

**IX Congreso Regional de Seguridad  
Radiológica y Nuclear  
Congreso Regional IRPA  
Río de Janeiro 2013**

**Curso  
respuesta médica en emergencias  
radiológica**

# Respuesta Médica

# CARÁCTER DE LA INTERVENCIÓN

- humana y técnica
- multidisciplinaria
- interinstitucional

# CLASIFICACIÓN CLÍNICA DE LAS EXPOSICIONES ACCIDENTALES

- ❖ Irradiación externa: corporal total, parcial o local
  - ❖ Contaminación radiactiva: r interno o externo
- ❖ Lesiones radiológicas por asociación de irradiación externa con contaminación radiactiva
  - ❖ Afecciones convencionales clínicas o quirúrgicas combinadas con lesiones radiológicas
    - ❖ Efectos psicológicos

# **SÍNDROME AGUDO DE LA RADIACIÓN**

## **SAR**

# Concepto

- Se denomina SAR a la secuencia de eventos CLÍNICOS asociados indicadores de LABORATORIO determinados por acción de una dosis de radiación ionizante penetrante, superior a UN DETERMINADO UMBRAL, incidente sobre todo o al menos a una parte considerable del organismo
- Su severidad depende de la magnitud de la dosis, de la tasa de dosis y del grado de homogeneidad de la exposición

# Fases del SAR

- **pródromos**
- **latencia**
- **manifiesta, crítica o período de estado**
- **recuperación o muerte**

# **SAR**

## **clasificación según umbrales de dosis**

Forma hematológica - 0,8-1 Gy

Forma gastrointestinal\* – 8-10 Gy

Forma neurovascular - > 20 Gy

*(neurológica > 40 Gy)*



# Fase prodromal

## cronología de vómitos y estimación de dosis

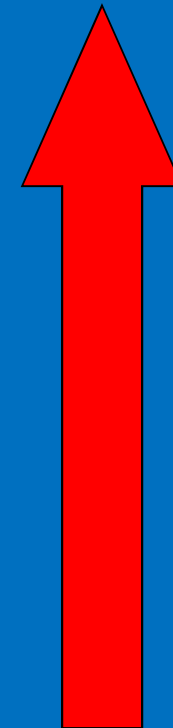
**< 30 min: > 6 Gy**

**0,5 a 1 h : 4 a 6 Gy**

**1 a 2 h : 2 a 4 Gy**

**2 a 3 h : 1 a 2 Gy**

**ausencia: < 1Gy**



Severidad

# Fase prodromal y estimación de dosis

<b>Manifestación</b>	<b>Tiempo luego de la exposición h</b>	<b>Estimativa de dosis (Gy)</b>
<b>diarrea</b>	<b>-</b>	<b>3</b>
<b>diarrea</b>	<b>&lt; 2h</b>	<b>6 – 10</b>
<b>diarrea</b>	<b>&lt; 1h</b>	<b>&gt; 10</b>
<b>Fiebre, hipotensión, signos neuroológicos</b>		<b>Dosis letal</b>

## Fase de latencia

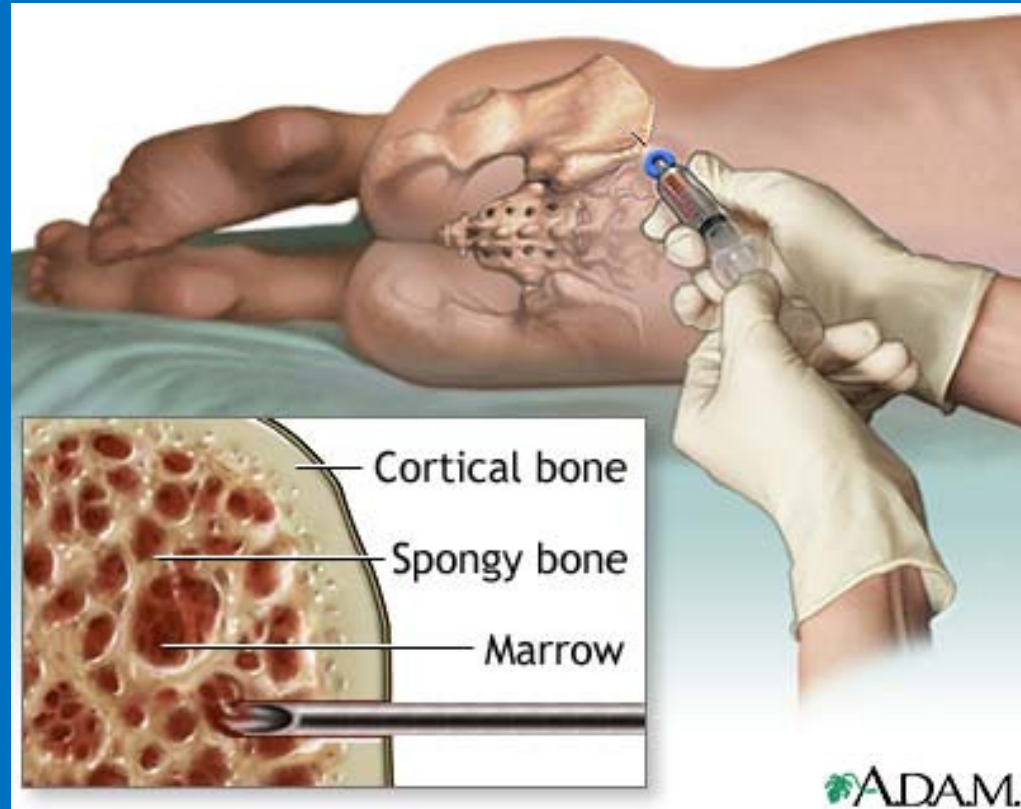
Los síntomas prodromales son generalmente reversibles, remiten espontáneamente dando lugar a una **fase de latencia**, clínicamente silenciosa.

Esta fase es tanto más corta cuanto mayor haya sido la dosis

En la forma neurovascular no hay fase de latencia: el paciente pasa de la etapa prodromal al período de estado

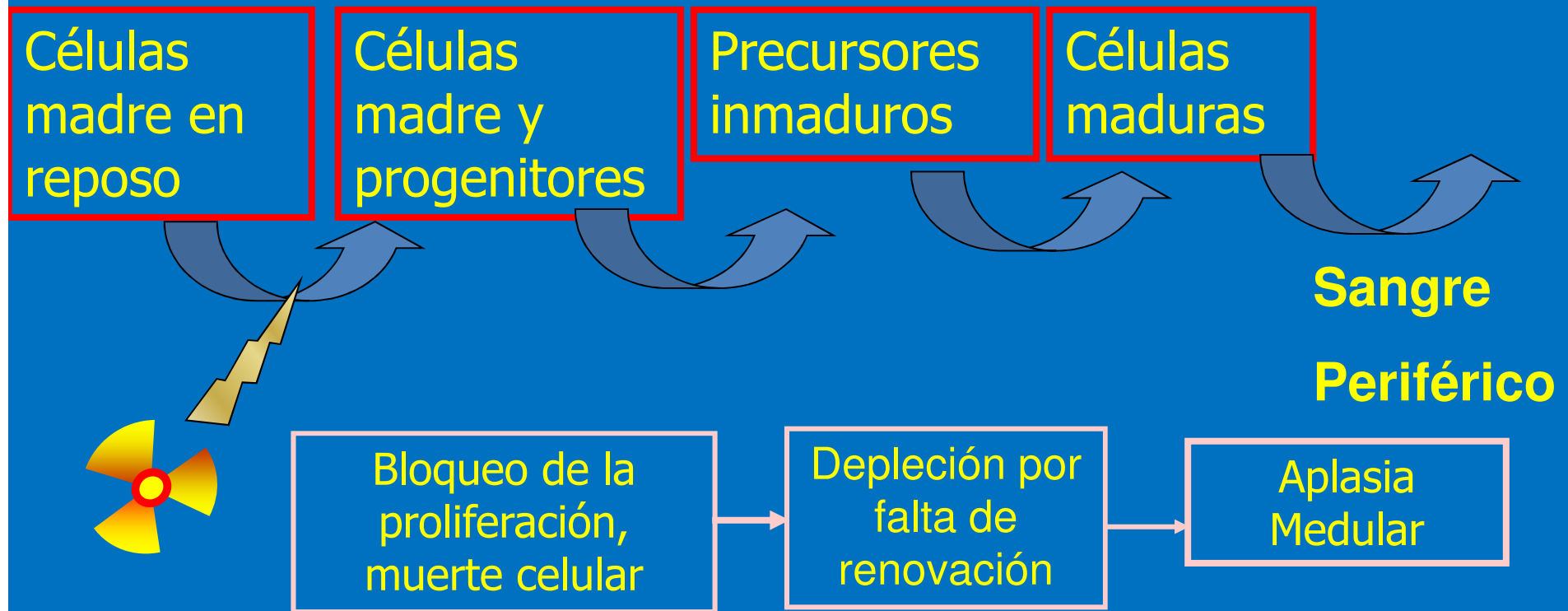
# Forma hematológica

**Es el resultado de la injuria radioinducida sobre la médula ósea luego de una exposición aguda de todo el cuerpo con dosis > 1Gy**



*Los elementos figurados de la sangre comienzan a disminuir con el correr de los días como consecuencia de la muerte de sus progenitores en la médula ósea*

