





#### **ACCIDENTES RADIOLOGICOS ASPECTOS CLINICOS** CASOS REPORTADOS EN EL PERU

Dr. ALBERTO LACHOS DAVILA Medico Asistente del Departamento de Radioterapia Instituto de Enfermedades Neoplásicas Lima - Perú

### ACCIDENTES RADIOLOGICOS Y NUCLEARES 1944 - 2012

Condición	Número
Accidentes	~ 500
Personas expuestas	~3,000
Fallecimientos	~150

### ACCIDENTES RADIOLOGICOS Y NUCLEARES

Practicas	%
Radiografía Industrial	35
Irradiadores	<b>27</b>
Medicina	12
Laboratorio	10
Otros	8
Reactores nucleares	5
Educación	2
Militar	<b>1</b>

### PRINCIPALES CAUSAS DE ACCIDENTES RADIOLOGICOS

Fuentes "Huérfanas"

The Radiological Accident in Lilo



(4)

**Abandonadas** 

Perdidas

Robadas

#### EXPOSICIÓN MÉDICA Riesgos







**GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL** 

### DISPOSITIVOS INVOLUCRADOS EN ACCIDENTES POR RADIACION

- Dispositivo de Dispersión Radiológica
- Dispositivo de Exposición Radiológica
- Dispositivo Nuclear Improvisado
- Artefactos de Destrucción de Masa
- Ataque a instalaciones nucleares
- Contaminación del agua de abastecimiento
- Contaminacion del agua de abastecimiento

- Los efectos perjudiciales de la radiación dependen de la cantidad (dosis), la duración y el grado de exposición.
- La dosis total y el grado de exposición determinan los efectos inmediatos sobre el material genético de las células.
- Los órganos inicialmente y más afectados por la exposición a la radiación son aquellos que están formados por tejidos en los cuales el componente celular se multiplica rápidamente, como el intestino y la médula ósea.
- La exposición a la radiación puede producir efectos agudos y crónicos en el organismo.

- Los efectos de la radiación también dependen del porcentaje del organismo que resulta expuesto.
- El síndrome agudo por irradiación se produce por la exposición a dosis de radiación mayor a un Gy entregado a todo el cuerpo o una parte importante de este durante un corto período de tiempo.
- El síndrome hematopoyético, gastrointestinal y cardiovascular se producen cuando la dosis de radiación adquirida supera 1 Gy, 6 Gy y 20 Gy respectivamente.

# SINDROME AGUDO POR RADIACION (SAR)

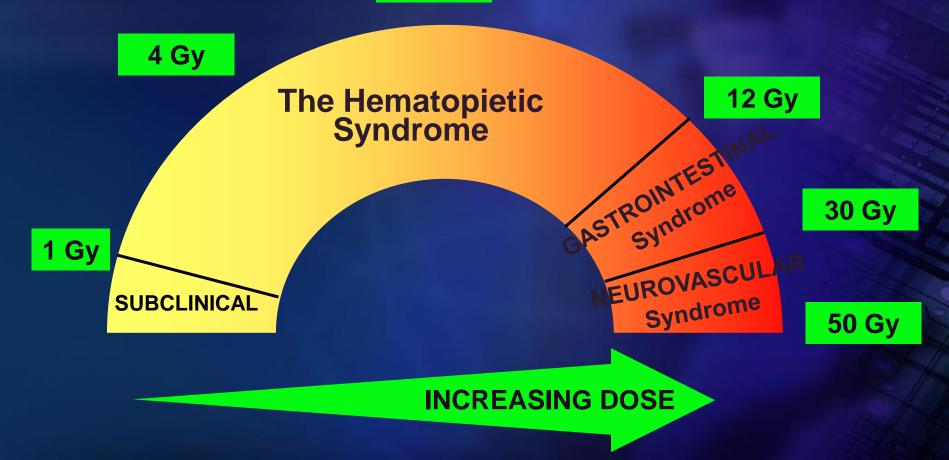
#### Concepto

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, 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

