

**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

(neuroológica > 40 Gy)

Fase prodromal

cronología de vómitos y estimación de dosis

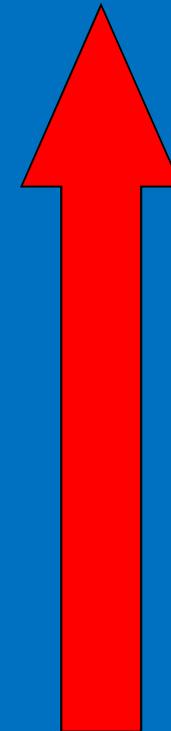
< 30 min: > 6 Gy

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

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

Fase de latencia

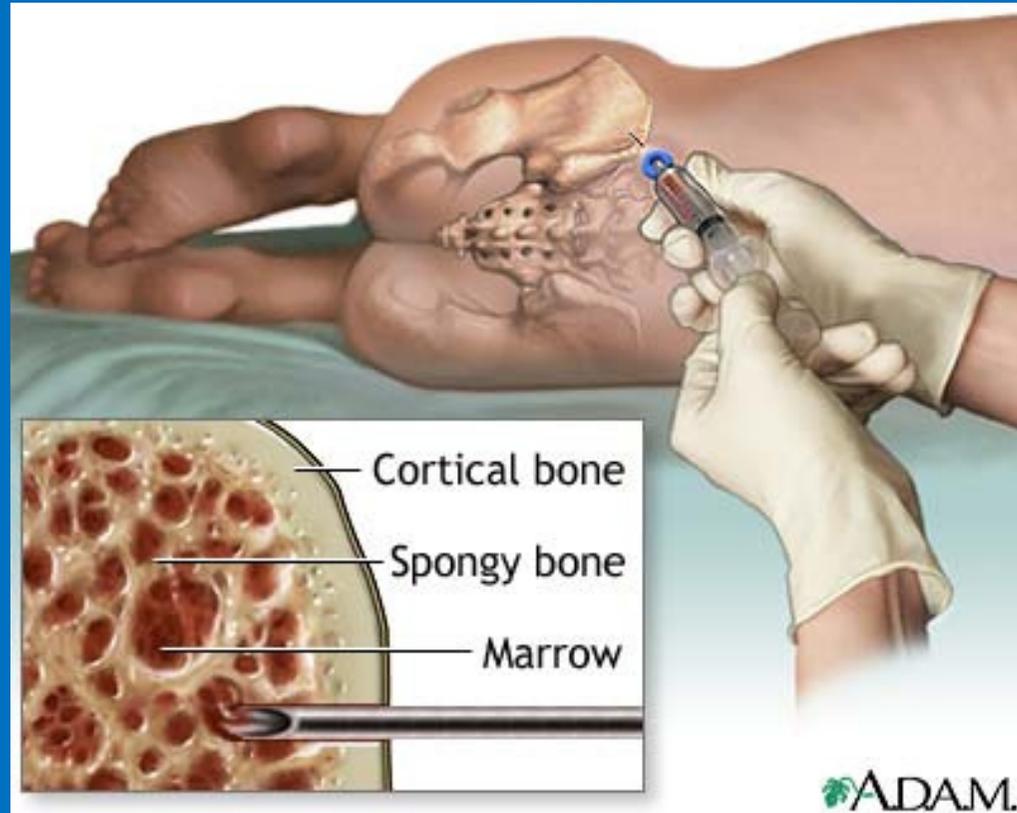
Los síntomas prodromales son generalmente reversibles, remiten espontáneamente dando lugar a una **fase de latencia**, clínicamente silenciosa.

