

CURSO DE SEGUNDO NIVEL DE FORMACIÓN EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

DEPARTAMENT DE SALUT VALÈNCIA LA FE



Tema 3. Riesgos radiológicos en Radiología Intervencionista.

Alegria Montoro Pastor

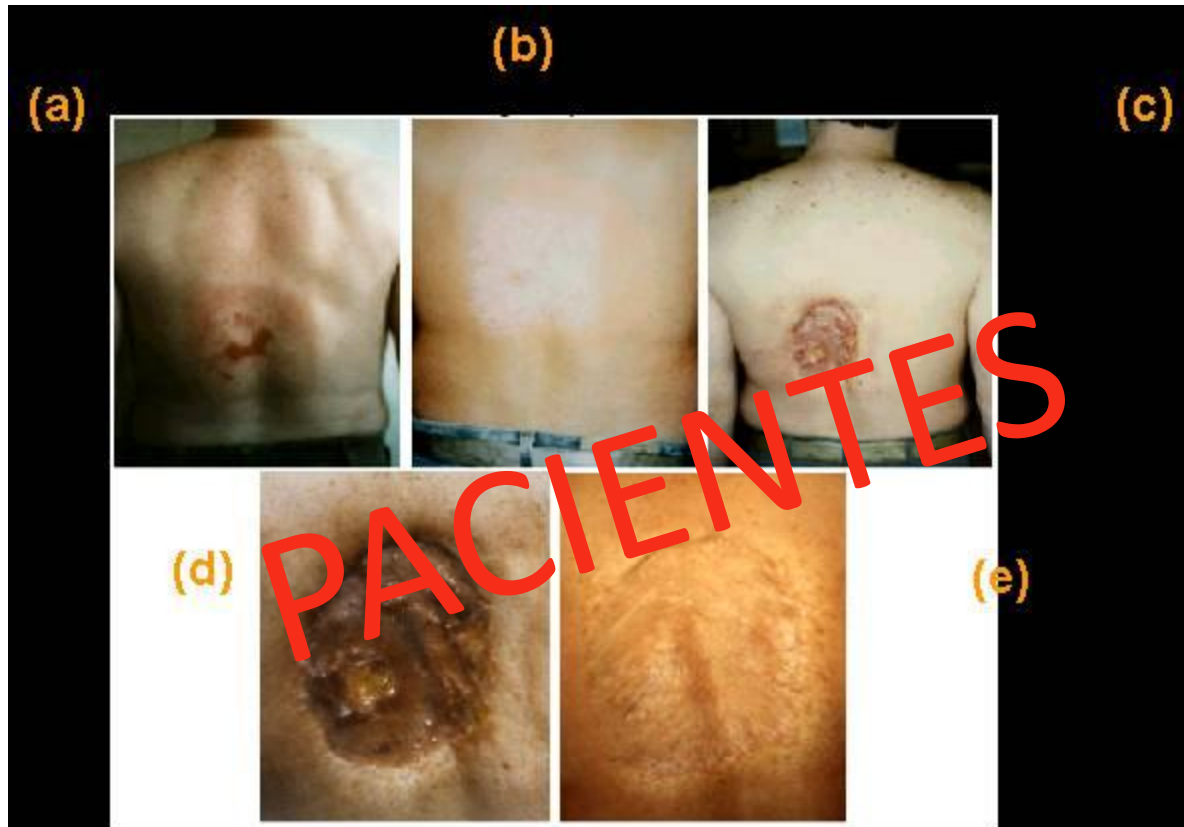
Laboratorio de Dosimetría Biológica

Servicio de protección Radiológica

22 de Febrero de 2018



Doble angioplastia coronaria en un día seguidas de un injerto debido a la complicación. Dosis ≈ 20 Gy (ICRP 85)



- (a) 6-8 semanas tras la angiografía coronaria múltiple y procedimientos de angioplastia.
- (b) 16-21 semanas
- (c) 18-21 meses tras los procedimientos mostrando la necrosis tisular.
- (d) Fotografía próxima de la lesión mostrada en (c).
- (e) Fotografía tras el injerto de piel.

(Fotografías cortesía de T. Shope & ICRP).



ICRP 85

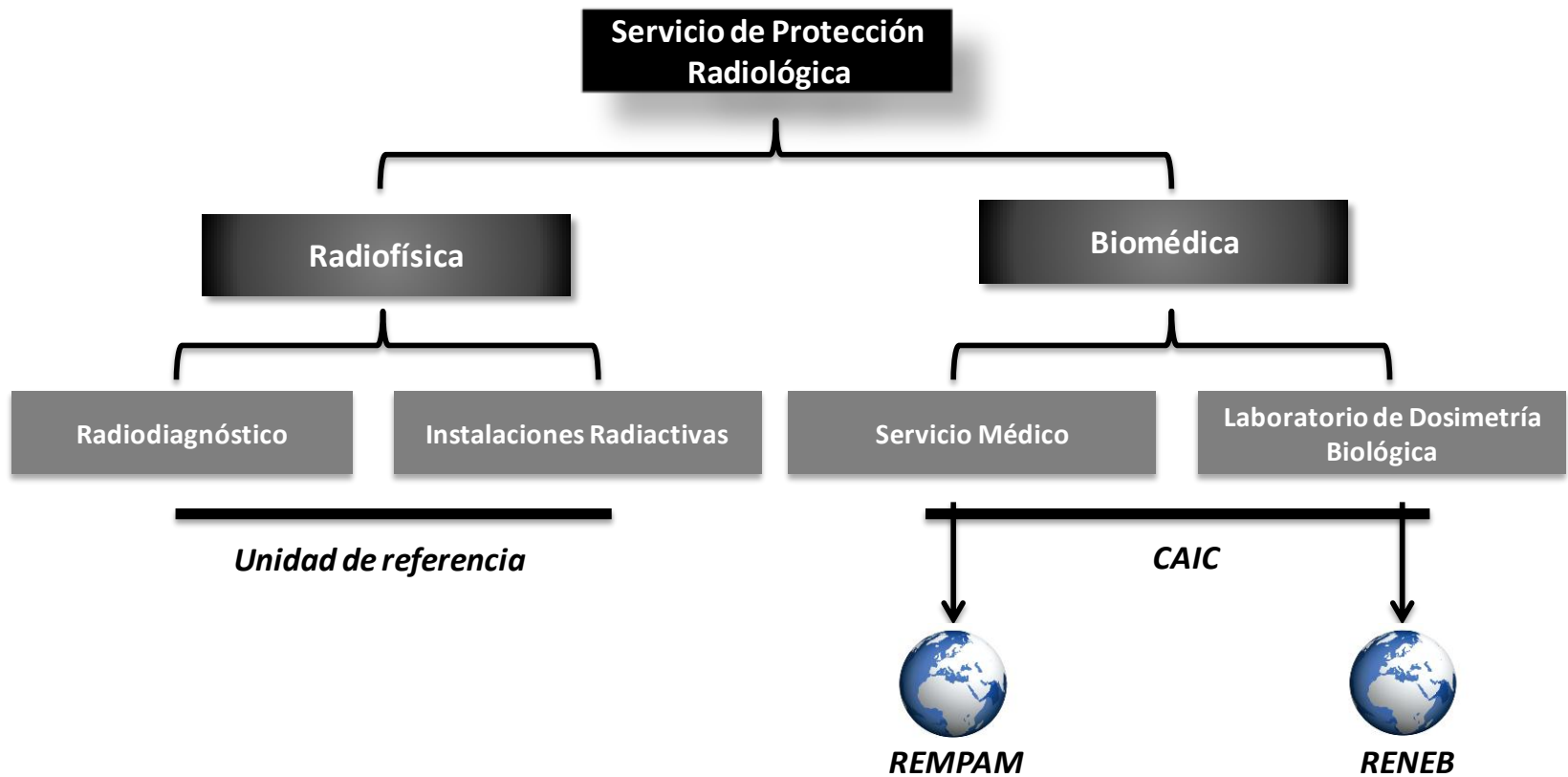


TRAYEMOS A LOS
RADIOLOGOS

Opacidades inducidas por absorción en el cristalino de un especialista de Radiología Intervencionista sujeto a niveles altos de radiación dispersa de un tubo de rayos X sobre la mesa. Fotografía de Vañó et al. (1998).



Estructura del Servicio. Arquitectura, Organización Interna, Equipamiento tecnológico





ÍNDICE

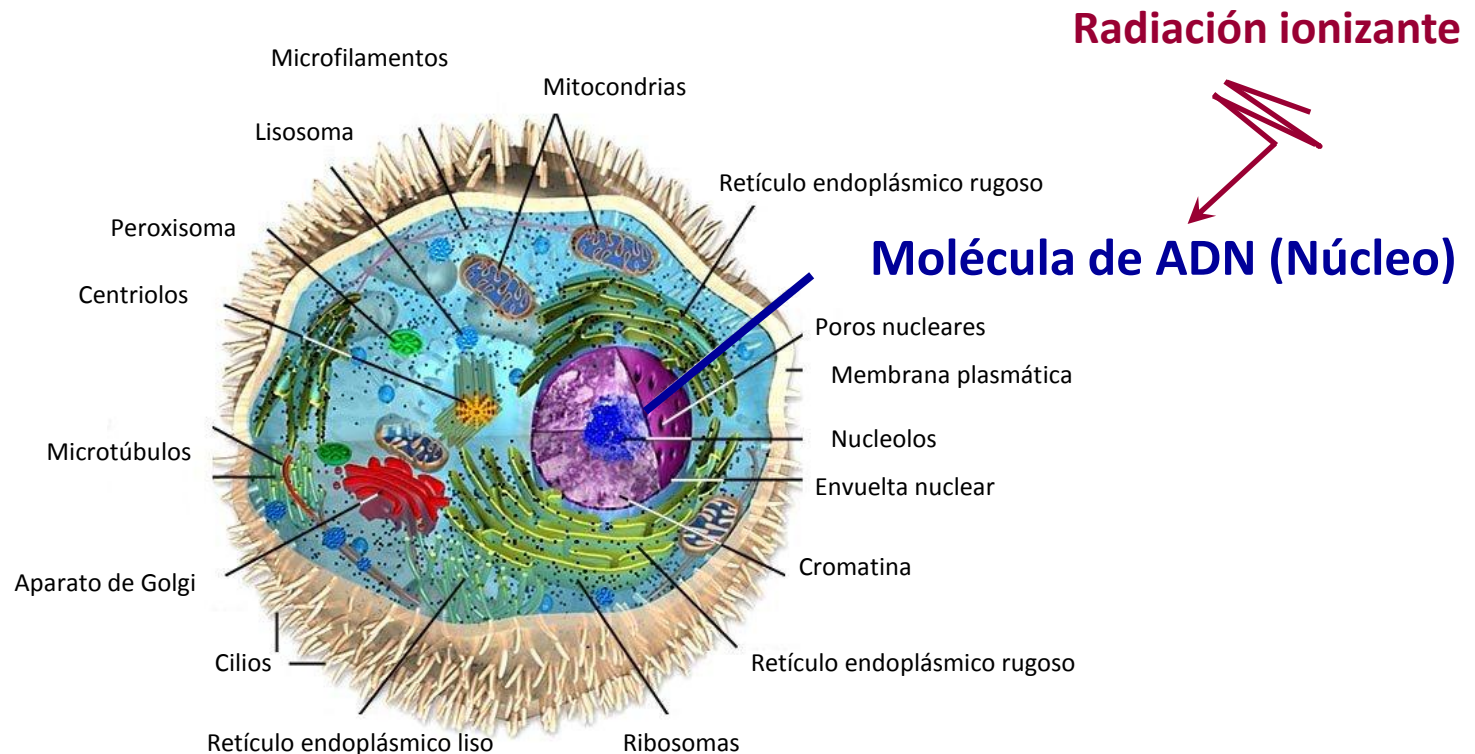
- Interacción de la radiación con la célula y sus componentes.
- Clasificación de los efectos biológicos radioinducidos.
 - Efectos deterministas.
 - Efectos estocásticos.
 - Efectos estocásticos somáticos: Proceso carcinogénico.
 - Magnitudes utilizadas para cuantificar efectos estocásticos. Riesgos
- Efectos biológicos no convencionales de la radiación ionizante.
- Protección Radiológica
- Dosimetría Biológica
- Investigación



INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA CÉLULA

Innovación, Compromiso y Calidad

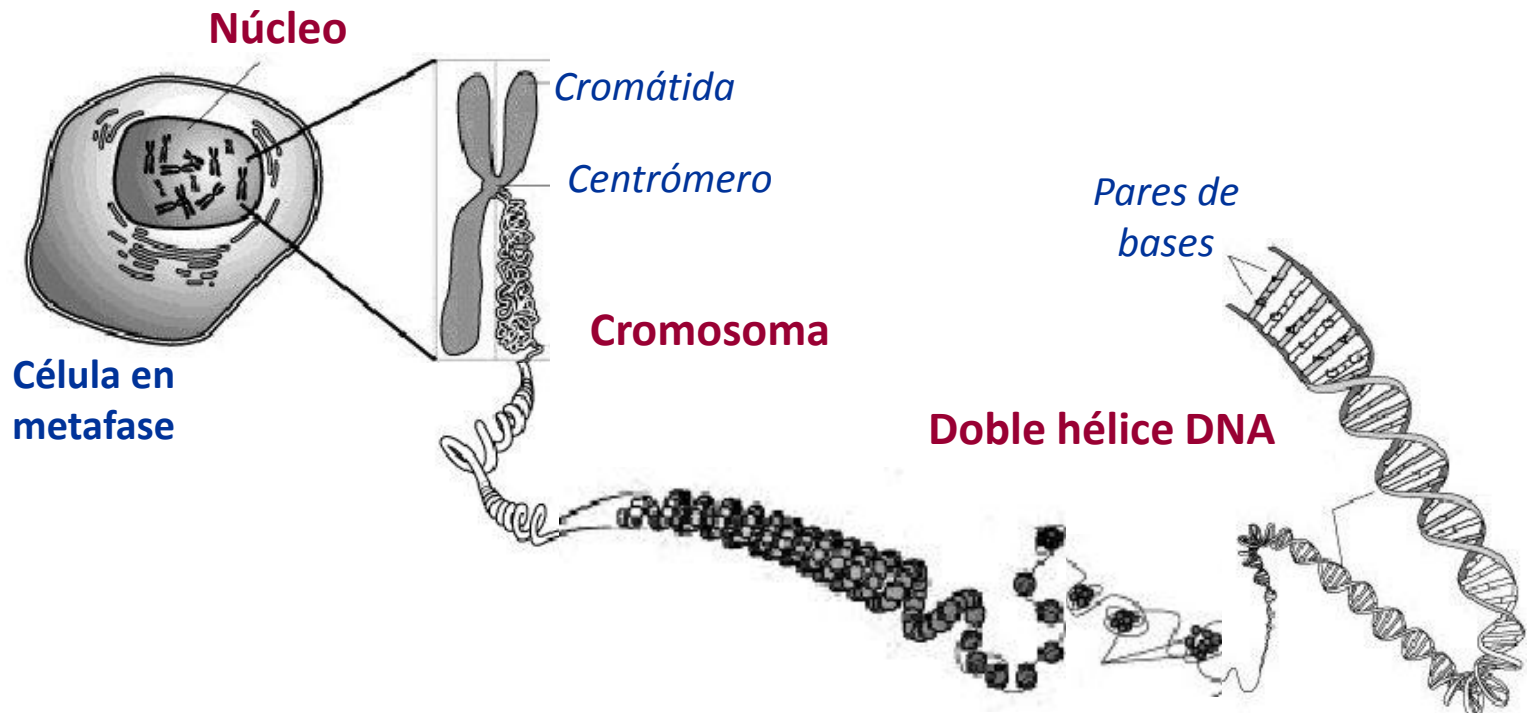
- La unidad básica del organismo vivo es la célula.
- Los efectos biológicos de la radiación derivan del daño que ésta produce en la molécula de DNA, localizada en el núcleo celular.





INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA CÉLULA

- La información del ADN es fundamental para controlar las funciones celulares (proliferación, diferenciación, etc.).
- La información contenida en el DNA se transmite a las células hijas.



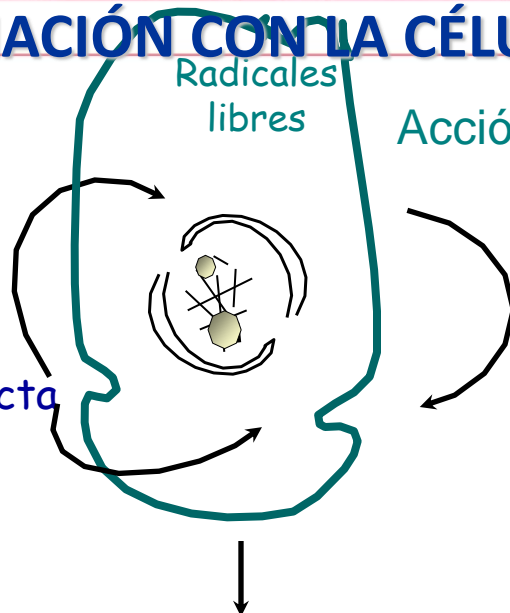


INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA CÉLULA

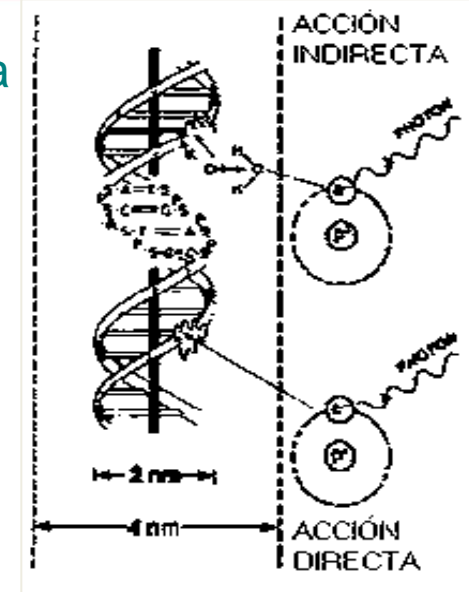
Radiación ionizante



Acción directa



Daño al ADN

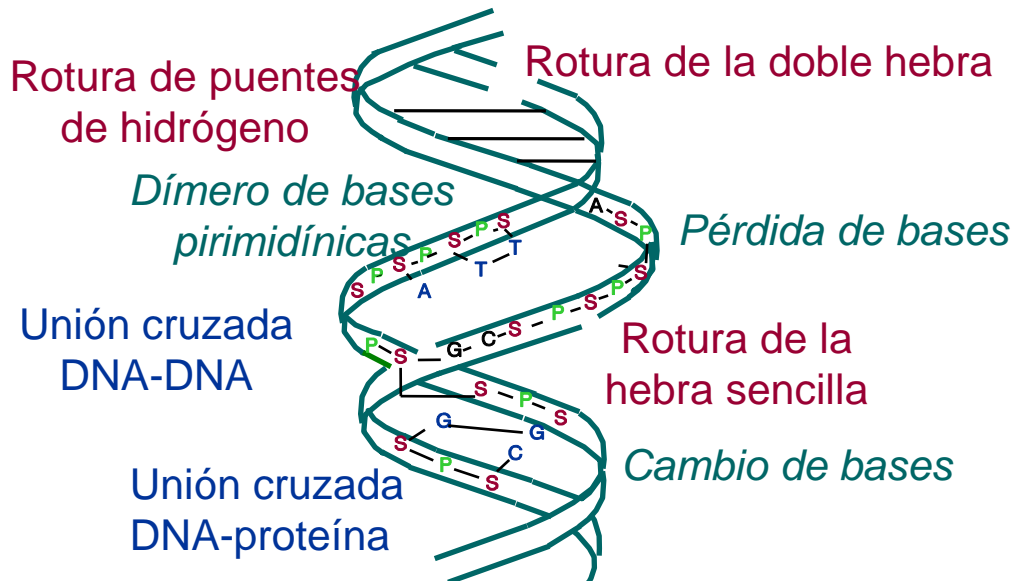


- La radiación puede dañar el ADN de forma directa, depositando su energía en esta molécula, o de forma indirecta a través de radicales libres, formados al interaccionar la radiación con moléculas de agua de la célula.
- Rayos X y gamma: 35% daño directo y 65% daño indirecto.



LESIONES RADIOINDUCIDAS EN EL DNA

- Las **lesiones** radioinducidas en el ADN son diversas: roturas, cambios en las bases, uniones cruzadas (Figura).
- En algunos casos, las lesiones en el ADN se traducen en **aberraciones cromosómicas**, cuyo recuento puede utilizarse para estimar la dosis absorbida (**dosimetría biológica**)



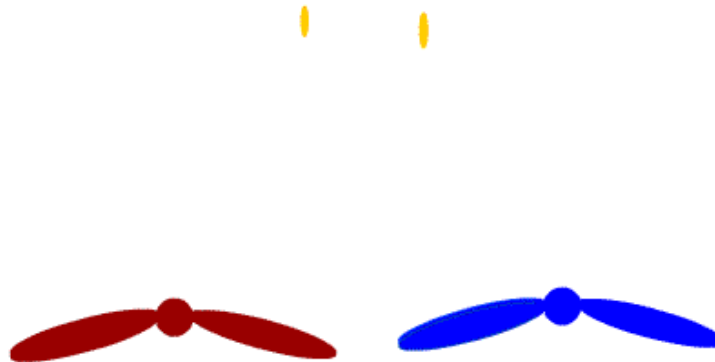


LESIONES RADIOINDUCIDAS EN EL DNA

Innovación, Compromiso y Calidad

–Ruptura simple de dos cromosomas:

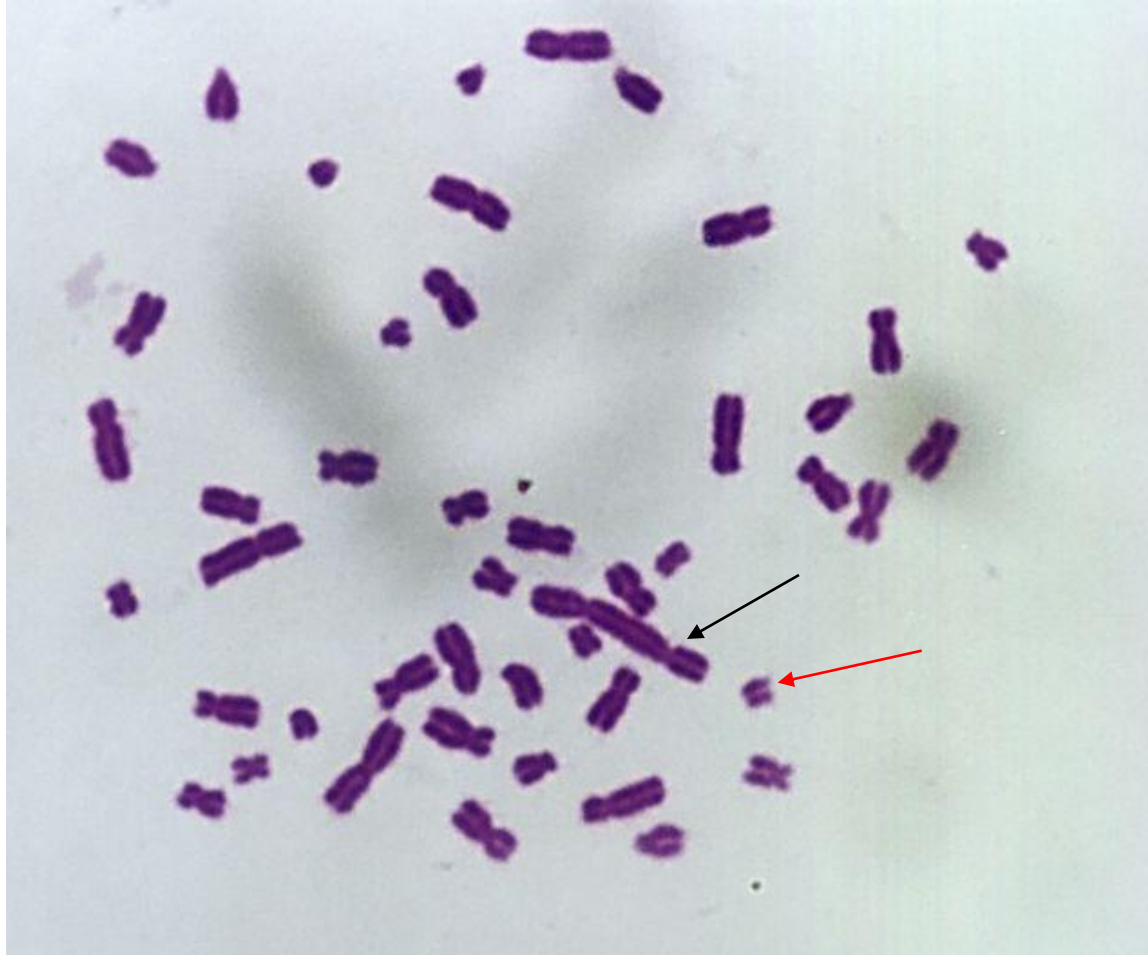
- Cuatro fragmentos de cromosomas dos con centrómero y dos sin.
- Fragmento dicéntrico: se unen dos fragmentos con centrómero.
- Fragmento acéntrico: se unen dos fragmentos sin centrómero.