### SINDROME AGUDO POR RADIACION

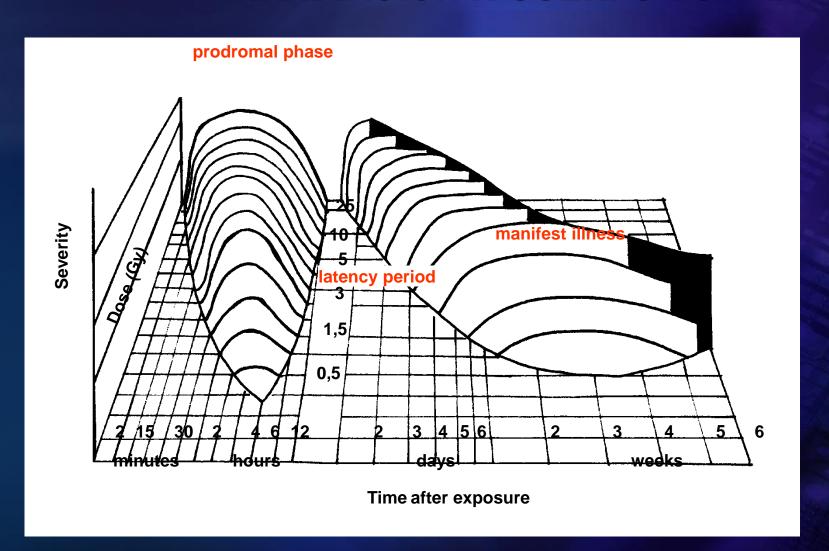
6-8 Gy



#### Fases del SAR

- Pródromos,
- Latencia,
- Manifiesta, crítica o período de estado
- Recuperación o muerte

### SINDROME AGUDO POR RADIACION IRRADIACION A CUERPO TOTAL



#### SAR clasificación según umbrales de dosis

- Forma hematológica 0,8-1 Gy
- Forma gastrointestinal\* 8-10 Gy
- Forma neurovascular > 20 Gy
- (neurológica > 40 Gy)

### **EVALUACION PRIMARIA: las primeras 48 horas**

average delay before symptoms appear cutaneous erythema

asthenia

nausea

vomiting per 24 hrs

diarrhea/number of stools per 24 hrs

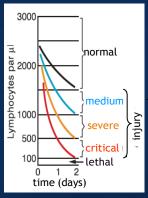
abdominal pain

headheach

temperature

blood pressure

temporary loss of consciousness



at 24 hours

at 48 hours

#### Score I

less than 12 hrs

0

+

+

maximum 1

maximum 2 - 3; bulky

minimal

C

below 38°C

normal

0

#### Score II

less than 5 hrs

+/-

++

+++

1 to 10

2 - 9; soft

intense

++ 38 - 40 °C

normal - possible temporary decrease

(

#### Score III

less than 30 min

+++; before 3<sup>rd</sup> hrs

+++

(-)

above 10; intractable

above 10; watery

excruciating

excruciating; signs of intra-cranial HT

above 40 °C

systolic below 80

+ / coma

#### Deplecion de linfocitos en sangre periferica

above 1 500 / μl above 1 500 / μl

monitoreo

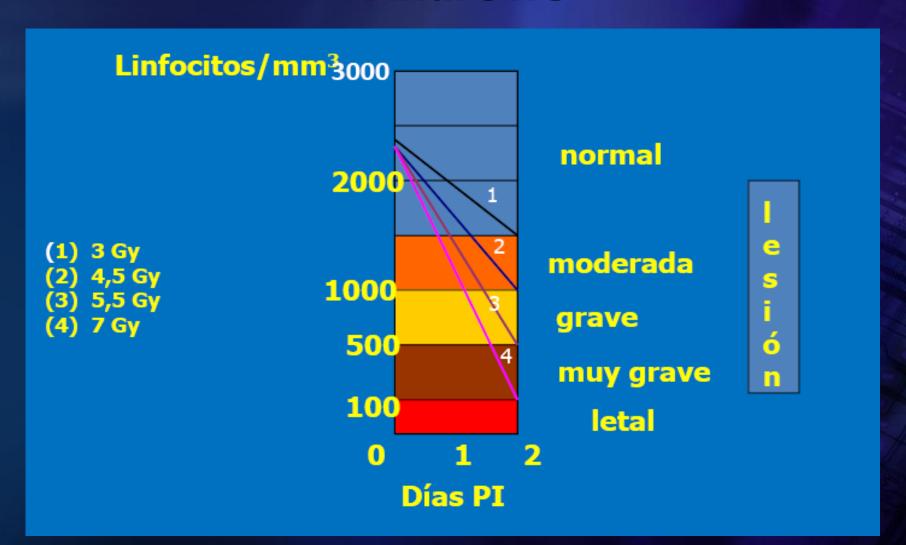
below 1 500 / μl below 1 500 / μl

Hospitalización para tratamiento

below 500 / μl below 100 / μl

Hospitalización Falla multiorgánica

#### Respuesta linfocitária de Andrews



## 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</li>

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 neurológicos		Dosis letal

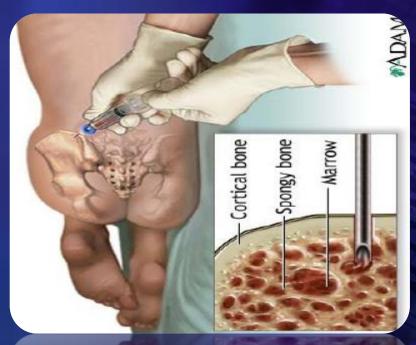
#### Fase de latencia

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 delatencia: el paciente pasa de la etapa prodromal al período de estado