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

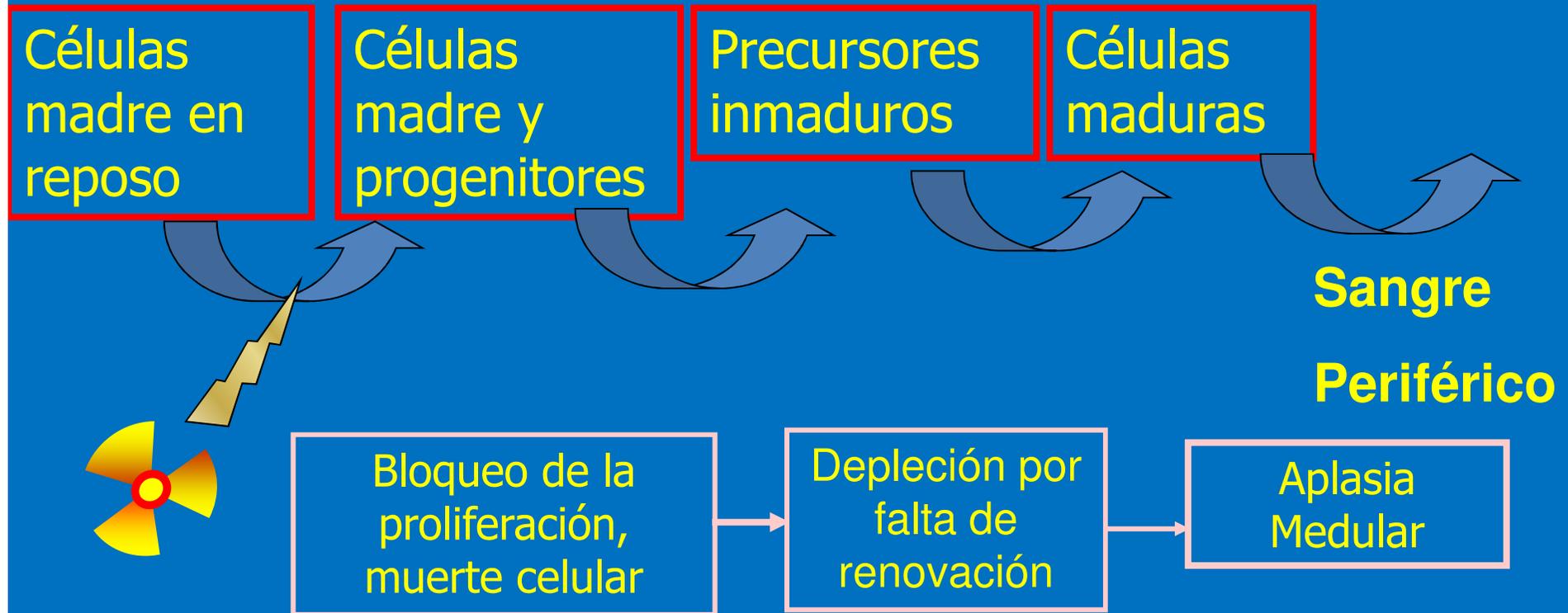
Forma hematológica

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

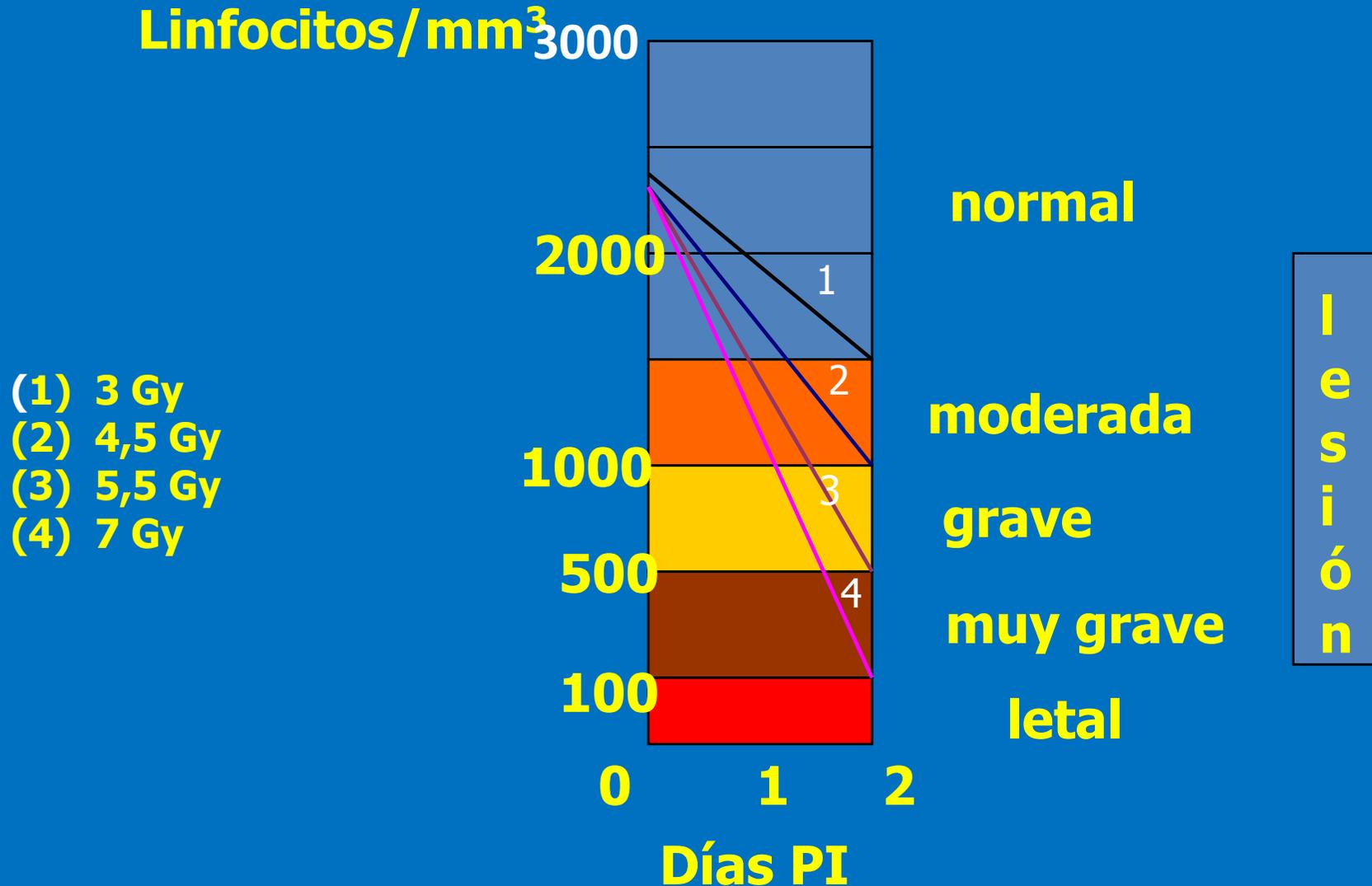


Los elementos figurados de la sangre comienzan a disminuir con el correr de los días como consecuencia de la muerte de sus progenitores en la médula ósea