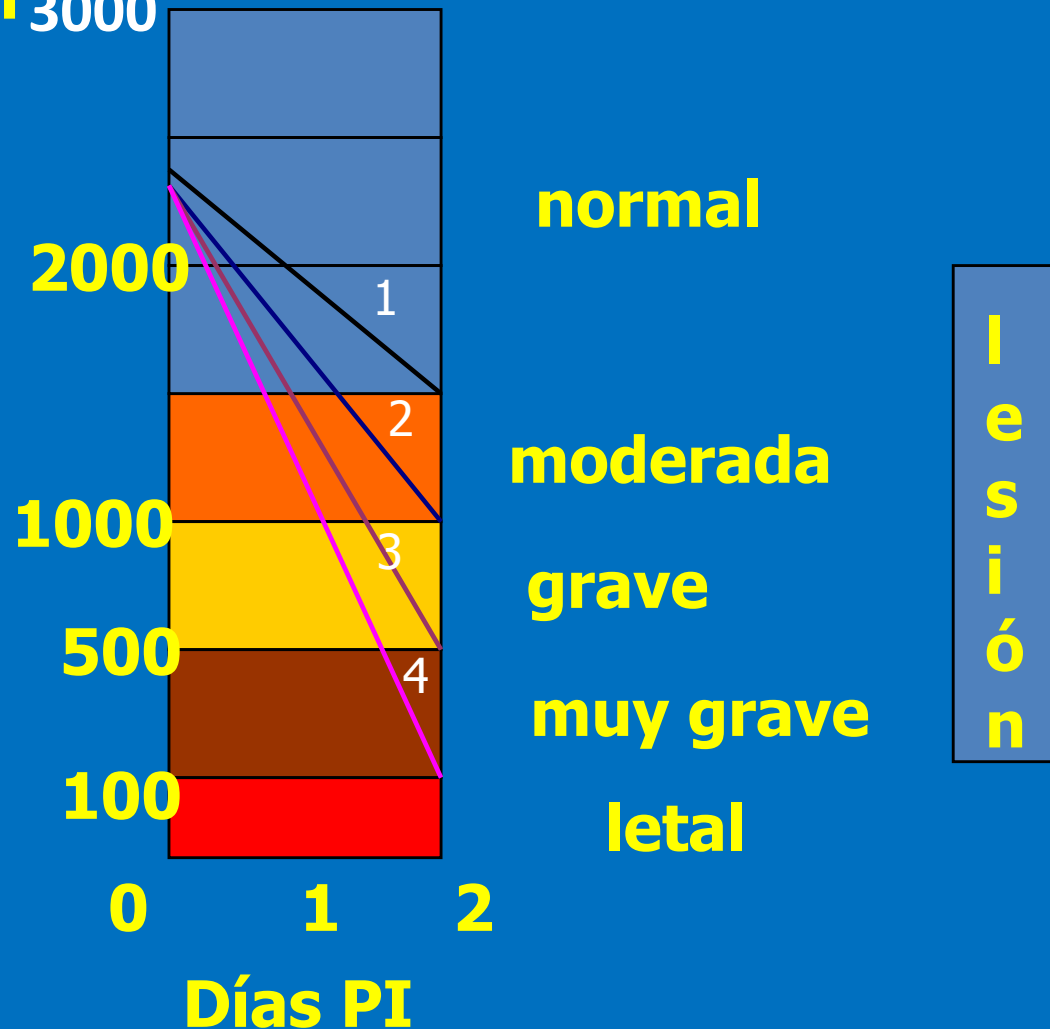
# Forma hematológica: fisiopatología



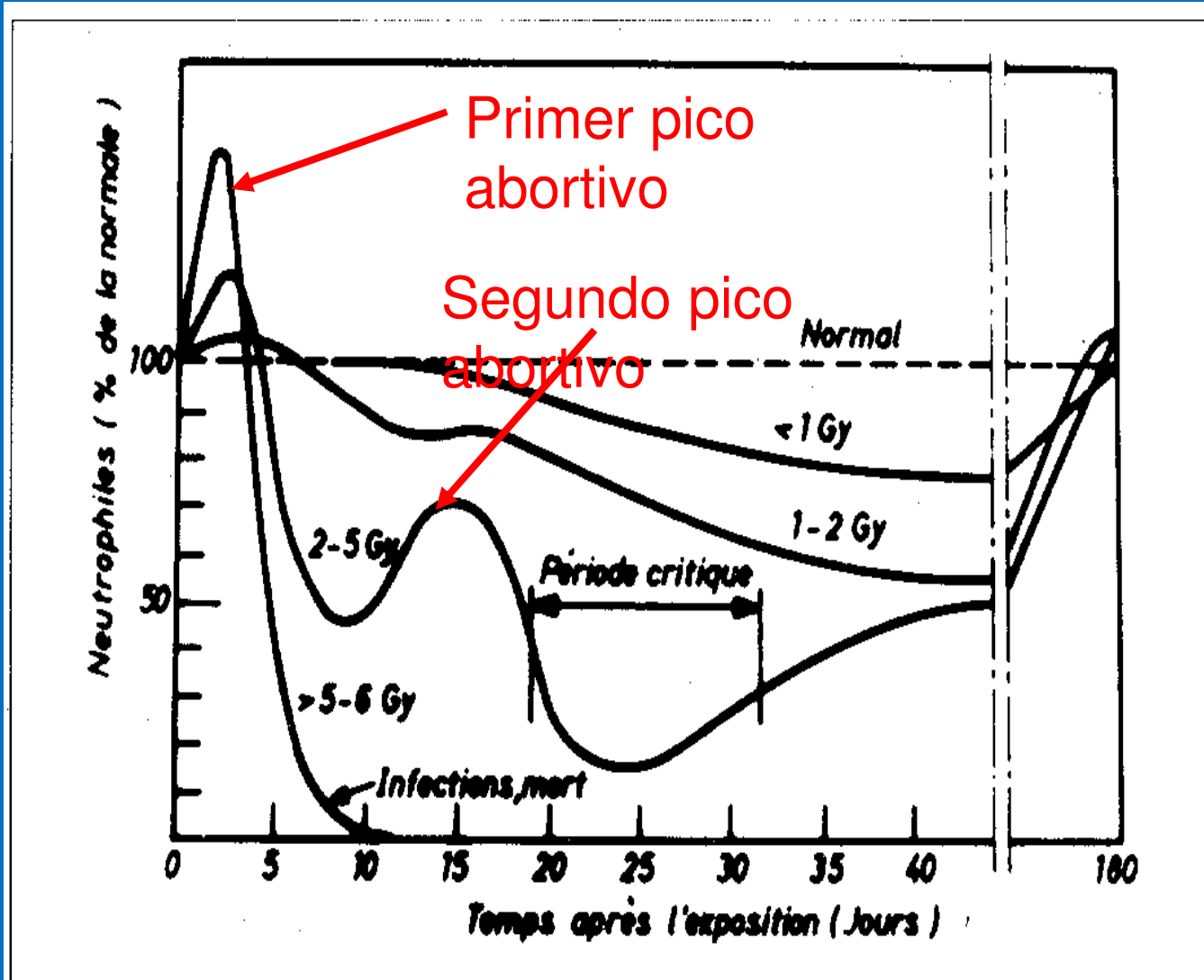
# Respuesta linfocitaria de Andrews

Linfocitos/mm<sup>3</sup>

- (1) 3 Gy
- (2) 4,5 Gy
- (3) 5,5 Gy
- (4) 7 Gy



**Curva hematológica y estimación de dosis**



**NEUTROFILOS**

# Forma hematológica

## valor pronóstico de los neutrofilos

- Cronología e intensidad del 1º pico abortivo
- Presencia u ausencia del 2º pico abortivo
- Tiempo transcurrido hasta que los neutrófilos descienden a un valor de 500 por mm<sup>3</sup>

