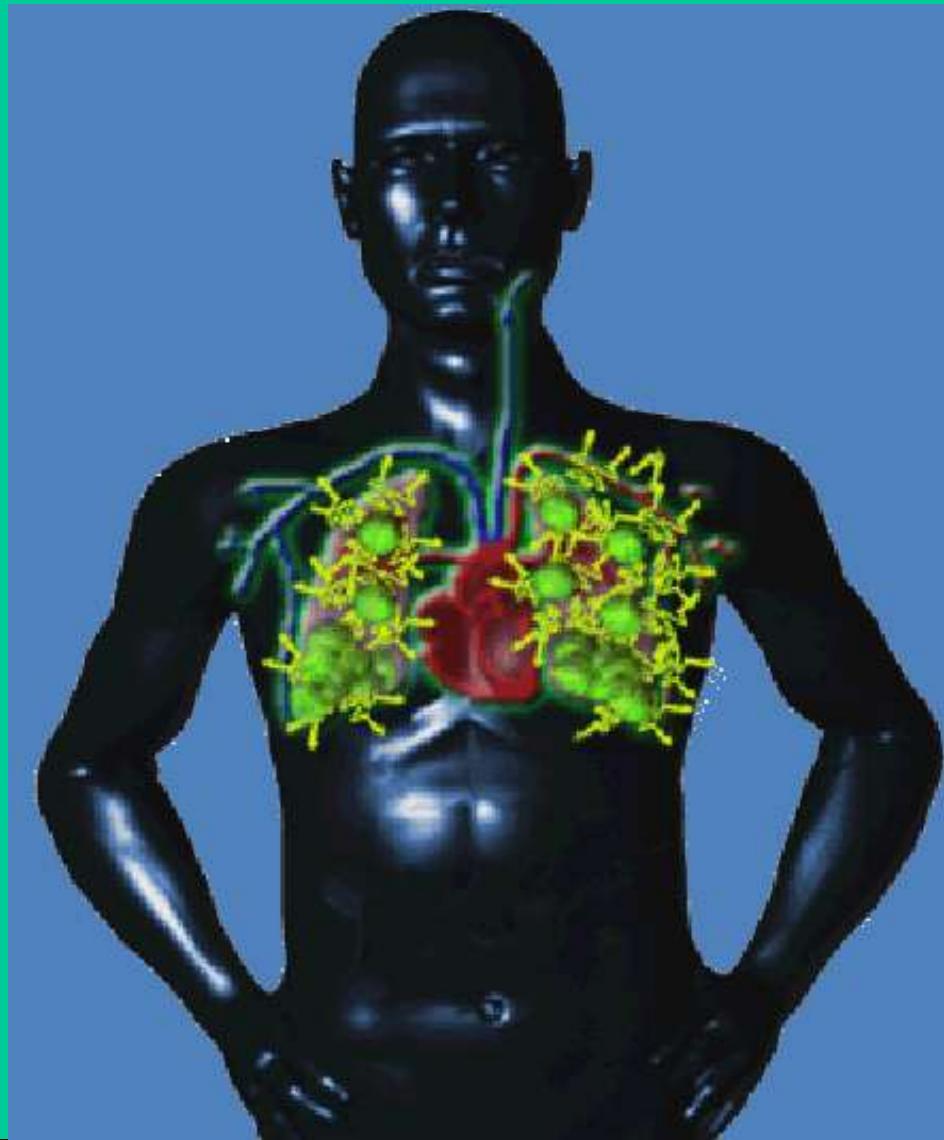
Reducing agents apply after KMnO<sub>4</sub> or Lugol,  
then wash with water

# TIDE/CORNMEAL 50:50

## (Italian TP 50)



# CONTAMINAZIONE INTERNA



# Uso intenzionale

Litvinenko



Litvinenko prima e dopo la  
radiocontaminazione con Polonio-210  
Novembre 2006

# Radiocontaminazione interna

## MISURA DIRETTA

### (radionuclidi X o gamma-emettitori)

Whole Body Counter (WBC)

Sedi distrettuali (tiroide, polmoni)

# Radiocontaminazione interna

MISURA INDIRETTA (modelli metabolici, curve di ritenzione e di escrezione)

**Muco nasale** (spettrometria gamma,  
scintillazione liquida per alfa- e beta-emettitori)

**Urine** (campioni di 24 ore: radionuclidi solubili)

**Feci** (raccolte nei 3-4 giorni successivi alla  
contaminazione: radionuclidi insolubili)

**Sangue**

# Radiocontaminazione interna

## MISURA INDIRETTA

(muco nasale, urine, feci, sangue)

- Spettrometria gamma
- Radionuclidi alfa- e beta-emettitori:
  - metodiche radiochimiche di isolamento (coprecipitazione, distillazione, resine a scambio ionico)
  - tecniche di conteggio a basso fondo (scintillatori a ZnS attivati all'Ag, rivelatori allo stato solido, scintillazione liquida)

# Istituto di Radioprotezione dell'ENEA

Disponibilità operativa per lo screening della contaminazione radioattiva interna (Whole Body Counter, misure dirette distrettuali; bioassay: muco nasale, urine), anche attraverso la predisposizione di interventi mobili sul Territorio per il triage in eventi su vasta scala.

In particolare, monitoraggio di primo intervento (screening) della contaminazione interna al fine di valutare in tempi brevi il livello individuale di rischio (livello di dose) su tutte le persone potenzialmente coinvolte.

# **PROPOSTA ENEA ISTITUTO DI RADIOPROTEZIONE PER L'ATTUAZIONE DI UNO SCREENING DI MASSA DELLA CONTAMINAZIONE INTERNA IN CASO DI di EMERGENZA RADIOLOGICA**

**(BOZZA 18/12/2008)**

L'ENEA, attraverso l'Istituto di Radioprotezione (ENEA ION IRP), si propone di fornire assistenza nel monitoraggio della contaminazione interna da radionuclidi (misura e prima valutazione di dose) in ogni emergenza di tipo radiologico in cui, a causa di rilascio deliberato o incidentale di materiale radioattivo nell'ambiente, si abbia il coinvolgimento, potenziale o effettivo, di un numero elevato di persone, popolazione inclusa.

L'obiettivo è quello di effettuare un monitoraggio di primo intervento (screening) della contaminazione interna al fine di valutare in tempi brevi il livello individuale di rischio (livello di dose) su tutte le persone potenzialmente coinvolte...(omissis).

# PROGETTO IBEN

## Dotazione UMCI:

- WBC mobile per misure al corpo intero o ad uno specifico organo;
- sistemi di misura rapida di campioni per la classificazione/verifica della contaminazione e della tipologia di contaminanti presenti;
- attrezzatura accessoria per l'installazione e l'utilizzo della strumentazione *in loco*;
- attrezzatura per la raccolta dei campioni biologici (muco nasale e urina);
- vettore per il trasporto della strumentazione.

# PROGETTO IBEN

Unità mobili di intervento per il monitoraggio in vivo della contaminazione interna (U.M.C.I.)