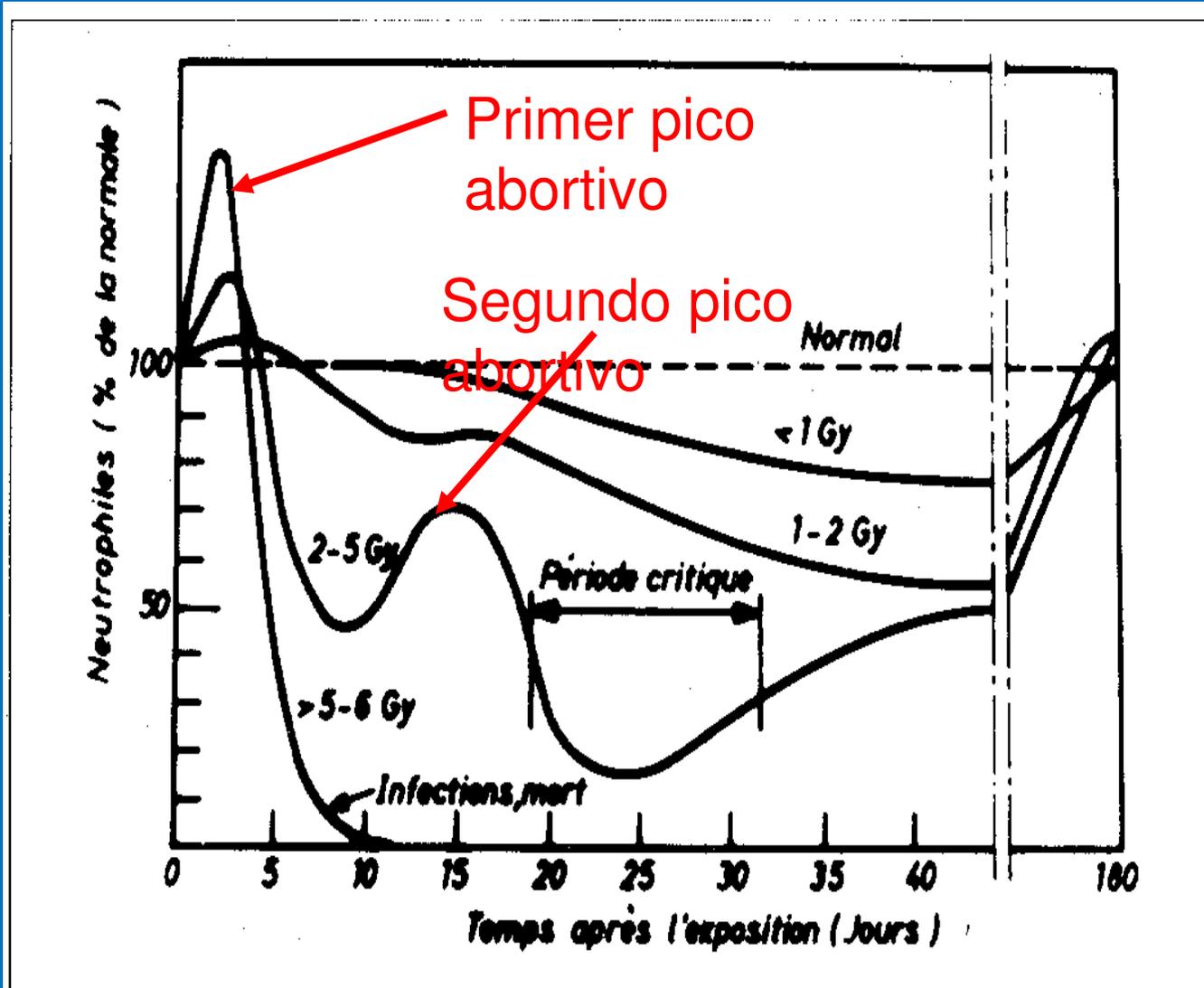
Forma hematológica: fisiopatología



Respuesta linfocitária de Andrews



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 mm³

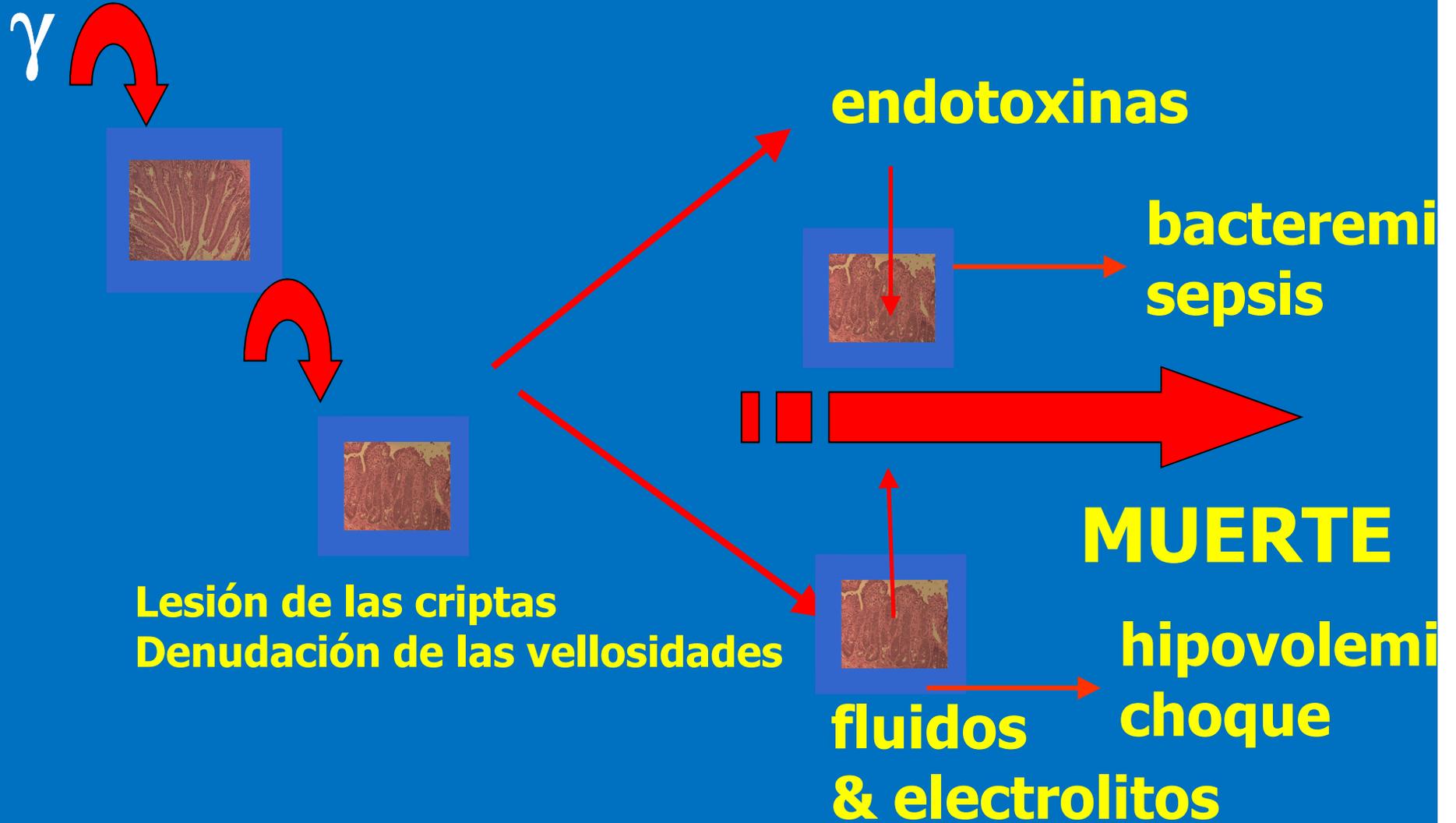
NEUTROPENIA: RIESGO DE SEPSIS

Forma hematológica: plaquetas

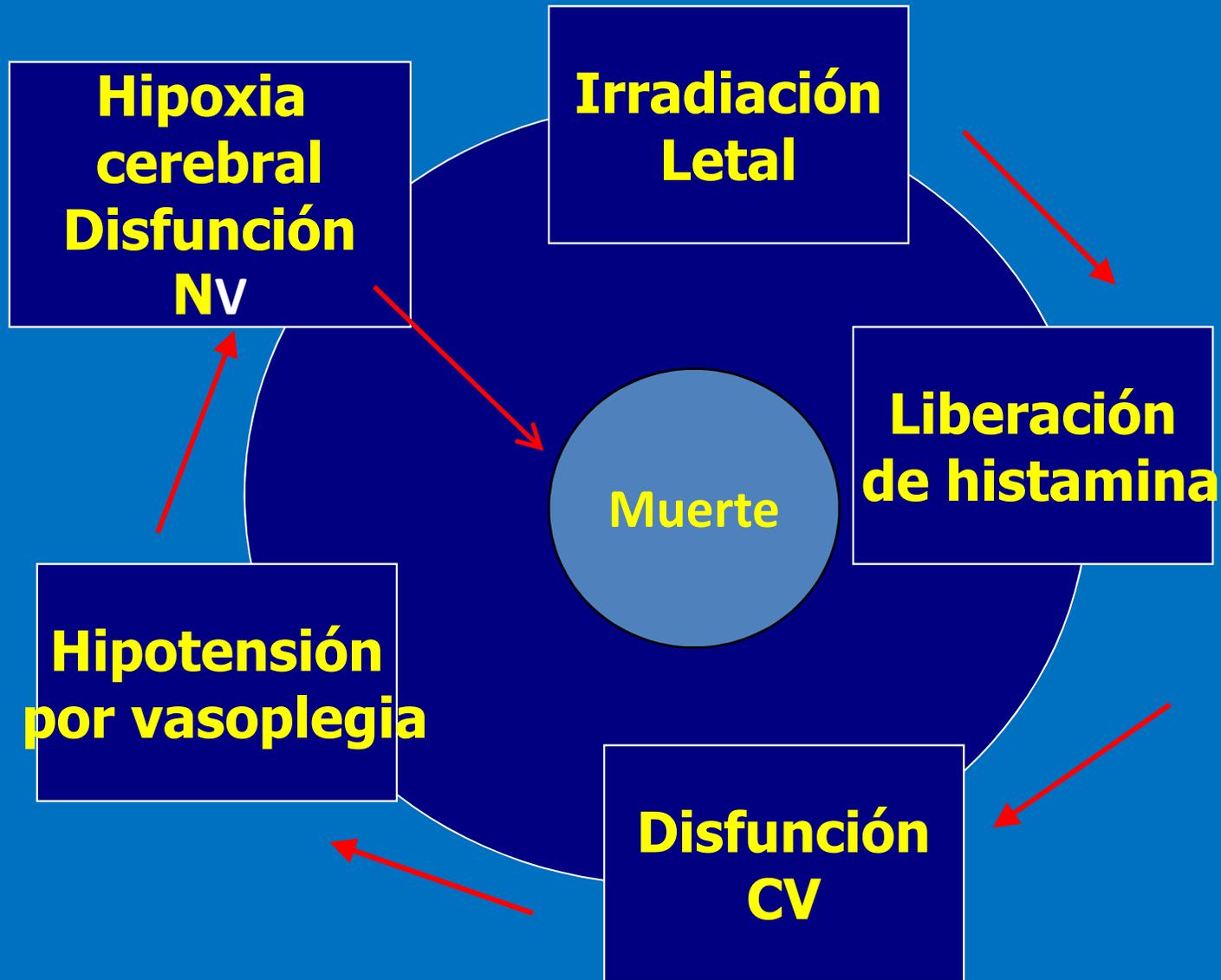
- Comportamiento similar al de los neutrófilos (1° pico abortivo y descenso progresivo) pero no presentan un 2° pico abortivo
 - Los valores críticos se alcanzan a los 30 días p.i. con dosis de 1 Gy y entre 10-15 días p.i. con dosis de 6 Gy.

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



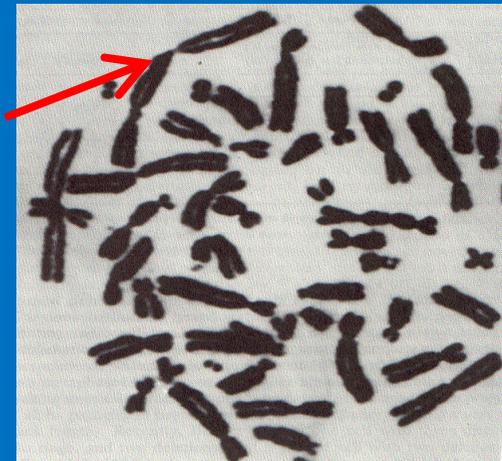
Anthropomorphic (Alderson-Rando) phantoms, adult male, adult female, and 6-year-old child

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



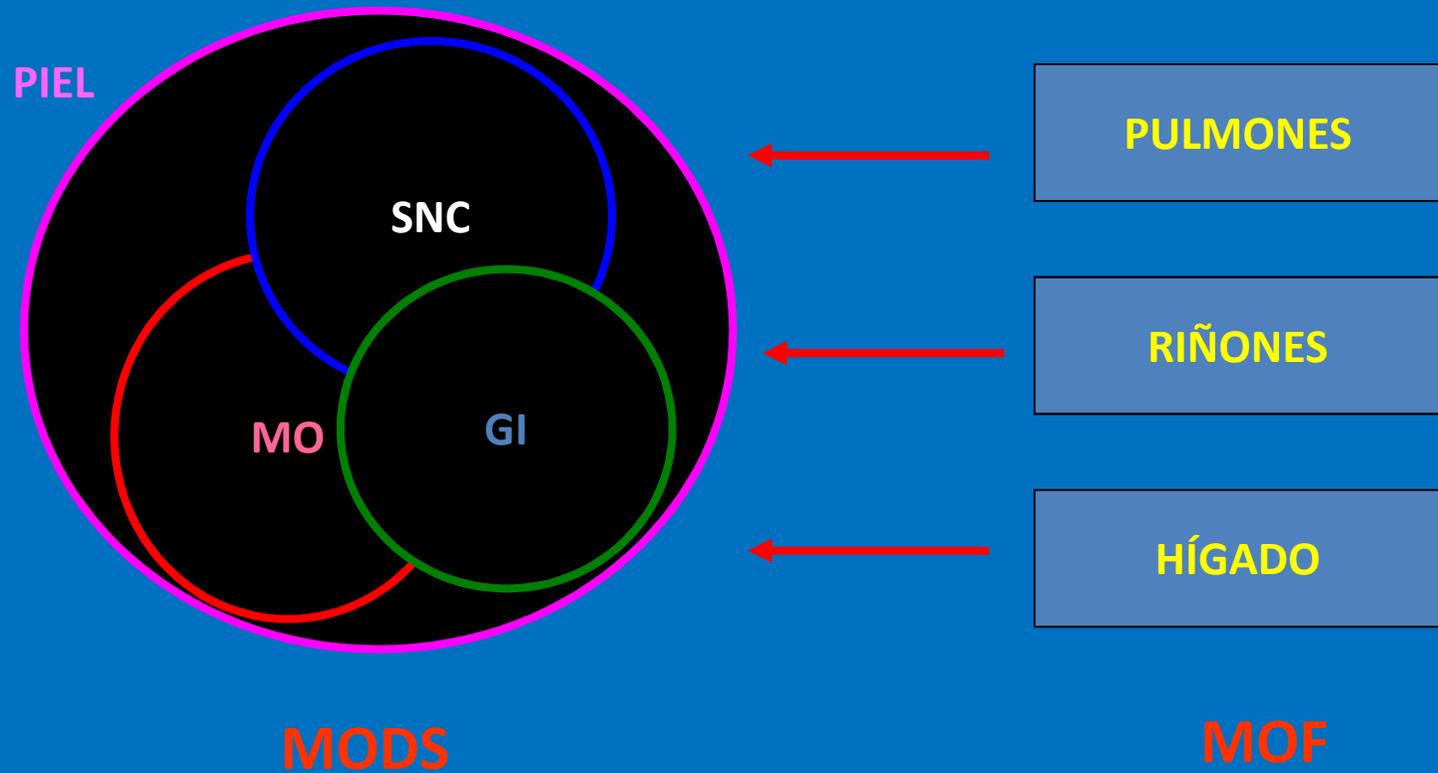
estación de trabajo automatizada



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-HT₃ (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 H₂ (empleo de sucralfate para la profilaxis de la úlcera de stress, cuando esté indicado).