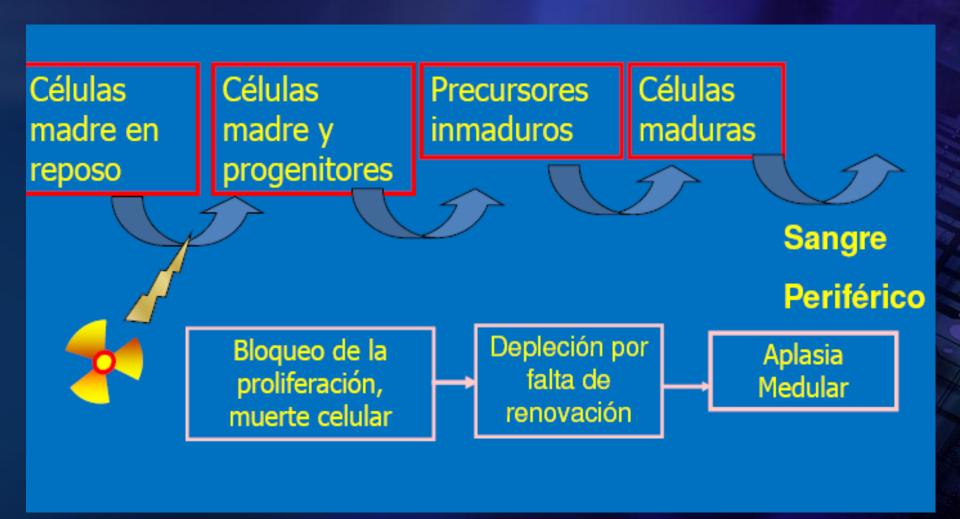
#### Forma hematológica

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



### Forma hematológica valor pronóstico de los neutrofilos

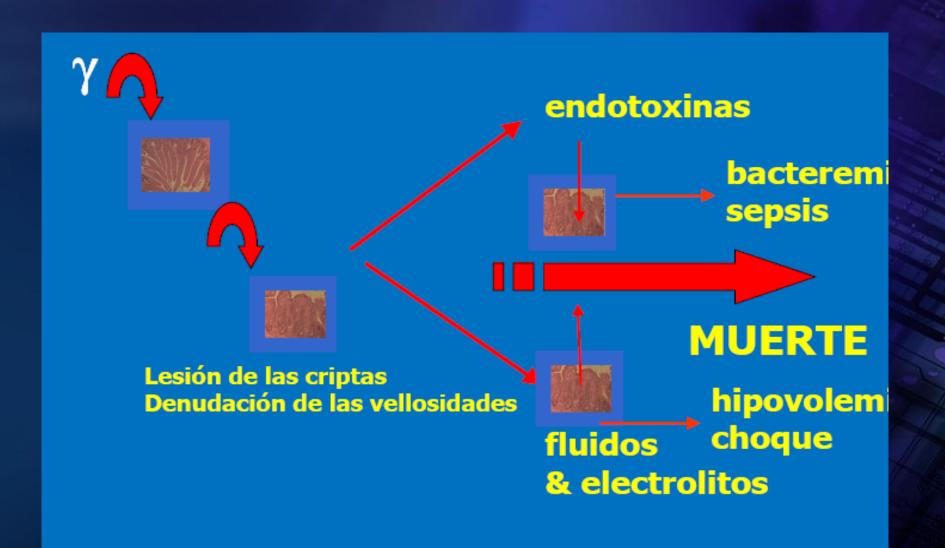
los neutrófilos descienden a un valor de 500 por mm3 NEUTROPENIA: RIESGO DE SEPSIS