LESIONES RADIOINDUCIDAS EN EL DNA

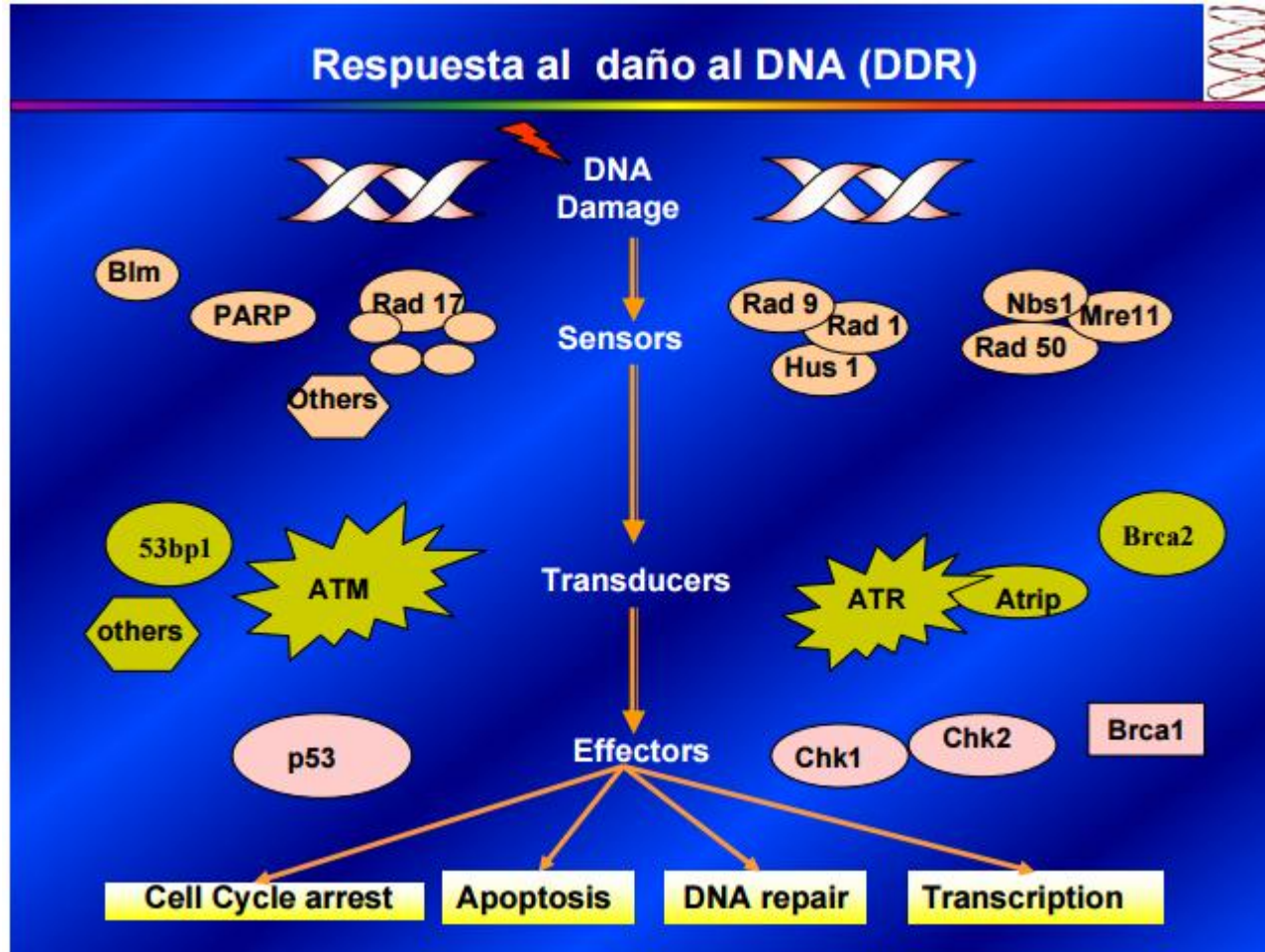
Innovación, Compromiso y Calidad





LESIONES RADIOINDUCIDAS EN EL DNA. Reparación

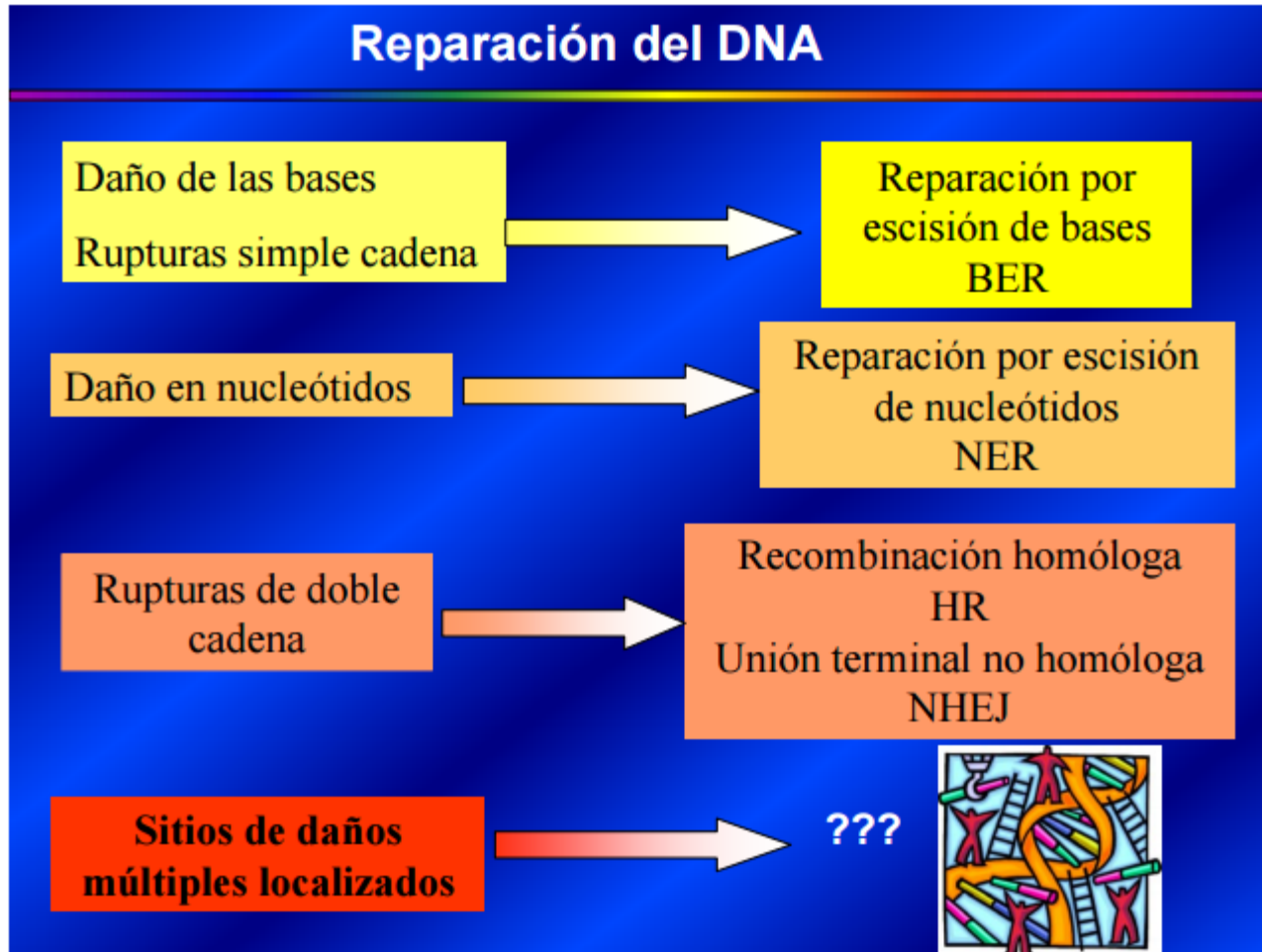
Innovación, Compromiso y Calidad



- Lic Diana Dubner (ARN)
- <http://www.radioproteccionsar.org.ar/online/doc/4jprp/2%20-%20Dubner%20Efectos%20Biol.pdf>



LESIONES RADIOINDUCIDAS EN EL DNA. Reparación Innovación, Compromiso y Calidad

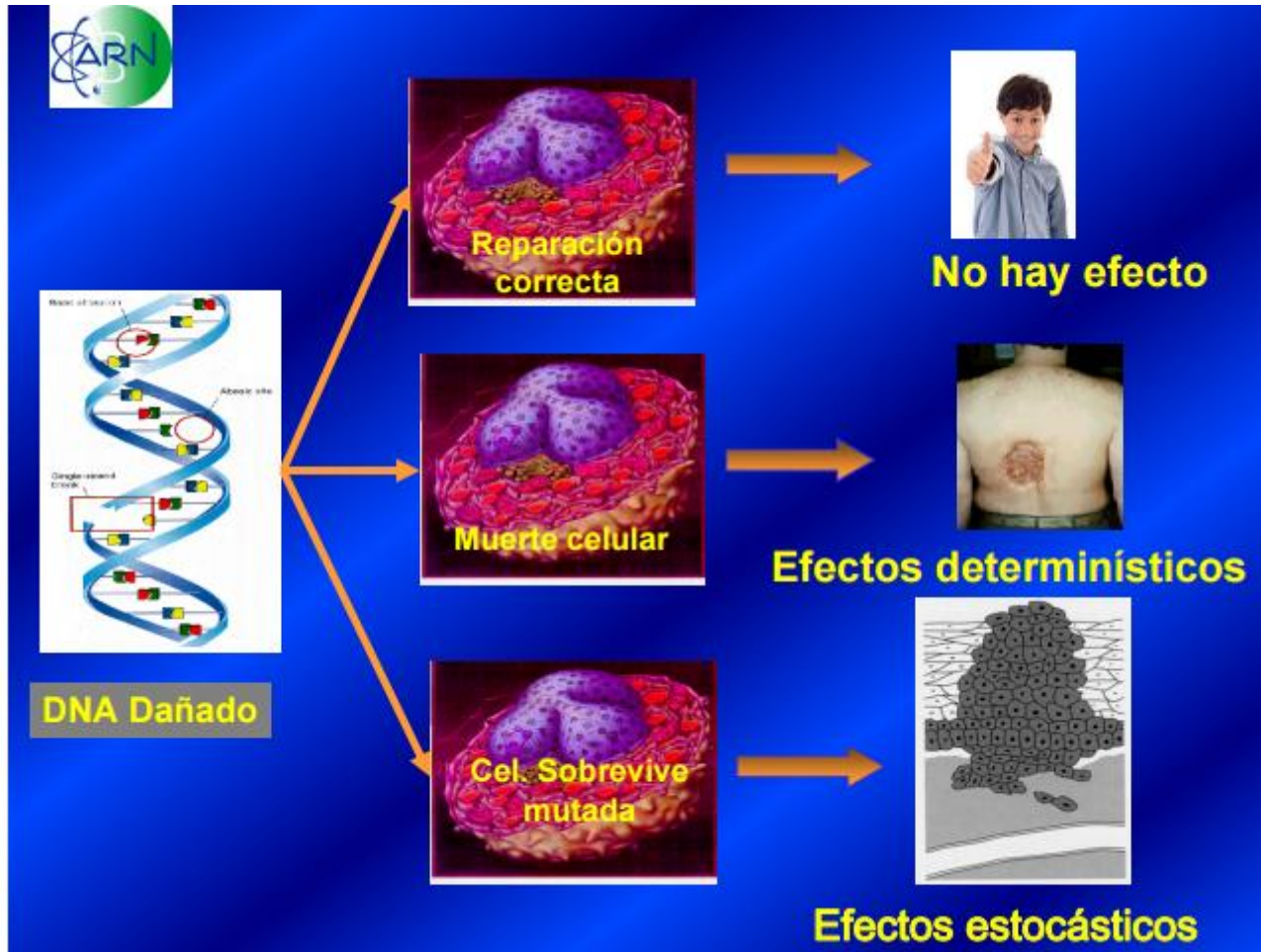


- Lic Diana Dubner (ARN)
- <http://www.radioproteccionsar.org.ar/online/doc/4jprp/2%20-%20Dubner%20Efectos%20Biol.pdf>



LESIONES RADIOINDUCIDAS

Innovación, Compromiso y Calidad

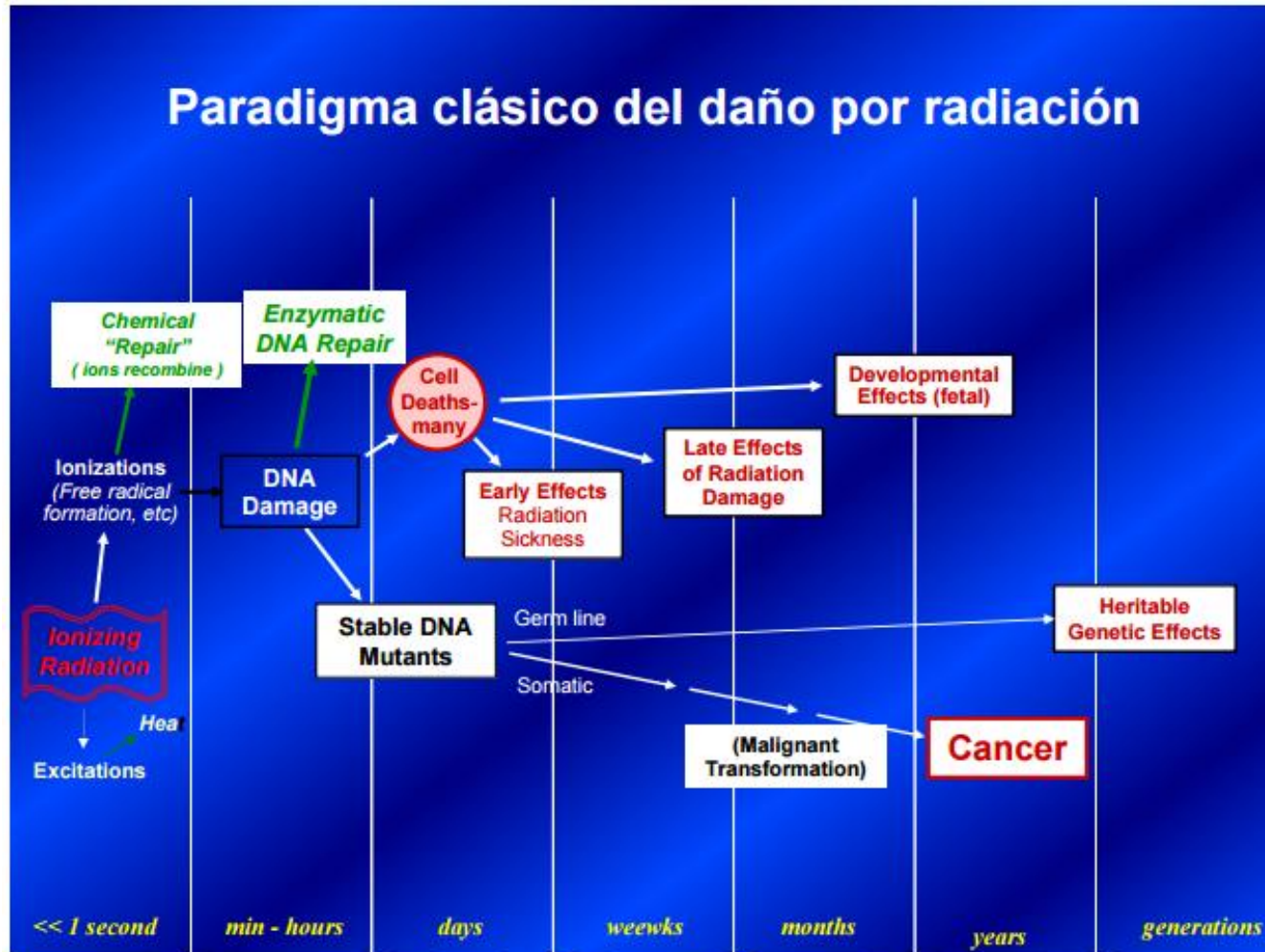


- Lic Diana Dubner (ARN)
- <http://www.radioproteccionsar.org.ar/online/doc/4jprp/2%20-%20Dubner%20Efectos%20Biol.pdf>



LESIONES RADIOINDUCIDAS

Innovación, Compromiso y Calidad



- Lic Diana Dubner (ARN)
- <http://www.radioproteccionsar.org.ar/online/doc/4jprp/2%20-%20Dubner%20Efectos%20Biol.pdf>



RADIOSENSIBILIDAD

Concepto

- Se entiende por **radiosensibilidad** la mayor o menor afectación causada por la radiación en células y tejidos (puede referirse a cualquier fenómeno celular, pero normalmente se toma como base la muerte de la célula).
- Ley básica relativa a la sensibilidad a la radiación de las células (J. Bergonié y L. Tribondeau, 1906):
 - Una célula es más radiosensible cuanto mayor sea su **actividad mitótica**,
 - y menos **diferenciada** sea esta.
 - Una célula es más radiosensible cuanto más largo sea su porvenir cariocinético, es decir, cuantas **más divisiones** deba cumplir para adoptar su forma y funciones definitivas.



Radiosensibilidad

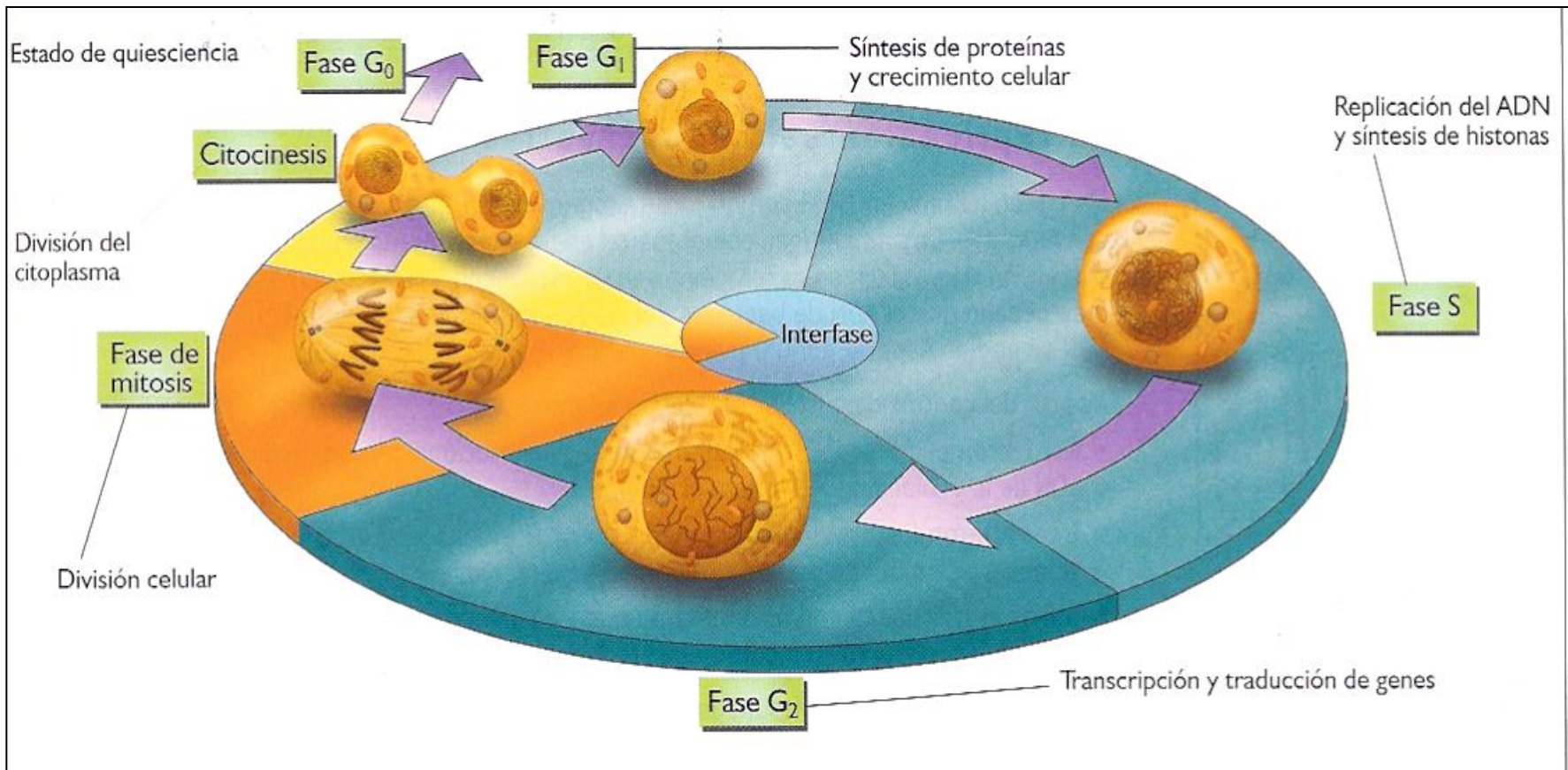
RS alta	RS media	RS baja
<p>Médula ósea</p> <p>Bazo</p> <p>Timo</p> <p>Nódulos linfáticos</p> <p>Gónadas</p> <p>Cristalino</p> <p>Linfocitos</p> <p>(excepción a las leyes RS)</p>	<p>Piel</p> <p>Órganos mesodérmicos (hígado, corazón, pulmones...)</p>	<p>Músculo</p> <p>Huesos</p> <p>Sistema nervioso</p>



FACTORES QUE INFLUYEN LA RESPUESTA CELULAR FRENTE A LA RADIACIÓN

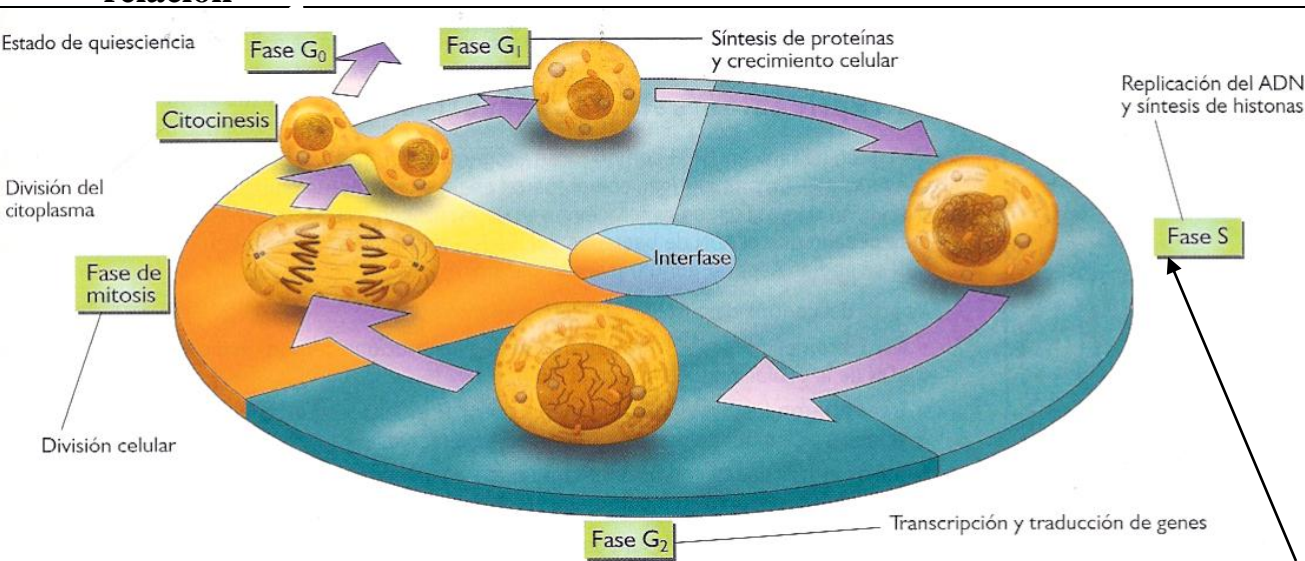
ad

- La respuesta celular a la radiación está influida por diversos factores físicos (tasa de dosis, LET), biológicos (ciclo celular, reparación) y químicos (oxígeno).