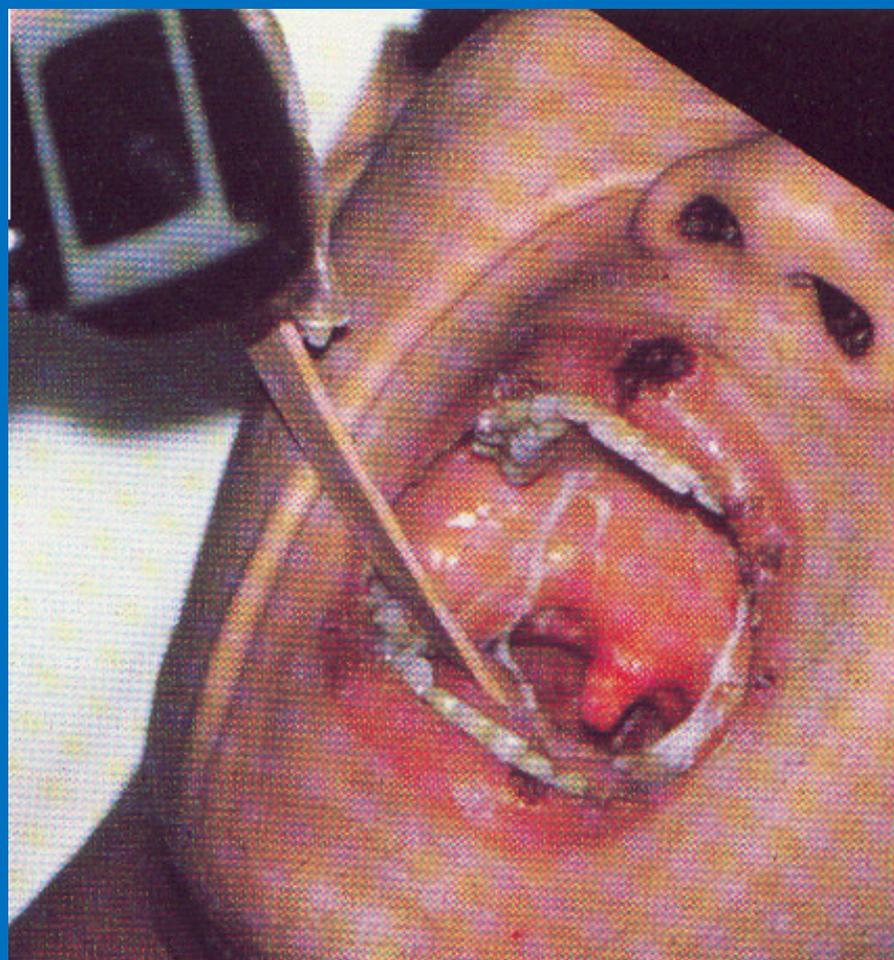
Prevención y tratamiento de infecciones

- **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: $10 \times 10^9/L$
Monitoreo intensivo - Riesgo de hemorragia o hemorragia +	Umbral: $20 \times 10^9/L$
Trauma adicional + Cirugía + Transfusiones masivas + Edema cerebral +	Umbral: $50 \times 10^9/L$

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">• o indicación preliminar cuando neutrofilos $<500/\text{mm}^3$• administrar hasta CAN $>1.000/\text{mm}^3$	

SÍNDROME CUTÁNEO DE LA RADIACIÓN

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

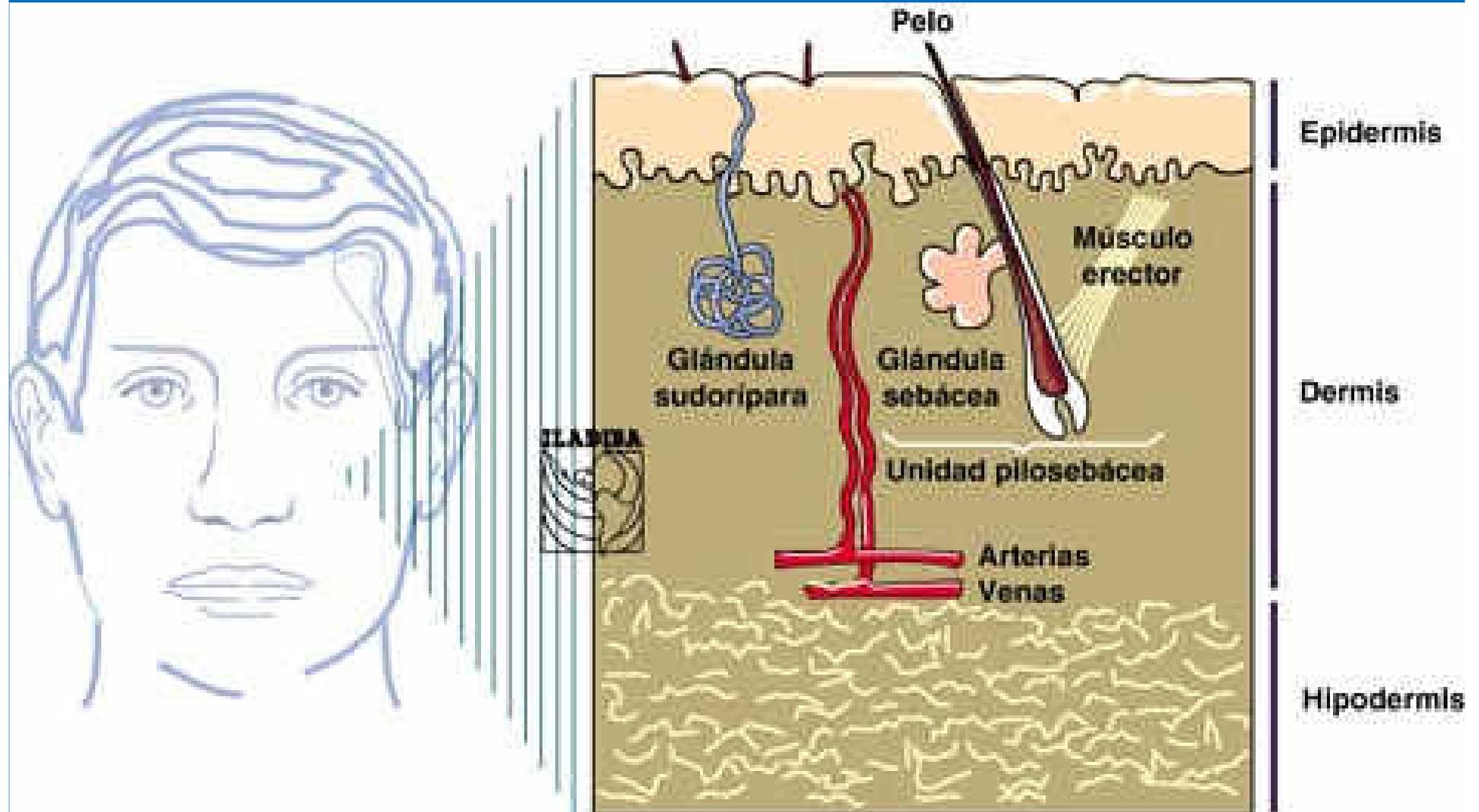
- Se define como **SCR** al conjunto de síntomas y signos consecutivos a la sobreexposición de la piel con altas dosis
- De acuerdo al tipo de escenario, el **SCR** puede resultar de una exposición aguda de todo el cuerpo a muy altas dosis o, más frecuentemente, ser la consecuencia de una irradiación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

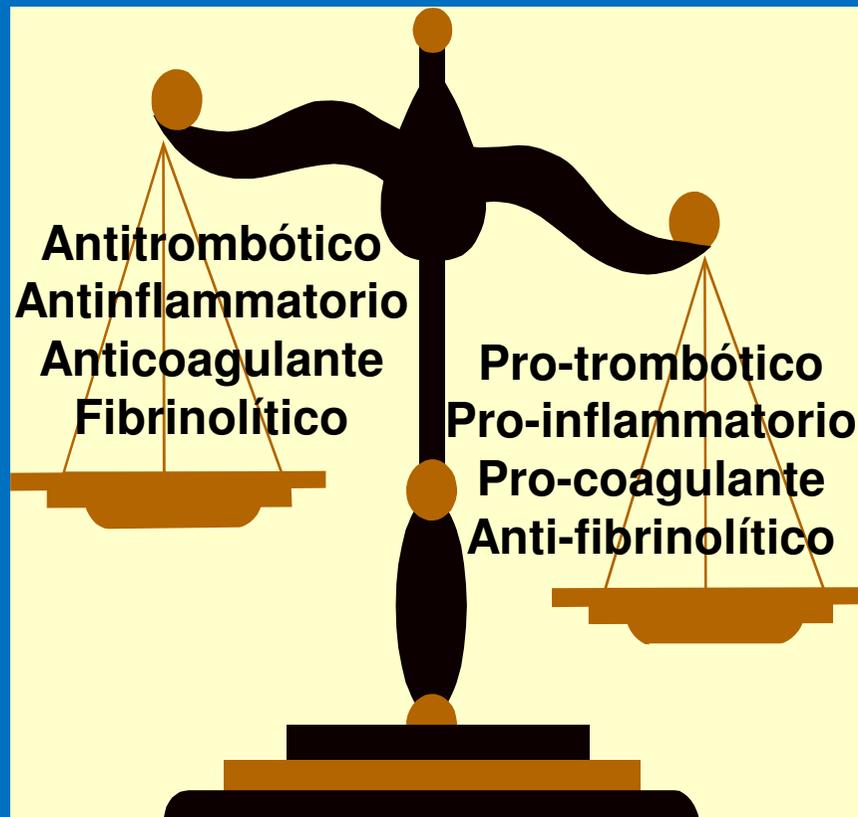
Existe un retardo en las manifestaciones clínicas, que expresa la cinética de proliferación de los tejidos irradiados (epidermis: respuesta rápida; dermis: respuesta lenta)