**NEUTROPENIA: RIESGO DE SEPSIS**

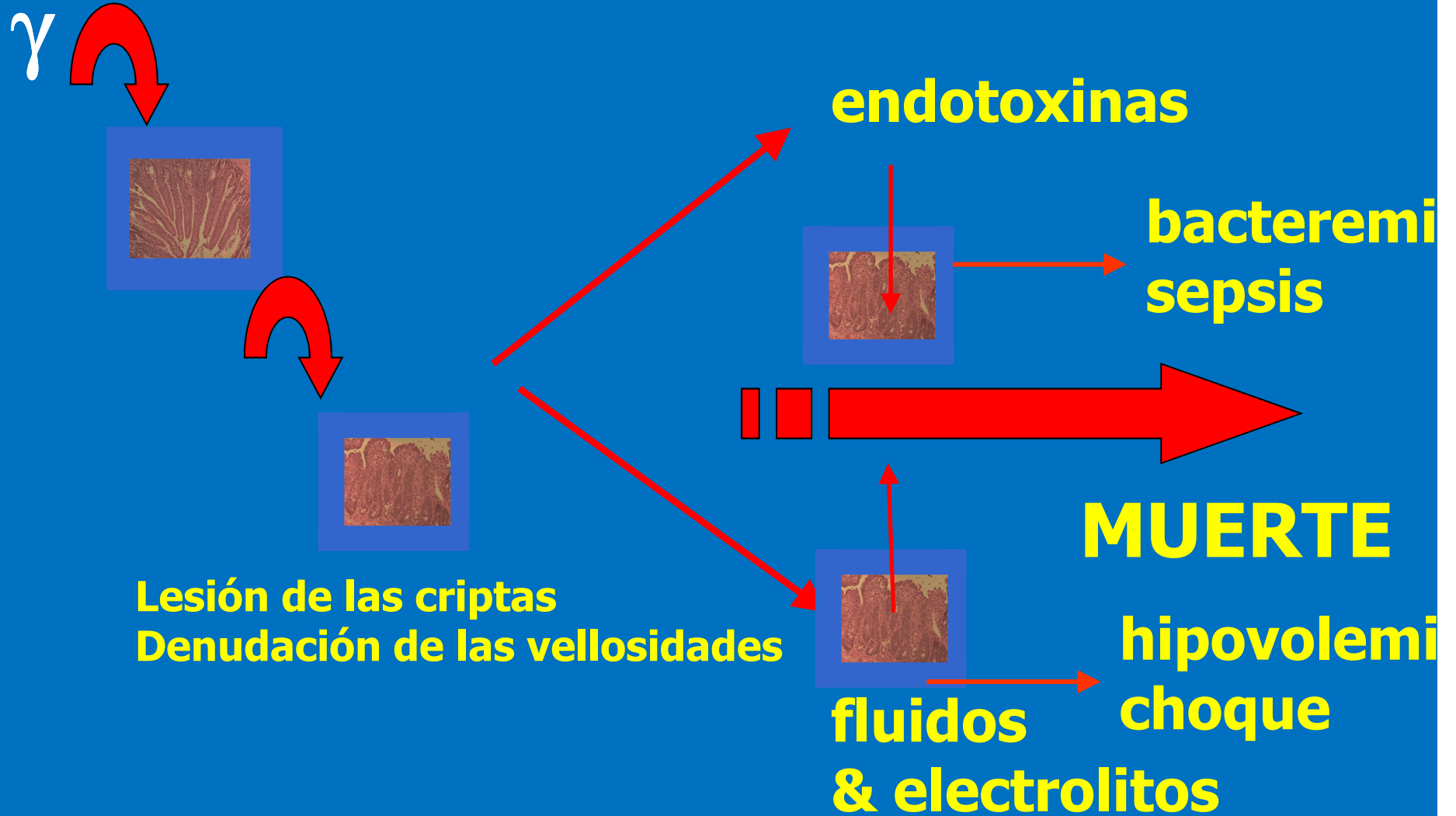


# Forma hematológica: plaquetas

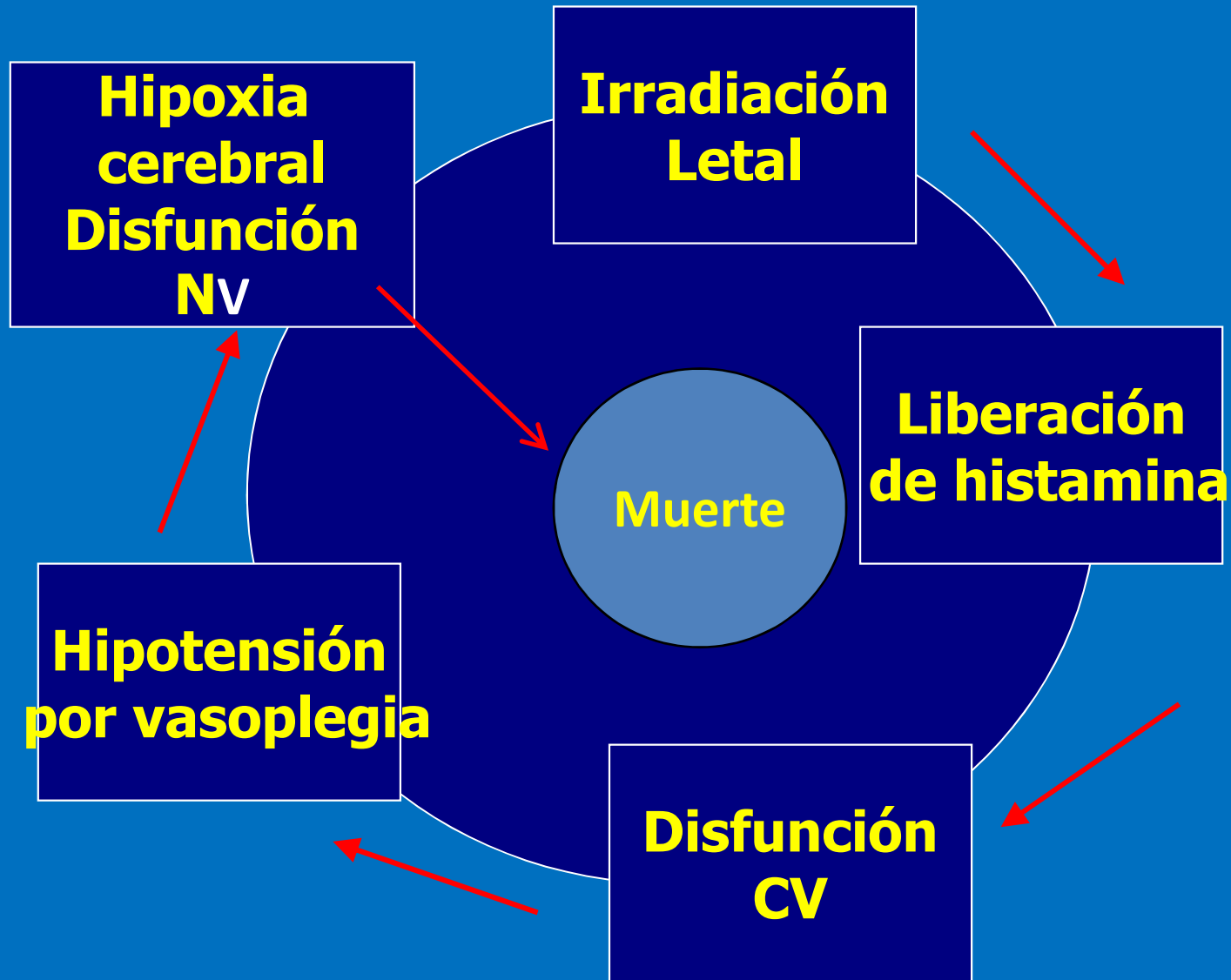
- Comportamiento similar al de los neutrófilos (1° pico abortivo y descenso progresivo) pero no presentan un 2° pico abortivo
  - Los valores críticos se alcanzan a los 30 días p.i. con dosis de 1 Gy y entre 10-15 días p.i. con dosis de 6 Gy.

**PLAQUETOPENIA: RIESGO DE HEMORRAGIAS**

# Forma GI - fisiopatología



# Síndrome neurovascular



# Evaluación

- **Clínica: cronología y severidad de los síntomas prodromales**
- **Hemogramas seriados, punciones medulares en sitios distantes**
- **Bioquímica plasmática: aumento de amilasa indica dosis >1,5 Gy; aumento de transaminasa glutámico oxalacética (TGO) sugiere dosis letal; descenso del cociente láctico-deshidrogenasa (LDH)/fosfatasa alcalina (PA) sugiere dosis letal**

**ESTIMACIÓN DE DOSIS  
&  
DOSIMETRIA**

# Fantomas antropométricos



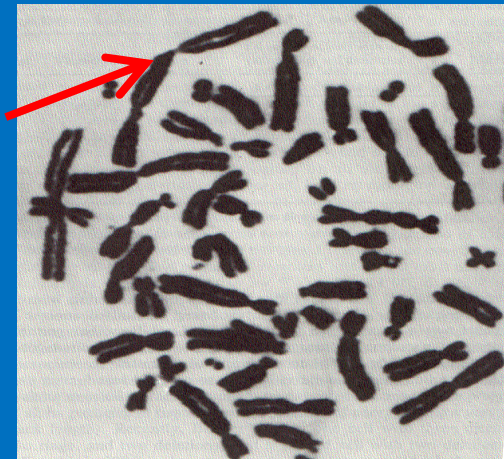
Anthropomorphic (Alderson-Rando) phantoms, adult male, adult female, and 6-year-old child

# Reconstrucción



# Dosimetría citogenética

- **Posibilidad de triage dosimétrica:**
  - categorización de víctimas por niveles de dosis:
    - $<1 \text{ Gy}$  /  $2-4 \text{ Gy}$  /  $>4 \text{ Gy}$
    - $>1 \text{ Gy}$ : 8-12 dicentricos/100 metafases
    - $>4 \text{ Gy}$ : 100 dicentricos/100 metafases
  - Posibilidad de recuento rápido de 25-50 metafases



estación de trabajo automatizada

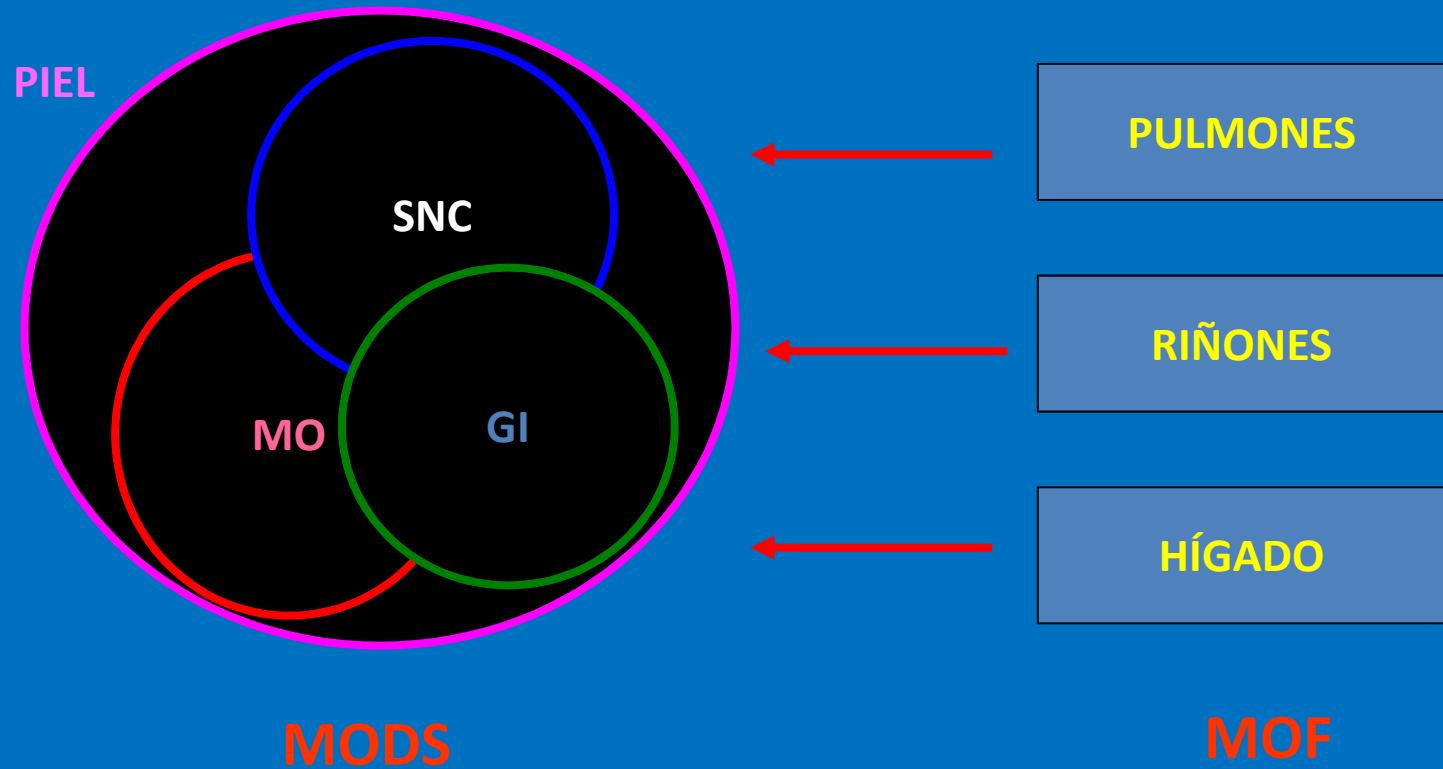




# Falla orgánica múltiple

- **FOM (MODS):** disfunción fisiológica progresiva en dos o mas órganos, pero potencialmente reversible
  - trauma, quemaduras térmicas o químicas, infección, pancreatitis, *radiación ionizante en altas dosis ...*
  - asociada al fenómeno de la "inflamación".

# Un "nuevo" paradigma



# Tratamiento del SAR fase prodromal

- **Manifestaciones frecuentemente auto-limitadas**
- **Control de vómitos**
  - Metoclopramida
  - antagonistas selectivos de los receptores 5-HT<sub>3</sub> (ondansetron)
  - hidratación – equilibrio electrolítico
- **Diarrea**
  - anticolinérgicos, loperamida ...

# **Tratamiento del SAR fase de manifestación**

- **Básicamente**
  - **prevenir y tratar las infecciones y hemorragias**
  - **manejo de la aplasia medular**
  - **mantener el equilibrio electrolítico y nutricional**

# Prevención y tratamiento de infecciones

- Medidas ambientales
  - admisión en ambiente con cuidados de aislamiento estéril y utilización de equipos de filtración del aire ambiental.
- Medidas dietéticas
  - dieta exenta de vegetales crudos, alimentos no cocidos y frutas cítricas; proporcionar agua filtrada y hervida.
- Reducción de procedimientos invasivos innecesarios
  - evitar la introducción de sondas y catéteres.
- Cuidados generales con el paciente
  - lavar el paciente diariamente con iodo-povidona ó clorhexidina;
  - lavado diario del cuero cabelludo con champú;
  - cortar y cepillar diariamente las uñas;
  - higiene oral diaria (cepillado, hilo dental y enjuagues con solución de agua oxigenada una hora tras las comidas).

# Prevención y tratamiento de infecciones

- **Medidas de reducción bacteriana**

- empleo de antibióticos, por vía oral, como quinolónicos y nistatina, como profilaxis contra gérmenes anaerobios; podrían ser indicados en el caso de que los granulocitos presenten valores  $<1.500/\text{mm}^3$ ; *MEDIDA NO UNIVERSALMENTE ACEPTADA*
- para pacientes del sexo femenino, ducha vaginal de yodopovidine y óvulo vaginal de nistatina;
- preservación de la acidez gástrica, evitándose antiácidos y bloqueadores H<sub>2</sub> (empleo de sucralfate para la profilaxis de la úlcera de stress, cuando esté indicado).