## ENEA IRP:

- **Saluggia**
- **Bologna**
- **Casaccia**
- **Trisaia**

# METODI DI MISURA: GAMMA EMETTITORI

## *IN VIVO COUNTER MOBILE*

Detector:  
NaI(Tl) 3" x 3"  
HPGe

Schermatura:  
del solo rivelatore

Geometria:  
WBC (sedia)  
organo (posizionamento opportuno)

Durata conteggio:  
60 s

MDA<sub>WB</sub>:  
 $^{137}\text{Cs} = 5000 \text{ Bq}$   
 $^{60}\text{Co} = 5000 \text{ Bq}$

MDA<sub>Th</sub>:  
 $^{131}\text{I} = 500 \text{ Bq}$

Incertezza del dato di misura < 40%



# PROGETTO IBEN

Rete Laboratori misure RTX



Partecipanti:

ENEA IRP:

- **Saluggia**
- **Casaccia**
- **Trisaia**

... adesione aperta

# PROPOSTA ENEA - ISTITUTO DI RADIOPROTEZIONE

- Organizzazione e coordinamento Rete Laboratori Specializzati
- Collaborazione nella definizione dei protocolli per
  - Intervento in campo
  - Gestione campioni e dati di misura
  - Valutazioni dosimetriche rapide (data sheet radionuclidi)
- Istituzione di 3 unità operative di intervento per
  - Effettuazione in loco misure in vivo (e loro stima dosimetrica)
  - pianificazione campionamenti (se richiesto)

● Il tutto in più occasioni offerto (a completo onere ENEA) alle Istituzioni preposte alla gestione delle emergenze.

# ALI (Annual Limit on Intake)

Limite derivato per la quantità di un dato radionuclide che può essere introdotta nell'organismo per inalazione o ingestione in un anno (Bq/anno)

# Radiation Accidents can Pose Toxicology Problems

- The Dose makes the Poison
- Acute (Threshold Effects)
- Long-Term Toxicity
- ALI / MPBB

< 1 ALI - No Treatment Necessary<sup>1</sup>

1 - 10 ALI - Consider Short-Term Tx

> 10 ALI - Treatment

<sup>1</sup>Radiation Protection Dosimetry, Vol 41, No 1, 1992, p. 25

# Prussian blue administration in Goiania $^{137}\text{Cs}$ Accident

- 46 persons received prussian blue
- Dosage related to internal body burden
  - Initial 3 g/day then
    - 3-6 g/day in adults exceeding  $5 \times \text{ALI}$
    - For children initial dose 1-1.5 g/day then
      - 3 g/day for those exceeding  $5 \times \text{ALI}$
    - Five adults with very high burdens received 10 g/day

# "Medical Management of Radionuclide Internal Contamination

*AAPM/ACMP Medical Response to Radiation Accidents Workshop*

*Virginia Beach, Va., May 4, 2009*

**Albert L. Wiley ,BNE, MD, PhD, USNR (RET)**

Director/Senior Staff Physician

Radiation Emergency Assistance Center/Training Site

(REAC/TS) and WHO Collaborating Center

Oak Ridge, TN.

V. Pres. Radiation Emergency Medicine, Oak Ridge  
Associated Universities

albert.wiley @ orise.orau

# When to Treat?

ALI (annual limit of intake) is that CEDE necessary to give 5 rem = 0.05 Sv

For intake < 1 ALI, no treatment

For  $1 < \text{intake} < 5$  ALI, probably no treatment,  
with physician discretion

For  $5 < \text{intake} < 10$  ALI, consider treatment

For intake  $> 10$  ALI, treat with patient consent

# Committed effective dose, $E(t)$

A person irradiated by gamma radiation outside the body will receive a dose only during the period of irradiation. However, following an intake by ingestion or inhalation, some radionuclides persist in the body and irradiate the various tissues for many years. The total radiation dose in such cases depends on the half-life of the radionuclide, its distribution in the body, and the rate at which it is expelled from the body. Detailed mathematical models allow the dose to be calculated for each year following intake. The resulting **total effective dose delivered over a lifetime (70 years for infants, 50 y for adults) is called the committed effective dose**. The name arises from the fact that once a radionuclide has been taken up into the body, the person is "committed" to receiving the dose. The ICRP has published values for committed doses following intake of 1Bq of radionuclide via ingestion and inhalation. These are known as the **effective dose coefficients  $e(50)$**  and have been calculated for intake by members of the public at six standard ages, and for intake by adult workers.

*Retrieved from "[http://www.nucleonica.net/wiki/index.php/Committed\\_effective\\_dose,\\_E](http://www.nucleonica.net/wiki/index.php/Committed_effective_dose,_E)"*

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 203 del 31 agosto 2000 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b  
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

# GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Giovedì, 31 agosto 2000

SI PUBBLICA TUTTI  
I GIORNI NON FESTIVIDIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENALA 70 - 00100 ROMA  
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 85081

N. 140/L

DECRETO LEGISLATIVO 26 maggio 2000, n. 241.

**Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.**

## TABELLA IV.1

Coefficients di dose efficace impegnata per unità di introduzione per inhalazione e per ingestione per i lavoratori (Sv-Bq<sup>-1</sup>)