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

Manifestación	Umbral (Gy)
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)



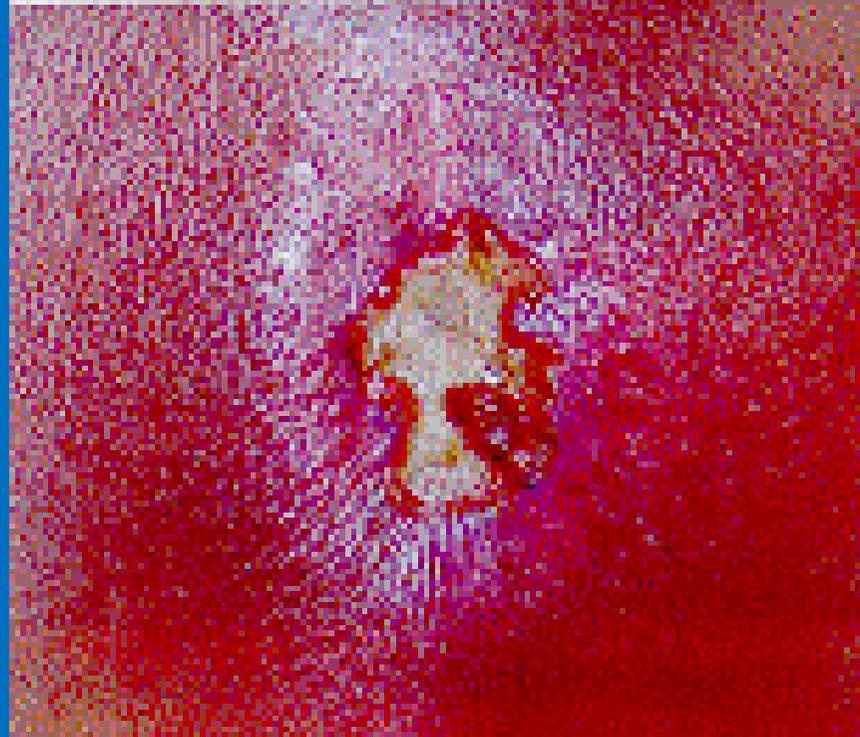
Epitelitis seca



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

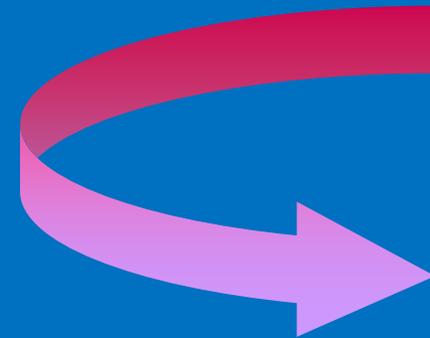
miembros del público pueden exponerse inadvertidamente a R.I. a partir de fuentes radiactivas que han escapado de control



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

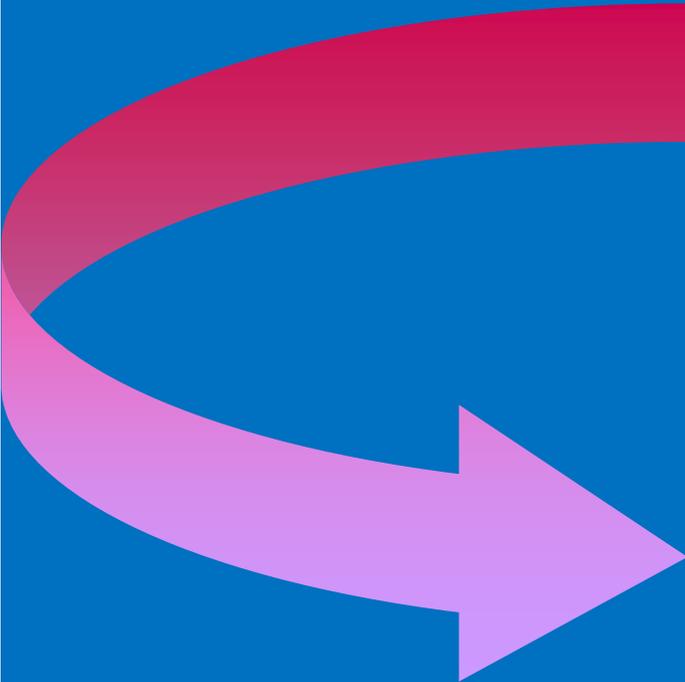
Ausencia de eritema en el primer día: < 6 Gy (*)

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:

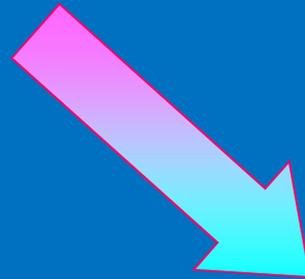
CARACTERISTICAS
FISICAS DE LA
FUENTE

GEOMETRIA DE
IRRADIACION

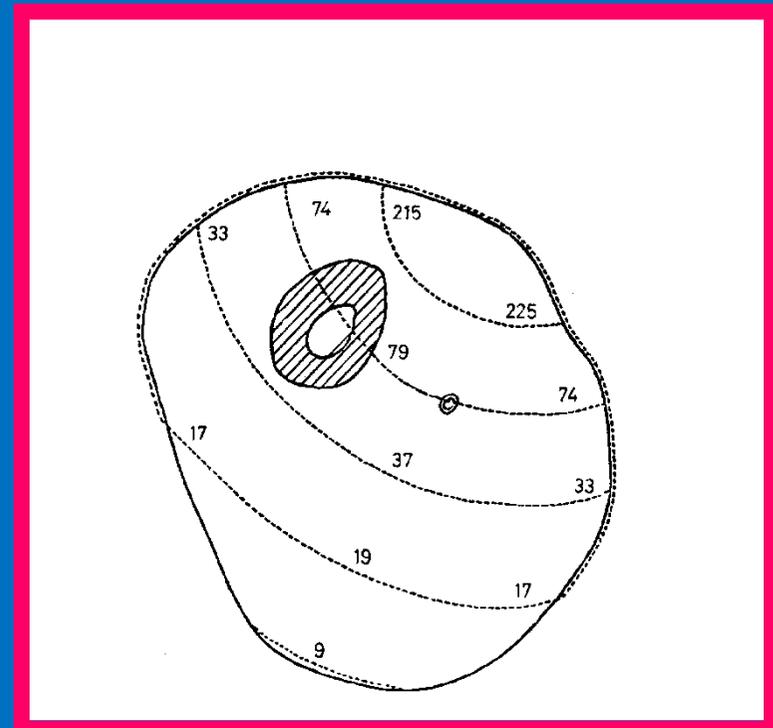
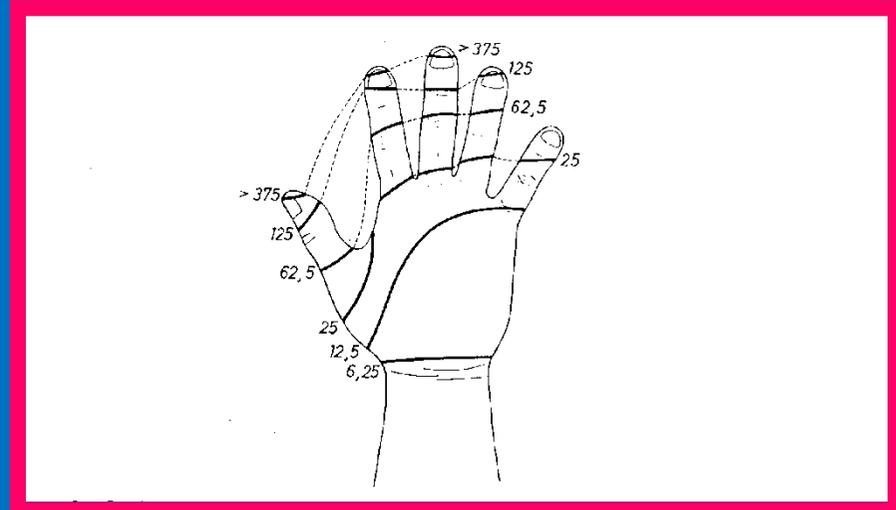
CRONOLOGIA DE
LA EXPOSICION