# Prevención y tratamiento de infecciones

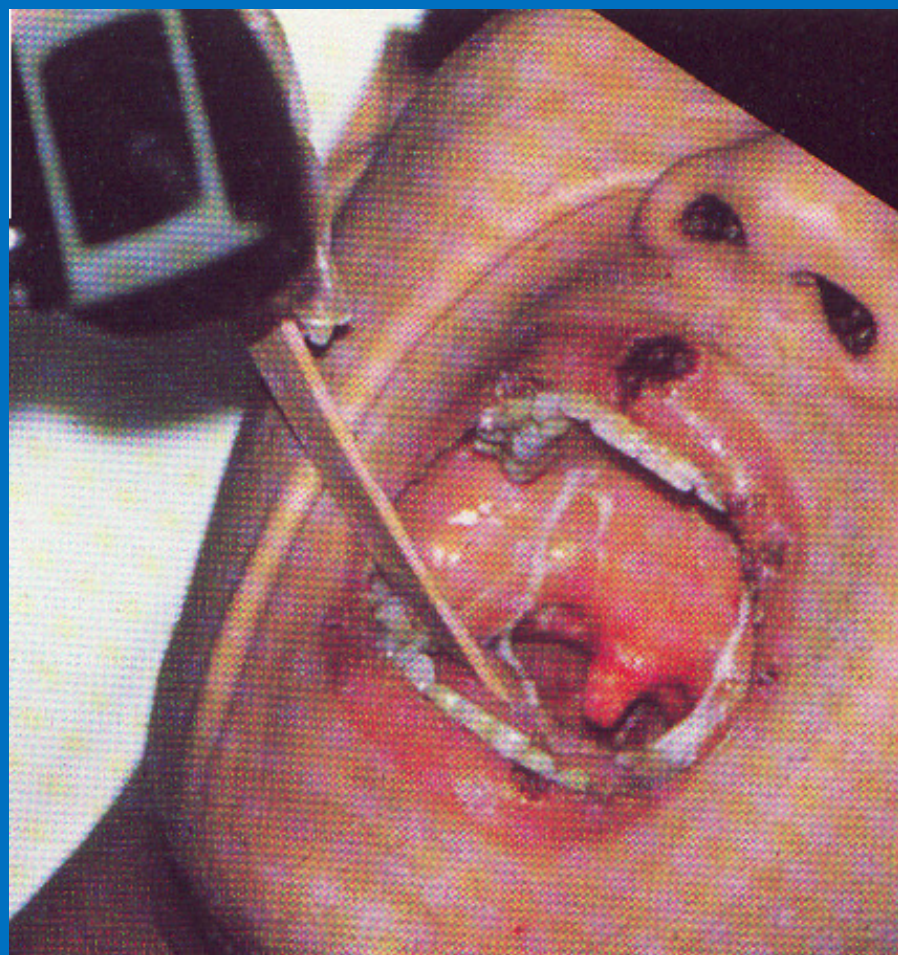
- **Infecciones virales**

- se chequeará la presencia de citomegalovirus (CMV), ya que la experiencia ha demostrado que la neumonía por CMV es una complicación frecuente en este tipo de pacientes;
- aciclovir oral o venoso, conforme positividad para anti-HSV;
- la presencia de mucositis faringea o esofagitis sugieren infección por Herpes simple o candidiasis; en estos casos, se debe considerar el uso empírico de aciclovir o la terapia antifúngica específica.

# Prevención y tratamiento de infecciones

- Infecciones virales
  - VSR: ribaravina sob presión 6g/300 ml de agua esteril – 18 h/día/18 días





# Antibioticoterapia empírica

- **Indicación:**

- fiebre  $>38,5^{\circ}\text{C}$  o en la presencia de otras señales de infección, en pacientes con recuento de granulocitos  $<500/\text{mm}^3$ ;

- Elección del esquema inicial de antibióticos:

- tipo y localización de otras infecciones recientes en el mismo individuo;

- experiencia del equipo asistente en el manejo de cada tipo específico de antibiótico;

- disponibilidad de antibióticos en la unidad y/o facilidad en obtenerlos;

- características individuales del paciente, como alergia a un determinado antibiótico, insuficiencia renal, etc;

# Tratamiento hematológico: infusión de plaquetas

Condición	Indicación
Situación clínica individual	+/-
Monitoreo intensivo + Complicaciones – Hemorragia -	Umbral: 10 X 10 <sup>9</sup> /L
Monitoreo intensivo - Riesgo de hemorragia o hemorragia +	Umbral: 20 X 10 <sup>9</sup> /L
Trauma adicional + Cirugía + Transfusiones masivas + Edema cerebral +	Umbral: 50 X 10 <sup>9</sup> /L

# Factores de crecimiento en el SAR

Dosis en Gy	Indicación
<3	no
>3 - <5	puede ser esencial
>8	probablemente no efectiva
<ul style="list-style-type: none"><li>• o indicación preliminar cuando neutrofilos <math>&lt;500/\text{mm}^3</math></li><li>• administrar hasta CAN <math>&gt;1.000/\text{mm}^3</math></li></ul>	

# **SÍNDROME CUTÁNEO DE LA RADIACIÓN**

# Síndrome Cutáneo de la Radiación (SCR) – Lesión Local – “Quemadura” Radiológica

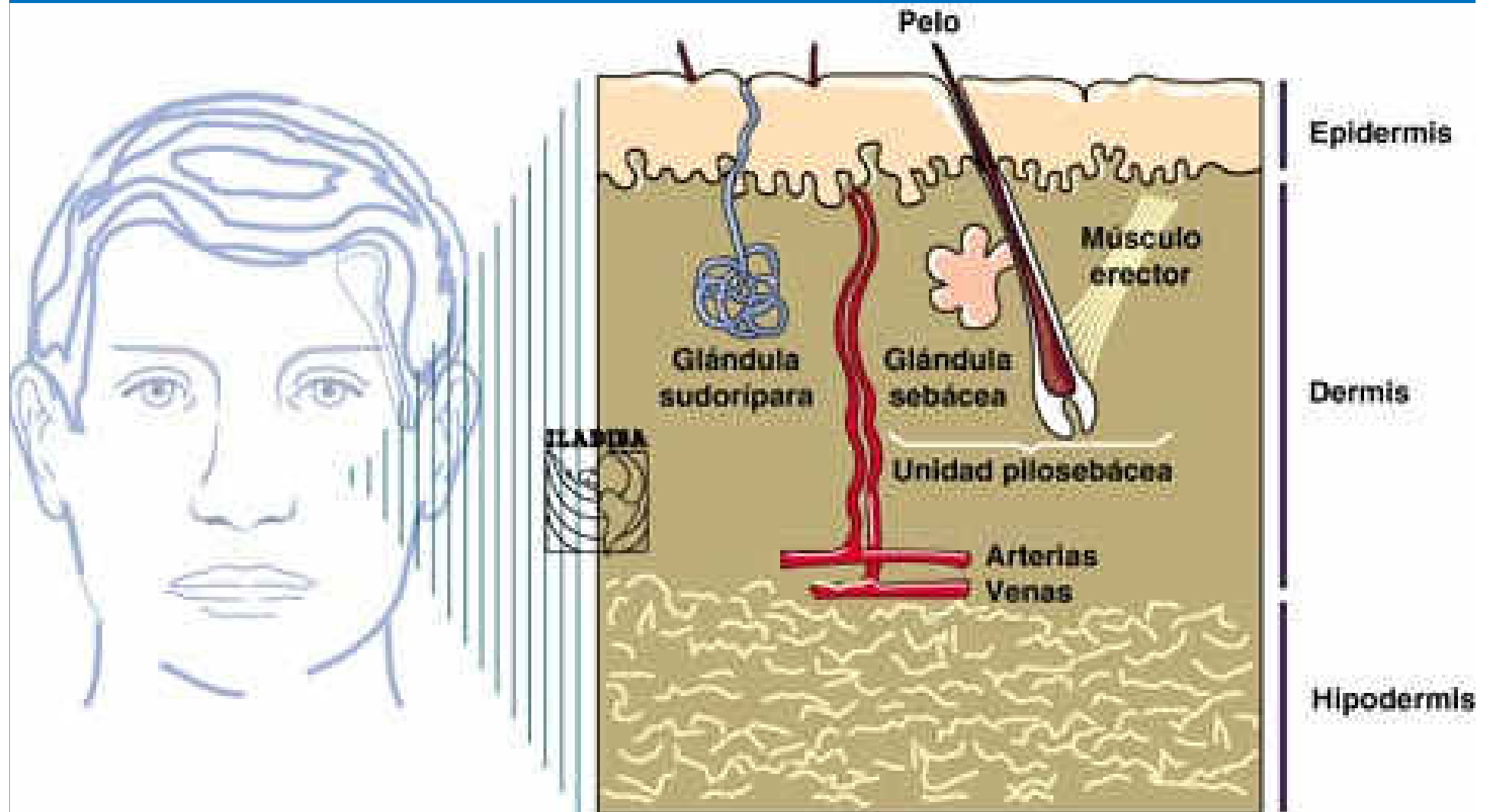
- Se define como **SCR** al conjunto de síntomas y signos consecutivos a la sobreexposición de la piel con altas dosis
- De acuerdo al tipo de escenario, el **SCR** puede resultar de una exposición aguda de todo el cuerpo a muy altas dosis o, más frecuentemente, ser la consecuencia de una irradiación localizada

# Irradiación Localizada

Son los eventos radiológicos accidentales más frecuentes. Si bien el nº de sujetos accidentalmente sobreexpuestos a fuertes dosis es relativamente escaso, las irradiaciones localizadas plantean un desafío en lo que concierne a:

- Reconstrucción de la dosis
- Determinación de la extensión y profundidad del daño
- Diseño de la estrategia terapéutica

# Estructura de la piel



La piel responde frente a las RI de manera similar que frente a otro tipo de noxas físicas (Ej: quemaduras térmicas) **pero....**



# SINDROME CUTANEO DE LA RADIACIÓN

La piel responde frente a las RI de manera similar que frente a otro tipo de noxas físicas, pero existen particularidades que diferencian a las quemaduras radiológicas de las quemaduras térmicas:

- El agente causal no es visible ni puede ser percibido por los sentidos (el sujeto puede ignorar que fue expuesto a RI);
- Las lesiones no se evidencian en forma inmediata;
- El compromiso (tanto en superficie como en profundidad) puede ser mucho mayor de lo que evidencian las lesiones clínicas;
- El dolor no es inmediato, pero puede haber parestesias precoces;
- Las lesiones son "dinámicas" con crisis de dolor paroxístico que preceden a las crisis de reagudización.