### Forma hematológica: plaquetas

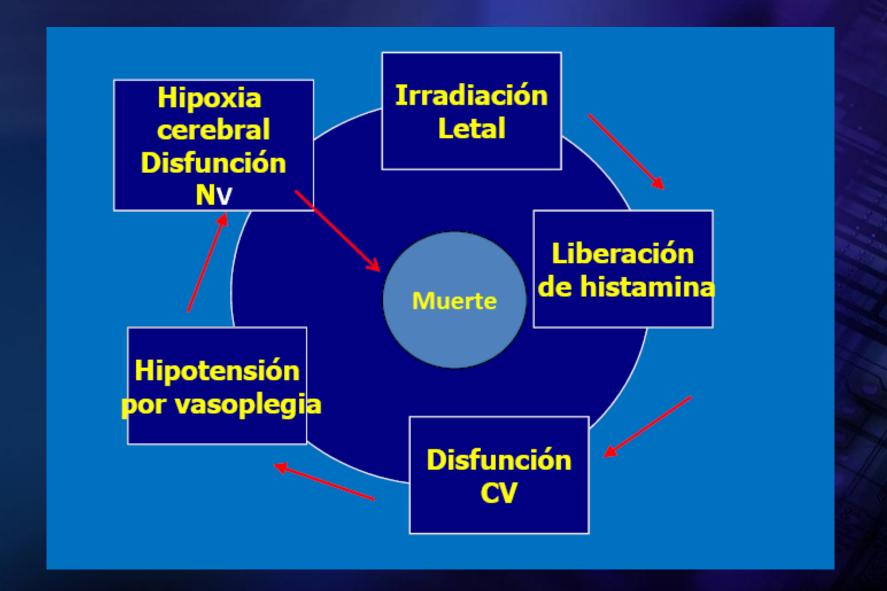
Los valores críticos se alcanzan a los 30 días p.i. con dosis de 1 Gy y entre 10-15 días p.i. con dosis de 6 Gy

PLAQUETOPENIA: RIESGO DE HEMORRAGIAS

#### Forma GI - fisiopatología



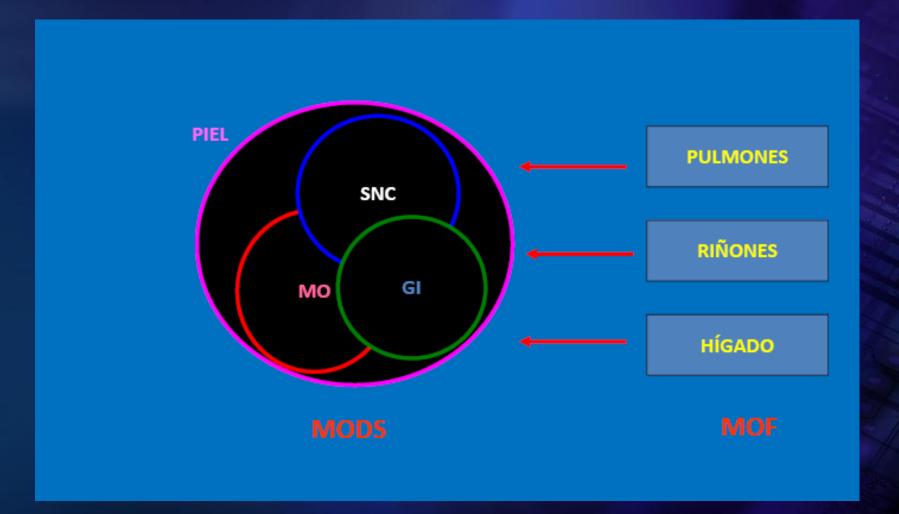
#### Síndrome neurovascular



#### **Evaluación**

- Clínica: cronología y severidad de los síntomas prodomales
- 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 lácticodeshidrogenasa (LDH)/fosfatasa alcalina (PA) sugiere dosis letal

#### 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

#### Factores de crecimiento en el SAR

no
uede ser esencial
robablemente no efectiva

- o indicación preliminar cuando neutrofilos <500/mm<sup>3</sup>
- administrar hasta CAN >1.000/mm<sup>3</sup>

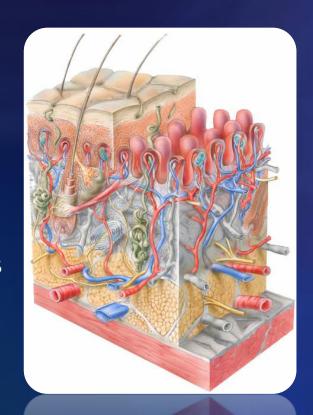
# SÍNDROME CUTÁNEO POR RADIACIÓN

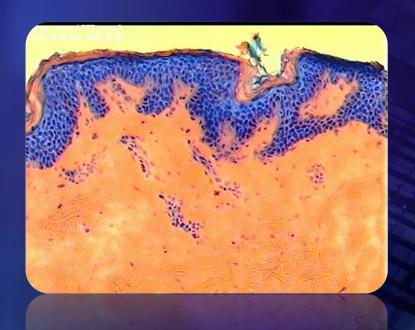
#### Radiopatología de la Piel

**Epidermis** 

**Dermis** 

**Hypodermis** 





**Three layers:** 

- Epidermis (tejido jerárquico)
- Dermis (Flexible)
- Hypodermis (Flexible)