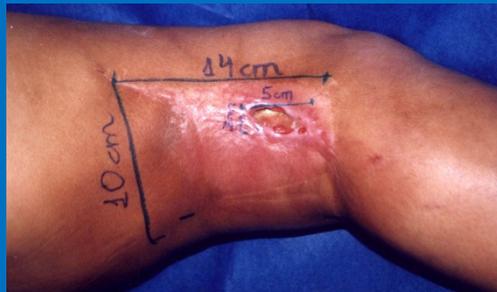
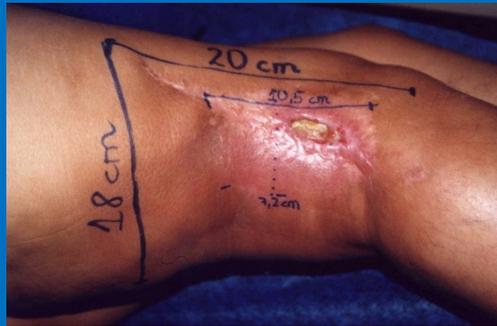
DISTRIBUCION TEMPORO-ESPACIAL DE LA DOSIS

CONSTRUCCION DE CURVAS DE ISODOSIS



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





El registro fotográfico seriado permite objetivar evolución y respuesta terapéutica

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 antisquémica, terapia antioxidante.
- Tratamiento local: toilette, lavados con soluciones antisépticas, sulfadiacina de plata + lidocaína, estimulantes de la granulación (Ej: trolamina), factores de crecimiento (KGF¹), 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 TNF¹, efecto antiinflamatorio sobre el endotelio vascular.
- Terapia antioxidante: alfatocoferol (vitamina E) asociado a vitaminas A y C.
- O₂ hiperbárico

(1) TNF: Tumor Necrosis Factor

Tratamiento del SCR

Enfoque clásico:

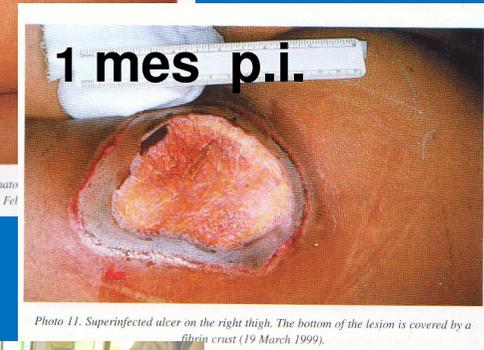
- Tratamiento médico conservador para lesiones superficiales
- Tratamiento quirúrgico para ulceraciones profundas y/o dolorosas y para lesiones necróticas:
 - exéresis + injerto (cobertura temporaria: piel cadavérica, xenoinjerto, piel artificial; cobertura definitiva: autoinjerto);
 - exéresis + colgajo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

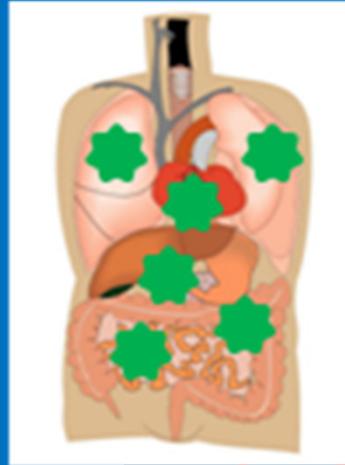
- Abordaje por un equipo multidisciplinario.
- La cirugía debe ser PRECOZ, antes de que ocurra la radionecrosis.
- La exéresis debe estar guiada por la reconstrucción tridimensional de la dosis.
- Autoinjerto clásico (en "mesh") + terapia celular local con MSC expandidas *in vitro*.
- El futuro del tratamiento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



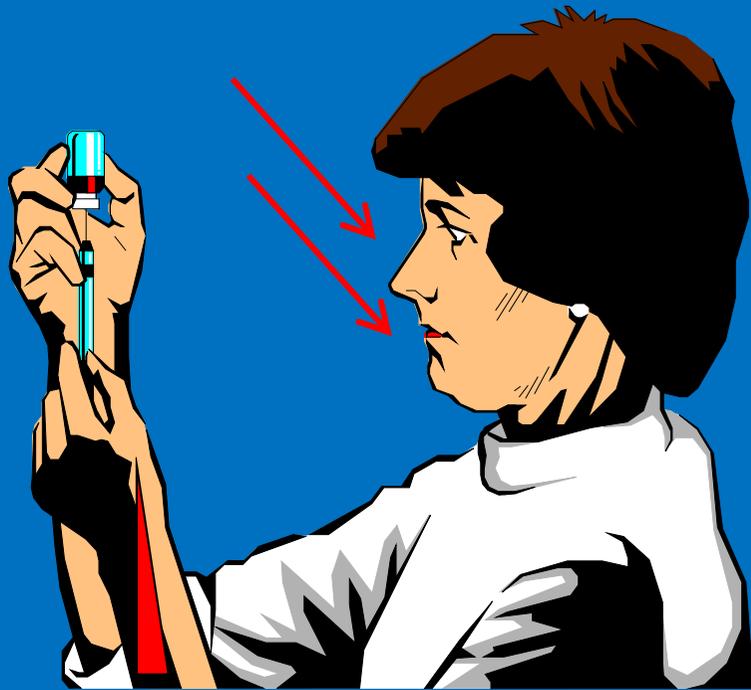
Manejo del paciente contaminado (I/E)

Recolectar muestras de laboratorio:

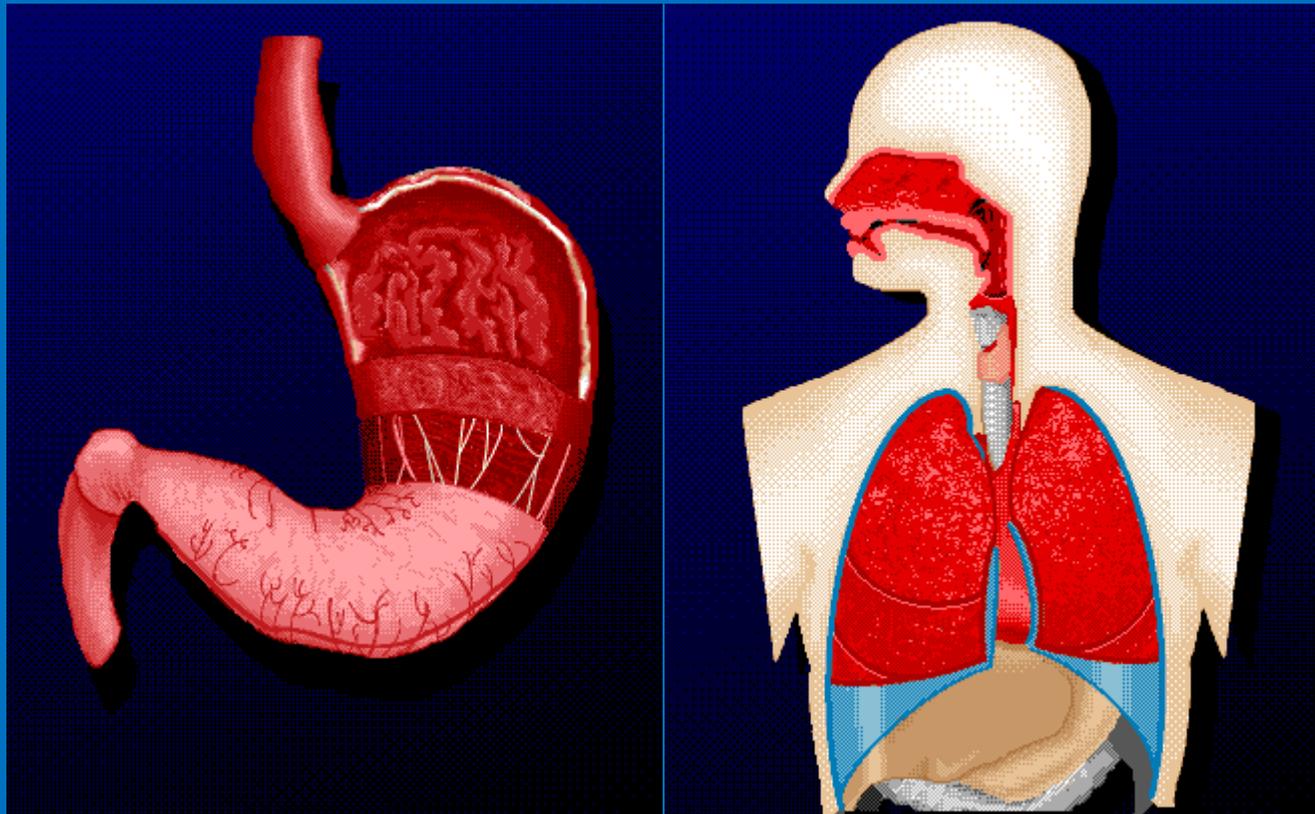
- Hemograma con recuento de plaquetas (*)
- Orina, heces
- Frotis de heridas, boca, soplido nasal
- Esputo, vómitos, secreciones, tejidos debridados, etc