# SINDROME CUTANEO DE LA RADIACIÓN

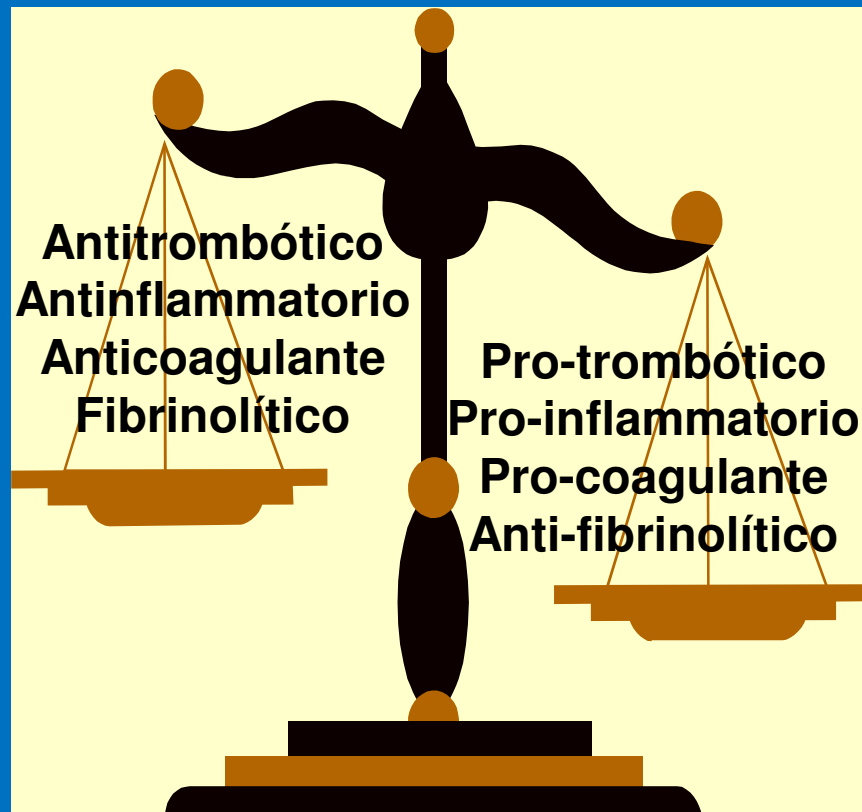
Existe un retardo en las manifestaciones clínicas, que expresa la cinética de proliferación de los tejidos irradiados (epidermis: respuesta rápida; dermis: respuesta lenta)

Evolución cíclica con alternancia de períodos críticos y períodos clínicamente silenciosos, con crisis de reagudización

Además de la piel, puede haber compromiso de tejidos profundos (músculo, hueso)

# SINDROME CUTANEO DE LA RADIACIÓN

Las células de la **capa basal de la epidermis** son las más radiosensibles. Las RI inducen activación endotelial con alteración de la homeostasis vascular



La **disfunción endotelial** está involucrada en la fisiopatología del SCR

<b>Manifestación</b>	<b>Umbral (Gy)</b>
Eritema	3-10
Depilación temporaria	3-7
Depilación permanente	7-10
Epitelitis seca	10-15
Epitelitis exudativa	15-25
Necrosis	>25

**ERITEMA PRECOZ ( > 3 Gy)**

**fase de latencia  
(\* )**

**ERITEMA SECUNDARIO / EPITELITIS SECA ( > 10 Gy)**

**EPITELITIS EXUDATIVA ( > 15 Gy)**

**Restauración en 3 a 6  
meses con o sin secuelas  
tróficas (< 25 Gy)**

**Restauración aparente ( > 25 Gy)**

**Silencio clínico (meses)**

**Ulceración**

**Necrosis (6-18 meses)**

**Fibrosis (años)**

**(\* ) más corta a mayor dosis. A dosis muy altas no hay fase de latencia y de la epitelitis exudativa se pasa a la ulceración y necrosis (fusión de fases)**



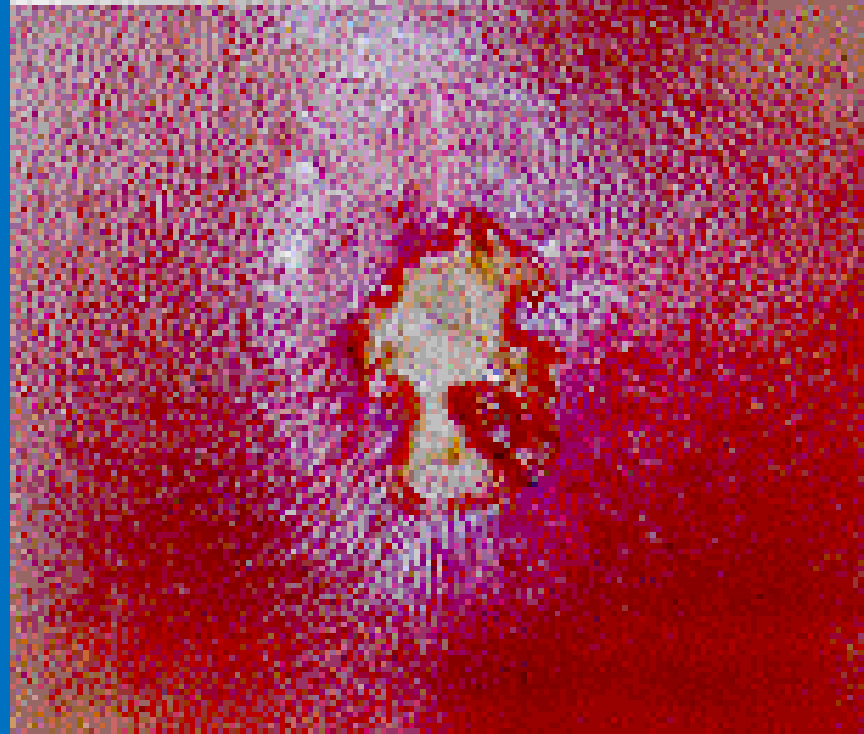
**Epitelitis seca**



**Epitelitis exudativa**



**Epitelitis exudativa  
con flictenas y  
edema**



**Lesión úlcero-necrótica con edema y eritema perilesional**



**Fibrosis radioducida: región mandibular derecha que presenta marcada atrofia dérmica y retracción de la piel, telangiectasias y discromías. Se observa una pequeña escara necrótica en el borde inferior.**



# Presunción diagnóstica cuando:

**paciente que presenta una "quemadura" sin una causa evidente (exposición térmica / agente químico)**

**trabajador cuya historia ocupacional favorezca la sospecha de una exposición accidental a R.I.**

**antecedente de exposición a R.I. con fines médicos diagnósticos o terapéuticos**

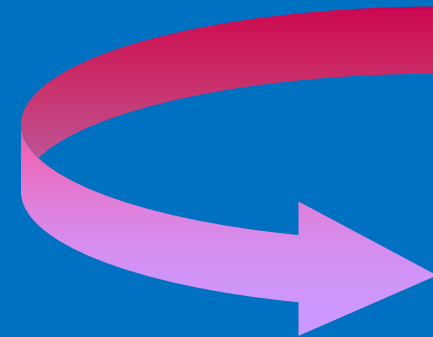
**miembros del público pueden exponerse inadvertidamente a R.I. a partir de fuentes radiactivas que han escapado de control**



**Recopilación detallada de la historia de la exposición accidental y examen físico meticuloso**

**La severidad y cronología de los síntomas y signos permite estimar rangos de dosis y establecer un pronóstico**

**Clínicamente la gravedad se aprecia a través de la evaluación de un conjunto de parámetros que deberán ser cuidadosamente consignados en la historia clínica del paciente**



- ✓ **Intervalo entre la exposición y el eritema precoz**
  - ✓ **Intensidad del eritema precoz**
  - ✓ **Duración de la fase de latencia**
- ✓ **Aparición de signos tales como edema, depilación, epitelitis exudativa**
- ✓ **Presencia e intensidad de síntomas tales como parestesias y dolor**
- ✓ **Cronología de aparición de estos signos y síntomas**
- ✓ **Localización, extensión y distribución de las lesiones**

## **SCR: dosimetría clínica**

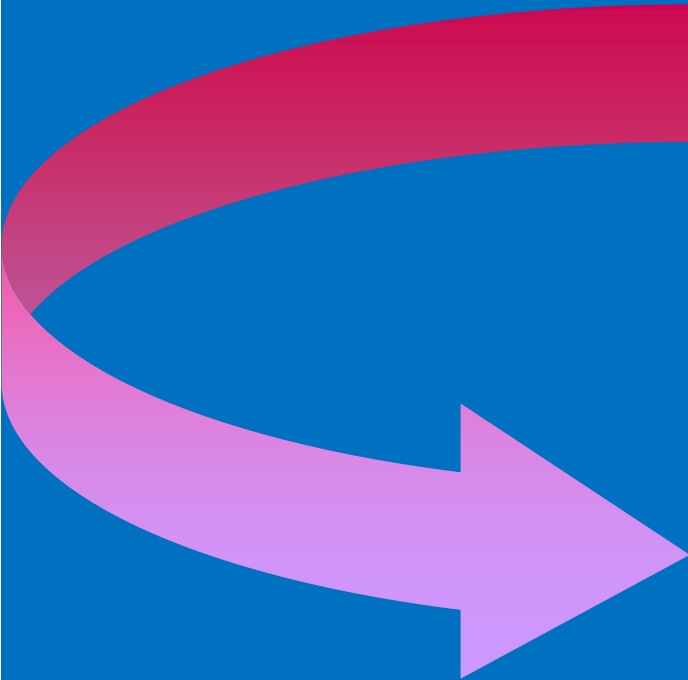
**Ausencia de eritema en el primer día: < 6 Gy (\*)**

**Eritema 12 - 24 hs: 6 a 12 Gy**

**Eritema 8 a 12 hs : 12 a 20 Gy**

**Eritema, edema, mucositis < 8 hs : > 20 Gy**

(\*) valor conservador umbral eritema 3 Gy



**El examen clínico sólo permite apreciar los tejidos superficiales, accesibles a la observación directa**

**A la evaluación clínica deben agregarse ciertos estudios complementarios que sumados a la estimación de dosis mediante dosimetría física y citogenética contribuyen al diagnóstico, pronóstico y decisión terapéutica**

## DOSIMETRIA CITOGENETICA

**La cuantificación de aberraciones cromosómicas inestables (dicéntricos y anillos) en linfocitos de sangre periférica puede subestimar dosis en caso de sobreexposiciones muy inhomogéneas.**

**Pueden realizarse análisis estadístico-matemáticos a fin de estimar la dosis media en la fracción del cuerpo irradiado y el tamaño de dicha fracción ( métodos de Dolphin, método de Qdr de Sasaki).**

**El procedimiento requiere un factor de corrección.**

# DOSIMETRIA FISICA

Lectura de dosímetros personales, mediciones "in situ"

Reconstrucción del escenario accidental : modelos matemáticos (códigos de cálculo) o experimentales (fantomas antropomorfos)

Se deberán considerar:

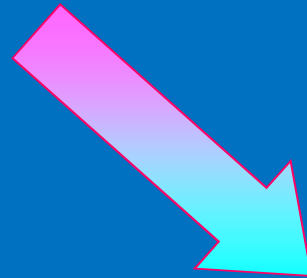
CARACTERISTICAS  
FISICAS DE LA  
FUENTE