### Radiopatología de la piel. Efectos tempranos (agudos)

Después de una sola dosis, alta tasa de dosis:

ERITEMA
EDEMA
DESCAMACIÓN SECA
AMPOLLA
DESCAMACIÓN HUMEDA
NECROSIS
CAIDA DEL PELO
PERDIDA DE UÑAS

Depende de la capa epidermis y microvascularización

### Radiopatología de laPiel. Efectos agudos vs dosis

Después de una sola dosis, alta tasa de dosis:

4-5 Gy: caida transitoria del pelo

6-12 Gy: Eritema con posterior pigmentación

12-15 Gy: Epitelitis seca, con eritema y

descamación

15-25 Gy: Eritema húmedo.

Encima de 25 Gy: radionecrosis de la piel.

#### Radiopatología de la Piel. Descamación Seca.

dosis de 12 a 15 Gy

- compensación de la perdida de la epidermis :
  - ausencia de exudado
  - ausencia d formación de costra.



#### Radiopatología de la piel, Descamación húmeda





- Dosis de 15 a 25 Gy.
- Perdida de la Epidermis :
  - Exudado
  - Formación de costra.

#### 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)

(\*) 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)

**Ulceración** 

**Necrosis (6-18 meses)** 

Fibrosis (años)

#### Radiopatología de la Piel. Radionecrosis

- Dosis > 25 Gy
- Compromiso de la dermis, obstrucción de la perfusión capilar.
- Respuesta inflamatoria.
- Area ulcerada cubierta de fibrina.



# Radiopatologia de la Piel. Efectos tardíos (crónicos)

- Involucra las tres capas de la piel.
- Características clínicas muy diferentes a efectos tempranos.
  - Atrófia de la piel.
  - Fibrosis cútanea o esclerosis.
  - Hipo o hiperpigmentación
  - Telangiectasias
  - Hiperkeratosis
  - Alteraciones en el crecimiento de las uñas y del pelo.



Fibrosis radionducida: 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.

### Radiopatología de la Piel

#### **Early Effects**

Eritema
Descamaión húmeda
Ulcera / Necrosis
Pérdida del pelo

Horas - 30 días - 10 sem. 5 días - 8 sem. 5 días - >12 sem. 2 - 8 sem.

#### **Late Effects**

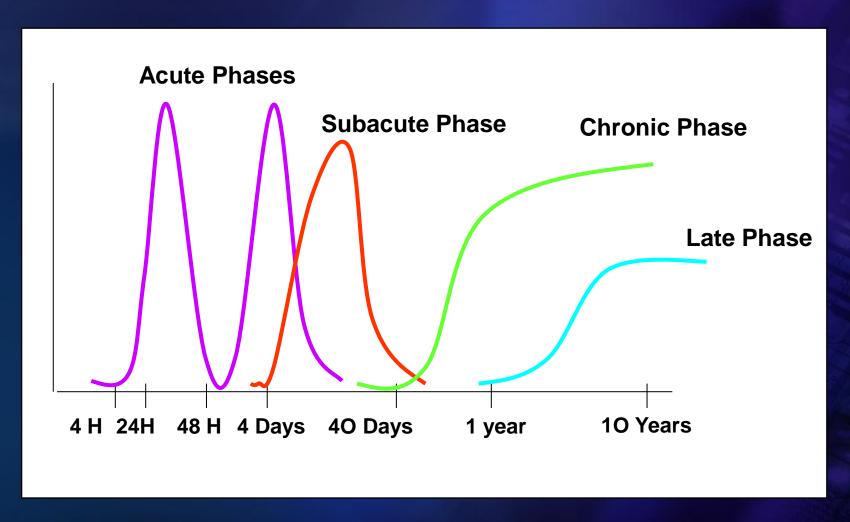
**Fibrósis** 

Hiperpigmentación / depigmentaión Keratosis Atrófia Telangiectasia > 12 sem.