Reposo
reproductivo:
nutrición y
relación

Ciclo de división celular

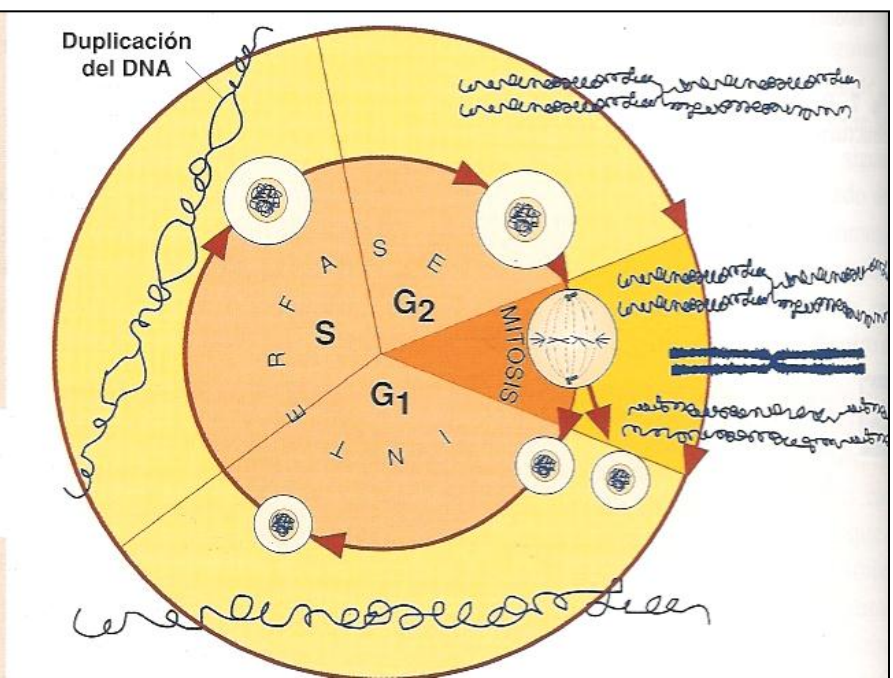
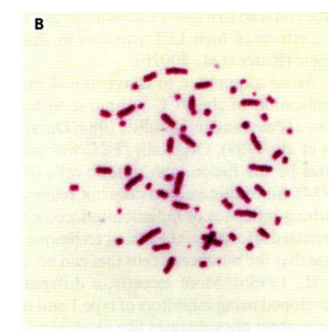
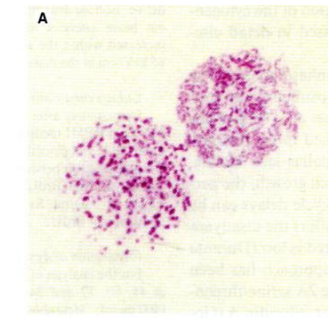
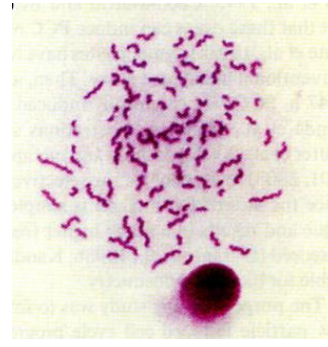
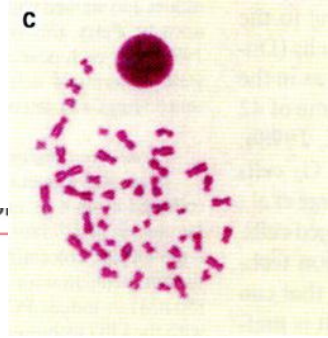


M

G1

S

G2



•Para conseguir que las células hijas contengan un número diploide de cromosomas, mismos genes y sucesión de bases igual a la madre, es necesario duplicar el ADN

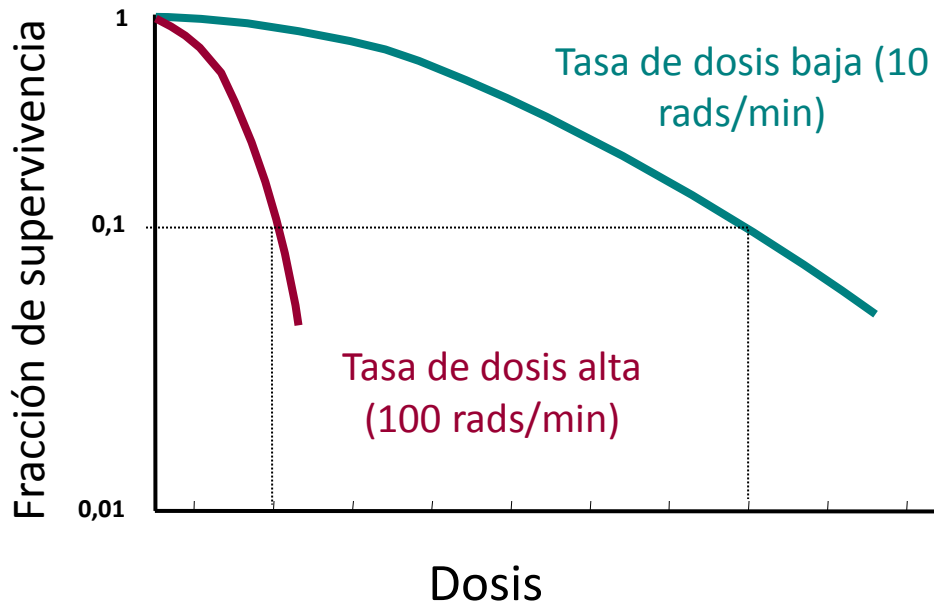


FACTORES QUE INFLUYEN LA RESPUESTA CELULAR FRENTE A LA RADIACIÓN

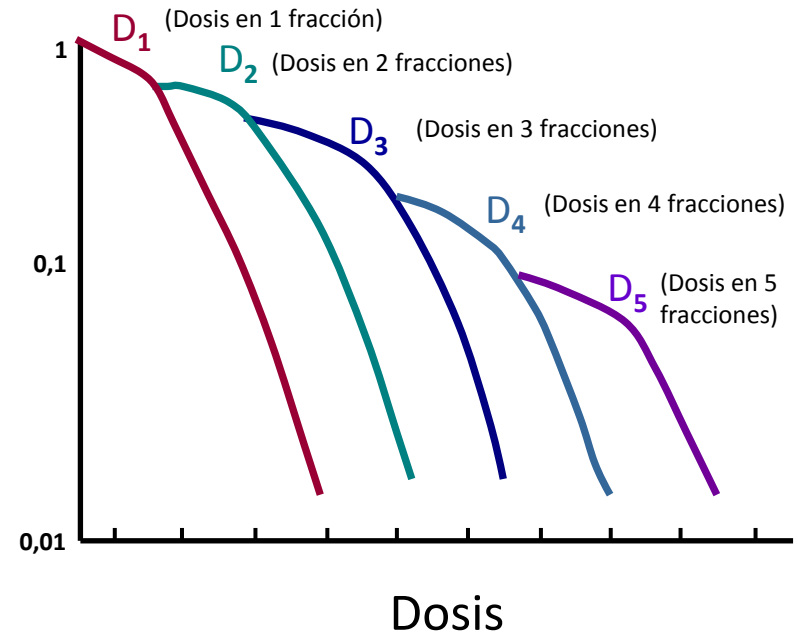
ad

- La respuesta celular a la radiación está influida por diversos factores físicos (tasa de dosis, LET), biológicos (ciclo celular, reparación) y químicos (oxígeno).

Tasa de dosis



Mecanismos de reparación

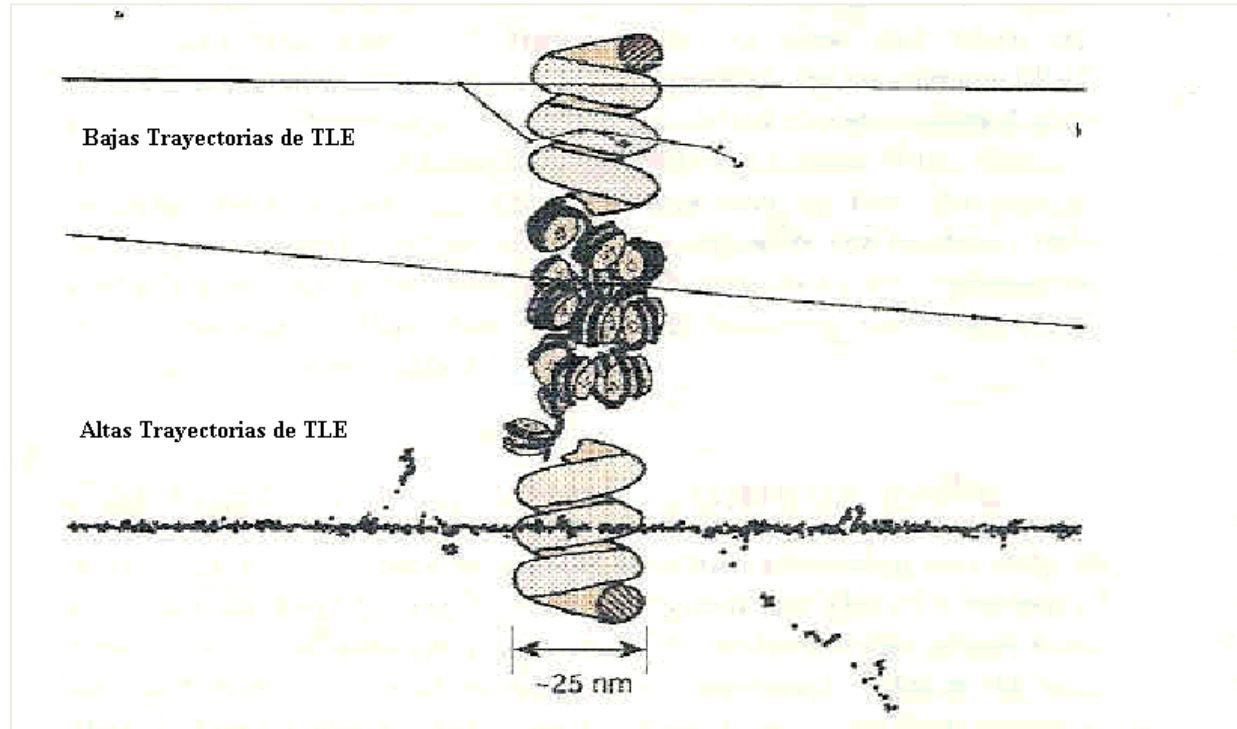




FACTORES QUE INFLUYEN LA RESPUESTA CELULAR FRENTE A LA RADIACIÓN

ad

- La respuesta celular a la radiación está influida por diversos factores físicos, LET....



Rayos gamma, beta y X (baja TEL)

Rotura simple de la cadena de DNA

Rayos alfa y neutrones (alta TLE)

Daño en una base Rotura doble de la cadena de DNA

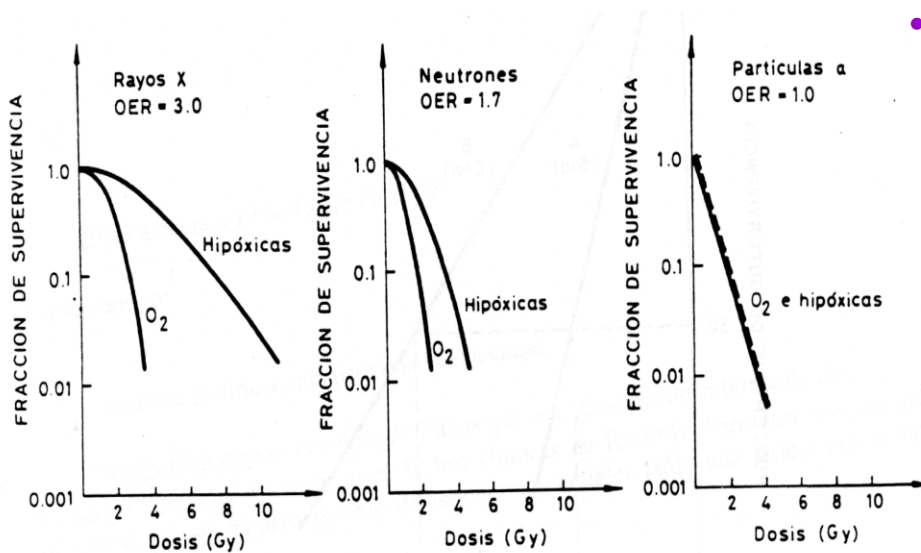




FACTORES QUE INFLUYEN LA RESPUESTA CELULAR FRENTE A LA RADIACIÓN

ad

Factores químicos



Efecto del oxígeno en las curvas de supervivencia.

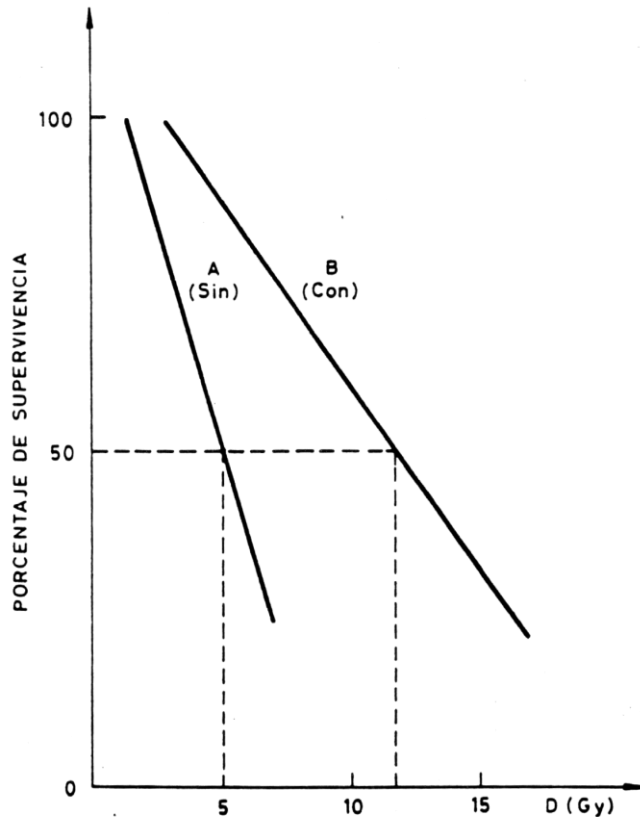
• Radiosensibilizantes:

- Los productos radiosensibilizantes **aumentan la eficacia de la radiación** intensificando la respuesta celular. El más importante es el oxígeno.
- El oxígeno potencia la formación de los **radicales libres** y hace irreversibles muchos daños.
- La **sensibilización** aumenta si se suministra oxígeno en el mismo instante de la irradiación.
- El efecto del oxígeno es más pronunciado para radiaciones de baja LET



FACTORES QUE INFLUYEN LA RESPUESTA CELULAR FRENTE A LA RADIACIÓN

ad



Efecto del radioprotector.

- Los radioprotectores:
 - Son sustancias que **disminuyen** la respuesta biológica de la radiación. Deben de estar **presentes** en el momento de la irradiación.
 - Los compuestos químicos que contienen un **grupo sulfhídrico (SH)** como la cistena y la cisteamina.
 - La acción protectora la llevan a cabo **reduciendo** el número de radicales libres.
 - Presentan un efecto protector máximo para baja LET



APLICACIONES DE LA DOSIMETRÍA BIOLÓGICA

Innovación, Compromiso y Calidad

Radiation Protection Dosimetry (2005), Vol. 115, No. 1–4, pp. 461–464
doi:10.1093/rpd/nci026

ASSESSMENT BY CYTOGENETIC ANALYSIS OF THE RADIOPROTECTION PROPERTIES OF PROPOLIS EXTRACT

A. Montoro^{1*}, M. Almonacid¹, J. Serrano², M. Saiz², J. F. Barquiner³, L. Barrios³, G. Verdú⁴, J. Páez⁵ and J. I. Villaescusa¹

¹Servicio de Protección Radiológica
²Dietéticos Internos
³Servicio de Diagnóstico Celular, Fisiología y Citología
⁴Departament de Ciències Cel·lulars i Tissue
⁵Sección de Radiación

Hindawi Publishing Corporation
Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine
Volume 2011, Article ID 174853, 7 pages
doi:10.1155/2011/174853

Research Article

Concentration-Dependent Protection by Ethanol Extract of Propolis against γ -Ray-Induced Chromosome Damage in Human Blood Lymphocytes

A. Montoro,¹ J. F. Barquiner,² M. Almonacid,¹ A. Montoro,³ N. Sebastià,³ G. Verdú,⁴ V. Sahuquillo,¹ J. Serrano,⁵ M. Saiz,⁵ J. I. Villaescusa,¹ and J. M. Soriano³

¹ Servicio de Protección Radiológica, Hospital Universitario La Fe, 46009 Valencia, Spain

² Unitat d'Antropologia Biològica, Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia, Facultat de Biociències, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain

³ Àrea de Nutrició i Bromatologia, Facultat de Farmàcia, Universitat de València, 46100 Burjassot, Spain

⁴ Departament de Ingenieria Química y Nuclear, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, Spain

⁵ Dietéticos Internos, Plaza Dr. Seres no. 13, Torreserona, Lleida 25131, Spain

Correspondence should be addressed to A. Montoro, montoro_ale@vya.es

Propolis obtained from honeybees has immunomodulatory and scavenging properties. The present study aimed to analyze the radioprotective effect of propolis extract on chromosome damage induced by γ -rays in human lymphocytes. The results showed that the concentration of propolis extract was higher than

UNIVERSITAT VALÈNCIA  Facultat de Farmàcia

Accepted Manuscript



Title: Assessment In Vitro of Radioprotective Efficacy of Curcumin and Resveratrol

Authors: Natividad Sebastia, Alegria Montoro, Amparo Montoro, Miguel Almonacid, Juan Ignacio Villaescusa, José Cervera, Esperanza Such, M^a Angeles Silla, Jose Miguel Soriano

PII: S1350-4487(11)00176-4

DOI: 10.1016/j.radmeas.2011.05.009

Reference: RM 4395

To appear in: Radiation Measurements

Please cite this article as: Sebastia, N., Montoro, A., Montoro, A., Almonacid, M., Villaescusa, J.I., Cervera, J., Such, E., Silla, Soriano, J.M. Assessment In Vitro of Radioprotective Efficacy of Curcumin and Resveratrol, Radiation Measurements (2011), doi: 10.1016/j.radmeas.2011.05.009

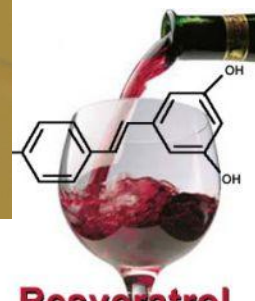
Ms. Ref. No.: FCT-D-11-01522
Food and Chemical Toxicology

ASSESSMENT *IN VITRO* OF CYTOGENETIC AND GENOTOXIC EFFECTS OF PROPOLIS ON HUMAN LYMPHOCYTES

A. Montoro, J.M. Soriano*, J. F. Barquiner, M. Almonacid, A. Montoro, G. Verdú, V. Sahuquillo, J.I. Villaescusa, N. Sebastià.



Propóleos



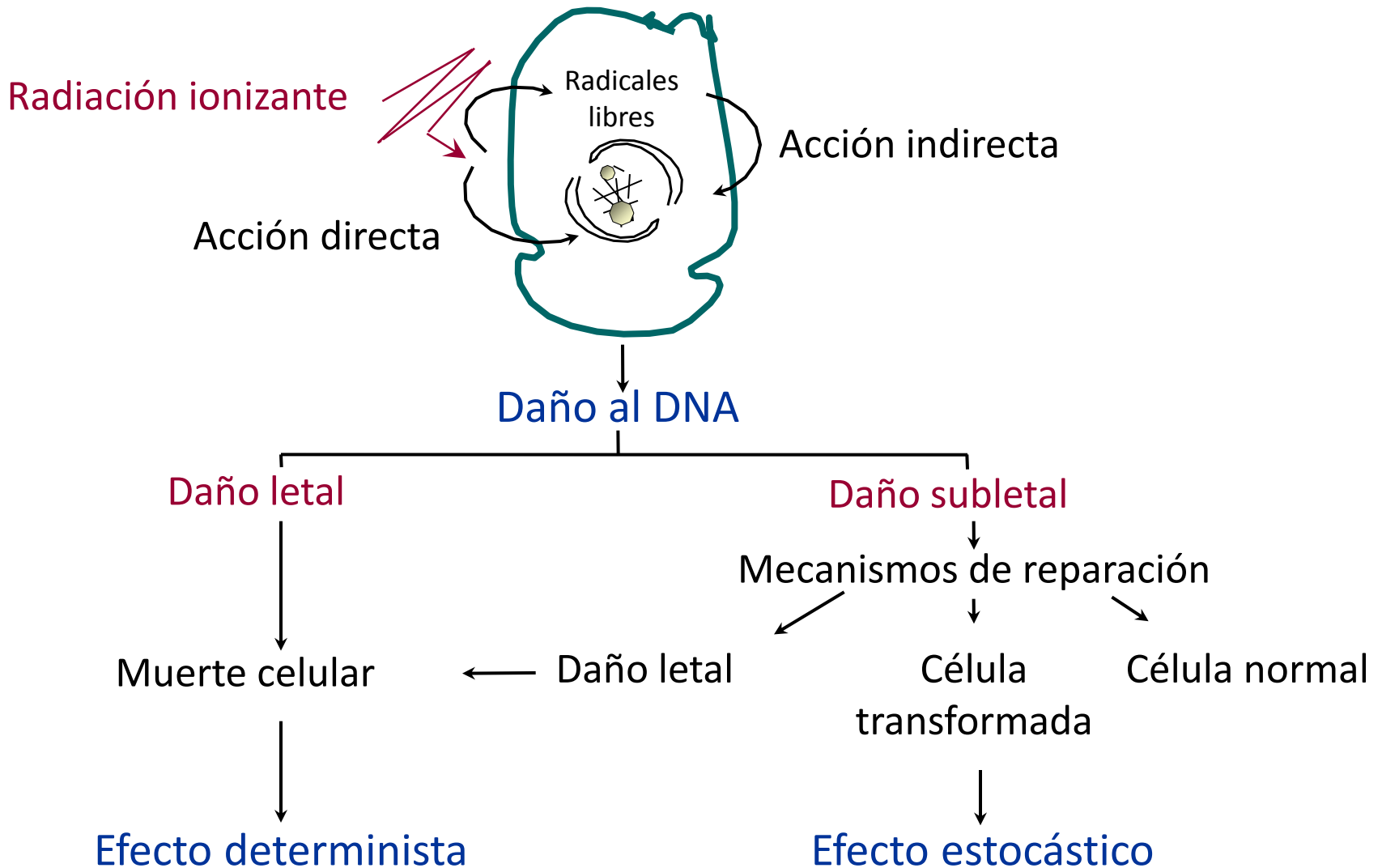
Cúrcuma



Efectos biológicos de la RI

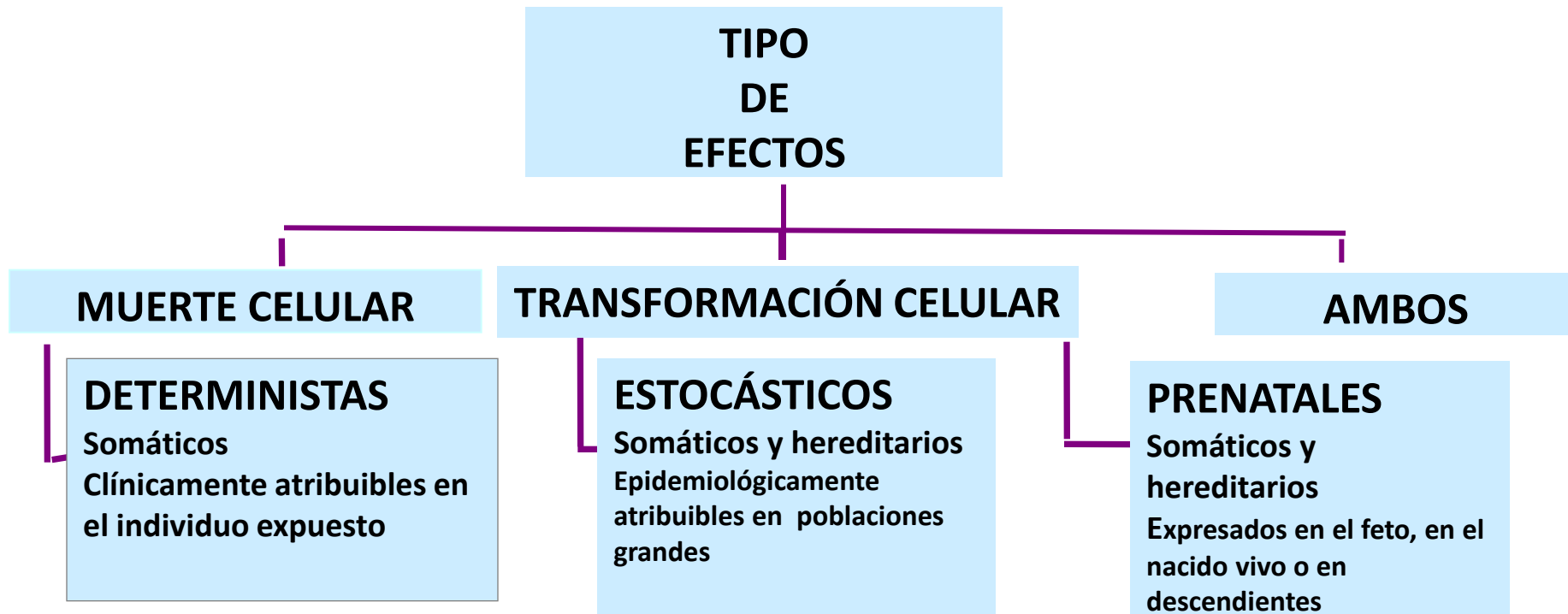


EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN





Efectos de la radiación en la salud





EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN

Todos estos cambios a nivel molecular pueden tener consecuencias graves, porque se traducen en:

**Efectos
somáticos**



**Efectos
hereditarios**



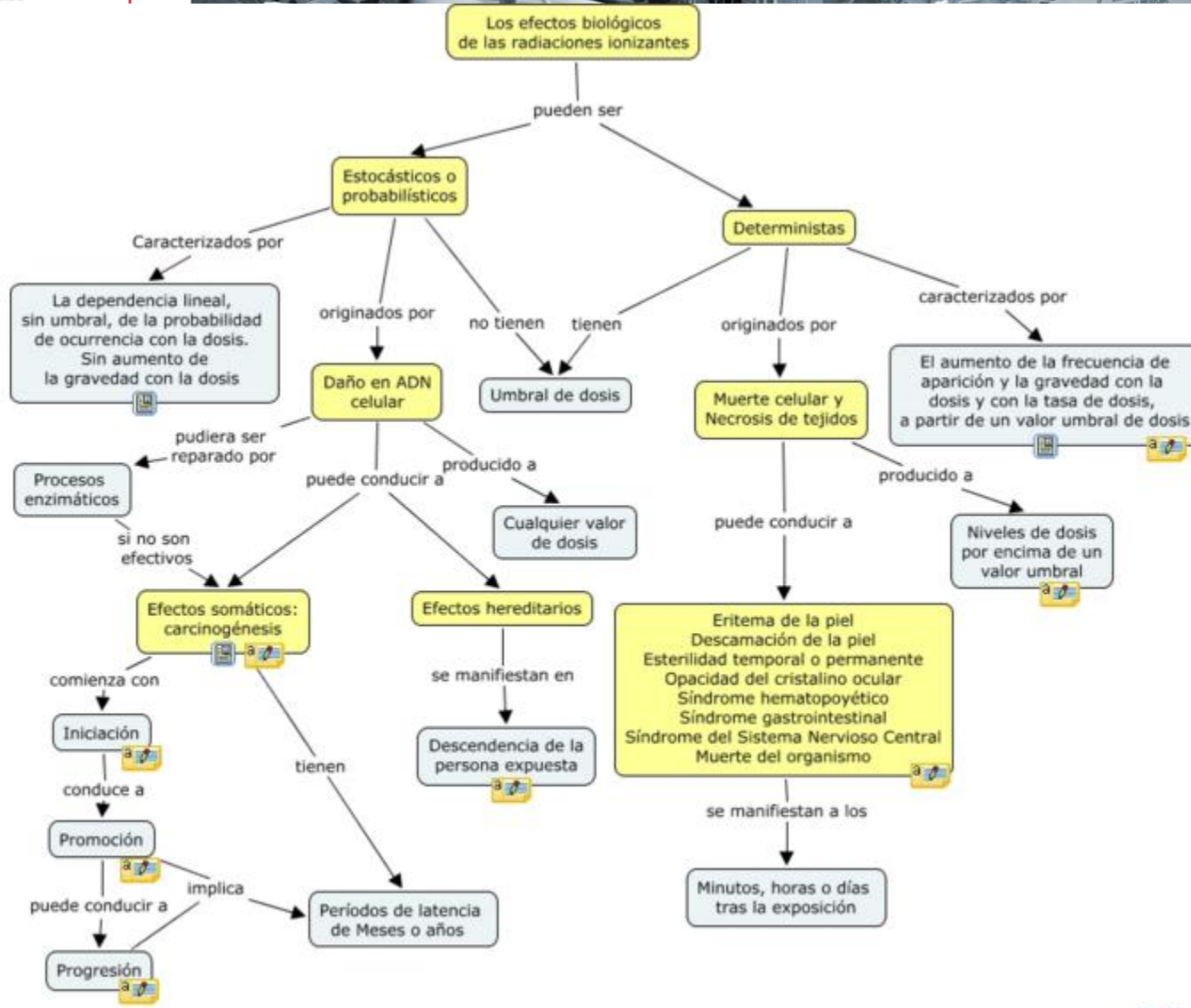
**Efectos
deterministas**



**Efectos
estocásticos**

Cáncer







EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN

Efectos estocásticos

Efectos deterministas

Mecanismo

Lesión subletal
una o pocas células

Lesión letal
muchas células

Naturaleza

Somáticos o hereditarios

Somáticos

Gravedad

Independiente de dosis

Dependiente de dosis

Dosis umbral

No

Si

Relación dosis-efecto

Lineal-cuadrática

Lineal

Aparición

Tardía

Inmediata o tardía



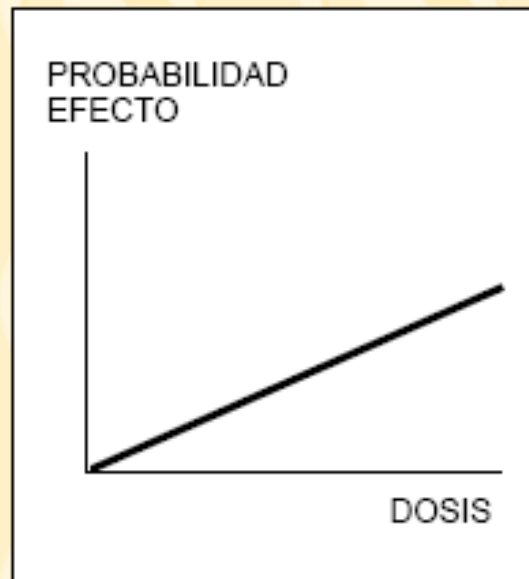
EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN

Relación Dosis respuesta para efectos deterministas (no estocásticos) y estocásticos: **UMBRAL**

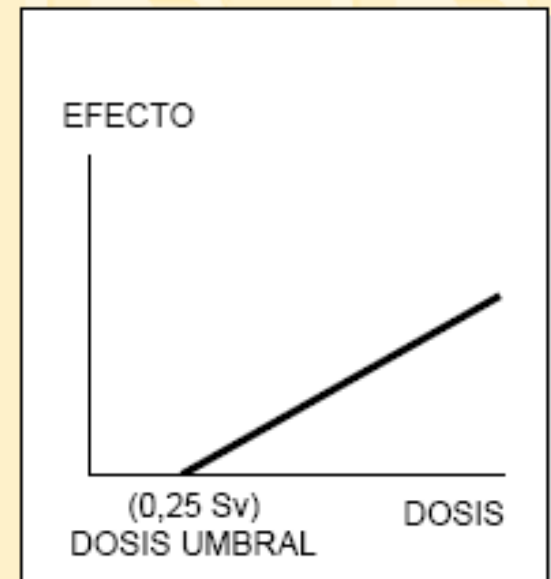
RADIACIONES IONIZANTES

RELACIÓN DOSIS RESPUESTA

EFFECTO ESTOCÁSTICO

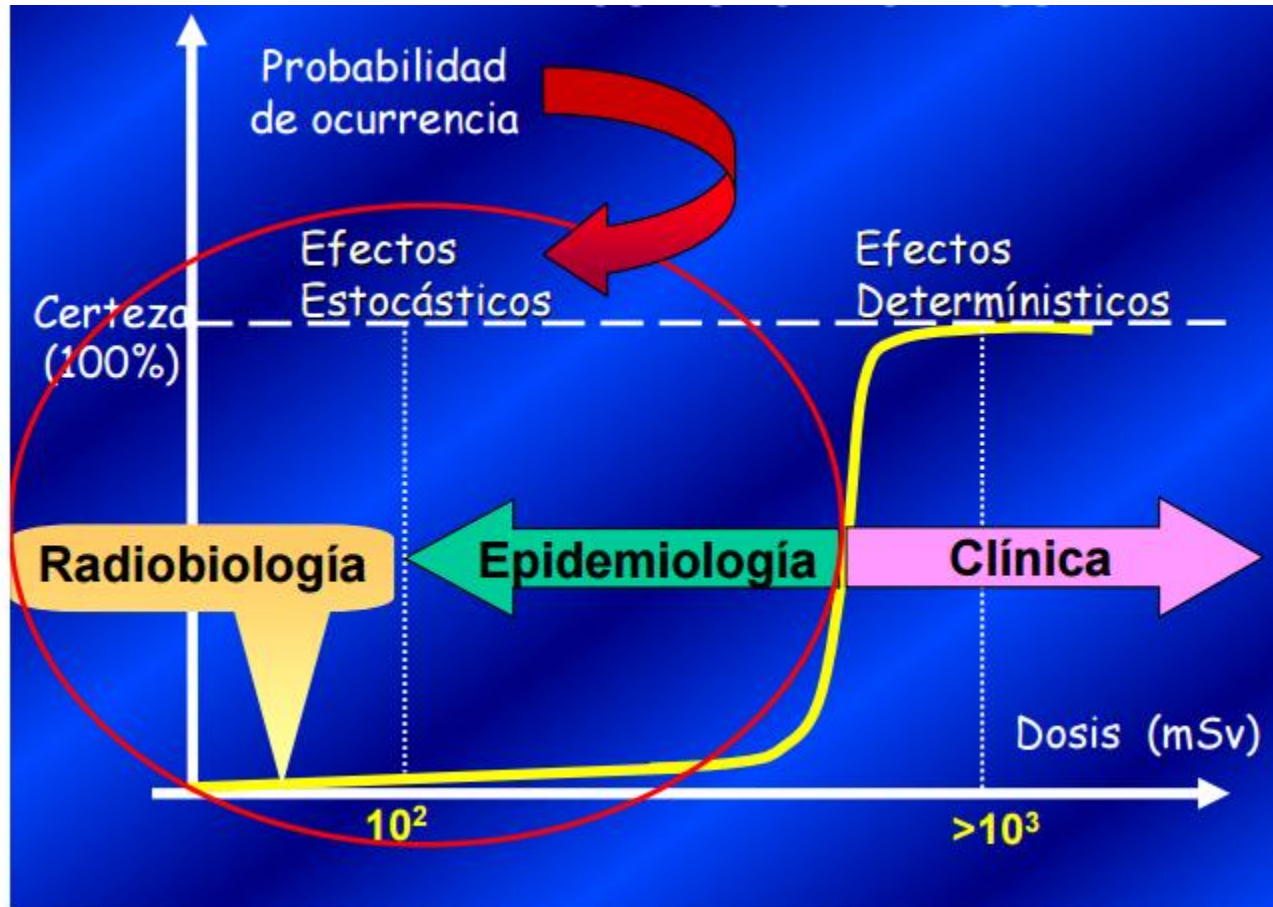


EFFECTO NO ESTOCÁSTICO





EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN



- Lic Diana Dubner (ARN)
- <http://www.radioproteccionsar.org.ar/online/doc/4jprp/2%20-%20Dubner%20Efectos%20Biol.pdf>



Efectos deterministas



EFFECTOS DETERMINISTAS: NIVEL CELULAR

- Son consecuencia de la muerte de un número elevado de células de un tejido u órgano:
 - La gravedad del efecto aumenta con la dosis de radiación.
 - Existe una dosis umbral para que ocurra el efecto.

- Ocurren tras exposición a dosis relativamente altas.

- La definición de muerte celular depende del tipo celular:

Tipo celular	Muerte implica	Dosis
Células diferenciadas <small>ej: glóbulos rojos</small>	Pérdida de función	100
Células que se dividen	Pérdida capacidad de división	1

Excepción: linfocito y oocitos



EFFECTOS DETERMINISTAS: NIVEL TISULAR

Innovación, Compromiso y Calidad

Tejido	Efecto	Periodo de latencia aproximado	Umbral aproximado (Gy)	Dosis efectos severos	Causa
Sistema hematopoyético	Infecciones Hemorragias	2 semanas	0,5	2,0	Leucopenia Plaquetopenia
Sistema Inmune	Inmunosupresión Infección sistémica	Algunas horas	0,1	1,0	Linfopenia
Sistema gastrointestinal	Deshidratación Desnutrición	1 semana	2,0	5,0	Lesión del epitelio intestinal
Piel	Escamación	3 semanas	3,0	10,0	Daño en la capa basal
Testículo	Esterilidad	2 meses	0,2	3,0	Aspermia celular
Ovario	Esterilidad	< 1 mes	0,5	3,0	Muerte interfásica del oocito
Pulmón	Neumonía	3 meses	8,0	10,0	Fallos en la barrera alveolar
Cristalino	Cataratas	> 1 año	0,2	5,0	Fallos en la maduración
Tiroides	Deficiencias metabólicas	< 1 año	5,0	10,0	Hipotiroidismo
Sistema nervioso central	Encefalopatías y mielopatías	Muy variable según dosis	15,0	30,0	Demielinización y daño vascular



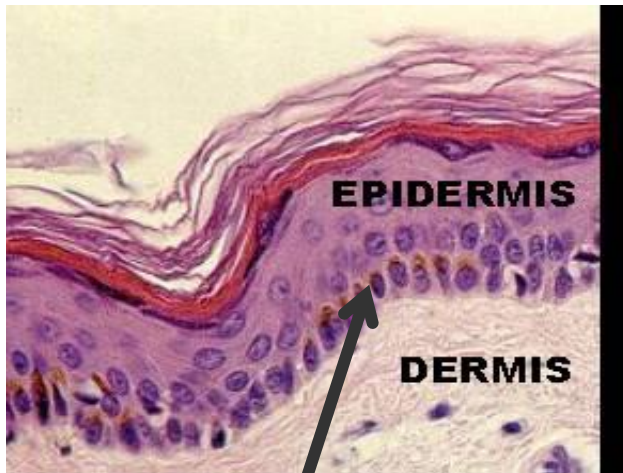
EFECTOS SISTÉMICOS

- Los efectos podrían ser morfológicos y/o funcionales
- Factores:
 - Qué órgano
 - Cuánta dosis
- Efectos
 - **Inmediatos** (usualmente reversibles): < 6 meses ej.: inflamación, hemorragia.
 - **Tardíos** (usualmente irreversibles): > 6 meses ej.: atrofia, esclerosis, fibrosis.
- Categorización de las dosis
 - < 1 Gy: BAJA DOSIS
 - 1-10 Gy: DOSIS MODERADAS
 - > 10 Gy: DOSIS ALTAS
- Regeneración significa sustitución del tejido original, mientras que Reparación significa sustitución por tejido conectivo.



EFFECTOS EN LA PIEL

Vista histológica de la piel



De "Atlas de Histología." J. J. Boya

Células del estrato basal, altamente mitóticas, algunas de ellas con melanina, responsable de la pigmentación.

- De acuerdo con las leyes de la RS (Bergonie and Tribondeau), las células más RS son aquellas **del estrato basal de la epidermis.**
- Los efectos son:
 - **Eritema:** 1 a 24 horas tras una irradiación **de alrededor de 3-5 Gy**
 - **Alopecia (*):** con 5 Gy es reversible; con **20 Gy es irreversible.**
 - **Pigmentación:** Reversible, aparece 8 días después de la irradiación.
 - **Descamación seca o húmeda:** traduce Hipoplasia epidérmica (dosis \cong 20 Gy).
 - **Efectos tardíos:** telangiectasia (**), fibrosis.

(*): alopecia: pérdida o ausencia de cabello

(**): ectasia: hinchazón de parte del cuerpo

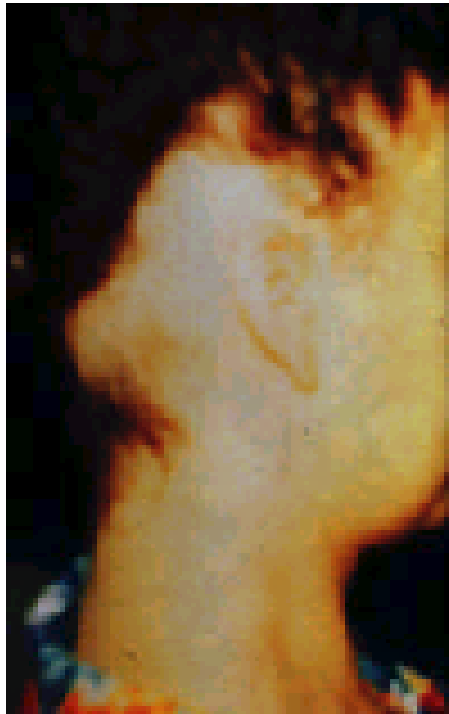


REACCIONES DE LA PIEL

Daño	Dosis umbral en piel (Sv)	Semanas aparición
Eritema transitorio temprano	2	<<1
Depilación temporal	3	3
Eritema principal	6	1.5
Depilación permanente	7	3
Descamación seca	10	4
Fibrosis invasiva	10	
Atrofia dérmica	11	>14
Telangiectasia	12	>52
Descamación húmeda	15	4
Eritema tardío	15	6-10
Necrosis dérmica	18	>10
Ulceración secundaria	20	>6



Daño en la piel por exposición fluoroscópica prolongada



Dosis total ≈ 8 Gy

Embolización
transarterial en
Neurorradiología de
AVM paraorbital 2
veces en un plazo de
3 días



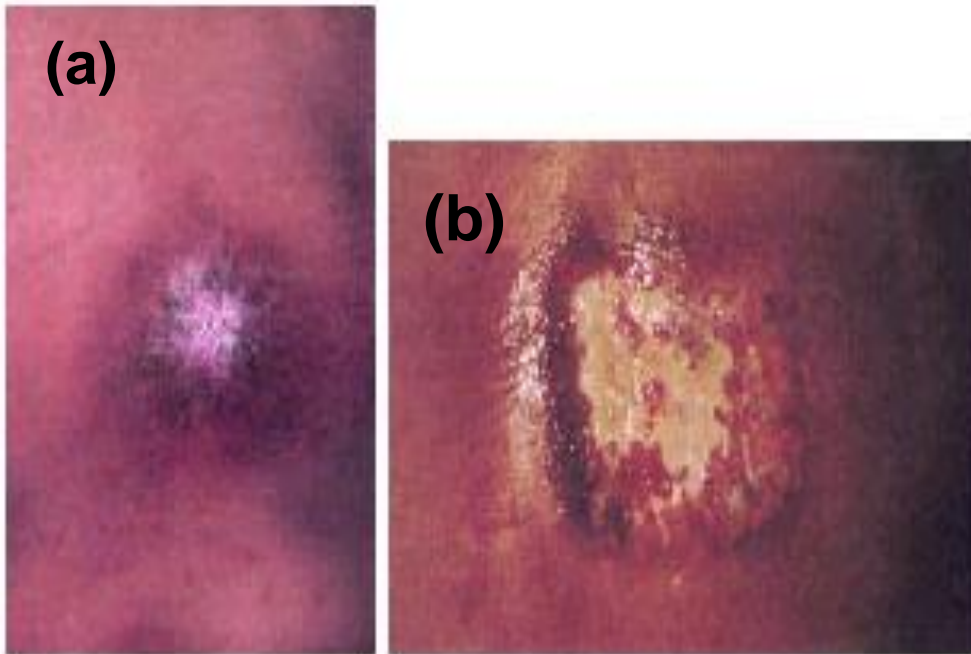
La fotografía muestra la depilación temporal de la región occipital derecha del cráneo 5-6 semanas tras la embolización (Cortesía W. Huda).
Crecimiento (cabello más gris que el original) 3 meses después.



EFFECTOS DETERMINISTAS



Shunt Portosistémico Transyugular Intrahepático - TIPS -



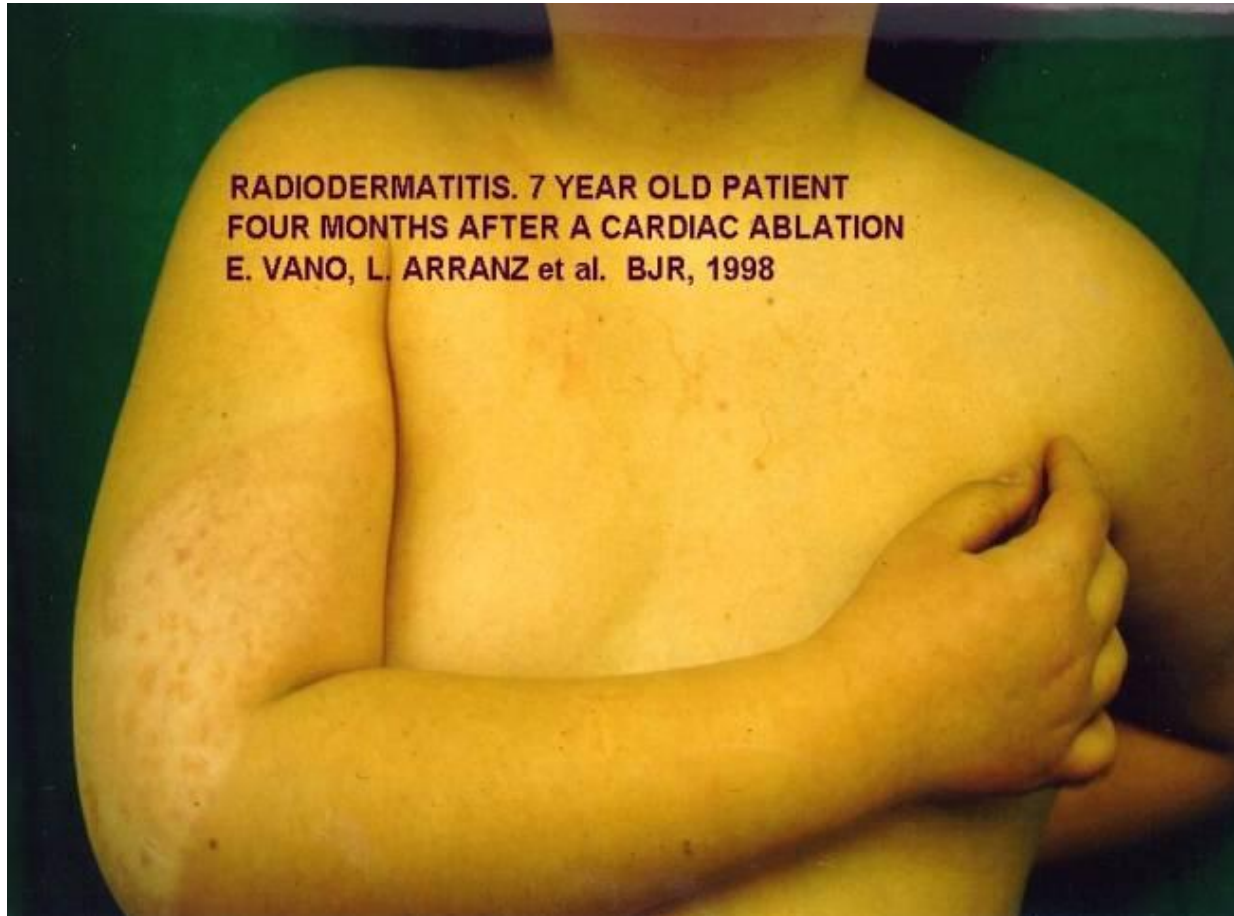
(a) Placa esclerótica despigmentada con contorno hiperpigmentado a media espalda de un paciente al que se le practicaron tres TIPS. Estos cambios se presentaron 2 años después de los procedimientos y se describieron como típicos de radiodermatitis crónica.

(Fotografía de Nahass y Cornelius, 1998).

(b) Placa ulcerada con un área rectangular de hiperpigmentación alrededor en mitad de la espalda



DAÑOS EN LA PIEL





TIPS derivación portosistémica intrahepática transyugular

Innovación, Compromiso y Calidad

Tres TIPS en una semana (Tiempo total 13-16 hs)



4 meses



7 meses



22 meses

Prof. E Vano, Complutense University of Madrid, Spain.



Efectos secundarios agudos - grados

Innovación, Compromiso y Calidad



Grado 1 - Eritema



Grado 2 - Descamación seca



Grado 3 - Descamación húmeda



Grado 4 - Necrosis

En radioterapia.
Fuente: IAEA



Daños en la piel: Radiología Intervencionista



Figure 1. Grade 1 skin reaction on a patient's back (photograph courtesy of S. Balter).

Radiation Protection Dosimetry (2011), Vol. 147, No. 1-2, pp. 8-12
Advance Access publication 7 July 2011

doi:10.1093/rpd/ncr257

SKIN INJURIES IN INTERVENTIONAL PROCEDURES

Madan M. Rehani^{1,*} and Suphot Srimahachota²

¹Radiation Protection of Patients Unit, International Atomic Energy Agency, PO Box-100, A 1400 Vienna, Austria

²Division of Cardiology, Department of Medicine, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Bangkok, Thailand



Figure 2. Grade 2 skin reaction on a patient's back (photograph courtesy of S. Balter).



Figure 3. Grade 3 skin reaction on a patient's back. Moiss (photograph courtesy of S. Balter)



Figure 4. Grade 4 skin reaction on a patient's back. The necrotic lesion has progressed to the deeper layers of patient's integument (photograph reproduced with permission of ICRP).