Nuclide	Tempo di dimezzamento	Inhalazione			Ingestione	
		Tipo assorb. <sup>1)</sup>	f <sub>i</sub>	b(g) <sub>t<sub>1/2</sub></sub>	b(g) <sub>t<sub>1/2</sub></sub>	f <sub>i</sub>
Idrogeno						
Acqua tritata	12,3 s			Vedi tabella IV.2 per le dosi di inhalazione		
OBT <sup>2)</sup>	12,3 s			Vedi tabella IV.2 per le dosi di inhalazione		
Berillio						
Be-7	53,3 d	M	0,005	4,8 10 <sup>-11</sup>	4,3 10 <sup>-11</sup>	0,005
		S	0,005	5,2 10 <sup>-11</sup>	4,6 10 <sup>-11</sup>	
Be-10	1,60 10 <sup>5</sup> a	M	0,005	9,1 10 <sup>-9</sup>	6,7 10 <sup>-9</sup>	0,005
		S	0,005	3,2 10 <sup>-9</sup>	1,9 10 <sup>-9</sup>	
Carbonio						
C-11	0,340 h			Vedi tabella IV.2 per le dosi di inhalazione		
C-14	5,73 10 <sup>3</sup> a			Vedi tabella IV.2 per le dosi di inhalazione		
Fluoro						
F-18	1,83 h	F	1,000	3,0 10 <sup>-11</sup>	5,4 10 <sup>-11</sup>	1,000
		M	1,000	5,7 10 <sup>-11</sup>	8,9 10 <sup>-11</sup>	
		S	1,000	6,0 10 <sup>-11</sup>	9,3 10 <sup>-11</sup>	
Sodio						
Na-22	2,60 s	F	1,000	1,3 10 <sup>-9</sup>	2,0 10 <sup>-9</sup>	1,000
Na-24	15,0 h	F	1,000	2,9 10 <sup>-10</sup>	5,3 10 <sup>-10</sup>	1,000
Magnesio						
Mg-28	20,9 h	F	0,500	6,4 10 <sup>-10</sup>	1,1 10 <sup>-9</sup>	0,500
		M	0,500	1,2 10 <sup>-9</sup>	1,7 10 <sup>-9</sup>	
Alluminio						
Al-26	7,16 10 <sup>3</sup> a	F	0,010	1,1 10 <sup>-8</sup>	1,4 10 <sup>-8</sup>	0,010
		M	0,010	1,8 10 <sup>-8</sup>	1,2 10 <sup>-8</sup>	
Silicio						
Si-31	2,62 h	F	0,010	2,9 10 <sup>-11</sup>	5,1 10 <sup>-11</sup>	0,010
		M	0,010	7,5 10 <sup>-11</sup>	1,1 10 <sup>-10</sup>	
		S	0,010	8,0 10 <sup>-11</sup>	1,1 10 <sup>-10</sup>	
Si-32	4,50 10 <sup>2</sup> a	F	0,010	3,2 10 <sup>-9</sup>	3,7 10 <sup>-9</sup>	0,010
		M	0,010	1,5 10 <sup>-9</sup>	9,6 10 <sup>-9</sup>	
		S	0,010	1,1 10 <sup>-9</sup>	5,5 10 <sup>-9</sup>	
Fosforo						
P-32	14,3 d	F	0,800	8,0 10 <sup>-10</sup>	1,1 10 <sup>-9</sup>	0,800
		M	0,800	3,2 10 <sup>-9</sup>	2,9 10 <sup>-9</sup>	
P-33	25,4 d	F	0,800	9,6 10 <sup>-11</sup>	1,4 10 <sup>-10</sup>	0,800
		M	0,800	1,4 10 <sup>-9</sup>	1,3 10 <sup>-9</sup>	
Zolfo						
S-35	87,4 d	F	0,800	5,3 10 <sup>-11</sup>	8,0 10 <sup>-10</sup>	0,800
(inorganico)		M	0,800	1,3 10 <sup>-9</sup>	1,1 10 <sup>-9</sup>	0,100
S-35 (organico)	87,4 d			Vedi tabella IV.2 per le dosi di inhalazione		1,000
Cloro						7,7 10 <sup>-10</sup>
Cl-36	3,01 10 <sup>3</sup> a	F	1,000	3,4 10 <sup>-10</sup>	4,9 10 <sup>-10</sup>	1,000
		M	1,000	6,9 10 <sup>-9</sup>	5,1 10 <sup>-9</sup>	
Cl-38	0,620 h	F	1,000	2,7 10 <sup>-11</sup>	4,6 10 <sup>-11</sup>	1,000
		M	1,000	4,7 10 <sup>-11</sup>	7,3 10 <sup>-11</sup>	

<sup>1)</sup> Il tipo F denota un'eliminazione rapida dai polmoni.

Il tipo M denota un'eliminazione moderata dai polmoni.

Il tipo S denota un'eliminazione lenta dai polmoni.

<sup>2)</sup> OBT — Tritio legato organicamente.

# D.Lgs. 26 maggio 2000, n. 241

## TABELLA IV.3

Coefficienti di dose efficace impegnata per unità di introduzione per inalazione per individui della popolazione ( $\text{Sv/Bq}^{-1}$ ) (suddivisione per età).

## TABELLA IV.4

Coefficienti di dose efficace impegnata per unità di introduzione per ingestione per individui della popolazione ( $\text{Sv/Bq}^{-1}$ ) (suddivisione per età).

# Proposta Istituto di Radioprotezione ENEA

[ Proposta: i livelli di riferimento saranno definiti in funzione dei seguenti valori di **dose efficace impegnata (E)**: 20 mSv, 200 mSv

Il monitoraggio avrà come obiettivo quello di identificare i soggetti per i quali la dose interna è tale da:

>ritenersi non rilevante dal punto di vista sanitario

( $E < 20 \text{ mSv}$ )

- >comportare l'effettuazione di valutazioni più accurate

( $20 \text{ mSv} < E < 200 \text{ mSv}$ )

>rendere necessario un intervento ( $E > 200 \text{ mSv}$ ).

# Project TIARA

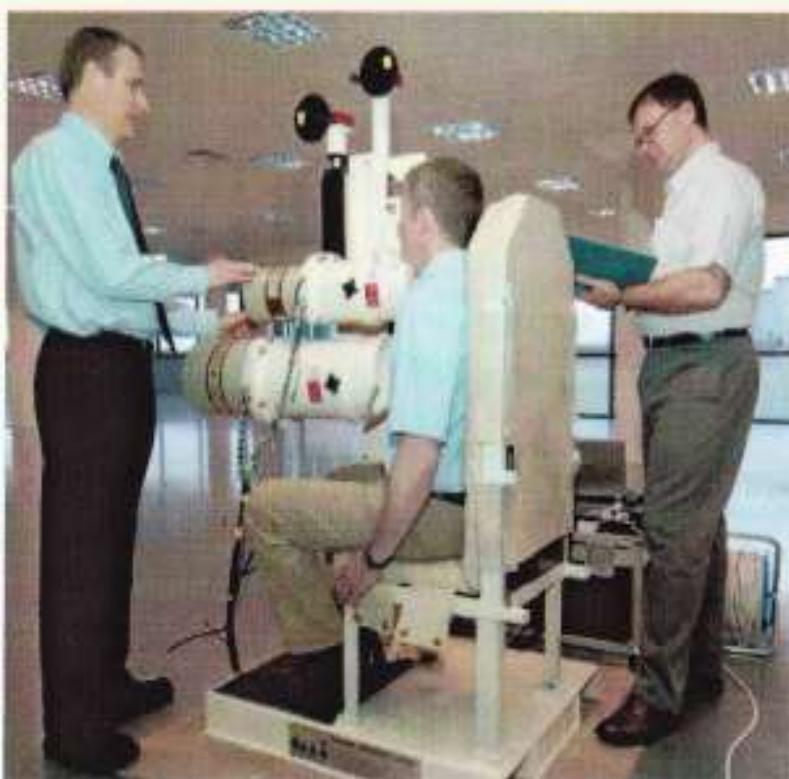


Funded by the Commission of European Communities as part of the programme on preparatory action in the field of Security Research, Contract PASR-SA-014100, Project TIARA

**(Treatment Initiatives After Radiological Accidents)**

**(2007)**

# Dose Assessment of Inhaled Radionuclides in Emergency Situations



Funded by the Commission of the European Communities as part of the programme on preparatory action in the field of Security Research, Contract PASR-SEC4-SA-014100, Project TIARA (Treatment Initiatives After Radiological Accidents).