# 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.

## SÍNDROME CUTÁNEO POR RADIACIÓN



ES UN PROCESO DINÁMICO

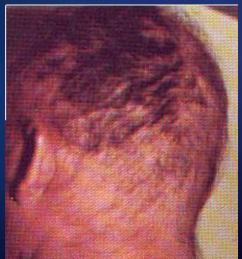
### SÍNDROME CUTÁNEO POR RADIACIÓN ACCIDENTE DE NESVIZH 9-16 GY <sup>60</sup>CO





# ERROR EN EL DIAGNÓSTICO. PEMPHIGUS FOLIACEUS







#### 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.

### 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

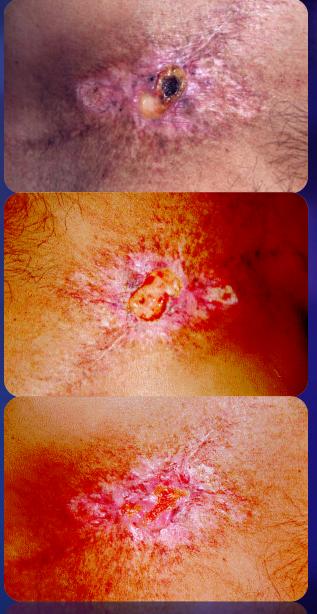
Clínicamente la gravedad se aprecia a través de la evaluación de un conjunto de parámetros que deberán ser cuidadosamente consignados en la historia clínica del paciente



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

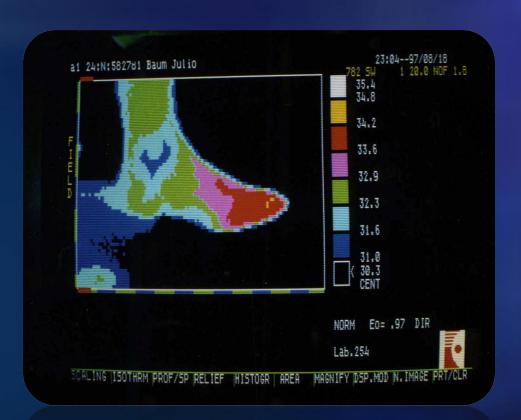
A la evaluación clínica deben agregarse ciertos estudios complementarios que sumados a la estimación de dosis mediante dosimetría física y citogenética contribuyen al diagnóstico, pronóstico y decisión terapéutica





El registro fotográfico seriado permite objetivar evolución y respuesta terapéutica

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





Lab. 254 SCHLING ISOTHRM PROF/SP RELIEF HISTOGR | AREA | MAGNIFY DSP.MOD N. IMAGE PRI/OL

### ESTUDIOS CON RADIOTRAZADORES

El estudio vascular (Ej: Tc<sup>99</sup>) evalúa 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

Utiles en la evaluación de respuesta terapéutica y seguimiento evolutivo

#### 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.

- Tratamiento sistémico: sedación, terapia analgésica, terapia antinflamatoria, 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 antinflamatoria: analgésicos convencionales, antinflamatorios no esteroides (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 antinflamatorio sobre el endotelio vascular.
- Terapia antioxidante: alfatocoferol (vitamina E) asociado a vitaminas A y C.
- O2 hiperbárico
- (1) TNF: Tumor Necrosis Factor

#### **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

#### Enfoque clásico

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

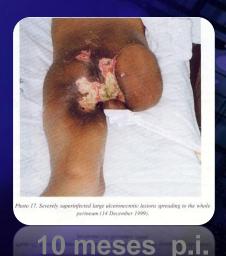
- resecciones limitadas con cirugía conservativa;
- se esperaba la evolución de las lesiones;
- se sometía al paciente a cursos repetitivos de cirugía;
- se generaba un "círculo vicioso": necrosis, cirugía, nueva necrosis, nueva cirugía...











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.

- 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?

# SECOND SURGERY WITH MSC INJECTION



Courtesy: IRSN - HIA Percy (France)

59

## CONTAMINACIÓN EXTERNA

MATERIAL RADIACTIVO 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

#### 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

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

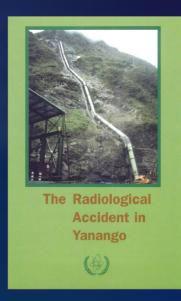
#### **Descontaminar:**

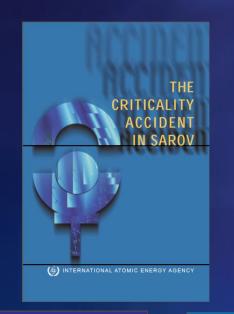
- Heridas
- Ojos, nariz, boca, oídos
- Piel intacta