GEOMETRIA DE  
IRRADIACION

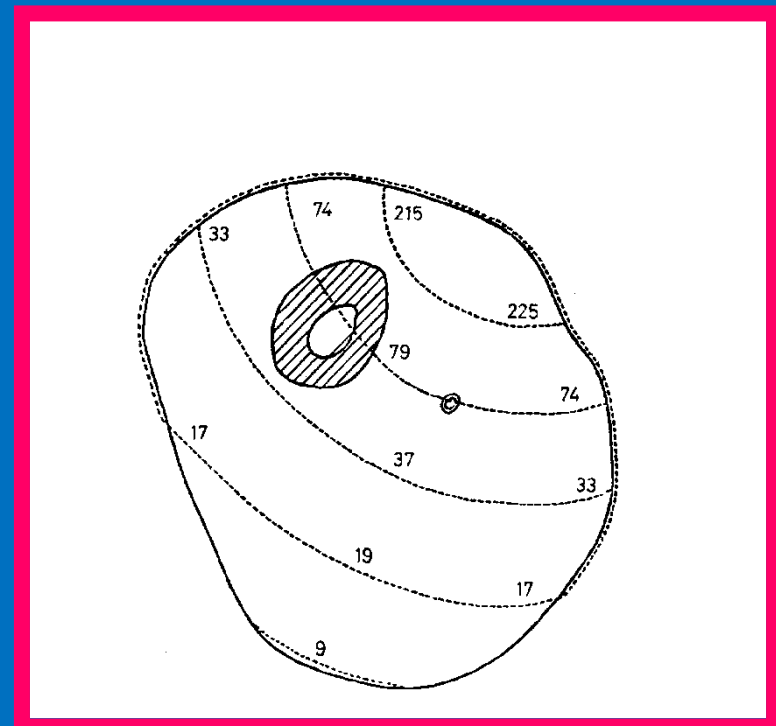
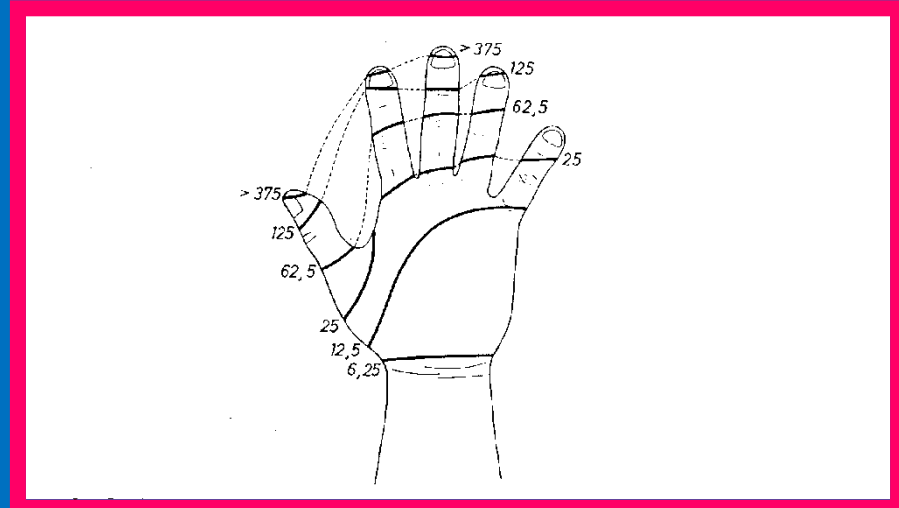
CRONOLOGIA DE  
LA EXPOSICION

**DISTRIBUCION TEMPORO-ESPACIAL DE LA DOSIS**

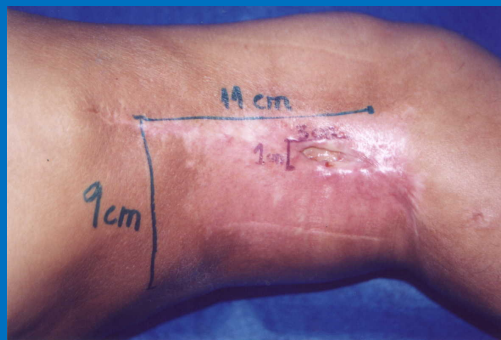
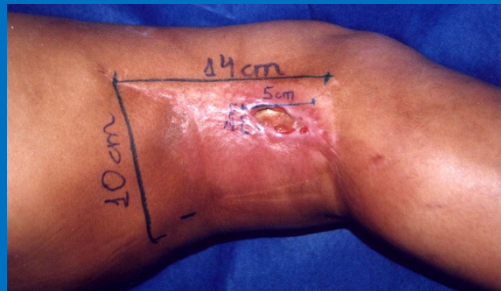
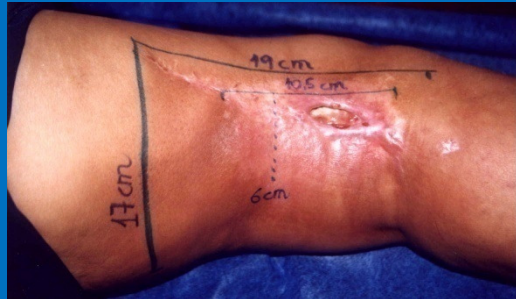
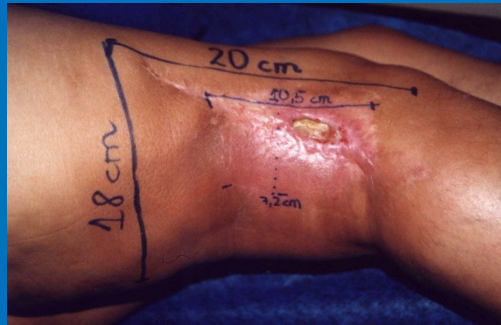
## CONSTRUCCION DE CURVAS DE ISODOSIS



**PUEDEN AUXILIAR AL  
MEDICO EN LA ESTIMACION  
DEL PRONOSTICO**

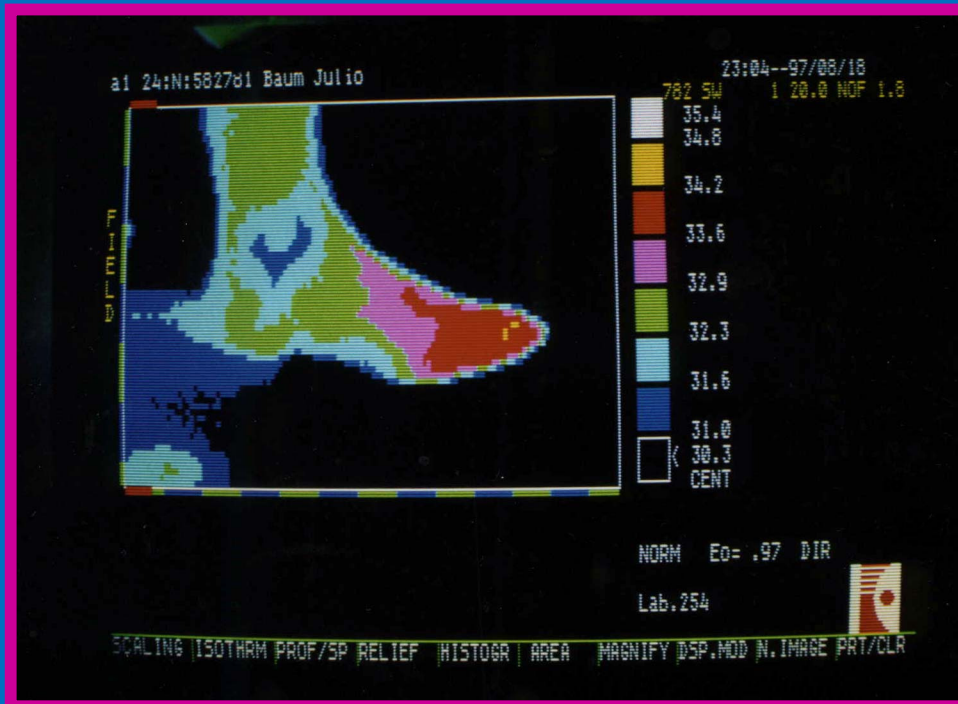






**El registro fotográfico seriado permite objetivar evolución y respuesta terapéutica**

**La termografía permite trazar curvas de isoterma que se correlacionan con las curvas de isodosis y con la topografía de la lesión**



## ESTUDIOS CON RADIOTRAZADORES

El estudio vascular (Ej:  $Tc^{99}$ ) evalúa

Tránsito vascular

Cambios locales en el flujo sanguíneo

La presencia de focos de hipervascularización en los territorios irradiados precede a la aparición de los signos clínicos (diagnóstico en la fase de latencia clínica)

Las curvas de isoactividad pueden correlacionarse con curvas de isodosis

Útiles en la evaluación de respuesta terapéutica y seguimiento evolutivo

# Tratamiento del SCR

- Tratamiento sistémico: sedación, terapia analgésica, terapia antiinflamatoria, terapia antiisquémica, terapia antioxidante.
- Tratamiento local: toilette, lavados con soluciones antisépticas, sulfadiacina de plata + lidocaína, estimulantes de la granulación (Ej: trolamina), factores de crecimiento (KGF<sup>1</sup>), vendaje oclusivo.

(1) KGF: Keratinocyte Growing Factor sólo se demostró su eficacia para el tratamiento local de las mucositis radioinducidas

- Tratamiento quirúrgico CLASICO : resección de los tejidos que evolucionarán hacia la necrosis (> 25 Gy).

# Tratamiento sistémico del SCR

- Terapia analgésica y antiinflamatoria: analgésicos convencionales, antiinflamatorios no esteroideos (AINE), opiáceos.
- Terapia antisquémica: pentoxifilina (400 mg V.O. de 1 a 3 veces por día), mejora la microcirculación, disminuye la viscosidad sanguínea, inhibe el TNF<sup>1</sup>, efecto antiinflamatorio sobre el endotelio vascular.
- Terapia antioxidante: alfatocoferol (vitamina E) asociado a vitaminas A y C.
- O<sub>2</sub> hiperbárico

(1) TNF: Tumor Necrosis Factor

# Tratamiento del SCR

Enfoque clásico:

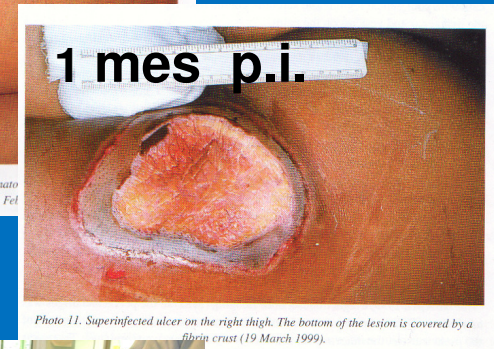
- Tratamiento médico conservador para lesiones superficiales
- Tratamiento quirúrgico para ulceraciones profundas y/o dolorosas y para lesiones necróticas:
  - exéresis + injerto (cobertura temporaria: piel cadavérica, xenoinjerto, piel artificial; cobertura definitiva: autoinjerto);
  - exéresis + colgajo rotatorio (cobertura definitiva);
    - lesiones distales: amputación

# Tratamiento del SCR

## Enfoque clásico

Conducta expectante, la cirugía iba "por detrás" de la evolución clínica:

- resecciones limitadas con cirugía conservativa;
- se esperaba la evolución de las lesiones;
- se sometía al paciente a cursos repetitivos de cirugía;
- se generaba un "círculo vicioso": necrosis, cirugía, nueva necrosis, nueva cirugía...



# Tratamiento del SCR

Enfoque actual en casos de altas dosis

Conducta activa, la cirugía se anticipa a la evolución clínica:

- no se espera la evolución de las lesiones;
- cirugía precoz y amplia de todos los tejidos que evolucionarán hacia la necrosis;
- se determina extensión de la exéresis en función de la dosis (en superficie y en profundidad);
- medicina regenerativa: terapias celulares.



# Tratamiento del SCR

- Apoyo psicológico tanto en la fase aguda como a largo plazo (para el paciente y su familia).
- Interconsulta precoz con especialistas para prevenir secuelas (fibrosis, deformidades, retracciones).
- Seguimiento a largo plazo (clínico, cirujano plástico, radiopatólogo). Proveer recomendaciones por la mayor vulnerabilidad a traumas mecánicos, químicos y térmicos.
- Manejo de las reacciones tardías: prevenir isquemia, tratar dolor, eventualmente terapia hiperbárica, interferon gamma.