# TIARA Radionuclide graphs(1)

Americium-241 - Whole body measurement  
- Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

Caesium-137 -Whole body measurement  
- Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

Cobalt-60 - Whole body measurement  
- Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

Iodine-131 - Thyroid measurement  
- Daily urinary excretion

Iridium-192 - Whole body measurement  
- Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

# TIARA Radionuclide graphs(2)

Molybdenum-99/Technetium-99m

- Whole body measurement
- Daily urinary excretion
- Daily faecal excretion

Plutonium-238 - Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

Plutonium-239 - Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

Polonium-210 - Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

Radium-226 - Whole body measurement  
- Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

Selenium-75 - Whole body measurement  
- Daily urinary excretion  
- Daily faecal excretion

# TIARA Radionuclide graphs(3)

r Strontium-89 - Whole body measurement

- Daily urinary excretion
- Daily faecal excretion

r Strontium-90/Yttrium-90

- Whole body measurement
- Daily urinary excretion
- Daily faecal excretion

r Uranium-Depleted

- Whole body measurement
- Daily urinary excretion
- Daily faecal excretion

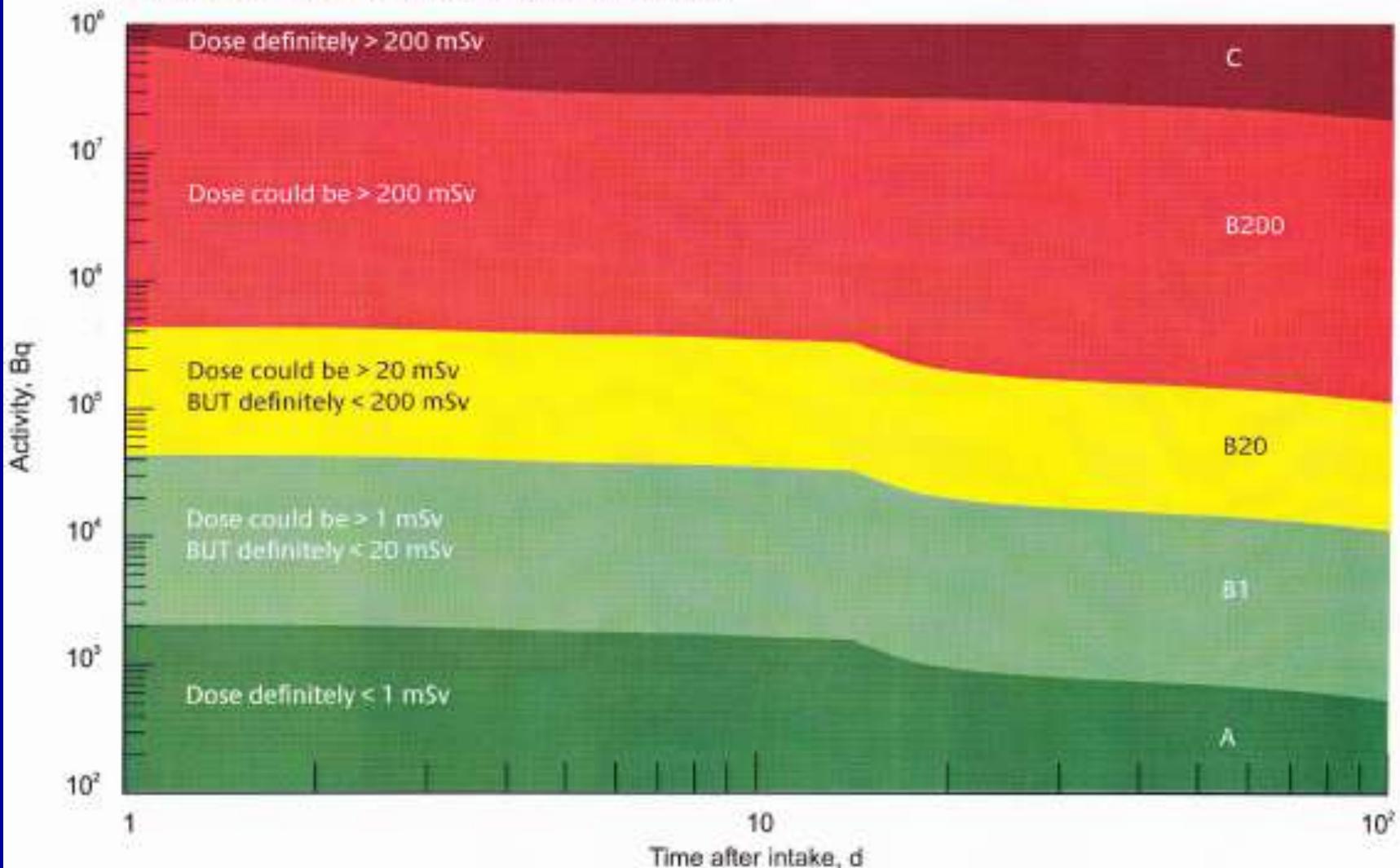
r Uranium-natural

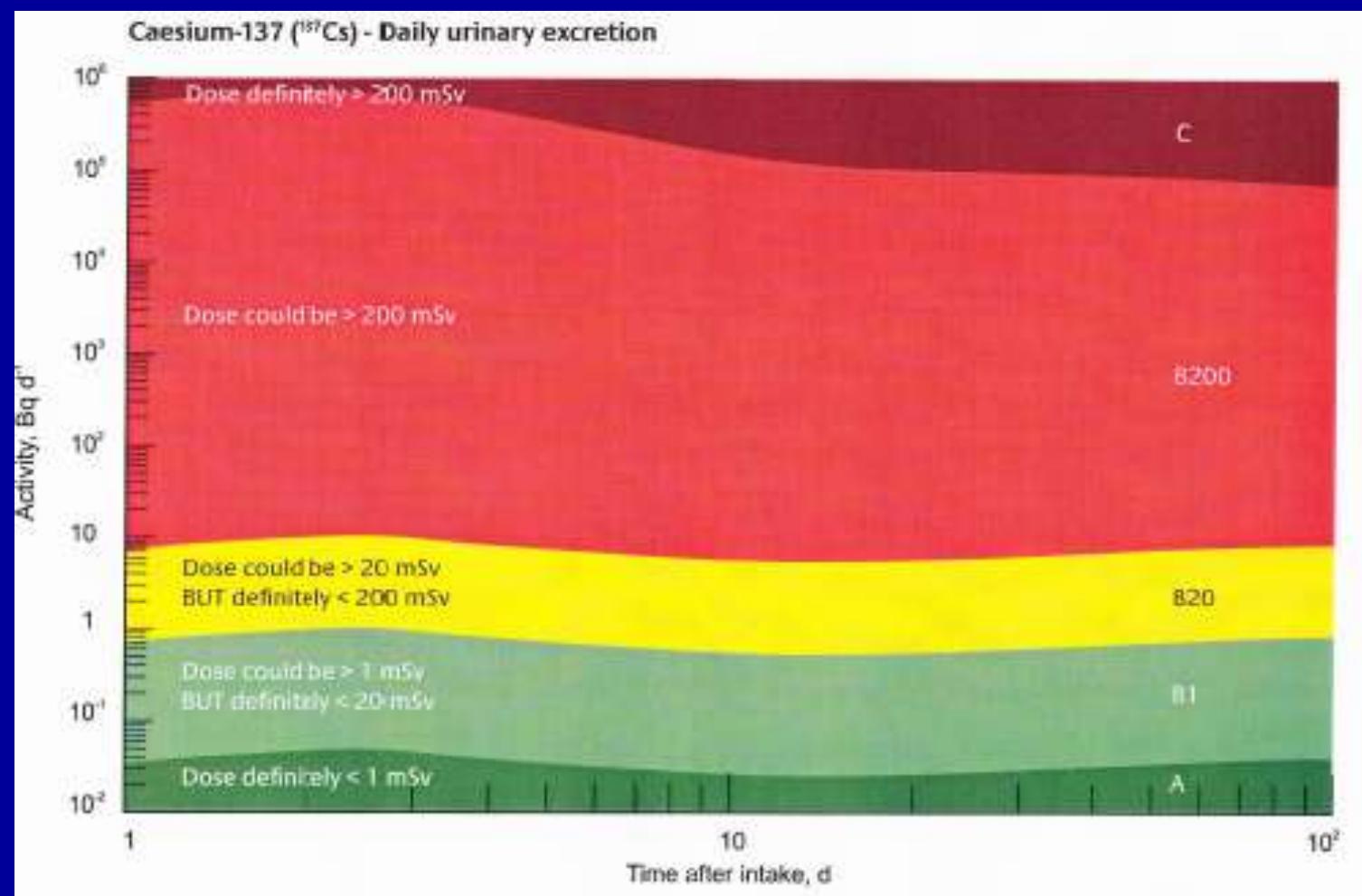
- Whole body measurement
- Daily urinary excretion
- Daily faecal excretion