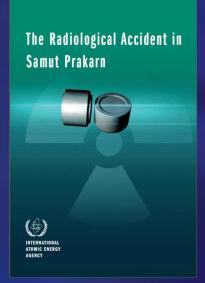


En ese
Orden
de
prioridad

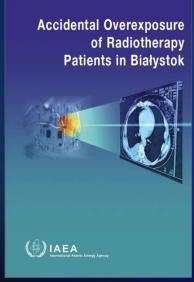
### **ACCIDENTS REPORT 2000 - PRESENT**

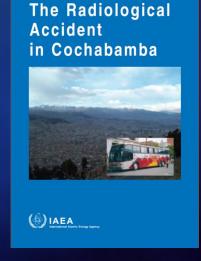


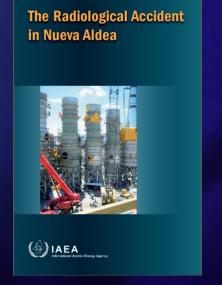












#### DOSIMETRIA FISICA

Lectura de dosímetros personales, mediciones "in situ"

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

Se deberán considerar:

FUENTE

GEOMETRIA DE IRRADIACION

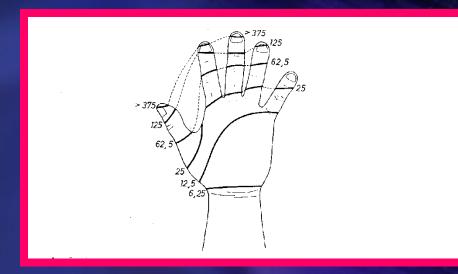
CRONOLOGIA DE LA EXPOSICION

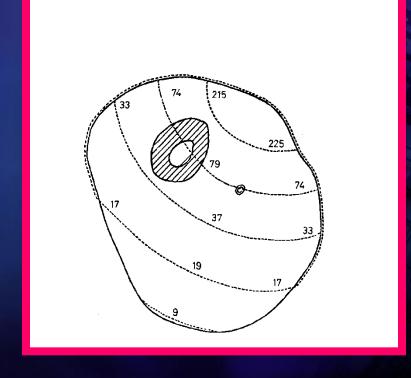
**DISTRIBUCION TEMPORO-ESPACIAL DE LA DOSIS** 

CONSTRUCCION
DE CURVAS DE
ISODOSIS



PUEDEN AUXILIAR AL MEDICO EN LA ESTIMACION DEL PRONOSTICO





# ACCIDENTES RADIOLOGICOS EN EL PERU

# ACCIDENTE POR EXPOSICION A FUENTE DE COBALTO 60

- El 16 de Noviembre de 1995.
- En el departamento de radioterapia del Hospital
   Goyeneche de Arequipa-Perú.
- Afectó a una persona de mantenimiento de 38 años de edad (Técnico Electricista), quien fue llamado para efectuar una reparación en el equipo de radioterapia marca Theratrón 60, con fuente de Cobalto-60.
- El equipo había sufrido un desperfecto en el sistema de desplazamiento de la fuente.





















 International Conference on Radiation Protection in Medicine – Setting the Scene for the Next Decade

> 3-7 December 2012 Bonn, Germany

RADIOLOGICAL ACCIDENT DUE TO DIRECT EXPOSURE OF TO COBALT 60 SOURCE.
FOLLOW-UP AFTER 16 YEARS

# ACCIDENTE RADIOLÓGICO DE YANANGO

Lugar: Hidroeléctrica de Yanango. San Ramón. Junín (300 km de Lima)
Empresa HAUG S.A. contrata a BECO S.A.

Gammagrafía Industrial (Ir-192), 1,37 TBq,

Día: Sábado 20 de Febrero, 1999

Personal de BECO instala equipo de g.i. en tubería (diámetro:2 m) en la mañana

Soldador de HAUG "encuentra" la fuente a las 16h00 aprox. y la guarda en el bolsillo posterior

Continua el trabajo junto con ayudante hasta las 22h00. Se traslada a casa en minibus durante 20 minutos con 15 personas

A las 22h30 llega a su casa con dolor y cojeando















1999-02-25







#### IRREGULARIDADES DE BECO

- Personal sin Licencia Individual
- Equipo no autorizado (ingreso ilegal Ecuador)
- No se utilizó detector de radiaciones
- Seguridad física inapropiada
- No se usó dosimetría personal, ni balizamiento, ni señales de advertencia

#### ACCIDENTE DE CHILCA

- Tres jovenes son hospitalizados en el INEN por exposición a fuente de Iridio 192 en gammagrafia industrial, el 17 de enero del 2012.
- Paciente, G.J.L. F. de 25 años presentando intenso dolor, ardor, edema e hipoestesia del dedo índice de mano izquierda y aparece ampolla a nivel del pulpejo del falange distal del dedo índice de la mano izquierda desde el 15.01.12 (tres días después del accidente).
- Paciente A.L.F (hermano) de 20 años de edad paciente asintomático en el momento de la hospitalización.
- Paciente J. C. A. de 24 años, presentando cefalea leve, no otras molestias.