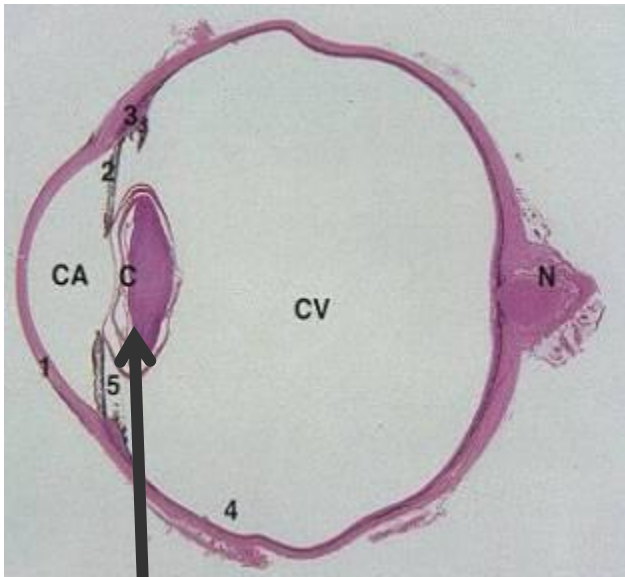


Figure 5. Skin injury (necrosis and ulceration) in a patient with chronic total occlusion a) 2 months, b) 6 months, c) 8 months after percutaneous coronary intervention (PCI), and d) after flap surgery [pictures from: [REHANI, M.M., SRIMAHACHOTA, S., Skin injuries in interventional procedures. Radiat. Prot. Dosimetry \(2011\) doi: 10.1093/rpd/ncr257](#)].



EFFECTOS EN EL OJO

Vista histológica del ojo



De "Atlas de Histología...". J. Boya

El cristalino es altamente RS, además, está rodeado de células cuboides altamente RS.

- El cristalino es altamente RS.
- La coagulación de las proteínas aparece para dosis mayores de 2Gy.
- Hay 2 efectos básicos

Efecto	Sv para exposición única corta	Sv/año para exposición tiempo largo
Opacidades detectables	0.5-2.0	> 0.1
Daño visual (catarata)	5.0	> 0.15



DAÑOS EN EL OJO

1 = POSTERIOR SUBCAPSULAR OPACITY
2 = PARANUCLEAR DOT OPACITIES
Vano E et al. ; B Jr Radiol 1998; 71:728-733



Cataratas a 4 Gy, si la dosis recibida lo es en menos de 3 meses, (5.5 Gy, si se recibió en un periodo más largo de 3 meses)



EFECTOS DETERMINISTAS: INDIVIDUO ADULTO

Innovación, Compromiso y Calidad

➤ Individuo adulto: **Síndrome de la irradiación (SIA)**

DL50/30: “Dosis que causaría la muerte al 50% de la población en 30 días”.

Su valor es alrededor de 2-3 Gy para humanos en irradiación de cuerpo entero.

➤ En el organismo adulto, tras irradiación aguda, se pueden distinguir tres etapas:

• **Prodrómica:**

- Los síntomas aparecen a las 48 horas: reacción del stam. nervioso autónomo: náuseas, vómitos, diarreas, cefaleas, vértigo, alteraciones de los órganos de los sentidos, taquicardia, irritabilidad, insomnio, etc.
- Duración de minutos-horas (depende de la dosis recibida).

• **Latente:**

- Ausencia de síntomas.
- Duración de minutos-semanas.

• **Enfermedad manifiesta:**

- Aparecen los síntomas concretos de los tejidos u órganos lesionados.



EFECTOS DETERMINISTAS: INDIVIDUO ADULTO

Innovación, Compromiso y Calidad

- **Enfermedad manifiesta:** Dependiendo de la principal causa de muerte del individuo, se distinguen tres síndromes.

	Dosis	Prodrómica	Latencia	Enfermedad manifiesta	Muerte
Síndrome de la médula ósea	3-5 Gy	Pocas horas	Algunos días - 3 semanas	Infecciones, hemorragias, anemia	30-60 días (>3Gy)
Síndrome gastrointestinal	5-15 Gy DL100 6- 10 Gy	Pocas horas	2-5 días	Nauseas, vómitos, diarreas con fiebre. Deshidratación, Desnutrición, Infecciones	10-20 días Cuadro de hipertensión endocraneal fuerte, con edema cerebral, hemorragias y meningitis aséptica por afectación vascular
Síndrome del sistema nervioso central	> 15 Gy	Minutos	Escasas horas	Síntomas neurológicos: Convulsiones, Ataxia, Coma	1-5 días

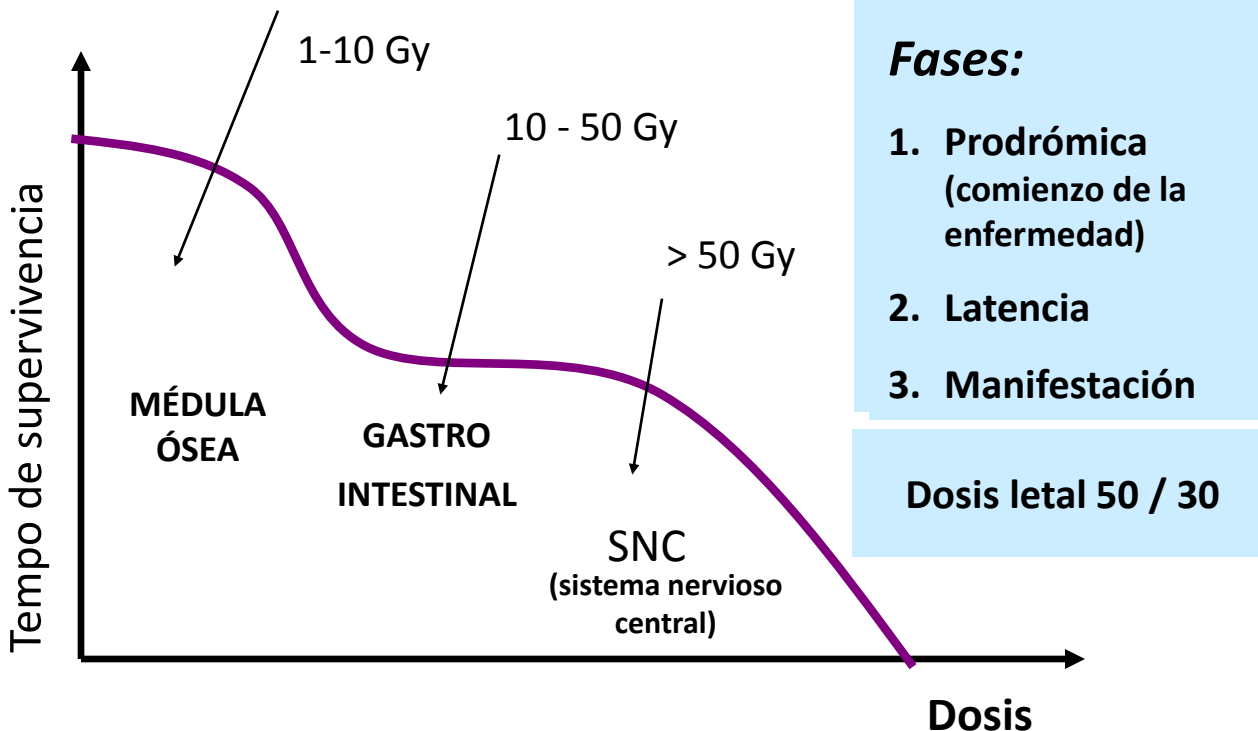
- SMO: Enfermedad hematopoyética: leucopenia y trombopenia. Inmunidad deprimida: infecciones graves. Hemorragias (trastornos coagulación), 5ª semana recuperación con dosis<3Gy.
- SGI: intestino pierde mucosa, cuadro de mala absorción, con pérdida de líquidos, proteínas y electrolitos, deshidratación y hemorragias intestinales. Infección generalizada
- SSNC: prodrómica: náuseas, vómitos y síntomas psíquicos (confusión, irritabilidad, etc.) y neurológicas (disminución de consciencia, quemazón de la piel, etc.)



Respuesta orgánica total: adulto

1

Síndrome de irradiación aguda



2

Síndrome de irradiación crónica

- Clínica en todo el cuerpo de una irradiación corporal parcial
- Mecanismo: Desorden neurovegetativo
- Similar a la sensación de enfermedad
- Bastante frecuente en radioterapia fraccionada



➤ Como reconocer y responder inicialmente a daños por radiación accidental.

IAEA



How to recognize and initially respond to an accidental radiation injury

Since the discovery of ionizing radiation, knowledge of its detrimental effects has accumulated. Despite considerable development in the techniques of radiation safety, accidents may happen which might injure people.

Radiation sources are widely used in medicine, industry, agriculture and research. They might be lost, stolen, or otherwise out of proper control and this can lead to injuries to persons who came into contact with them.

Radiation accidents are rare. The statistics show that between 1944 and 1988 in 465 accidents worldwide, approximately 3000 persons were injured, with 130 fatalities (including the 28 Chernobyl victims). During the last few years the number of accidents and incidents involving radiation sources has increased. Often the victims of such occurrences are persons that they may have been exposed to radiation. The medical consequences of these situations might just be observed by general practitioners (GPs), dermatologists, haematologists, specialists in infectious diseases and other medical doctors, but diagnosis may not be immediately obvious. Lack of knowledge about the consequences of exposure to radiation is one of the main reasons why many accidental injuries are not recognized sufficiently early for the most effective treatment. Health authorities and medical personnel therefore need to be prepared for such an eventuality.

This leaflet is intended to inform physicians — mainly GPs — and medical students on how to recognize a possible radiation injury. It is important to note that radiation injury has no special signs and symptoms. However, the combination of some of them may be typical of radiation injury.

What are the types of radiation exposure that might arise from an accident?

The exposure can be

- external to the body, in which case it may be to the whole body or limited to larger or smaller parts of the body, or
- internal due to combination with radioactive materials, if ingested, inhaled, or deposited in wounds.

Exposure can be acute, protracted or fractionated. It can occur alone, or be combined with other injury, such as trauma, thermal burn, etc.

Recognizing radiation injuries by their clinical manifestations

Following a high level accidental exposure to radiation, injuries evolve over time in distinct phases. The length and time of the occurrence of the phases depend on the dose. Low doses do not produce observable effects.

A typical course following a **whole body exposure** is a course of protracted radiation sickness an initial prodromal phase with symptoms such as nausea, vomiting, fatigue and possibly fever and diarrhoea, followed by a latent period of varying lengths. A period of illness follows, characterized by infection, bleeding and gastrointestinal symptoms. Problems in this period are due to destruction of cells of the haematopoietic system, and, with higher doses, to loss of cells lining the gastrointestinal tract.

A **local exposure**, depending on dose, can produce signs and symptoms in the exposed area such as erythema, oedema, dry and wet desquamation, blistering, pain, necrosis, gangrene or septicaemia. Local skin injuries evolve slowly over time — usually weeks to months — symptoms very painful and are difficult to treat by usual methods.

Partial body exposures result in a combination of varying symptoms as mentioned above, the type and severity of which depend on the dose to and volume of the exposed part of the body. Additional symptoms may be related to location of the tissues and organs involved.

There are usually no early symptoms associated with internal contamination unless the intake has been very high. If this has occurred, it will normally be obvious to the person concerned. Therefore, the focus of this leaflet is on external exposure resulting from radiation sources.

What are the main questions to ask the patients (what history obtained summarizes of a suspected radiation exposure)?

- Did you feel or come into physical contact with an unknown metallic object? If yes, when, where and how?
- Did you see a sign like this (a flag on the package)?
- Were there similar symptoms among family members and colleagues at the same time?
- Do you know how you received this injury?

What should the physician do if radiation injury is suspected?

- If the patient has a conventional injury or illness, save life and treat as normally required. Note that radiation does not produce life threatening early symptoms.
- Be aware that a radiation injured person does not present a health risk to the doctor.
- Do not touch any unfamiliar object in the patient's possession and move staff and patients to another room until the nature of the object has been determined by a radiation protection specialist.
- If contamination is suspected, avoid spread of material by using isolation procedures. Contact a radiation authority or radiation protection service for monitoring.
- Do a prompt complete blood count, repeated in 4 to 6 hours. Look for a drop in the absolute lymphocyte count if exposure was recent. If the white blood cell and platelet count is abnormally low, consider the possibility of an exposure a few days to weeks earlier. Additional blood counts might be needed.
- Notify health authority and radiation protection service if radiation injury is diagnosed or suspected.

Differential diagnosis of radiation injury

Consider radiation injury in a differential diagnosis if the patient presents with:

- A description of circumstances that might have led to a radiation exposure (eg. work with scrap metal).
- Illness and resulting symptoms if accompanied by erythema, fatigue, diarrhoea or other symptoms not explained by other causes, such as food poisoning, infectious infections or allergy.
- Skin lesions without knowledge of a chemical or thermal burn, or insect bite, or history of skin disease or allergy, but with desquamation and oedema in the exposed area further to erythema having occurred 3-4 weeks previously.
- Erythema or bleeding problems (such as petechiae, purpura or nose bleeding) with a history of nose and vomiting two to four weeks previously.

Some recommendations on your preparedness

- Have available in advance the telephone numbers of the health authorities and radiation protection service (and keep them up-to-date).
- Rely on professional information from the national health authority and radiation protection service and avoid the implementation of their recommendations.

Further readings

- IAEA-WHO. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Safety Report Series, No. 3, IAEA, Vienna, 1988.
- IAEA-WHO. Planning the Medical Response to Radiological Accidents. Safety Report Series, No. 4, IAEA, Vienna, 1988.
- IAEA-WHO. Health Surveillance of Persons Occupationally Exposed to Ionizing Radiation. Safety Report Series, No. 5, IAEA, Vienna, 1988.



EFECTOS DETERMINISTAS: INDIVIDUO EN DESARROLLO

Innovación, Compromiso y Calidad

- Los efectos en el feto se observan tras exposiciones a **dosis relativamente bajas** de radiación ionizante.
- La elevada sensibilidad del feto a los efectos de la radiación es debida a que es un **sistema altamente proliferativo**, con muchas células indiferenciadas.
- Los **efectos** de la radiación en el embrión son:
 - Muerte embrionaria, fetal o neonatal.
 - Malformaciones congénitas.
- Los efectos dependen del **momento de gestación** en el que tiene lugar la irradiación.





EFECTOS DETERMINISTAS: INDIVIDUO EN DESARROLLO

Cuando se produce la fertilización del óvulo (etapa de preimplantación) - elevada **mortalidad**.

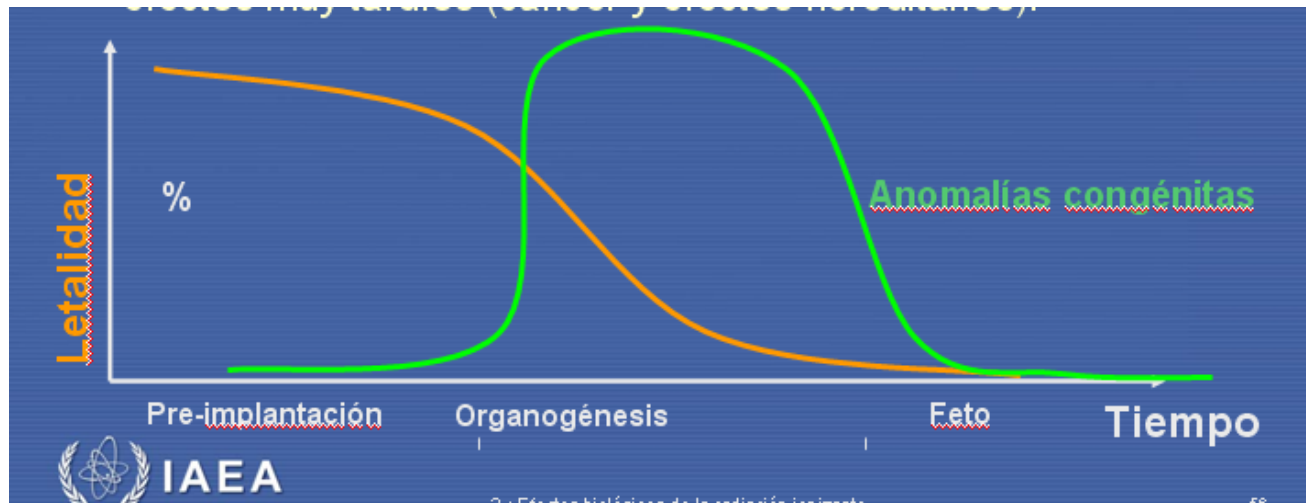
La fase de la organogénesis, pueden producir **anomalías** estructurales y deformidades.

Semanas 3 y 8 de gestación puede producir anomalías graves en muchos órganos, especialmente en el sistema nervioso central y esqueleto.

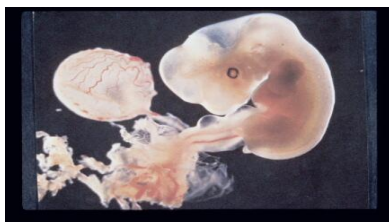
Semanas 8 y 15, **retraso mental** y disminución en el cociente de inteligencia (QI).

La exposición entre las semanas 15 y 26 puede provocar disminución QI

La radorresistencia del feto aumenta durante la última fase del desarrollo



Mayor riesgo



Menor



Mínimo





Efectos estocásticos



EFFECTOS ESTOCÁSTICOS

Innovación, Compromiso y Calidad

- Se producen tras exposición a **dosis moderadas-bajas** ($<0.2 \text{ Gy}$ y $<0.1 \text{ mGymin}^{-1}$).
- Consecuencia de daño subletal (mutación) en una o pocas células.
- La **probabilidad** de que ocurran, pero no la gravedad, **aumenta con la dosis** recibida.
- No existe **dosis umbral** para estos efectos.
- Pueden ser de **naturaleza somática** o **hereditaria**.



EFECTOS ESTOCÁSTICOS SOMÁTICOS: CÁNCER

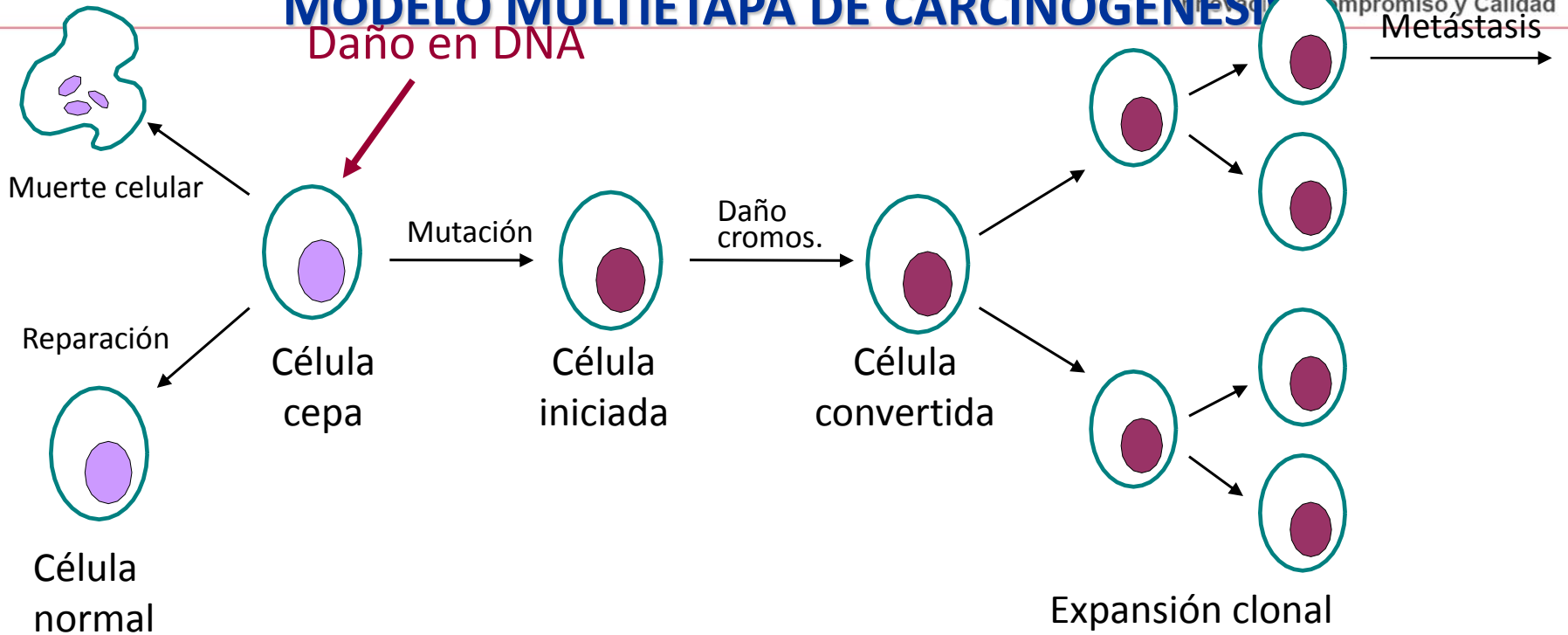
Innovación, Compromiso y Calidad

- El desarrollo de **cáncer** es el **principal efecto estocástico** somático inducido por **radiación ionizante** (1902 1er cáncer y 1911 1ª leucemia).
- **Proceso complejo** que implica diversos cambios, cuya naturaleza va a depender de:
 - El tipo de célula implicado.
 - El mecanismo de acción del carcinógeno que lo induzca.
 - El tipo de cáncer que se origine.
- **Cáncer**: cpto de enfermedades +- de 100 formas clínicas diferenciables – de comportamiento biológico y manifestaciones clínicas muy distintas y + de 1000 variedades histopatológicas
- Se han desarrollado diversos modelos genéricos para describir el proceso carcinogénico. **Modelo multietapa**.



MODELO MULTIETAPA DE CARCINOGENESIS

Daño en DNA



INICIACIÓN

CONVERSIÓN

PROMOCIÓN

PROGRESIÓN

Iniciación. Esta etapa implica la inducción de **cambios estables o mutaciones** en uno o más genes importantes para el control de la división y la diferenciación. No existe umbral. Puede ocurrir en respuesta a una exposición única al agente iniciador, después de la cual es **irreversible**.

Conversión. la acumulación de mutaciones génicas adicionales.

Promoción. La promoción es un proceso que requiere **exposición prolongada o repetida al agente promotor** y es normalmente **reversible** si el daño es eliminado. Existe una dosis umbral.