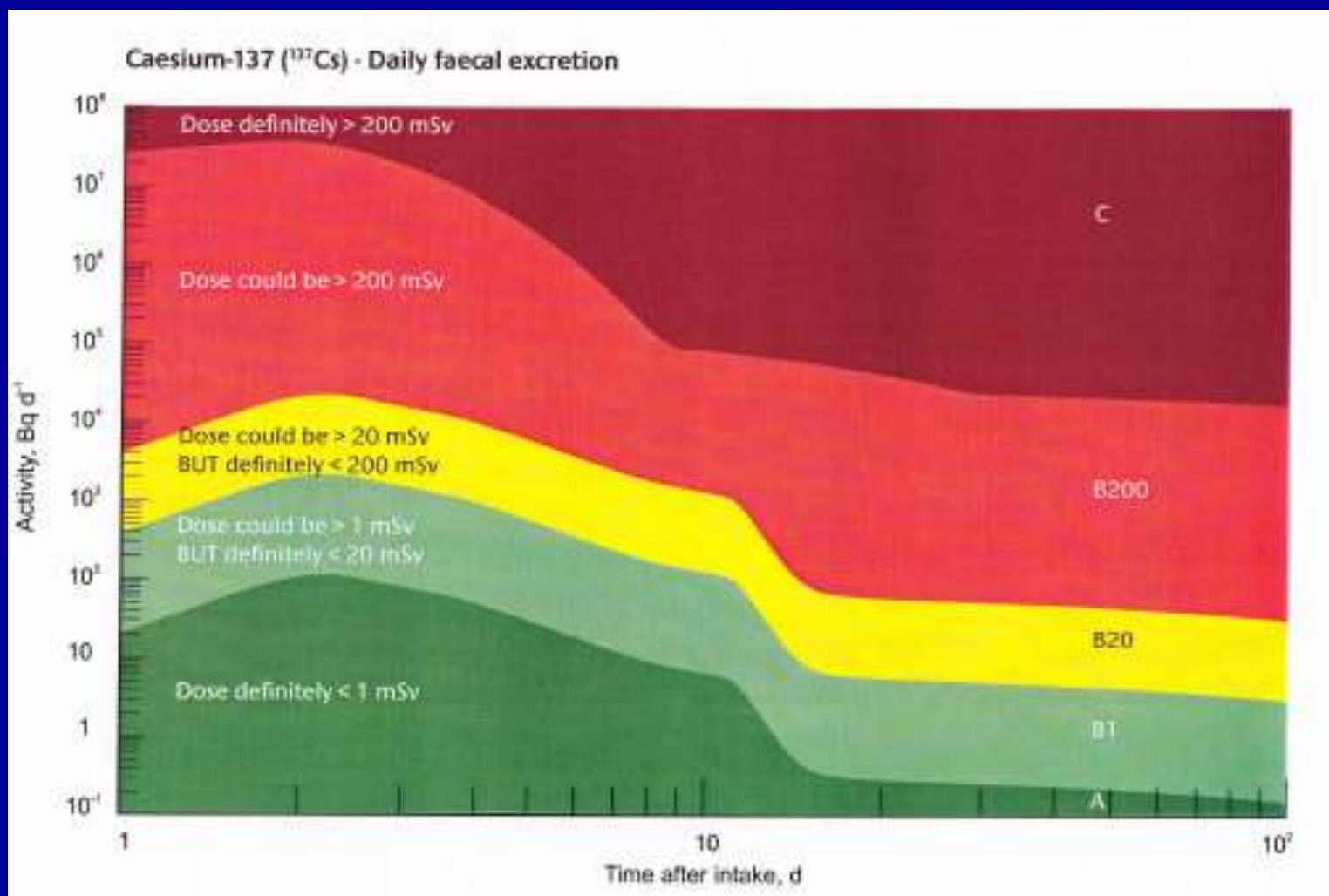
R Ytterbium-169- Whole body measurement

- Daily urinary excretion
- Daily faecal excretion

### Caesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) - Whole body measurement







## TIARA PROPOSED ACTION LEVELS

It has been suggested by medical officers within Europe and the USA that when the assessed **committed effective dose** for adults is:

>below 1 mSv (Reference point A) (dark green area)

- Appropriate for public reassurance that doses pose a minimum risk to health.

>between 1 and 20 mSv (Reference point B1) (light green area)

-More accurate dose assessment is required. Treatment should not be considered.

>between 20 and 200 mSv (Reference point B20) (yellow area)

-More accurate dose assessment is required. Treatment is subject to medical judgement. Although clinical effects are unlikely to occur, the potential efficacy of initial short-term treatment should be considered.

>anything above 200 mSv

(Reference points B200 {red area} and C (dark red area)

- Treatment should be considered. However, psychological factors and the potential efficacy of extended or protracted treatment should be considered.

NCRP Report No. 161, *Management of Persons Contaminated With Radionuclides*. (NCRP Report No. 161, Bethesda, MD, 2009)

"Clinical Decision Guide"  
(CDG)

# **Clinical Decision Guide (CDG):**

## **(Concept and Use)**

The CDG provides an important measure that physicians should use when considering the need for medical treatment of individuals having an internal radionuclide deposition.

If threshold for CDG has been exceeded, physician should consider decontamination.

# **Clinical Decision Guide(CDG)**

## **(Concept and Use)**

**CDG:**

- maximum once in a lifetime intake of radionuclide that represents stochastic risk in the range of risks associated with guidance on dose limits for emergency situation.
- Does not cause deterministic effects.
- 250 mSv effective dose in adult.
- 50 mSv effective dose in child.
- Fact sheets provided for each radionuclide.

### Radionuclide

- Co-60
- Sr-90
- I-131
- Cs-137
- Ir-192
- Ra-226
- U-235, 238
- Pu-238, 239
- Am-241

### GM Rapid Screen

- Yes
- No
- Yes
- Yes
- Yes
- No
- No
- No
- No

# GM Method for Rapid Screening

Tables for reference male, reference female, and 10 y old child.

Distances of 6 and 30 cm from sternum and spine.

Times: 1 to 72 h post intake.

Radionuclides: Co-60, Cs-137, Ir-192.

Any **radioiodine** in thyroid, treat per FDA recommendations.