# Tratamiento del SCR - conclusiones

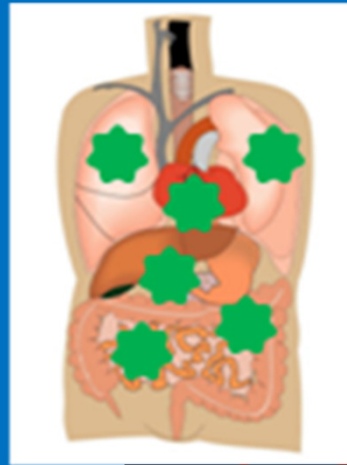
- Abordaje por un equipo multidisciplinario.
- La cirugía debe ser PRECOZ, antes de que ocurra la radionecrosis.
- La exéresis debe estar guiada por la reconstrucción tridimensional de la dosis.
- Autoinjerto clásico (en "mesh") + terapia celular local con MSC expandidas *in vitro*.
- El futuro del tratamiento del SCR: ¿terapias celulares y nuevos abordajes de la medicina regenerativa?

# **CONTAMINACIÓN RADIOLÓGICA**

# Contaminación radiológica



Contaminación  
externa



Contaminación  
interna

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

# 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

- **Donde puede ocurrir**

- **todo el ciclo del combustible nuclear**

- **minería**
    - **procesamiento**
    - **fabricación de elementos combustibles**
    - **operación de reactores**
    - **reparo**
    - **descomisionamiento**
    - **reprocesamiento**
    - **desechos**

***Terrorismo!!!***

- **fuentes abiertas**

- **fuentes selladas violadas**

# Regla básica esencial

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

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

...

- **acondicionar apropiadamente**
- **cambiar guantes.**





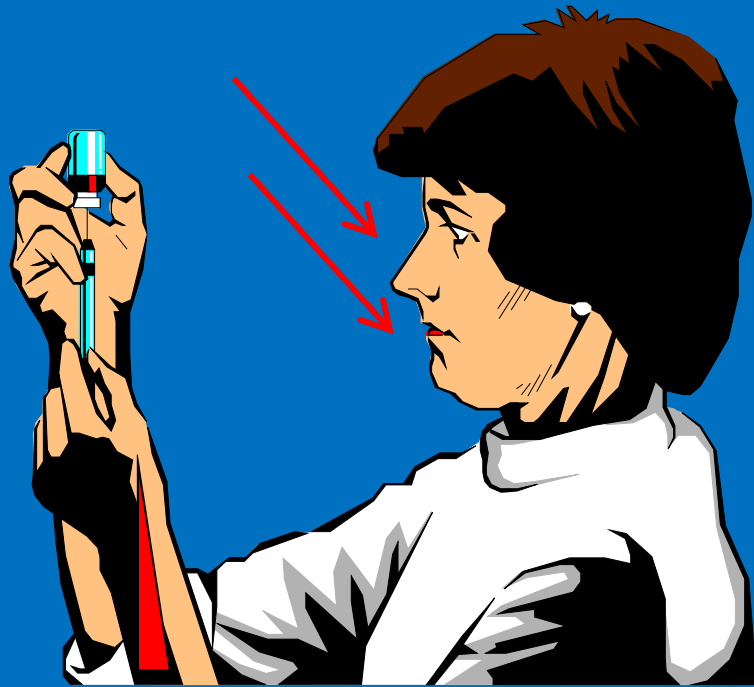
# Manejo del paciente contaminado (I/E)

## Recolectar muestras de laboratorio:

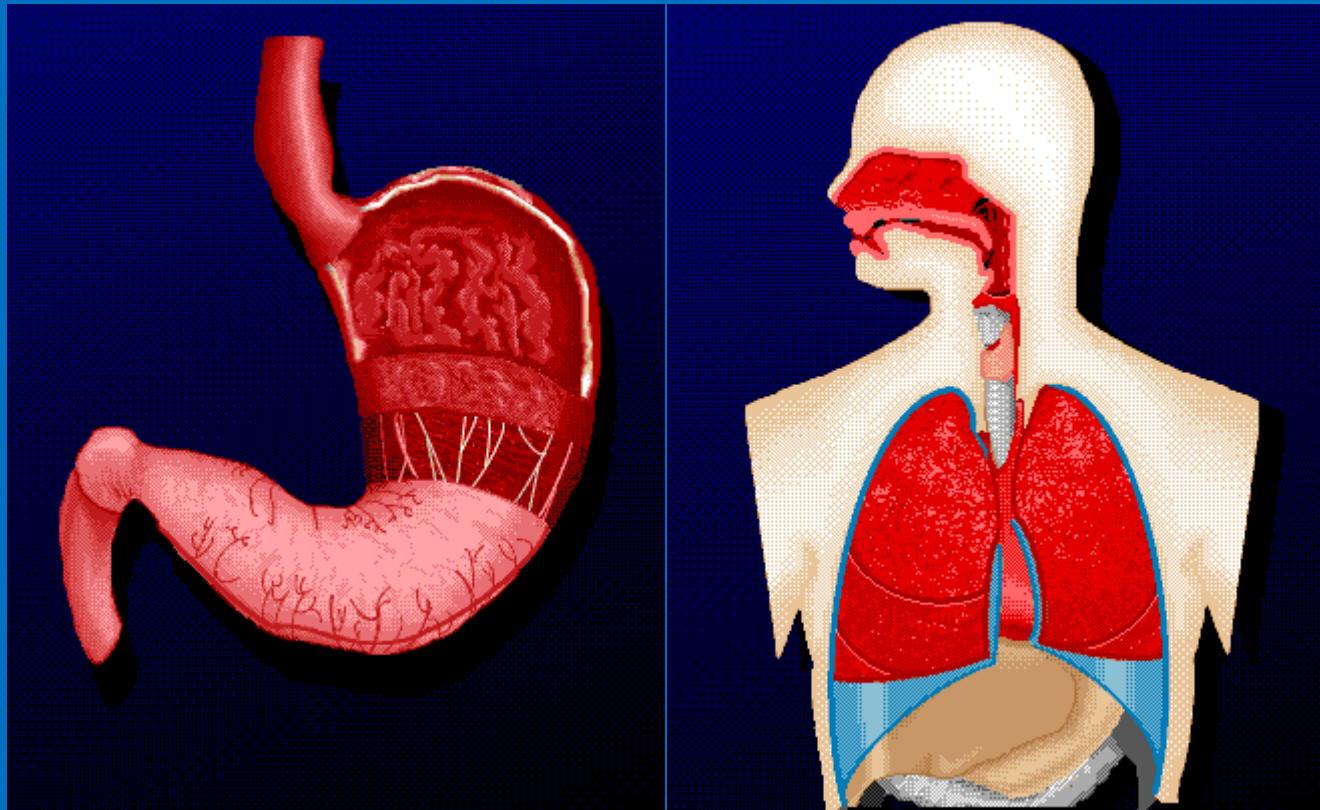
- Hemograma con recuento de plaquetas (\*)
- Orina, heces
- Frotis de heridas, boca, soplido nasal
- Esputo, vómitos, secreciones, tejidos debridados, etc

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

# Contaminación interna fase I - penetración



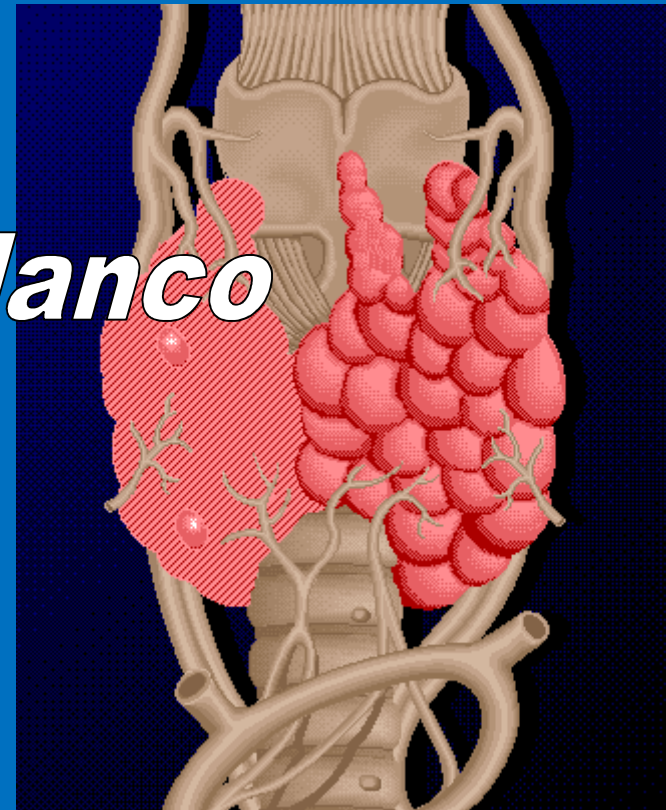
# Contaminación interna fase II – transferencia (absorción)



# Contaminación interna fase III – deposición\*

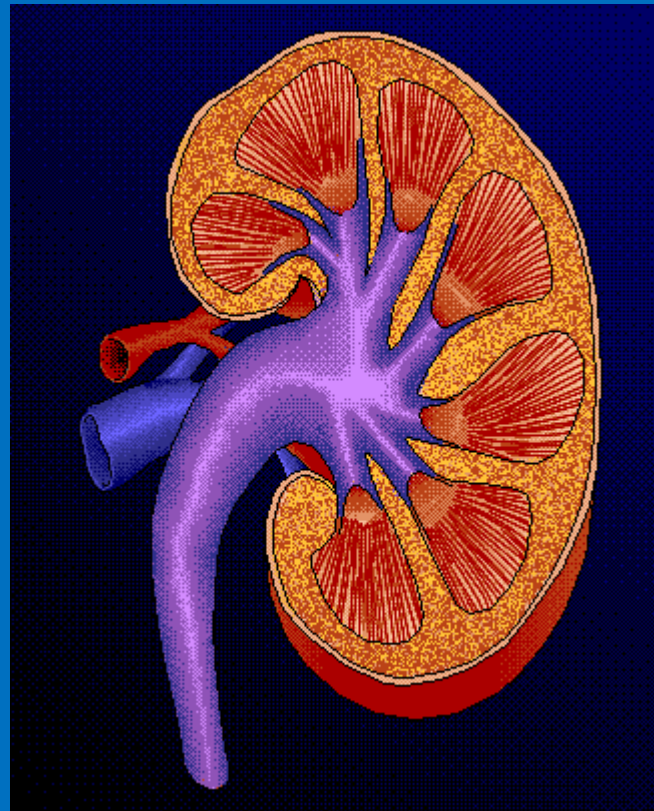


*Órgano Blanco*



\* por veces llamada de “incorporación”