Progresión. compleja y multifacética, en la cual el clon de células pre-neoplásicas acumula cambios celulares que le comprometen hacia la **malignidad** con adquisición de **capacidad invasiva y metastásica**

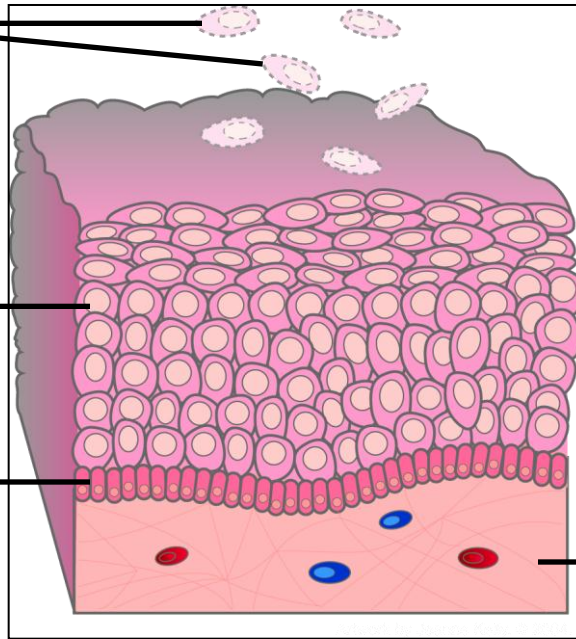


La piel: ejemplo de crecimiento normal

Las células muertas se desprenden de la superficie exterior

Epidermis

Células con capacidad para dividirse, localizadas en la capa basal

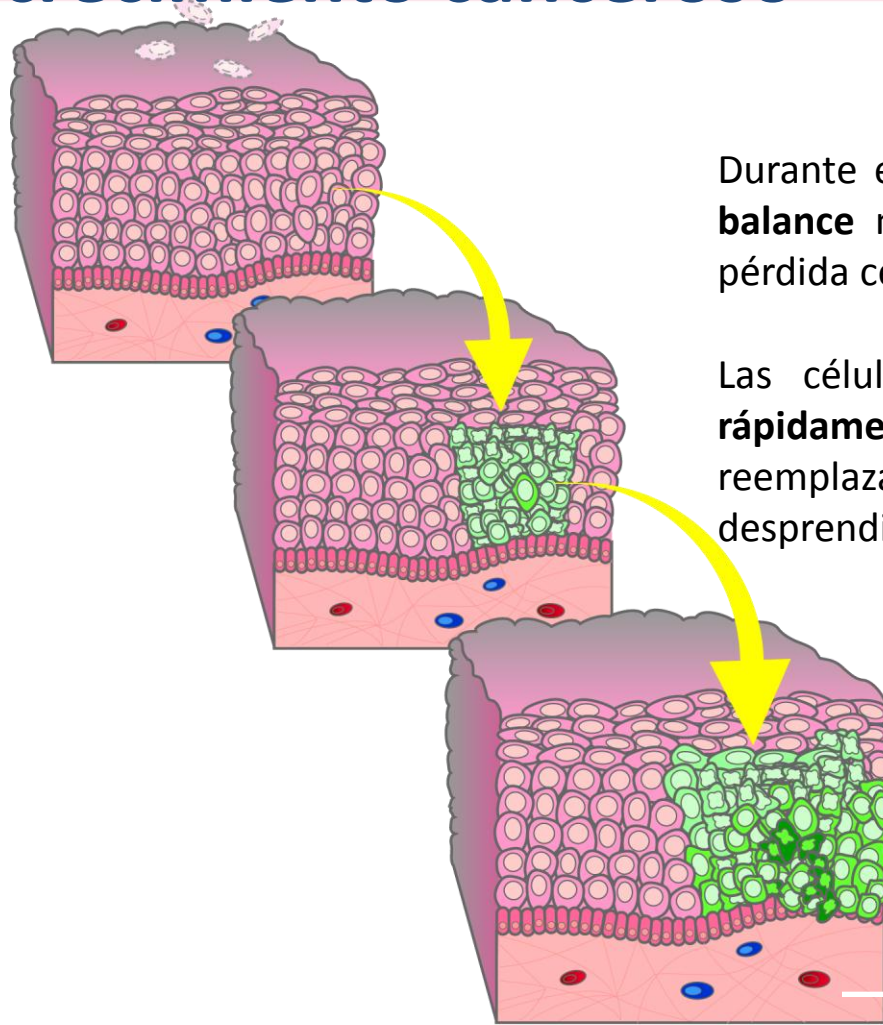


Migración celular

Dermis



Inicio del crecimiento canceroso



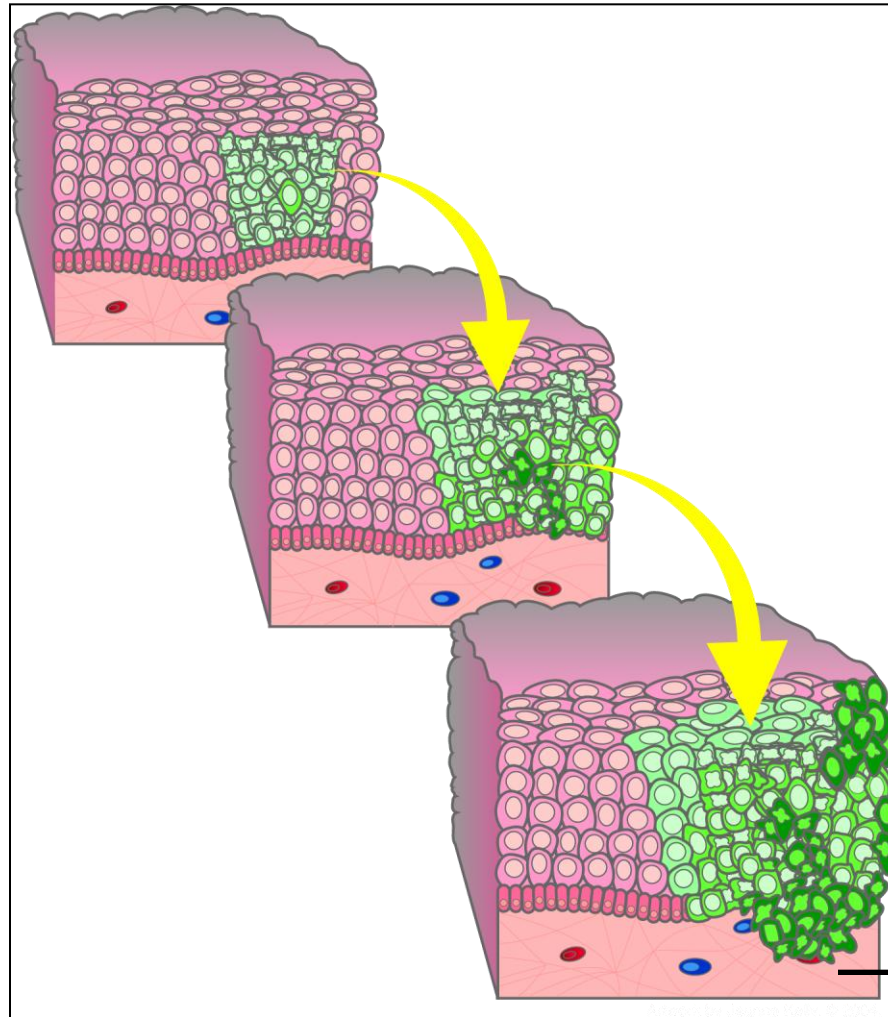
Durante el desarrollo del cáncer de la piel, el **balance** normal entre la división celular y la pérdida celular se altera

Las células basales ahora **se dividen más rápidamente** de lo que es necesario para reemplazar a las células que se están desprendiendo de la superficie de la piel.

Tejido subyacente



Los Tumores (Neoplasmas)



Este aumento gradual en el **número de células** con capacidad para dividirse crea **una masa creciente de tejido** conocido como un “tumor” o “neoplasma”

Un suceso de inicio crea una mutación en una de las células basales

Tejido subyacente



La Invasión y la metástasis

Innovación, Compromiso y Calidad

Los cánceres son capaces de diseminarse a través de todo el cuerpo mediante dos mecanismos: **invasión** y **metástasis**

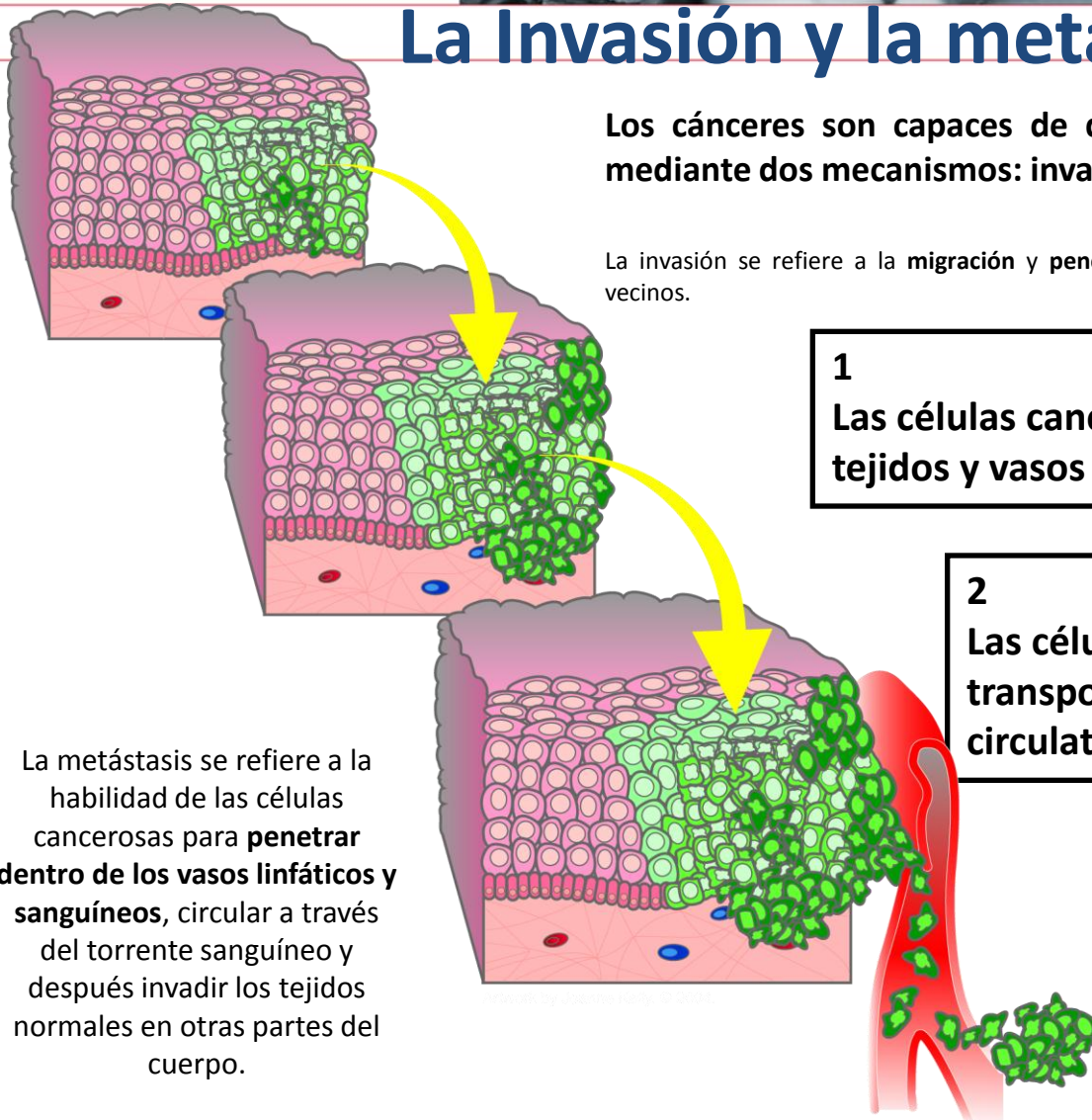
La **invasión** se refiere a la **migración** y **penetración** directas de las células cancerosas en los tejidos vecinos.

1
Las células cancerosas invaden los tejidos y vasos sanguíneos vecinos

2
Las células cancerosas son transportadas por el sistema circulatorio a sitios distantes

3
Las células cancerosas invaden nuevamente y crecen en un nuevo sitio

La **metástasis** se refiere a la habilidad de las células cancerosas para **penetrar dentro de los vasos linfáticos y sanguíneos**, circular a través del torrente sanguíneo y después invadir los tejidos normales en otras partes del cuerpo.

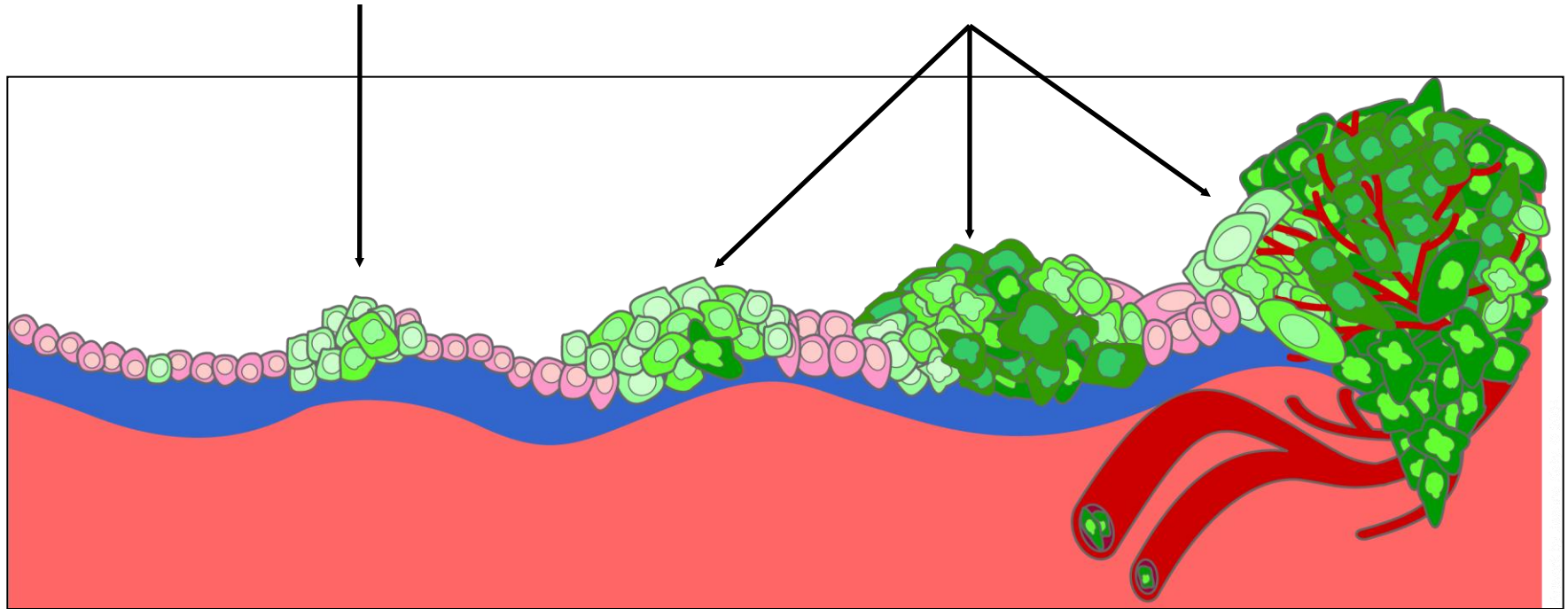




Los tumores Malignos comparados con los Benignos Innovación, Compromiso y Calidad

Las células de tumor benignas (no cancerosas) crecen sólo localmente y no se pueden diseminar por invasión o por metástasis

Las células malignas (cancerosas) invaden a los tejidos vecinos, entran a los vasos sanguíneos y se metastatizan a sitios diferentes

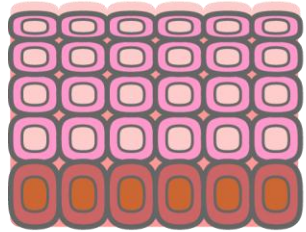


Tiempo





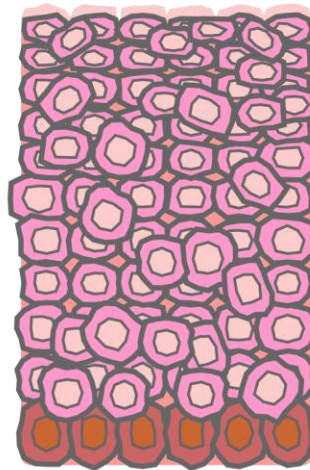
Carcinoma *In Situ*



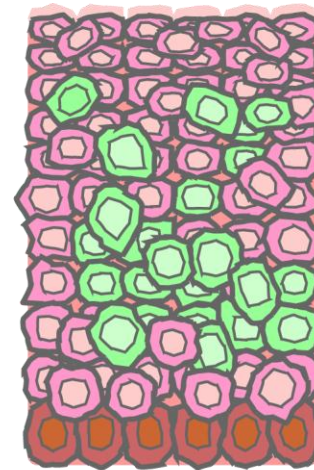
Normal



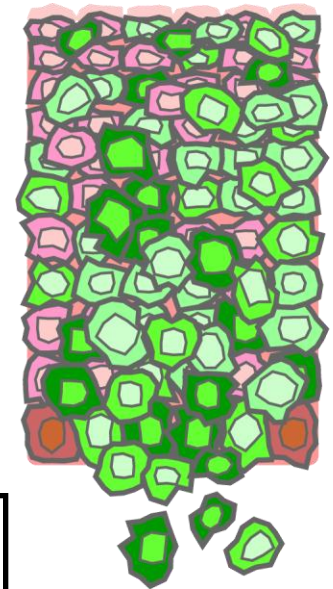
Hiperplasia



Displasia leve



Carcinoma *in situ*
(displasia severa)



Cáncer
(invasor)

Casos severos de dsiplasia.

Se refiere a un crecimiento descontrolado de células que **permanece** en su sitio **original**



CARCINOGENESIS RADIOINDUCIDA

Innovación, Compromiso y Calidad

- ▶ Estudios epidemiológicos a dosis, tasas de dosis altas:
 - Supervivientes de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki.
 - Pacientes (espondilitis anquilosante, cáncer de cervix).
 - Trabajadores (mineros).

- ▶ Estudios epidemiológicos a dosis, tasas de dosis bajas:
 - Exposición ocupacional (Hanford, astilleros y en la Unión Soviética).
 - Personas sometidas a radioterapia: irradiación de tejidos sanos.
 - Personas expuestas a fuentes nucleares (lluvia radiactiva, pruebas nucleares, cercanía a centrales nucleares) .
 - Población de zonas con alto fondo radioactivo (China, Brasil, India)

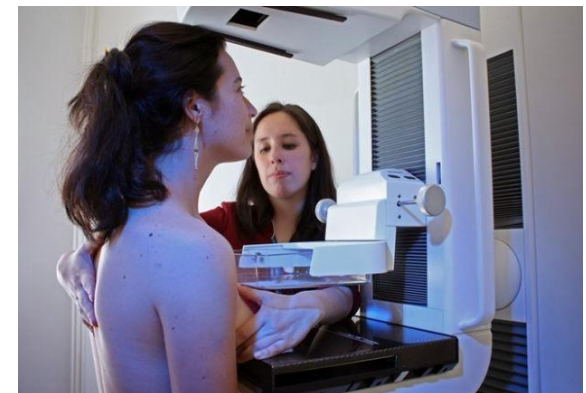
- ▶ Estudios experimentales:
 - Aportan información de interés sobre mecanismos de acción, forma de la curva dosis-respuesta y factores que afectan la respuesta celular.



DETRIMENTO

Estimación del riesgo

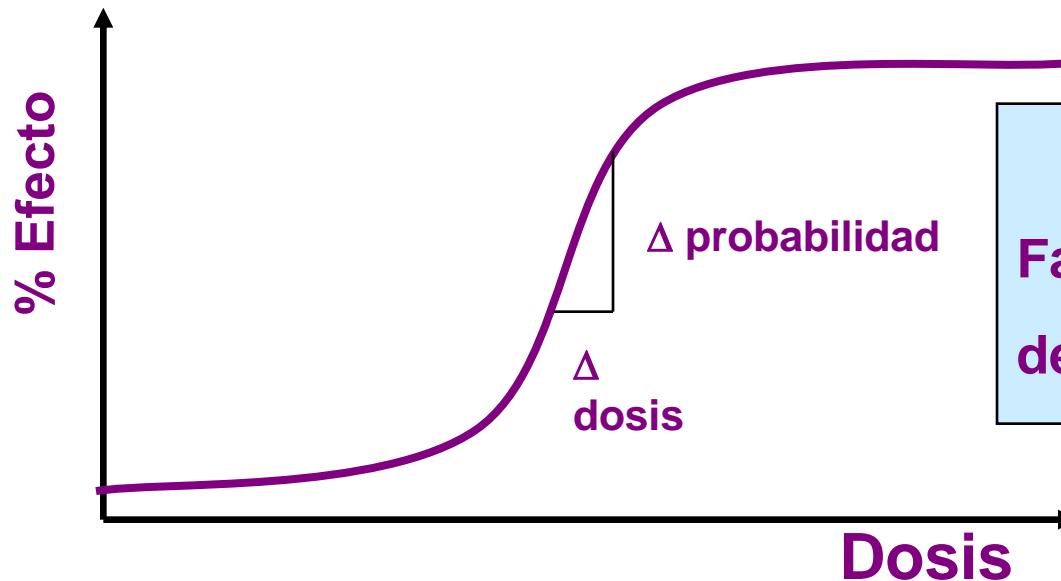
- Los valores de riesgo de cáncer se estiman a partir de los resultados obtenidos en el estudio epidemiológico de los supervivientes de H&N:
 - Extrapolación a dosis bajas (curva dosis -respuesta)
 - Quedan supervivientes (modelos de proyección del riesgo)
 - Riesgos población japonesa (modelos de transferencia)
 - Ejemplo: screening mamográfico





Factor de riesgo para un tejido

- FACTOR DE RIESGO: Cociente entre el incremento de probabilidad de un efecto estocástico y la dosis recibida. Se mide en Sv^{-1} o en mSv^{-1} .

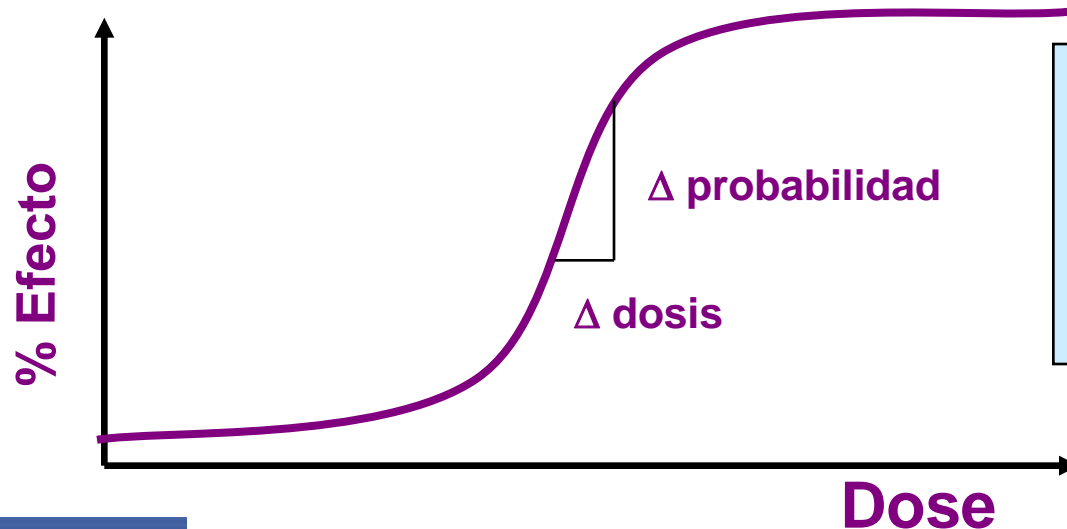


$$\text{Factor de riesgo} = \frac{\Delta \text{ probabilidad}}{\Delta \text{ dosis}}$$



Factor de riesgo para un tejido

- EJEMPLO: Un factor de riesgo de 0.005 Sv^{-1} para médula ósea (mortalidad en tiempo de vida, en una población de todas las edades, por cáncer fatal específico tras la exposición a bajas dosis) significa que si 1000 personas recibieran 1 Sv en médula ósea, 5 morirían de un cáncer inducido por radiación.



$$\text{Factor de riesgo} = \frac{\Delta \text{ probabilidad}}{\Delta \text{ dosis}}$$



MAGNITUDES UTILIZADAS PARA CUANTIFICAR EFECTOS ESTOCÁSTICOS

➤ **Dosis absorbida:** Energía absorbida por unidad de masa.

Julio/kilogramo; **Gray (Gy)**.

➤ **Dosis equivalente:** Dosis absorbida ponderada por el factor de ponderación de la radiación.

Julio/kilogramo; **Sievert (Sv)**.

➤ **Dosis efectiva:** Dosis equivalente ponderada por el factor de ponderación de tejido.

Julio/kilogramo; **Sievert (Sv)**.



Indicadores de riesgo relativos para tejidos u órganos

Factor de ponderación de tejido.

Tejido u Órgano	w_T
Gónadas	0.20
Médula ósea (roja)	0.12
Colon	0.12
Pulmón	0.12
Estómago	0.12
Vejiga de la orina	0.05
Mama	0.05
Hígado	0.05
Esófago	0.05
Tiroides	0.05
Piel	0.01
Superficie ósea	0.01
Resto	0.05



Magnitudes dosimétricas

Producto dosis-área (Gy cm²): relacionado con el incremento de padecer cáncer (efectos estocásticos)

Dosis acumulada en piel (mGy), relacionada con la aparición de lesiones en la piel (efectos deterministas/tisulares) (LA DOSIS EN PIEL DEPENDE DEL EQUIPO Y LA CALIDAD DE IMAGEN SELECCIONADA)

Factores que afectan la dosis:

- Paciente
- Equipo
- Procedimiento



Nueva normativa europea 2013/50 Euratom

Innovación, Compromiso y Calidad

Quo



CIENCIA

NATURALEZA

TECNOLOGÍA

SER HUMANO

SALUD

REVISTA

VÍDEOS

BLOGS

SÍGUENOS

ACTUALIDAD

LOS MÉDICOS TENDRÁN QUE INFORMAR AL PACIENTE DE CUÁNTA RADIACIÓN RECIBIRÁN EN LAS PRUEBAS MÉDICAS

Pero, ¿cómo podemos saber si es segura la radiación que recibimos en una radiografía o un TAC?

Vicente Fernández - 09/02/2018

Ya se ha cumplido el plazo para que los distintos estados incorporen la nueva normativa europea 2013/50 Euratom relativa a la seguridad de las radiaciones ionizantes. Dicha norma abarca numerosos aspectos, pero en el ámbito clínico (al que la norma dedica seis artículos) hay uno que resulta de especial interés para todos los pacientes. Los médicos y especialistas están obligados a que las dosis de radiación que se produzca en las pruebas de diagnóstico por imagen sea siempre la mínima posible, además de que tendrán que informar al paciente sobre la cantidad de radiación que va a recibir durante la prueba y cuál es el nivel de riesgo que implica para su salud.