## **GM Method for Rapid Screening**

(Net cpm corresponding to 1 Ci Cs-137 @ 8 cm 1 h after intake)

<u>Radionuclide</u>	<u>AP</u>	<u>PA</u>
<b>Male</b>		
Co-60 (M)	12,900	9200
Cs-137 (F)	6300	3800
Ir-192 (M)	14,400	9500
<b>Female</b>		
Co-60 (M)	15,400	9700
Cs-137 (F)	10,000	5100
Ir-192 (M)	17,800	10,200
<b>Child</b>		
Co-60 (M)	2500	1800
Cs-137 (F)	2300	1200
Ir-192 (M)	2900	1700

## CDG for Some Radionuclides

Radionuclide		MBq	µCi
Co-60	(M)*	35	950
Sr-90	(F)	8.3	230
I-131	(V)	0.26	0.9
Cs-137	(F)	58	1600
Ir-192	(M)	59	1600
Ra-226	(M)	0.11	3.1
U-235	(M)	0.12	3.2
U- 238	(M)	0.12	3.2
Pu-238	(M)	0.008	0.22
Pu-239	(M)	0.0076	0.2
Am-241	(M)	0.0093	0.25

\*Inhalation type

<u>Isotope</u>	<u>Contamination</u>	<u>Population</u>	<u>Clinical Decision</u>
<u>Guide</u>	<u>route</u>		
<u>values</u>			
<b>Cs-137</b>	inhalation	adults	1600 $\mu$ Ci
<b>Cs-137</b>	inhalation	$\leq$ 18 y.o and pregnant females	320 $\mu$ Ci
<b>Cs-137</b>	ingestion	adults	760 $\mu$ Ci
<b>Cs-137</b>	ingestion	$\leq$ 18 y.o and pregnant females	152 $\mu$ Ci
<b>I-131</b> (inhalation or ingestion)		adults $\geq$ 40 y.o.	350 $\mu$ Ci
		adults >18 and <40 y.o.	6.9 $\mu$ Ci
		pregnant or nursing women	3.5 $\mu$ Ci
		children >12 and $\leq$ 18 y.o.	2.2 $\mu$ Ci
		children >7 and $\leq$ 12 y.o.	1.4 $\mu$ Ci
		children >3 and $\leq$ 7 y.o.	0.7 $\mu$ Ci
		children $\leq$ 3 y.o.	0.4 $\mu$ Ci

A dosi più elevate di 100 mSv, vi è una probabilità considerevole di effetti deterministici ed un rischio significativo di cancro.

Per queste ragioni, l'ICRP ritiene che il valore massimo per un livello di riferimento sia 100 mSv per esposizioni acute o durante un anno.

Le esposizioni sopra 100 mSv, acute o ricevute durante un anno, sarebbero giustificate soltanto in circostanze estreme, o perché l'esposizione è inevitabile o in situazioni eccezionali come il salvataggio di una vita o la prevenzione di un disastro grave.

Nessun altro beneficio individuale o sociale compenserebbe esposizioni così alte.

(ICRP 103,  
2007)

“ In generale un livello di riferimento dell’ordine di grandezza utilizzato nelle situazioni di esposizione di emergenza (20 – 100 mSv/anno) non è applicabile come un obiettivo a lungo termine: bisogna identificare un

**set di nuovi livelli di riferimento tipicamente**

**compresi nell’intervallo tra 1 e 20 mSv/anno (ICRP).**

# **Contaminazione radioattiva interna**

## **Urgenza terapeutica**

# **Basic principles of treatment**

- reduce absorption and internal deposition
- enhance excretion of absorbed contaminants

# **Radiation Countermeasures for Treatment**

# Strategic National Stockpile



# **Potential Isotopes Used in RDDs**

**(Radiation Event Medical Management, REMM 04-2011)**

**Americium-241**

**Plutonium-23**

**Californium-252**

**Polonium-210**

**Cesium-137**

**Radium-226**

**Cobalt-60**

**Iridium-192**

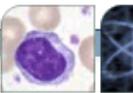
**Strontium-90 (Sr-90/Y-90)**

# Therapeutic Interventions

- Plutonium / Transuranics - DTPA
- Cesium - Insoluble Prussian Blue
- Uranium - Alkalization of Urine
- Radioiodine - Radiostable Iodine
- Tritium - Radiostable Water

**RADIATION EVENT MEDICAL MANAGEMENT**

Guidance on Diagnosis &amp; Treatment for Health Care Providers



SEARCH

**WHAT KIND OF EMERGENCY?**

- Radiological Dispersal Devices:  
Dirty Bomb, Other Dispersal Methods, Hidden Sealed Source
- Nuclear Explosions: Weapons, Improvised Nuclear Devices
- Nuclear Reactor Accidents
- Transportation Accidents
- Discovering an Event

**INITIAL EVENT ACTIVITIES**

- Onsite Activities
- Triage Guidelines
- Hospital Activities

**OTHER AUDIENCES**

- First Responders in the Field
- Mental Health Professionals
- Hospitals
- Public Information Officers
- Radiation Safety and Protection
- Preplanning
- Practices and Drills

**ABOUT THIS SITE**

- What Are the Goals of This Site?
- Who Produced This Site?
- Disclaimers
- List of Consultants
- Join the REMM ListServ
- Contact us: Provide Site Feedback
- Download REMM to Your Computer
- System Requirements (e.g., Allow Pop-ups)

**PATIENT MANAGEMENT****PATIENT MANAGEMENT**

- Choose Appropriate Algorithm:  
Evaluate for Contamination/Exposure
- Contamination
- Exposure (Acute Radiation Syndrome)
- Exposure + Contamination

**MANAGEMENT MODIFIERS**

- Radiation + Trauma
- Burn Triage and Treatment
- Mass Casualty
- Psychological Issues
- Specific Populations

**TOOLS & GUIDELINES**

- Dose Estimator for Exposure
- Template for Hospital Orders
- Use of Blood Products
- Follow-up Instructions
- Manage Long-Term Monitoring
- Management of the Deceased
- Develop a Hospital Medical Response Team
- Develop a State Response Plan
- Equip an Emergency Room for Decontamination

**REFERENCE/DATA CENTER**

- Dictionary
- Animations, Illustrations, Photos
- Emergency Contacts
- Abbreviations
- Understanding Radiation
- Sources of Radiological/Nuclear Information

**FEATURES**

- Polonium-210 Information: Properties, Treatment, and Fact Sheets
- NIH Radiation Countermeasures Strategic 6/2005 (NIH/NIAID)
- Medical Countermeasures Program Against Radiological and Nuclear Threats (NIH/NIAID)

**QUICK LINKS**

- New Users: Where Do I Start?**
- Isotopes of Interest
- Countermeasures
- Dose Estimator for Exposure
- Manage ARS Subsyndromes
- Hematopoietic Subsyndrome
- Time/Dose Effects in ARS
- Strategic National Stockpile
- Animations, Illustrations, Photos
- Dictionary
- Emergency Contacts
- Download This Site
- Print Algorithms & Tables

**OTHER WEB RESOURCES**

- |          |           |
|----------|-----------|
| ■ AFRRRI | ■ HHS     |
| ■ AHRQ   | ■ IAEA    |
| ■ CDC    | ■ NCRP    |
| ■ DHS    | ■ NRC     |
| ■ DOE    | ■ OSHA    |
| ■ EPA    | ■ REAC/TS |
| ■ FDA    | ■ WHO     |