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

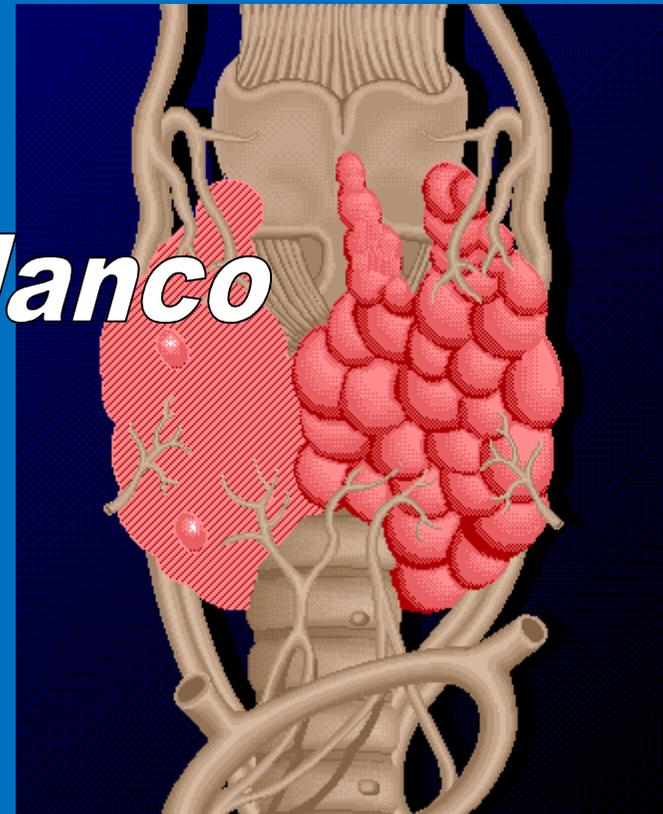
Contaminación interna fase I - penetración



Contaminación interna fase II – transferencia (absorción)



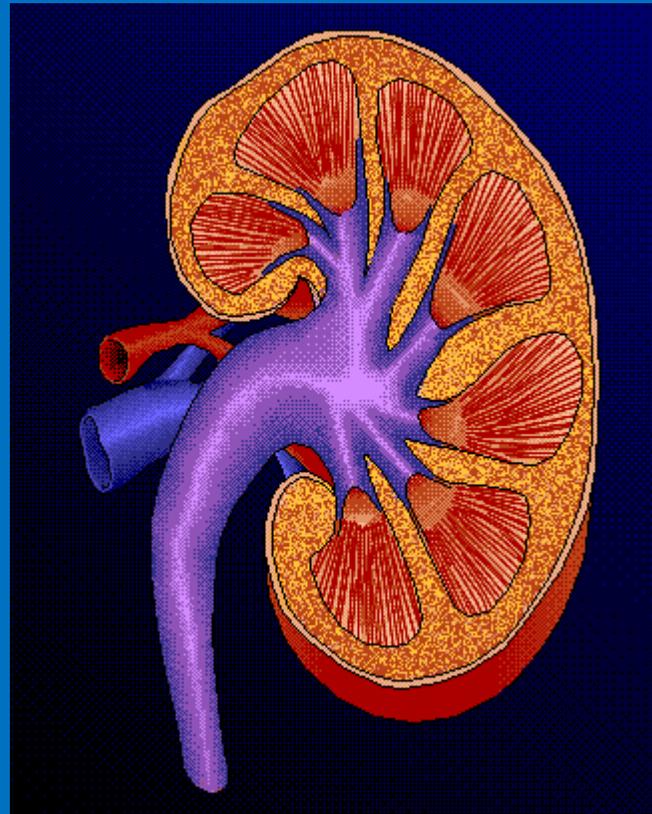
Contaminación interna fase III – deposición*



Órgano Blanco

* por veces llamada de “incorporación”

Contaminación interna fase IV - descorporación



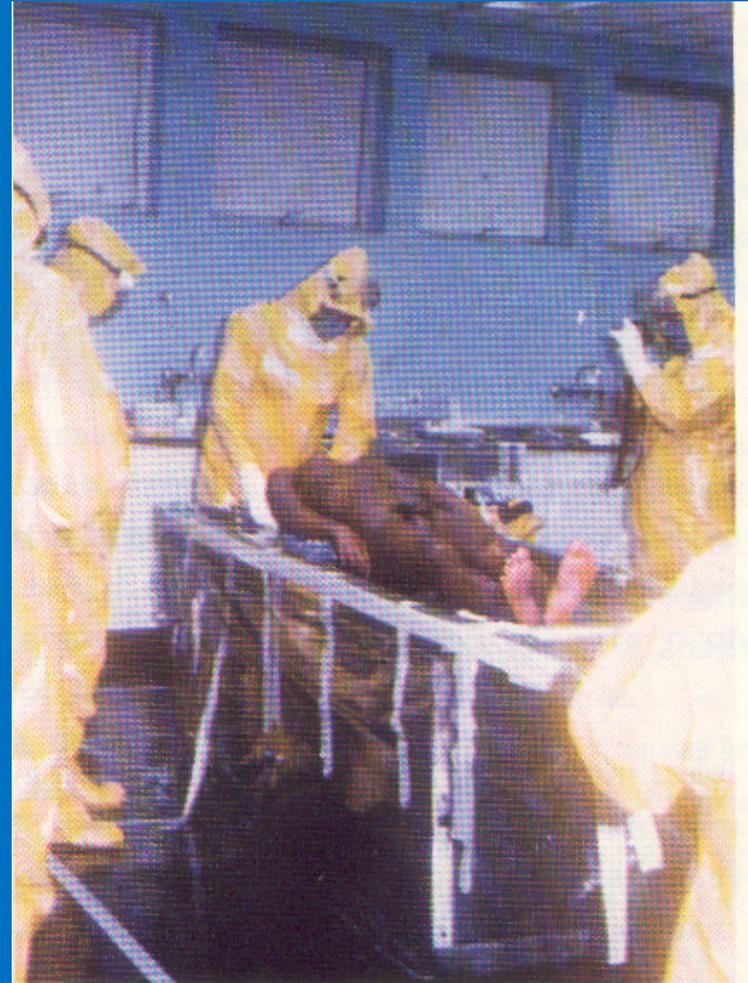
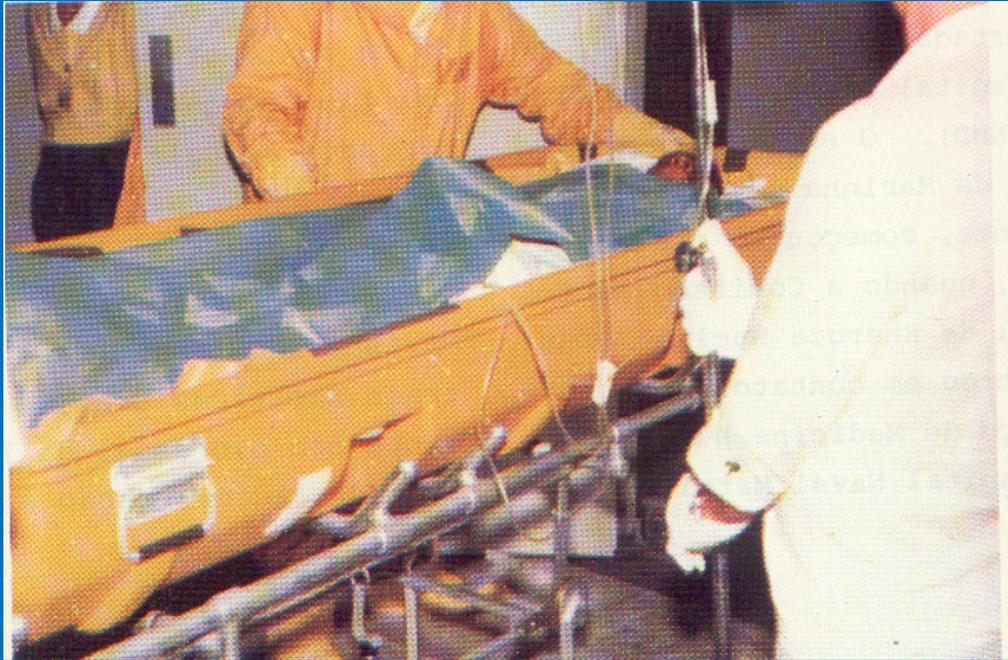
Posibles consecuencias de una contaminación interna