#### **ACCIDENTE DE CHILCA**

- Instauración de tratamiento a G.J.L.F con analgésicos y dexametazona.
- Hemograma completo.
- Estudio citogenético.
- Rx de ambas manos.
- Aspirado de medula osea de esternon y cresta iliaca.
- Reporte a las instituciones internacionales correspondientes.
- Necesidad de reconstrucción del accidente.
- Contacto con especialistas en Francia para transplante de celulas mesenquimales.

## RECONSTRUCCION DEL ACCIDENTE

#### I. Datos Administrativos

#### 1 Entidad

**Qualitest INTL Service SAC** 

#### 2 Asunto

Informe de accidente radiológico

#### 3 Referencia

Fuente Radiactiva: Marca: Spec; modelo: G-1T; serie: SL0604

Actividad de referencia: 120Ci al 21/12/2011

4 Fecha y lugar en el momento del accidente de 3653

Accidente : Del 11 al 12 de enero de 2012, 23:00 - 02:30 h

Reconstrucción : 21 de enero de 2012, 11:30 - 16:00 h

Lugar : Chilca, Lima - Perú

#### III. Actividades

- 1 Se recopilo información administrativa y técnica de la fuente radiactiva, de la instalación, del personal, y de los procedimientos involucrados en el evento accidental
- 2 Se reconstruyo el evento radiológico, entrevistando al operador del equipo (afectado) y a los responsables de la instalación
- 3 Se realizo medidas experimentales para las medidas de las tasa de exposición de la fuente radiactiva

#### INFORMACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL EVENTO

Técnica para tubos de 2 Pulg.

Técnica para tubos de 3 y 4 Pulg.









### CALCULO DE DOSIS TOTAL

Dosis debida al HAZ TRNASMITIDO + HAZ DIRECTO (Gy):		
Zona o parte del cuerpo	D (Gy)	
A <b>cuerpo tota</b> l del operador	1.7	
En el <b>dedo índice</b> de la <b>mano izquierda</b>	50.0	
en las gónadas:	1.3	
En el tiroides:	1.3	
En cristalino	1.1	
En la mano izquierda	14.7	

#### **DOSIMETRIA BIOLOGICA**

Names	Whole body dose [Gy]	[Confidence Interval]	Partial body irradiation
Worker 1	1.86	[1.56 - 2.20]	Yes
Co-worker 2	0.75	[0.50 - 1.06]	No
Co-worker 1	0.45	[0.23 - 0.75]	No
RPO (VPI)	Not in Scale		No
Worker 2 (RBC)	Not in Scale		No

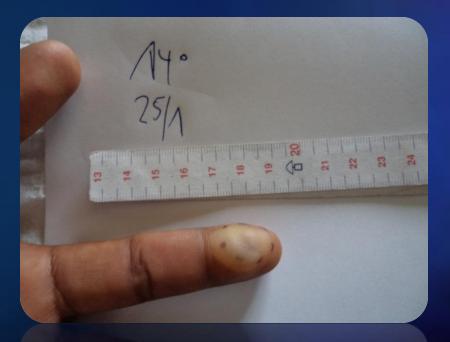
Dose reconstruction based biological dosimetry tests

#### DOSIMETRIA BIOLOGICA







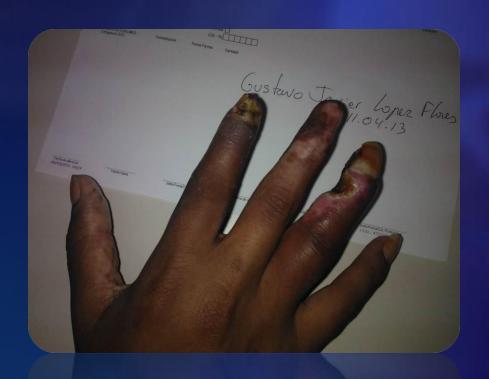






El 5 de febrero 2012 es trasladado a Francia

#### control abril 2013



RMN no se observa osteonecrosis

Espermatograma del 31.01.13.- oligozoospermia

## AMPUTACION DE FALANGES Y TRANSPLANTE DE CELULAS MESENQUIMALES. CHILE









# teléfonos: 998-845631 / 993-576486 alachosd@yahoo.com alachosd1271@yahoo.com