# Dirty Bomb - Contamination

Medical Facility

↓ No

## Admit into Medical Facility

- Treat life-threatening physical injuries/burns
- Obtain [sequential CBCs with differential](#) to rule out whole-body exposure and ARS
- Remove any remaining radioactive shrapnel

↓

## Assess Internal Contamination

- [Scan patient](#) with radiation survey meter
- Event responders or radiation safety officer will identify the isotope(s)
- Swab body orifices (e.g., nostrils, ears, mouth, rectum) to help estimate body burden of isotope
- Collect 24-hr stool for isotope measurement (baseline and sequential after management)
- Collect 24-hr urine for isotope measurement
- Label all specimens with time and name
- Perform total body count if available; consider hospital nuclear medicine equipment

↓

## Treat Internal Contamination of Specific Isotope

- [Isotopes of Interest Table](#) 
- [Countermeasures Table](#) 
- Decision to treat will depend on
  - Size of radiation event
  - Availability of resources/personnel
  - Likelihood that patient will survive



Recovery

No Recovery

## Arrange for Continuing and Long-term Follow-up

- Send home with [follow-up instructions](#)
- Register patient in long-term follow-up database

## Handle the Deceased

- [Management of the deceased](#)
- Register data into event database

# Isotopes of Interest

## Properties, Treatment, and Fact Sheet

Isotope Name & Symbol	<u>Ionizing Radiation Type</u>	<u>Radiological Half-life</u>	<u>Biologic Half-life (days)</u>	Exposure Type	Mode of Contamination	Focal Accumulation in Body	Treatment	Related Isotopes: Fact Sheets ( <a href="#">CDC</a> , <a href="#">ATSDR</a> , <a href="#">EPA</a> , <a href="#">Argonne Natl. Lab</a> )
Americium (Am-241)	$\alpha$	458 years	73,000	Internal	Inhalation, skin wounds	Lungs, liver, bones, bone marrow	Chelation with <a href="#">DTPA</a> <sup>‡</sup>	<a href="#">CDC</a> (PDF - 73 KB); <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 24 KB); <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 39 KB)
Californium (Cf-252)	$\alpha, \gamma$	2.6 years		Internal	Lungs, GI tract	Bone, liver	Chelation with <a href="#">DTPA</a> <sup>†</sup>	<a href="#">Argonne</a> (PDF - 39 KB)
Cesium (Cs-137)	$\beta, \gamma$	30 years	70	External, Internal	Lungs, GI tract, wounds, follows potassium	Renal excretion	Ion exchange resins, <a href="#">Prussian blue</a> <sup>‡</sup>	<a href="#">CDC</a> ; <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 25 KB); <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 39 KB)
Cobalt (Co-60)	$\beta, \gamma$	5.26 years	9.5	External, Internal	Lungs	Liver	Gastric lavage; FDA reports that DTPA, EDTA, L-cysteine, NAC (N-Acetyl-Cysteine) and glutathione are effective in increasing urinary excretion <sup>§</sup>	<a href="#">CDC</a> (PDF - 74 KB); <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 25 KB); <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 38 KB)
Curium (Cm-244)	$\alpha, \gamma$ , neutron	18 years	7300 (liver) 18,250 (bone)	Internal	Inhalation, GI tract	Liver, bones (soluble Cm compounds)	Chelation with <a href="#">DTPA</a> <sup>‡</sup>	<a href="#">Argonne</a> (PDF - 42 KB)



# Countermeasures

Medication	Administered for Isotopes	Route of Administration & Dosage	Duration	Mechanism of Action
Aluminum hydroxide <sup>†</sup>	Strontium-90	<b>PO:</b> 60-100 mL	Once	Decreased gut absorption
Aluminum phosphate gel <sup>†</sup>	Strontium-90	<b>PO:</b> 100 mL immediately after exposure	Once	Decreased gut absorption
<u>Ammonium chloride</u> <sup>†</sup>	Strontium-90, Radium-226	<b>PO:</b> 1-2 g q.i.d	6 days	Increased excretion
<u>Calcium</u> <sup>†</sup>	Strontium-90, Radium-226	<b>PO:</b> Generous doses		Increased excretion
<u>Ca-DTPA</u> <sup>‡</sup> , <u>Zn-DTPA</u> <sup>‡</sup>	Plutonium-239, Americium-241, Curium-244, Californium-252 <sup>§</sup> , Yttrium-90 <sup>§</sup>	<b>IV:</b> 1 g in 250 mL NS or 5% glucose, given in 1-2 h, or bolus over 3-4 min  <b>Inhalation:</b> 1g in 1:1 dilution with water or NS over 15-20 min  <b>IM:</b> 1 g; not recommended because of pain	Up to 5 days	Chelating agent
<u>Calcium gluconate</u> <sup>†</sup>	Strontium-90, Radium-226	<b>IV:</b> 5 ampules (500 mg calcium each) in 500 mL D5W over 4 h	6 days	Increased excretion
<u>Dimercaprol</u> <sup>†</sup>	Mercury, Lead, Arsenic, Gold, Polonium-210	<b>IM:</b> 300 mg/vial for deep IM use, 2.5 mg/kg (or less) q4h x 2 days, then bid for 1 day, then qd for days 5-10	10 days	Chelating agent



# Prussian Blue (Radiogardase®) (1)

- Marketed as 0.5 gram (500 mg) insoluble Prussian blue in gelatin capsules for oral administration.
- **Adult dose**
  - 1-3 grams PO tid, up to 10 grams/day (**based on Goiania accident data**)
    - Usual dose starts at 1 g (2 capsules) PO tid for up to 3 weeks or longer, as required.
    - Doses up to 10-12 g/day for significantly contaminated adults may be used
  - 3 g (6 capsules) PO tid (see FDA drug\_label for details)

# Prussian Blue (Radiogardase®)

(2)

- **Pediatric dose**

- For children ages 2-12 years: 1 gram (2 capsules) PO tid
  - Capsules may be opened and mixed with food
  - See FDA drug label for details
- Not FDA approved for children less than 2 years old (IND or **EUA** may be required)
- Emergency Use Authorization of Medical Products Guidance



REMM.nlm.gov

# **BLU DI PRUSSIA**

## **o blue di Berlino**

**(potassium ferric hesacyanoferrate)**

### **NOME COMMERCIALE:**

**Antidotum Talli®**

### **FORMA FARMACEUTICA:**

30 capsule da 500 mg

#### **INDICAZIONI:**

intossicazione da tallio

#### **SOMMINISTRAZIONE:**

per o.s. o per sonda:

250 mg/kg/die

in 100 ml di Mannitolo al 15% in 2-4 somministrazioni

fino ad un massimo di 18 g/die per 2-3 settimane

#### **CONSERVAZIONE:**

armadio, ben chiuso e al riparo dalla luce

#### **REGISTRAZIONE:**

farmaco estero

#### **DOSE UTILE:**

10 scatole per paziente (per 2 settimane di terapia)

#### **URGENZA:**

entro 2 ore

#### **NOTE:**

Nella somministrazione per sonda aprire le capsule.

Il target è portare i valori di eliminazione renale sotto lo 0,5 mg  
nelle 24 ore.