María Luisa Chapel, presidenta de la Sociedad Española de Física Médica

Cuando la norma entre en vigor, el **médico tendrá que facilitarle un informe** en el que le explicará la cantidad de radiación que va a recibir durante la prueba, comparándola con los parámetros existentes sobre la cantidad de radiación que se recibe de forma natural



Estimación de riesgo

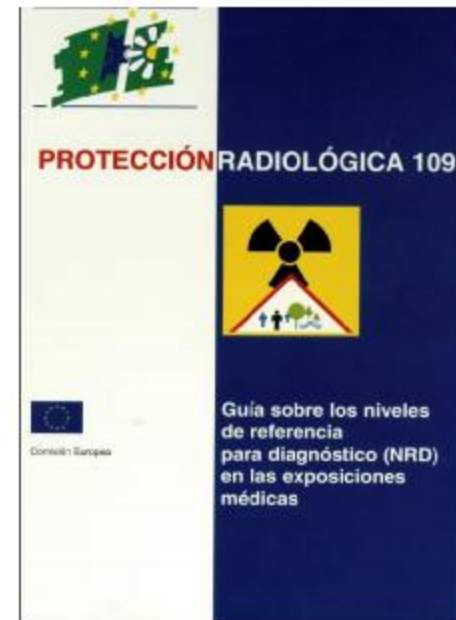
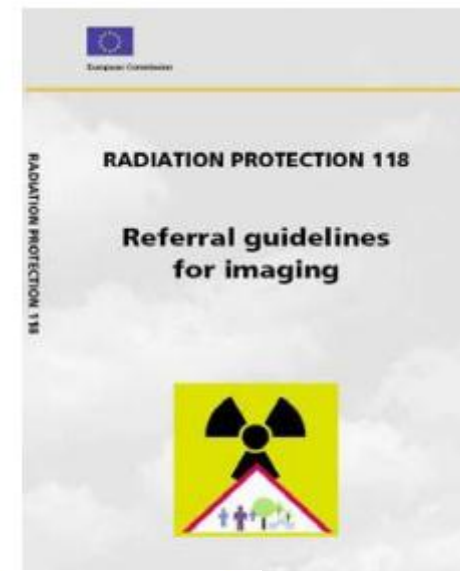
Magnitudes dosimétricas

Para pacientes no se aplican límites de dosis pero sí niveles de referencia.

- Niveles de dosis en las prácticas de radiodiagnóstico médico, para exámenes tipo de grupos de pacientes de talla estándar.

Estos niveles se supone que no se sobrepasarán en el caso de procedimientos estándar cuando se aplica una buena práctica.

In





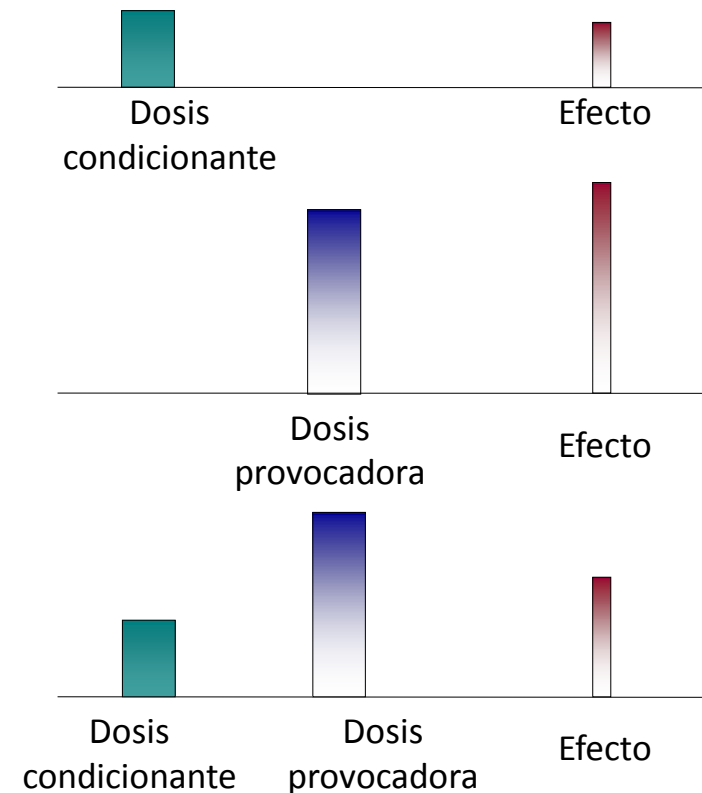
Efectos no convencionales



EFFECTOS BIOLÓGICOS NO CONVENCIONALES DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

➤ **Respuesta adaptativa:** Una dosis muy baja de radiación puede reducir los efectos biológicos producidos por dosis más altas recibidas con posterioridad.

- Se produce por activación de mecanismos de reparación tras exposición a una dosis muy baja (dosis condicionante).
- La respuesta adaptativa podría ser el resultado de un mecanismo general de respuesta celular frente al daño.





EFFECTOS BIOLÓGICOS NO CONVENCIONALES DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

Dogma de la radiobiología :

Los efectos biológicos de la radiación se producen como consecuencia del daño que ésta produce en el ADN. Además, si este daño no es letal, se transmitirá a la descendencia

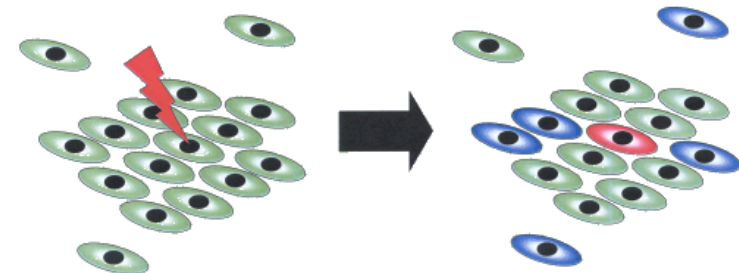
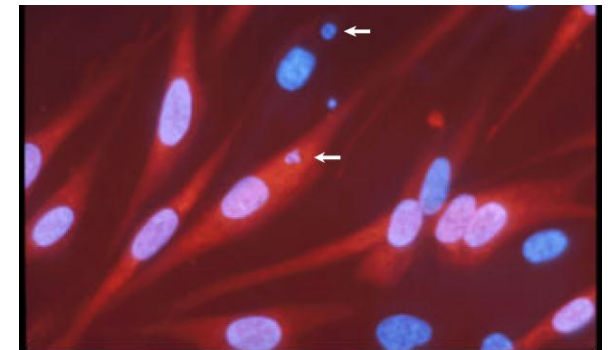
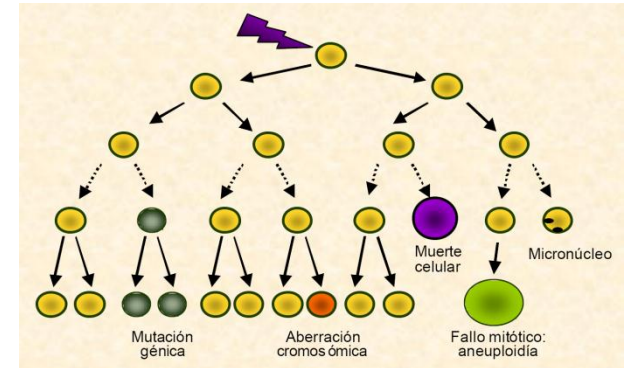
pero



EFFECTOS BIOLÓGICOS NO CONVENCIONALES DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

➤ Efectos no dirigidos al ADN

- **Inestabilidad genética:** inestabilidad en el genoma de una parte de la población irradiada, lo que aumenta la frecuencia con la que ocurren cambios genéticos en su progenie. El fenotipo inestable puede persistir muchas rondas de división celular después de la irradiación.
- **Inducción de mutaciones por irradiación del citoplasma:** El desarrollo de irradiadores precisos con microhaces ha permitido ahora este estudio. La irradiación citoplasmática puede inducir una frecuencia de mutaciones en células. La irradiación directa del núcleo no es necesaria para que se produzcan efectos genéticos importantes.
- **Efectos circunstantes (“bystander”).** Pueden aparecer efectos genéticos en células que no han sufrido una irradiación directa, pero que están próximas a las células que si han sido directamente irradiadas.





PROTECCIÓN RADIOLOGICA



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Como consecuencia del estado actual de conocimientos de los efectos biológicos de la radiación,

la ICRP considera que:

el objetivo principal de la **protección radiológica** es

- Evitar la aparición de efectos deterministas
- Limitar la probabilidad de incidencia de los efectos estocásticos



PRINCIPIOS DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

JUSTIFICACIÓN

OPTIMIZACIÓN

LIMITES DE DOSIS

Para la exposición de los pacientes:

- Justificación: SI
- Optimización: SI
- Limitación de dosis: NO

– Es necesaria una “buena” calidad de imagen para no comprometer el juicio diagnóstico

Para pacientes no se aplican límites de dosis, pero sí “niveles de referencia”, que son indicativos de buena práctica



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

FUENTES DE RADIACIÓN

RIESGO


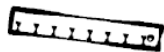
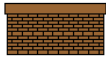
MEDIOS DE PROTECCIÓN



APARATOS
 GENERADORES DE
 RADIACIÓN
 O FUENTES
 ENCAPSULADAS

**IRRADIACIÓN
EXTERNA**



- ✓ TIEMPO 
- ✓ DISTANCIA 
- ✓ BLINDAJE 

FUENTES NO
 ENCAPSULADAS

CONTAMINACIÓN



- ✓ VESTIMENTA ADECUADA 
- ✓ MÁSCARAS. GUANTES 
- ✓ SISTEMAS DE MANIPULACIÓN 
- ✓ BLINDAJES 
- ✓ ENTRENAMIENTO TÉCNICAS 
- ✓ PAUTAS DE COMPORTAMIENTO 





Organizaciones Internacionales relacionadas con la PR Innovación, Compromiso y Calidad

Organización internacional de la Energía Atómica (OIEA) (en inglés IAEA)

Área Temática de Seguridad nº 3, denominada **“Protección y Seguridad Radiológica en las Exposiciones Médicas.”**

De acuerdo al ICRP – Comisión Internacional de Protección Radiológica hay un considerable espacio para la reducción de dosis en radiología sin pérdida de información diagnóstica.

Han sido reportados daños por radiaciones en radiología intervencionista (cateterismos por ejemplo) y también exposiciones accidentales en radioterapia, episodios éstos que han focalizado la **atención en la necesidad de mejorar la protección radiológica de los pacientes sometidos a exámenes de radiodiagnóstico, especialmente en radiología intervencionista** así como en medicina nuclear y en radioterapia.



Pósters IAEA y Radiation Protection of Patients (RPOP) Compromiso y Calidad

PR en Intervencionismo PACIENTES

10 Recomendaciones para protección de *pacientes* en fluoroscopia

1. Maximizar en la medida de lo posible, la distancia entre el tubo de rayos X y el paciente

2. Minimizar la distancia entre el paciente y el receptor de imagen

3. Minimizar el tiempo de fluoroscopia

Archivar los datos del tiempo de fluoroscopia y DAP/KAP (si está disponible) de cada paciente

4. Use fluoroscopia pulsada con la menor cantidad de pulsos posible para obtener imágenes de calidad aceptable.

5. Evite exponer la misma zona de piel en las diferentes proyecciones

Cambie el punto de entrada del haz rotando el tubo alrededor del paciente

Figura adaptada de L. K. Wagner

Poster Relacionado!
10 Recomendaciones para la protección del *staff* en fluoroscopia
http://rpop.iaea.org/RPOP/RPOPContent/Documents/Whitepapers/poster_staff-radiation-protection-es.pdf

IAEA **RPOP** Radiation Protection of Patients

Página 1 de 2
Fluoroscopia
Protección Radiológica de los Pacientes

10 Recomendaciones para protección de *pacientes* en fluoroscopia

6. Pacientes de mayor tamaño o más gruesos, requieren un aumento de la dosis en la superficie de entrada (ESD)

7. Proyecciones oblicuas También aumentan la ESD

Tenga en cuenta que el aumento de la ESD aumenta la probabilidad de daño en la piel

8. Evite el uso de la magnificación

Disminuyendo el campo visual en un factor 2 aumenta la tasa de dosis en un factor 4

INTENSIFICADOR	Tasa de dosis de entrada al paciente expresada en unidades
12" (32 cm)	100
9" (22 cm)	177
6" (16 cm)	400
4.5" (11 cm)	711

9. Minimice el número de cuadros y el número de series de cine a un nivel clínicamente aceptable

Evite usar el modo de adquisición si puede usar fluoroscopia

Tasa de dosis con Cine $\approx (10-60) \times$ fluoroscopia normal tasa de dosis

La documentación debe ser realizada con la última imagen fija siempre que sea posible y no con imágenes de cine

10. Use colimación

Colime el haz de Rayos X al área de interés



Pósters IAEA y Radiation Protection of Patients (RPOP) Compromiso y Calidad


PR en Intervencionismo STAFF

10 Recomendaciones para la protección del **staff** en fluoroscopia

Toda reducción de dosis al paciente supone una reducción de dosis al personal


1. Use dispositivos de protección!

Se aconsejan delantales plomados de 2 piezas para distribuir el peso. Con 0.25 mm de plomo y con la superposición en la parte delantera serán 0.5 mm en el frontal y



0.25 en la espalda
(Supone más del 90% de protección)

Gafas plomadas con protección lateral



Protector tiroideo



2. Haga buen uso de los principios: tiempo—distancia—blindaje

Minimice el tiempo

Maximice la distancia tanto como sea posible clínicamente

Use blindaje



3. Use las mamparas suspendidas del techo, los blindajes laterales y las cortinas plomadas debajo de la mesa

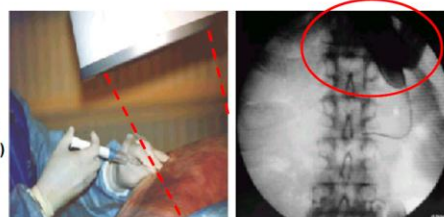
Con ello podrá reducir la dosis de radiación dispersa en más del 90%.

Blindaje móvil es aconsejable cuando trabaje en la modalidad de adquisición "cine"




4. Mantenga sus manos fuera del haz directo de rayos X en todo momento

Las manos dentro del campo del haz primario aumentará los factores de exposición (kV, mA) y las dosis a los pacientes y al staff



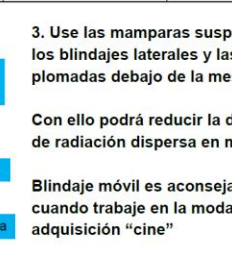
5. Mantenga el tubo de Rayos X debajo de la mesa y no sobre ella

De esta manera se recibe menos radiación dispersa



6. Mantenga el tubo de Rayos X debajo de la mesa y no sobre ella

De esta manera se recibe menos radiación dispersa

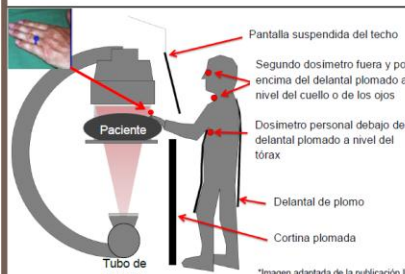


7. Use su dosímetro personal

Use al menos **dos** dosímetros:

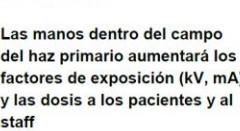
- Uno **debajo** del delantal plomado a la altura del tórax.
- Otro por **fuera** del delantal plomado a nivel del cuello o de los ojos
- Un dosímetro adicional tipo anillo, para los procedimientos que requieran la exposición de las manos cerca del haz primario

Son útiles los sistemas de dosimetría personal en tiempo real





*Imagen adaptada de la publicación ICRP 85

8. Actualice periódicamente sus conocimientos en protección radiológica



9. Plantee sus inquietudes sobre radioprotección a los especialistas en protección radiológica/especialistas en física médica



Poster relacionado!
10 Recomendaciones para la protección del paciente en fluoroscopia
<http://www.iaea.org/RPOP/RPOP/Content/Documents/Whitepapers/Poster-system-radiation-protection-es.pdf>


Página 1 de 2
Fluoroscopia
Protección Radiológica del Staff

10 Recomendaciones para la protección del **staff** en fluoroscopia

Toda reducción de dosis al paciente supone una reducción de dosis al personal

5. Sólo el 1 - 5% de la radiación que incide a la entrada del paciente sale hacia el detector de imagen

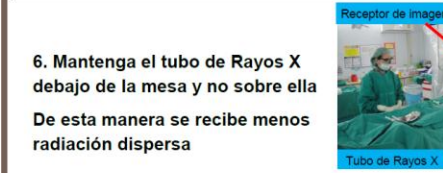
Conviene situarse al lado del detector de imagen, donde sólo sale el 1- 5% de la radiación incidente y su respectiva dispersión



Correcto! **Incorrecto!**

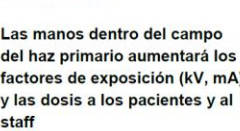
6. Mantenga el tubo de Rayos X debajo de la mesa y no sobre ella

De esta manera se recibe menos radiación dispersa

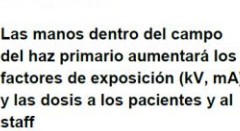





Correcto! **Incorrecto!**

8. Actualice periódicamente sus conocimientos en protección radiológica



9. Plantee sus inquietudes sobre radioprotección a los especialistas en protección radiológica/especialistas en física médica



Poster relacionado!
10 Recomendaciones para la protección del paciente en fluoroscopia
<http://www.iaea.org/RPOP/RPOP/Content/Documents/Whitepapers/Poster-system-radiation-protection-es.pdf>

Página 1 de 2
Fluoroscopia
Protección Radiológica del Staff

10. RECUERDE !

- El control de calidad de los equipos de fluoroscopia le permitirá trabajar en forma segura
- Conozca su equipo. Utilizar las características del equipo de manera apropiada le ayudará a reducir las dosis al paciente y al staff
- Use inyectores automáticos




Pósters IAEA y Radiation Protection of Patients (RPOP) Compromiso y Calidad

PR en Intervencionismo NIÑOS

10 Perlas: Protección radiológica en intervenciones a niños


1. Recuerde: ciertos tejidos de los niños en crecimiento son más sensibles que los de los adultos

Los niños tienen una mayor esperanza de vida, por lo cual es más probable que se manifiesten los efectos de la radiación



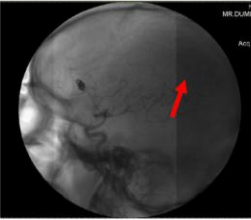
2. Hable con los padres antes de la intervención:

- Pregunte si ha habido exposiciones anteriores
- Dé respuesta a sus inquietudes sobre seguridad radiológica



3. Haga que los miembros de su equipo tomen más conciencia, mediante una lista de verificaciones previa a la intervención

4. Planifique detalladamente las intervenciones con antelación para evitar series radiológicas inadecuadas o inacabadas y exposiciones repetidas



5. Proteja la tiroides, mamas, ojos y gónadas del paciente hasta donde sea posible

http://www.pedrad.org/associations/5364/files/ImGen_Spotlight_Checklist.pdf

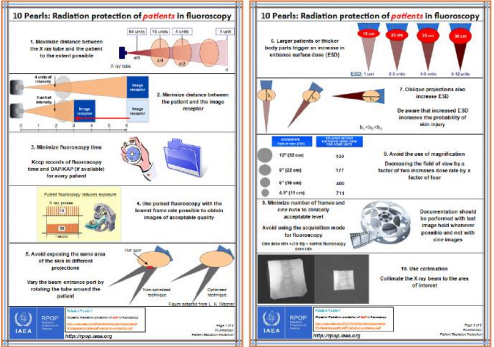
RPOP Posters webpage!
https://www.iaea.org/RPOP/RPoP_Content/5364/ImGenResources/Posters/ImGen.htm

Página 1 of 2
Radiología Intervencionista: Protección radiológica de los niños

10 Perlas: Protección radiológica en intervenciones a niños

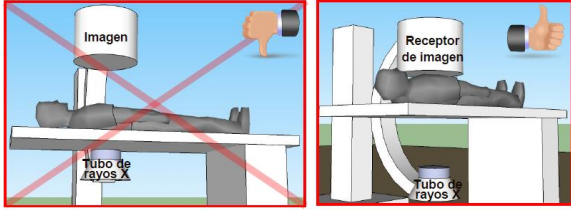
6. Utilice una técnica óptima:

- Reduzca la frecuencia de 7,5 a 3 pulsos por segundo cuando sea posible
- Retire la rejilla antidifusora si el niño es de menos de 20 kg y si es posible. Utilice en su lugar la técnica de separación entre paciente y receptor de imagen ("air gap")
- Reduzca al mínimo el tiempo de exposición
- Reduzca al mínimo la superposición de haces en las tomas




7. Utilice la "memoria de última imagen" siempre que sea adecuado, en lugar de realizar exposiciones adicionales

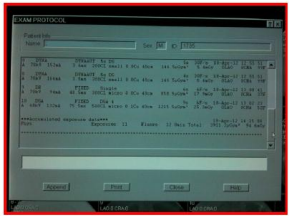
8. Aumente la distancia entre el paciente y el tubo de rayos X y disminuya la distancia entre el paciente y el receptor de imagen, excepto cuando utilice la técnica "air gap" sin rejilla



9. Utilice el registro de dosis y los medios tecnológicos del equipo para reducir la dosis



10. Tras la intervención revise y registre la dosis de radiación





- https://www.ffis.es/ups/proteccion_radiologica_radiologia_intervencionista/Tema%2015%20y%2016.pdf

Control de la dosis

Paciente



A 3 semanas



A 6.5 meses



Post cirugía

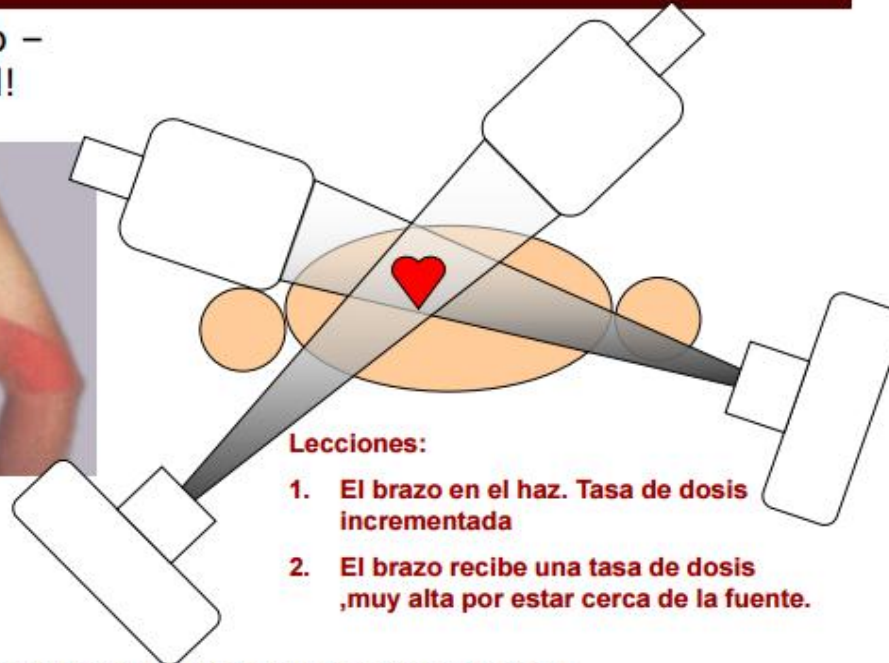
Siguiendo los procedimientos de ablación con el brazo en el haz cerca del tubo y con el cono separador quitado. Cerca de 20 minutos de fluoroscopia.



Control de la dosis

Paciente

La posición del brazo –
importante y no fácil!



Lecciones:

- 1. El brazo en el haz. Tasa de dosis incrementada**
- 2. El brazo recibe una tasa de dosis ,muy alta por estar cerca de la fuente.**

Wagner LK and Archer BR. Minimizing Risks from Fluoroscopic Radiation, R. M. Partnership, Houston, TX 2004.

Lecciones aprendidas:

Mantenga las partes del cuerpo innecesarias para el estudio, especialmente brazos y, si es posible, mamas, fuera del haz directo (o al menos no deben estar a la entrada del haz sino a la salida)



Niveles de referencia

Registro

- Debería informarse al paciente cuando el procedimiento implique un riesgo significativo de daño por radiación (incluir en consentimiento informado).
- Dosis en acumulada en piel superior a 3 Gy o 1 Gy si es probable repeticiones del procedimiento
 - Debería quedar registro en su historia clínica
 - Debería tener un seguimiento las dos primeras semanas tras la intervención
 - Informar a su médico de los posibles efectos
 - Si además la dosis es muy elevada, informar al paciente tras el procedimiento



Cremas dermoprotectoras en el mercado

Ejemplos....



Con ensayos clínicos





Cremas radioprotectora trabajadores

Innovación, Compromiso y Calidad

Ejemplos....