- 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.**

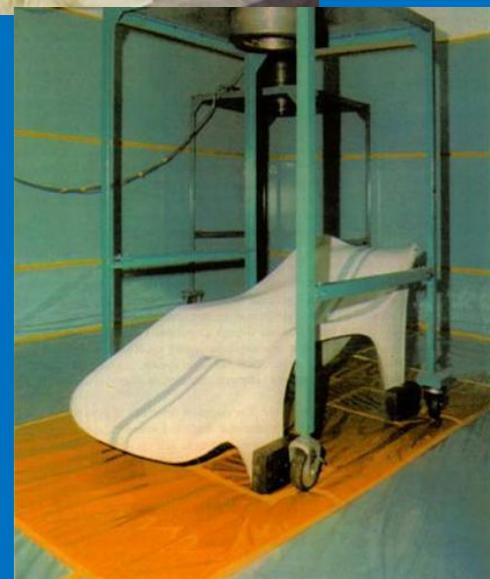
Protección contra la contaminación



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

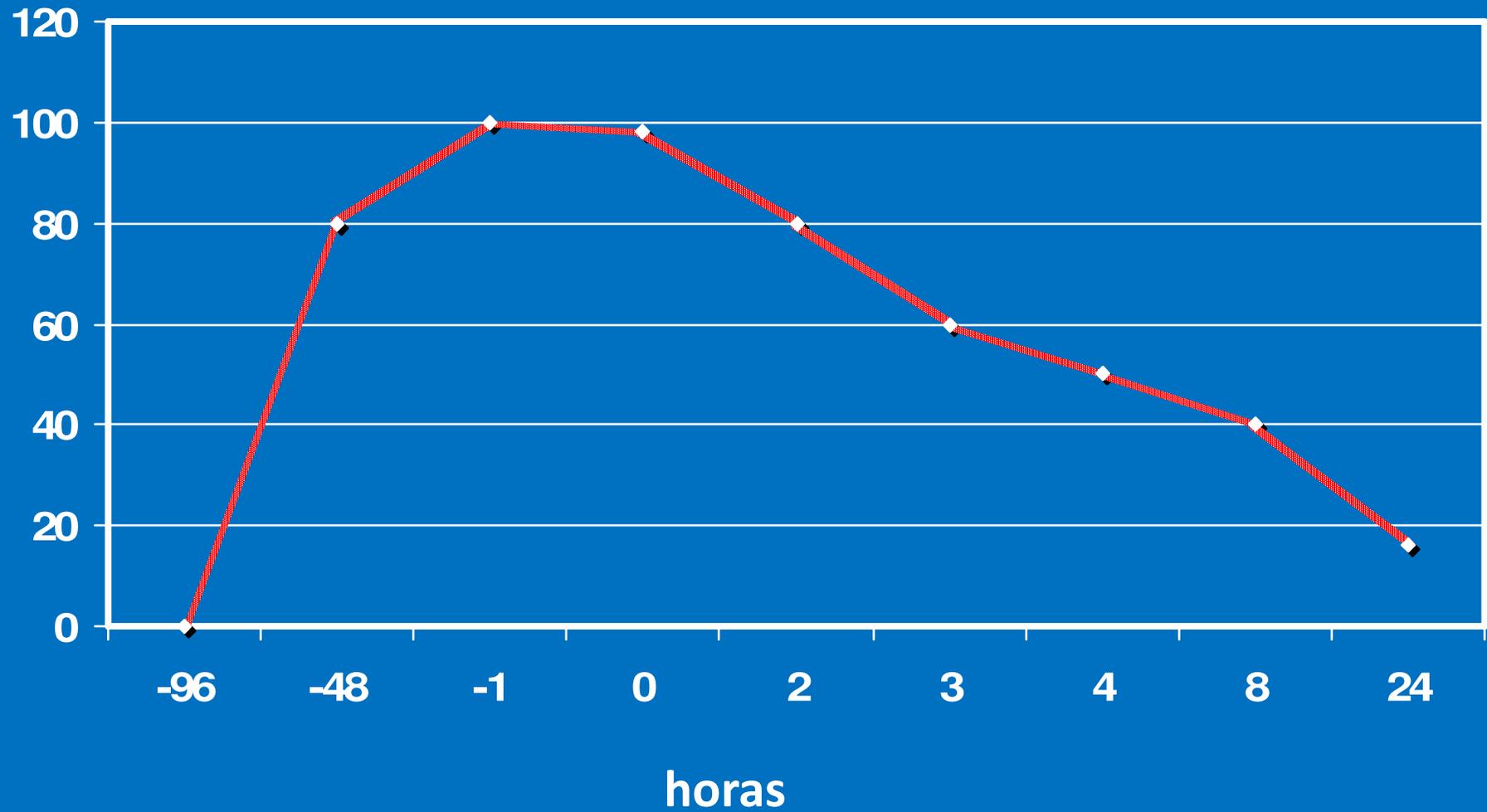
- **medidas generales (utilidad muy limitada en Radiotoxicología)**
 - **lavado gástrico (muy cuestionada en la Toxicología general)**
 - **eméticos**
 - **purgativos**

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/ ^3H

Contaminación interna tratamiento

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

Contaminación interna tratamiento

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

Contaminación interna tratamiento

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

Contaminación interna tratamiento

- **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 β o γ : > 4
Bq / cm²

emisores α : $> 0,4$
Bq / cm²

medir

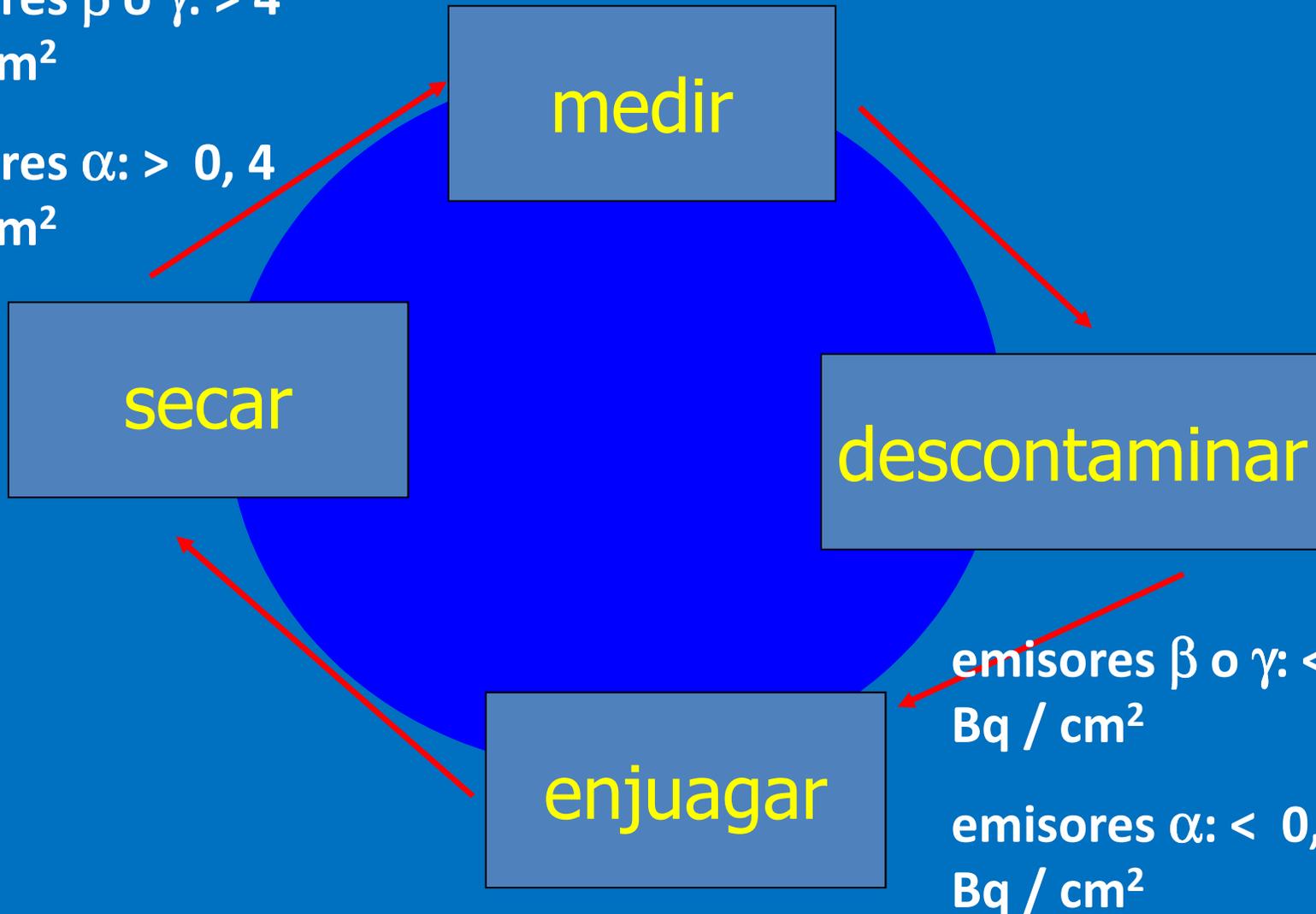
secar

descontaminar

enjuagar

emisores β o γ : < 4
Bq / cm²

emisores α : $< 0,4$
Bq / cm²



Manejo del paciente contaminado externamente

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

Gestión de residuos de la descontaminación

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

En emergencias radiológicas significativas

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



Nuevo paradigma en la respuesta médica

Procesos patológicos	Novedades diagnostico – terapéuticas	Resultados
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