# **Decreto del Ministero della Sanità 11 febbraio 1991**

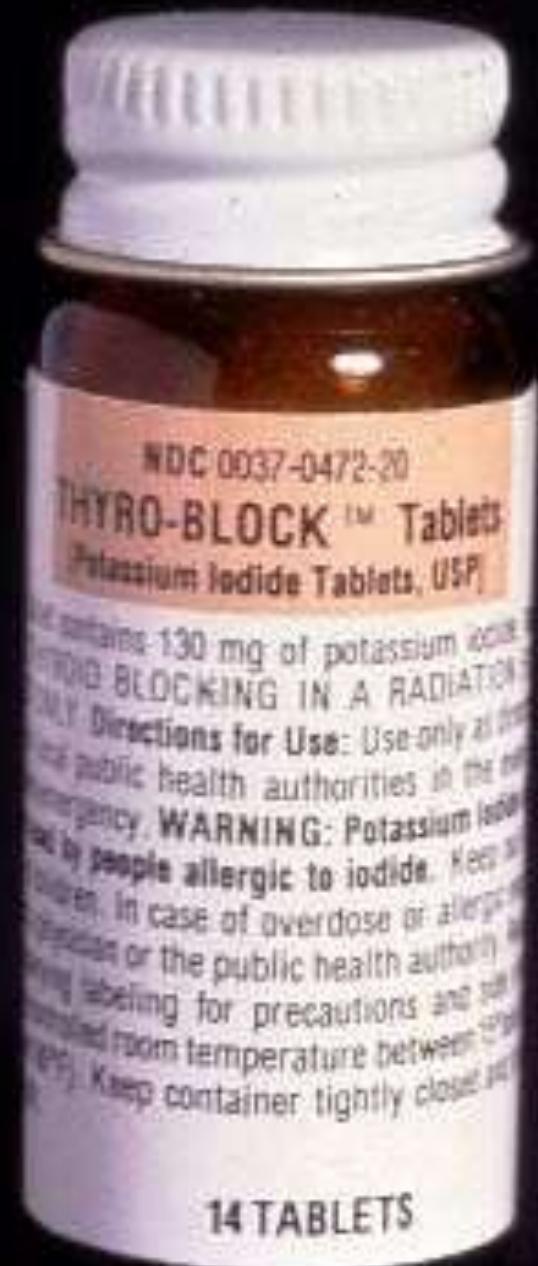
## **Modalità di importazione di specialità medicinali registrate all'estero**

### **Art. 2.**

1. Qualora il medico curante ritenga opportuno sottoporre un proprio paziente al trattamento terapeutico con un medicinale, regolarmente autorizzato in un Paese estero ma non autorizzato all'immissione in commercio in Italia, è tenuto ad inviare al Ministero della sanità - Ufficio di sanità marittima, aerea, di confine e di dogana interna, nonchè al corrispondente ufficio doganale, ove sono espletate le formalità di importazione, la seguente documentazione ai fini dell'importazione in Italia del medicinale medesimo:
- a) nome del medicinale, sua forma farmaceutica;
  - b) ditta estera produttrice;
  - c) titolare dell'autorizzazione all'immissione in commercio;
  - d) dichiarazione che il medicinale in questione è regolarmente autorizzato nel Paese di provenienza;
  - e) quantitativo di cui si chiede l'importazione nel territorio nazionale, con la precisazione che lo stesso corrisponde a un trattamento terapeutico non superiore a trenta giorni;
  - f) indicazione delle generalità del relativo paziente;
  - g) esigenze particolari che giustificano il ricorso al medicinale non autorizzato, in mancanza di valida alternativa terapeutica;
  - h) consenso informato del paziente a essere sottoposto a tale terapia;**
  - i) dichiarazione di utilizzazione del medicinale sotto la propria diretta responsabilità;**

# Radiogardase™

Prussian Blue



Potassium iodide <sup>2</sup>	Iodine-131	<p><b>PO:</b></p> <p><b>Adults &gt;40 years of age:</b> with thyroid exposure &gt; 500 cGy: 130 mg/d</p> <p><b>Adults 18-40 years of age:</b> with thyroid exposure &gt; 50 cGy: 130 mg/d</p> <p><b>Pregnant or lactating women:</b> 130 mg/d</p> <p><b>Children and adolescents 3-18:</b> with thyroid exposure &gt; 5 cGy: 65 mg/d</p> <p><b>Infants 1 month to 3 years:</b> 32.5 mg/d</p> <p><b>Neonates from birth to 1 month:</b> 16 mg/d (See details)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* In some incidents only a single dose of KI is required.</li> <li>* Incident Managers may recommend additional daily doses if radioactive iodine ingestion (or inhalation) is a continuing threat.</li> <li>* In some incidents, a course of 7-14 days may be recommended.</li> </ul>
-------------------------------	------------	--	---



# Iodine / Technetium - Block

- **Treat within 4 Hours (no utility >12 hours)**
- **Soviets administered KI 72 hours after Chernobyl, and had thousands of cancers**
- KI or NaI, 300 mg tablet
- SSKI (1 g / ml), 5 - 6 drops in water
- Povidone Iodine Theoretically Useful

Istituzione di una Commissione Consultiva per la Radioprotezione nella Difesa Civile sul modello della **COSME** (Commissione per la Sorveglianza Medica nelle Emergenze Nucleari/ENEA e successivamente Commissione Consultiva per la Sorveglianza Medica nelle Emergenze/ANPA) sciolta nel 2004.

Protocollo ufficiale comprendente la Codifica dei parametri dosimetrici di intervento e la Posologia (genere, età) dei trattamenti di decorporazione nella radiocontaminazione interna

**Requisiti dei Reparti di Medicina  
Nucleare per la diagnosi, il  
ricovero e il trattamento nella  
radiocontaminazione interna.**

**Interazioni per la stima  
dosimetrica con le Strutture di  
Fisica Sanitaria.**

# Assessment of Nuclear Medicine Capabilities in Responding to a Radiological Terrorism Event

*Robert Z Stodilka, Diana Wilkinson*

**Defense R&D Canada-Ottawa**

Technical Memorandum

DRDC Ottawa TmM 2006-237

September 2006

In Italia 259 Reparti di Medicina  
Nucleare (censimento nazionale 2007)



Distribuzione di Medicines Marketing

- 0-5
- 6-10
- 11-15
- 16-20
- più di 20

# Formazione in Radioprotezione nella Difesa Civile.

Basi scientifiche e informative “universali” per la  
risposta medica alle emergenze radiologiche e  
nucleari su modello

**REMM**

(Radiation Event Medical Management)

**21° Corso Avanzato di**  
**RADIOPROTEZIONE MEDICA**

*Emergenza radiologica e soccorso aereo*



***Roberto Biselli***  
AERONAUTICA MILITARE  
COMANDO LOGISTICO  
Servizio Sanitario



*Bressanone, 3 settembre 2007*

# AERONAUTICA MILITARE



COMANDO LOGISTICO – Servizio Sanitario

## PROGRAMMA FORMATIVO

Corso teorico-pratico riservato agli Operatori delle Unità di Isolamento Aeromedico A.M.I. nell'ambito del Sottoprogetto *"Trasporto aereo di irradiati e contaminati gravi"* afferente al Progetto *"Italian Biodosimetric Emergency Network"* (IBEN)



vigilfuoco.it