# Contaminación interna fase IV - descorporación



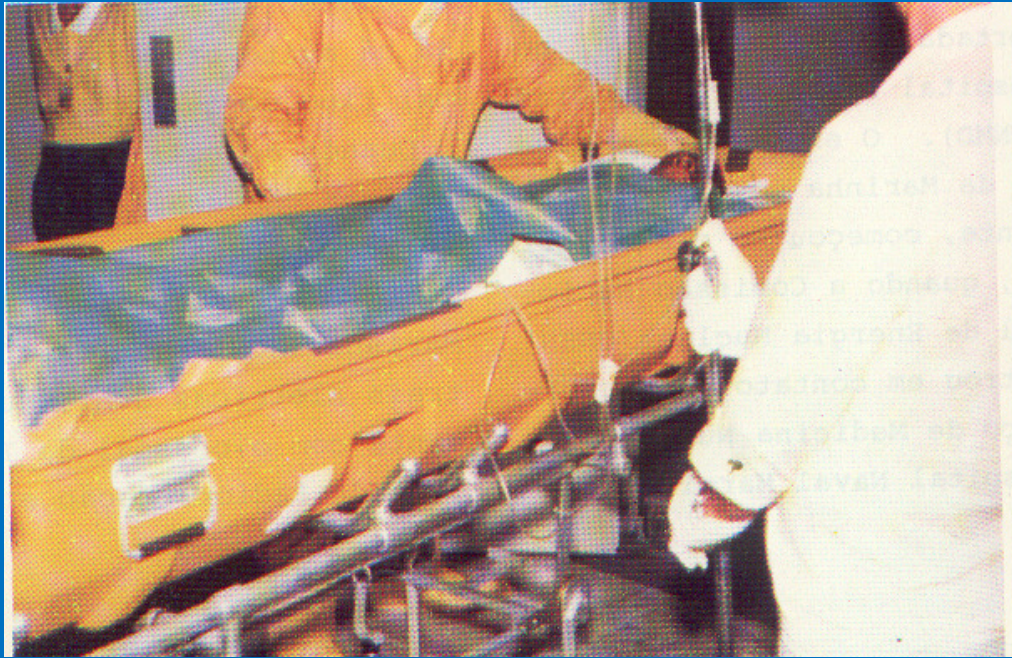
## Posibles consecuencias de una contaminación interna

- 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.**

# Protección contra la contaminación

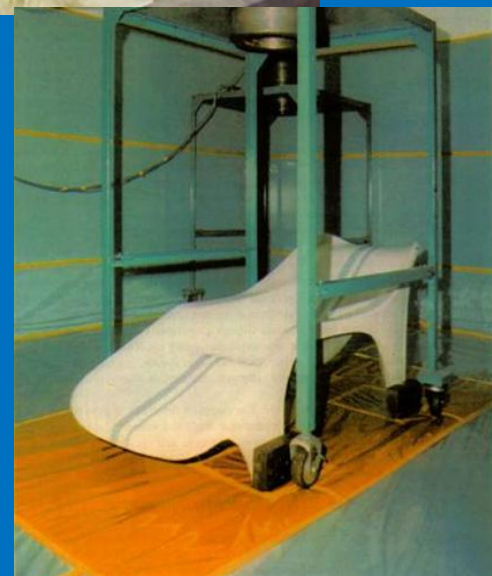




# Contaminación interna diagnóstico

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

# Contador de cuerpo total



# 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

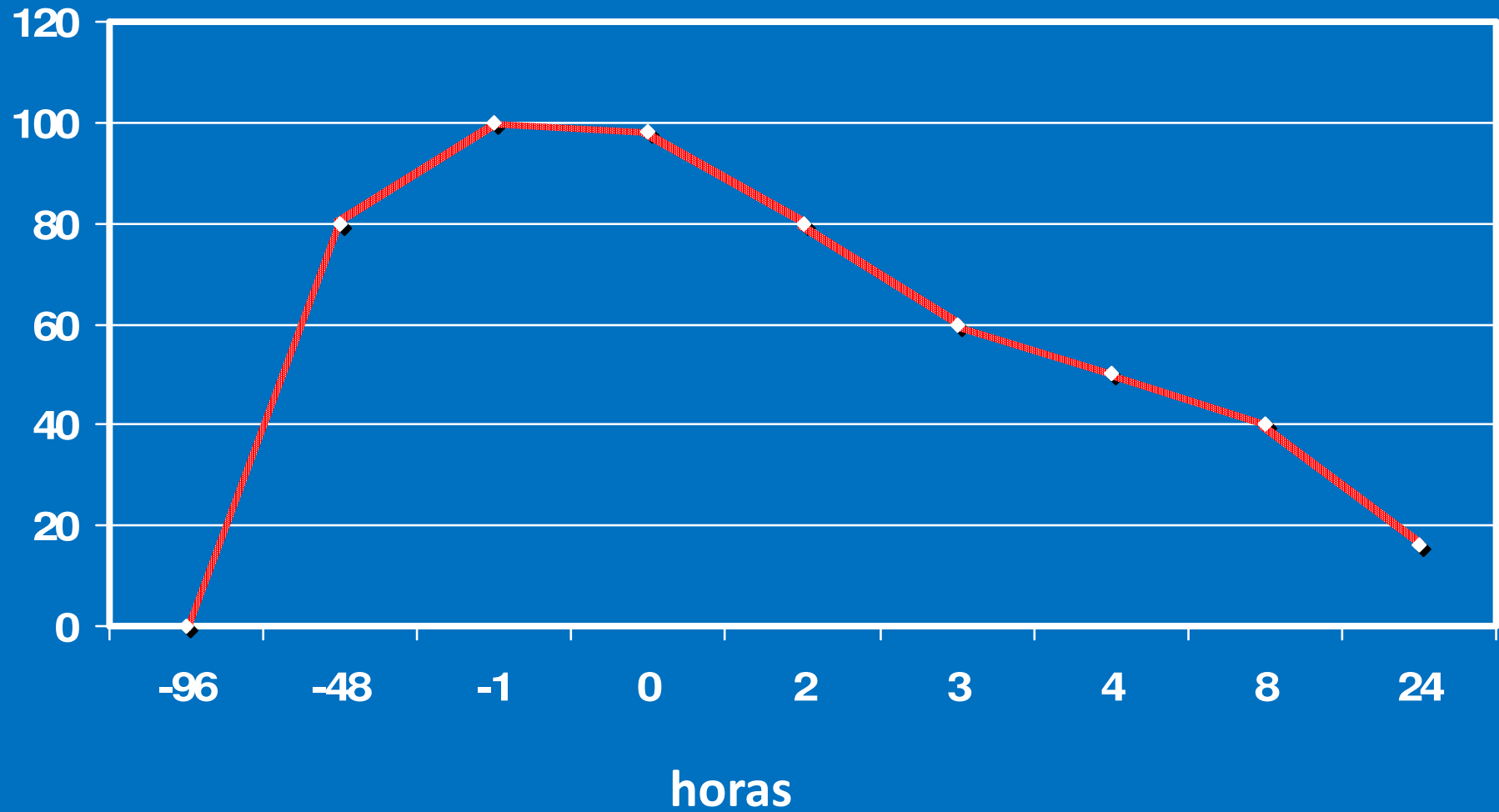
- **medidas generales (utilidad muy limitada en Radiotoxicología)**
  - **lavado gástrico (muy cuestionada en la Toxicología general)**
  - **eméticos**
  - **purgativos**

# 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



# 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/ $^3\text{H}$



# 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**

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

# Contaminación externa

MATERIAL RADIOACTIVO  
DEPOSITADO SOBRE LA  
SUPERFICIE DEL  
CUERPO



Fuentes abiertas: soluciones, polvos

## 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 acceso**
- **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

## 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  $\beta$  o  $\gamma$ :  $> 4$   
Bq / cm<sup>2</sup>

emisores  $\alpha$ :  $> 0,4$   
Bq / cm<sup>2</sup>

medir

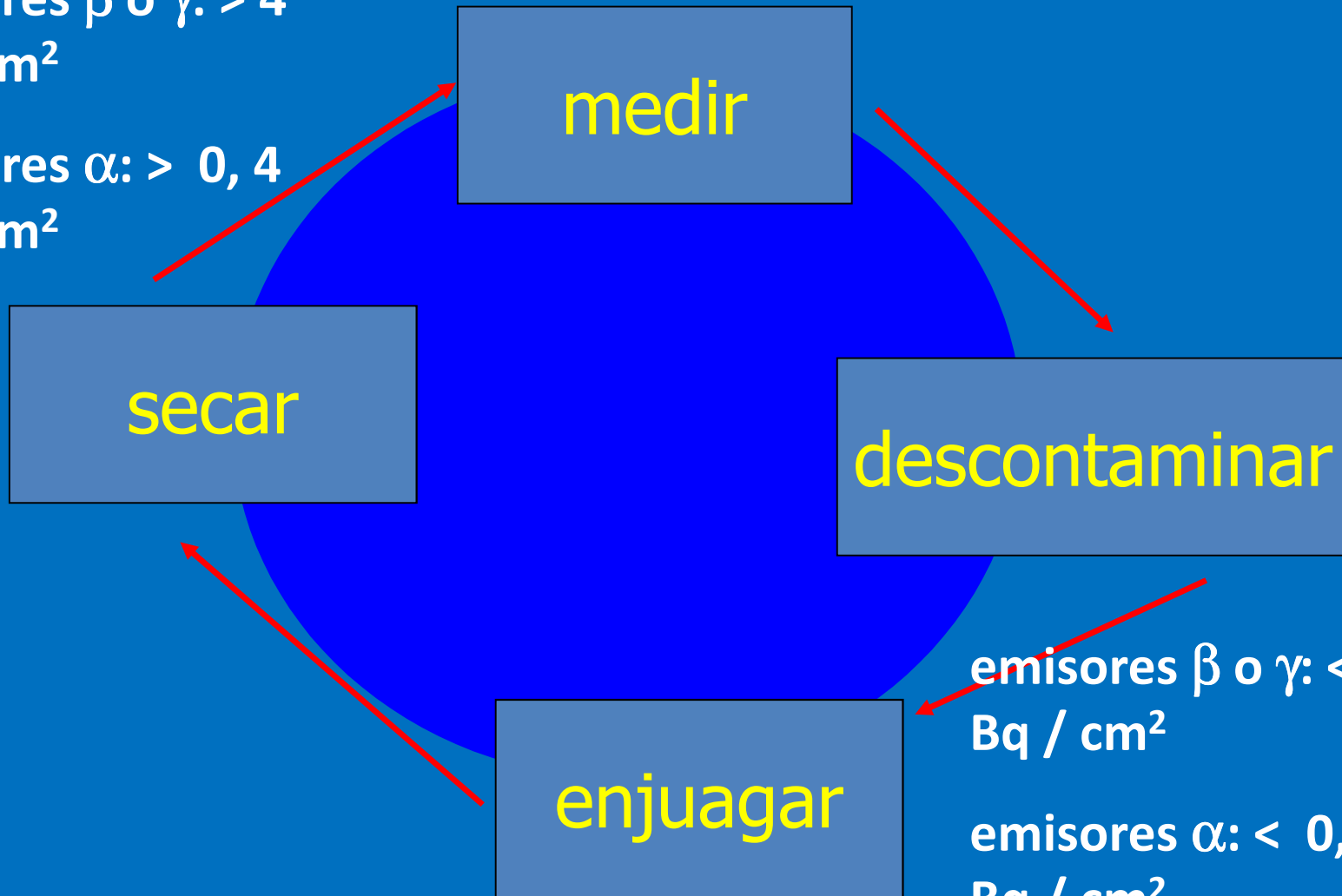
secar

descontaminar

enjuagar

emisores  $\beta$  o  $\gamma$ :  $< 4$   
Bq / cm<sup>2</sup>

emisores  $\alpha$ :  $< 0,4$   
Bq / cm<sup>2</sup>





# 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



## Nuevo paradigma en la respuesta médica

<b>Procesos patológicos</b>	<b>Novedades diagnostico – terapéuticas</b>	<b>Resultados</b>
Síndrome Cutáneo por Radiaciones	Introducción de dosimetría tridimensional y de técnicas de medicina regenerativa	Mejor evolución clínica
Síndrome Agudo por Radiaciones	Abordaje desde la perspectivas de la falla Multiorgánica e introducción de factores de estimulación medular	Mejora el pronostico y el abordaje médico