This device is not intended to be used in or adjacent to the primary x-ray beam or the transmitted beam and should not be used in lieu of a Radiographic Procedure Glove, which is used in radiography for those studies requiring the physician's hand or fore arm be in the direct path of the primary x-ray beam

Law restricts this device to sale by or on the order of a health care professional



unprotected hand



hand protected with UltraBLOX attenuating cream

The lotion consists of a radio-contrast agent bismuth oxide

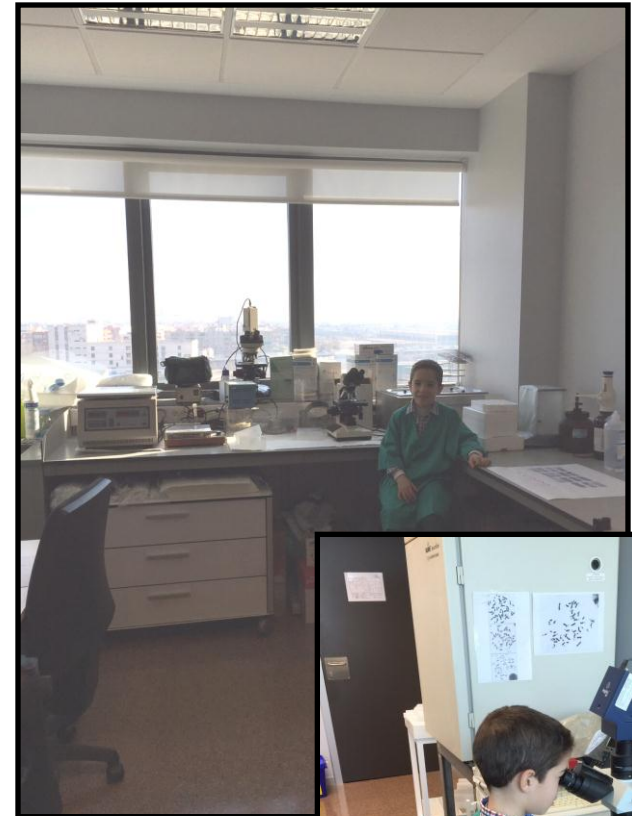


DOSIMETRÍA BIOLÓGICA



Dosimetría Biológica

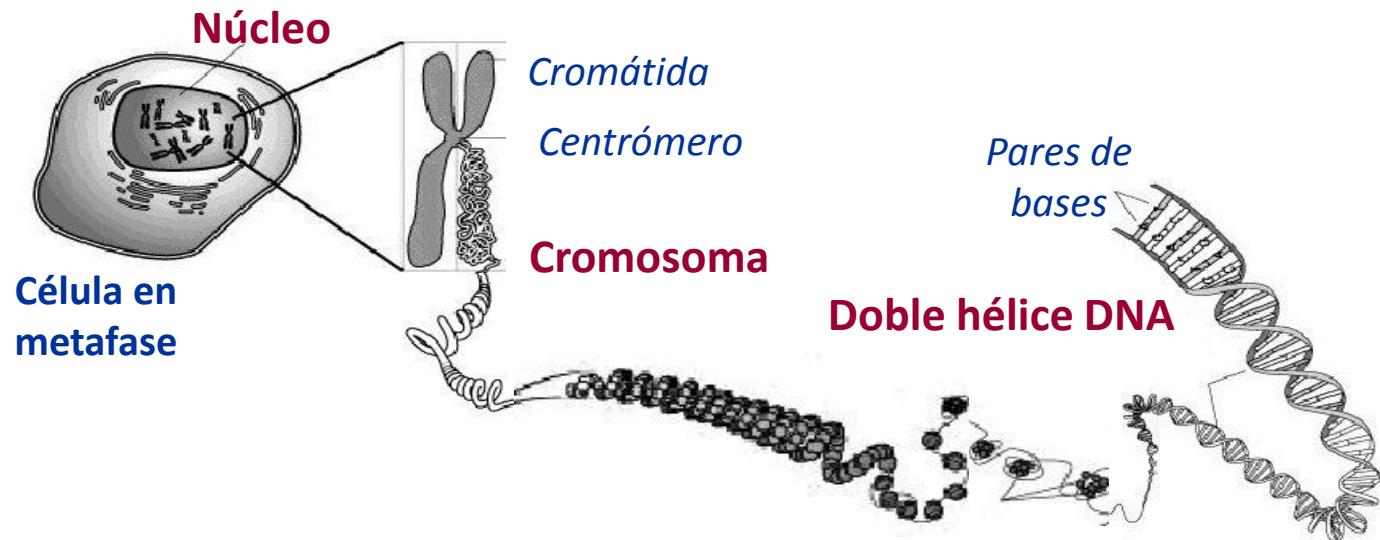
La Dosimetría Biológica consiste en la estimación de la dosis absorbida, por una persona expuesta a radiaciones ionizantes, utilizando parámetros biológicos





Dosimetría Biológica

Se basa en el estudio de alteraciones cromosómicas producidas en los linfocitos de sangre periférica.





DOSIMETRIA BIOLÓGICA

La **Dosimetría Biológica**, basada en el análisis de cromosomas dicéntricos ha sido utilizada desde mediados de 1960.

Durante muchos años el ensayo dicéntricos en linfocitos de sangre fue el único método de dosimetría biológica disponible, y todavía hoy en día es la técnica más utilizada (IAEA 2011) para estimar dosis agudas desde 0.1 Gy.

for Rad



INTERNATIONAL



IAEA

International Atomic Energy Agency

Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies



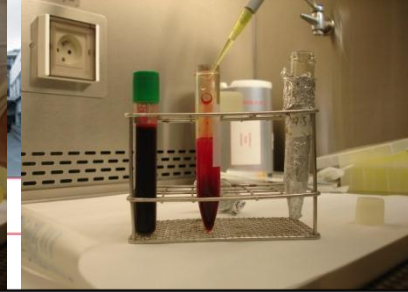
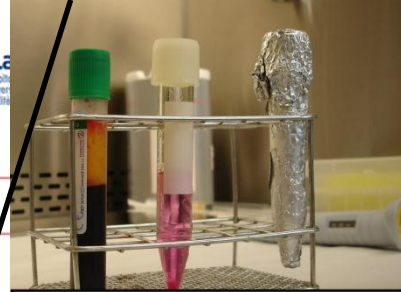
EPR-
BIODOSIMETRY
2011

EMERGENCY PREPAREDNESS
AND RESPONSE

PUBLICATION DATE: SEPTEMBER 2011



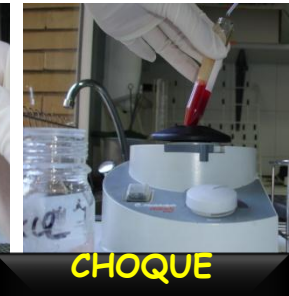
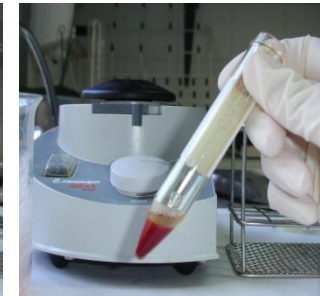
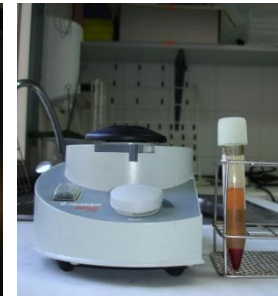
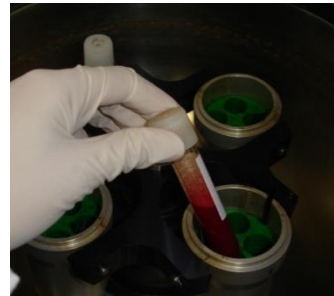
IRRADIACIÓN



CULTIVO

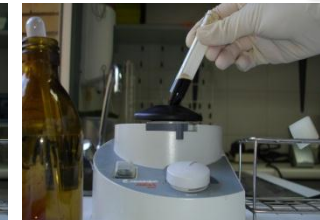
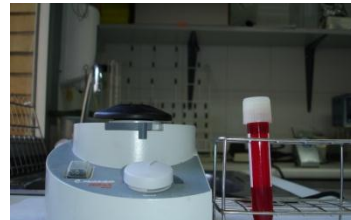
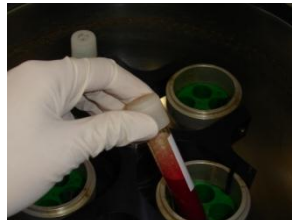


INCUBADOR



EXTRACCION

CHOQUE HIPOTÓNICO



CHOQUE HIPOTÓNICO

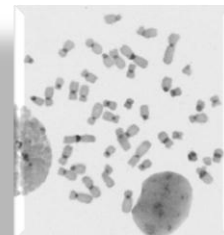
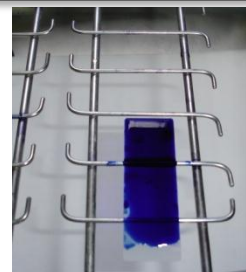
FIJACIÓN

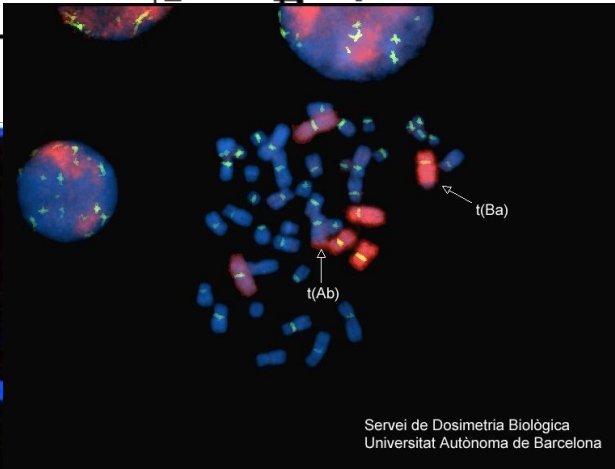
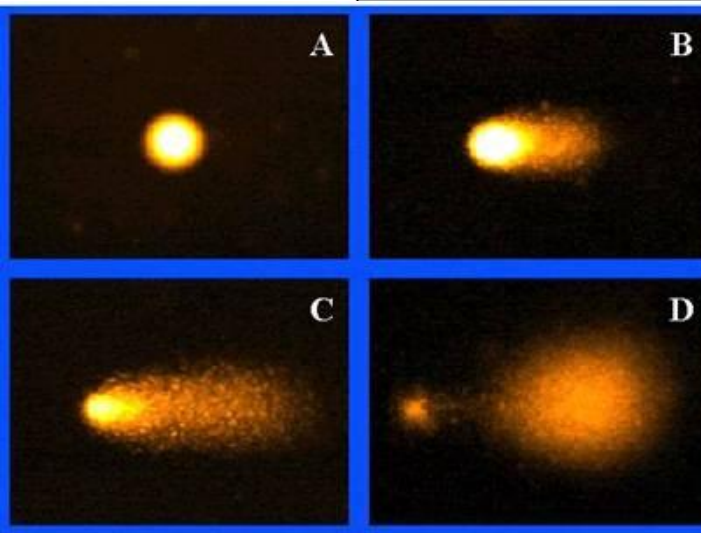
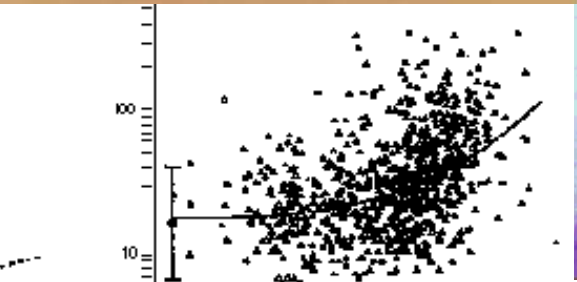
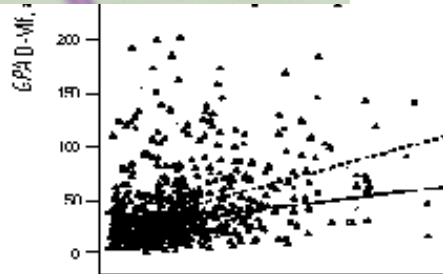
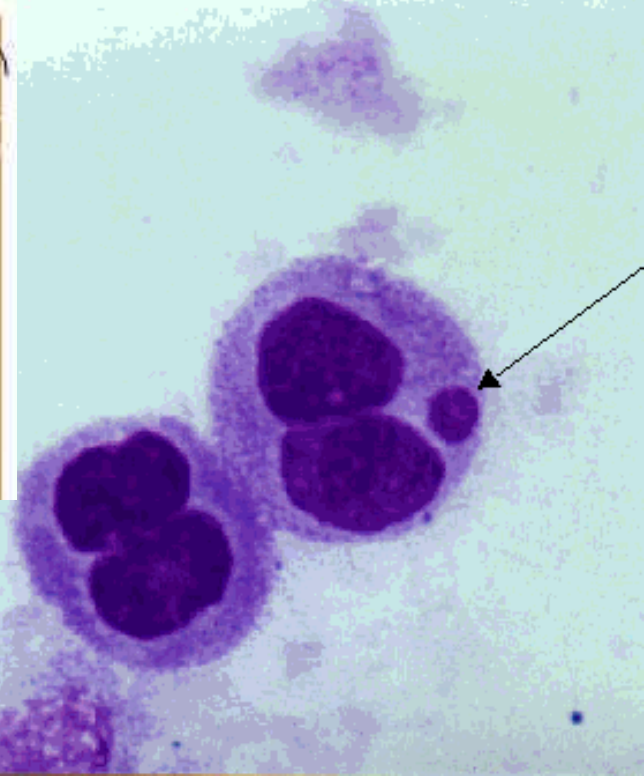
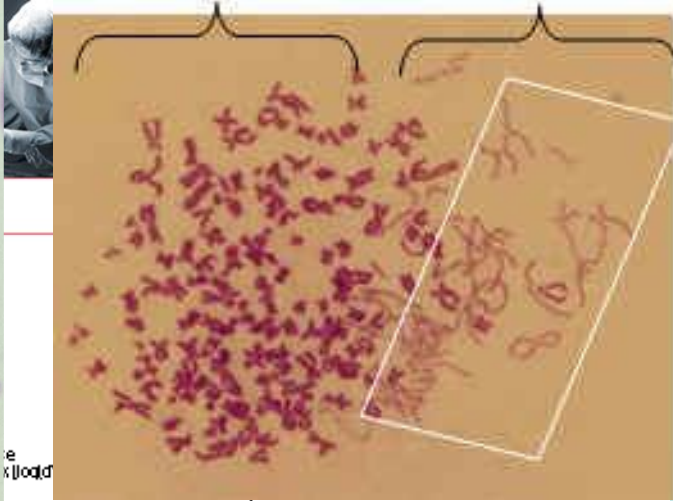
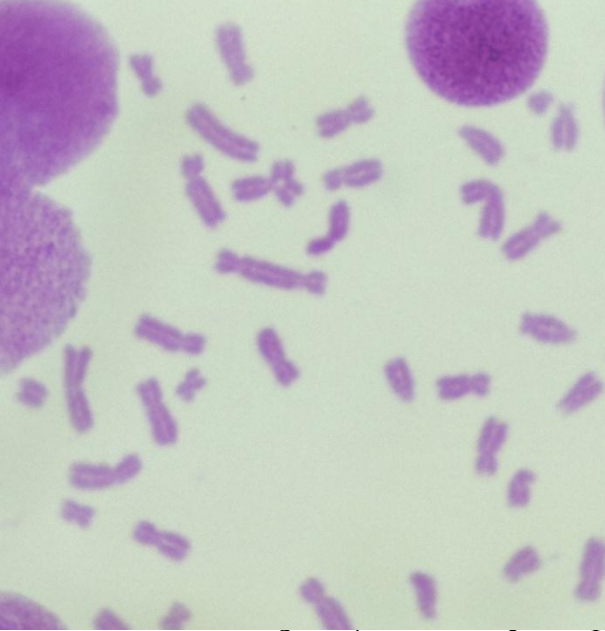


EXTENSIONES



TINCIÓN DE BANDAS C

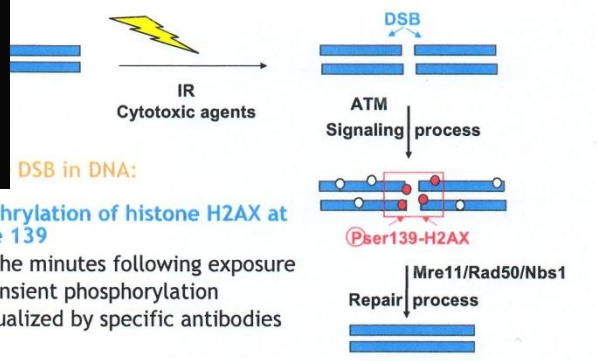




Servei de Dosimetria Biològica
Universitat Autònoma de Barcelona

European Radiation Dosimetry Group **EURADOS**

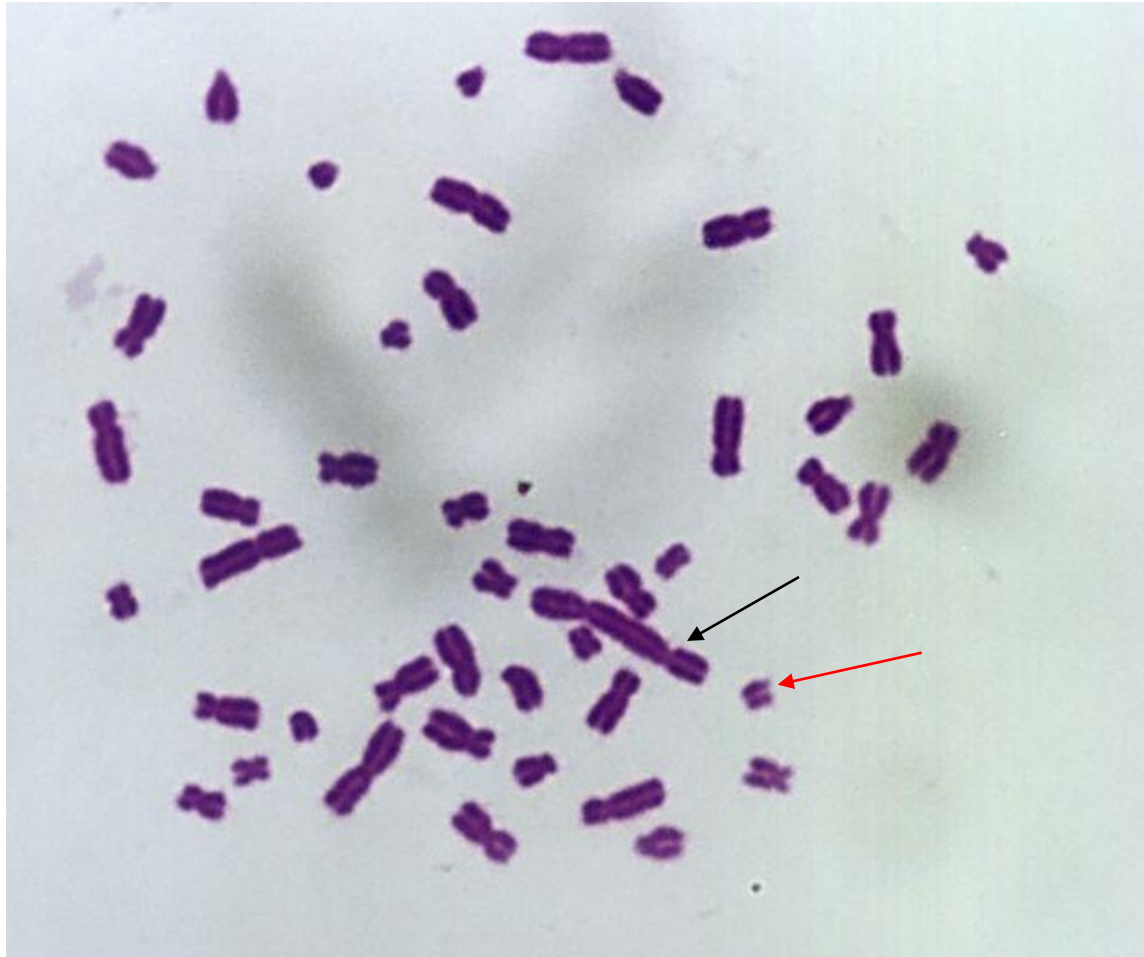
Other techniques: measurement of γ -H2AX -Introduction





ALTERACIONES CROMOSOMICAS RADIOINDUCIDAS

Innovación, Compromiso y Calidad

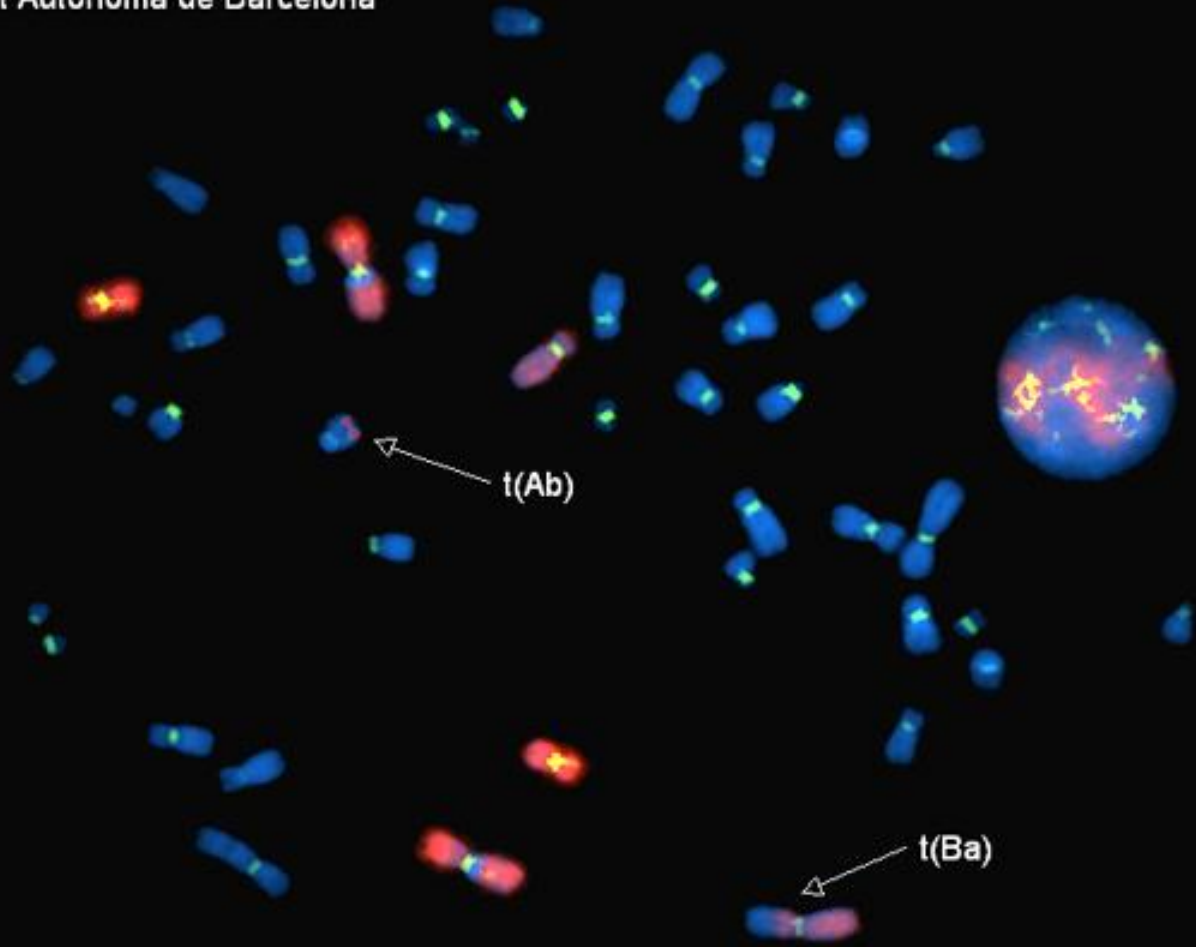




ALTERACIONES CROMOSOMICAS RADIOINDUCIDAS

Innovación, Compromiso y Calidad

Servei de Dosimetria Biologica
Universitat Autonoma de Barcelona

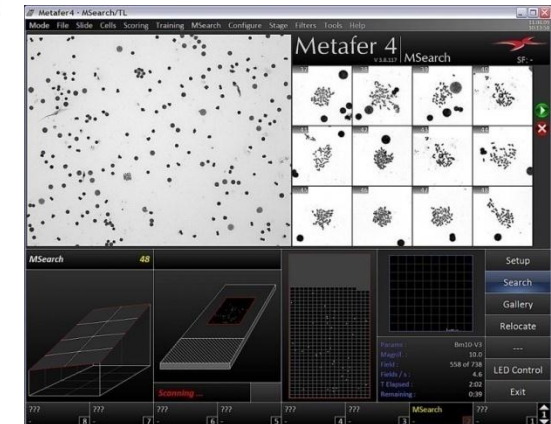




- MICROSCOPIO MONITORIZADO.MPG Del Laboratorio de Citogenética del Servicio de Hematología del Hospital Universitario-Politécnico la Fe



- SOFTWARE IKAROS.MPG

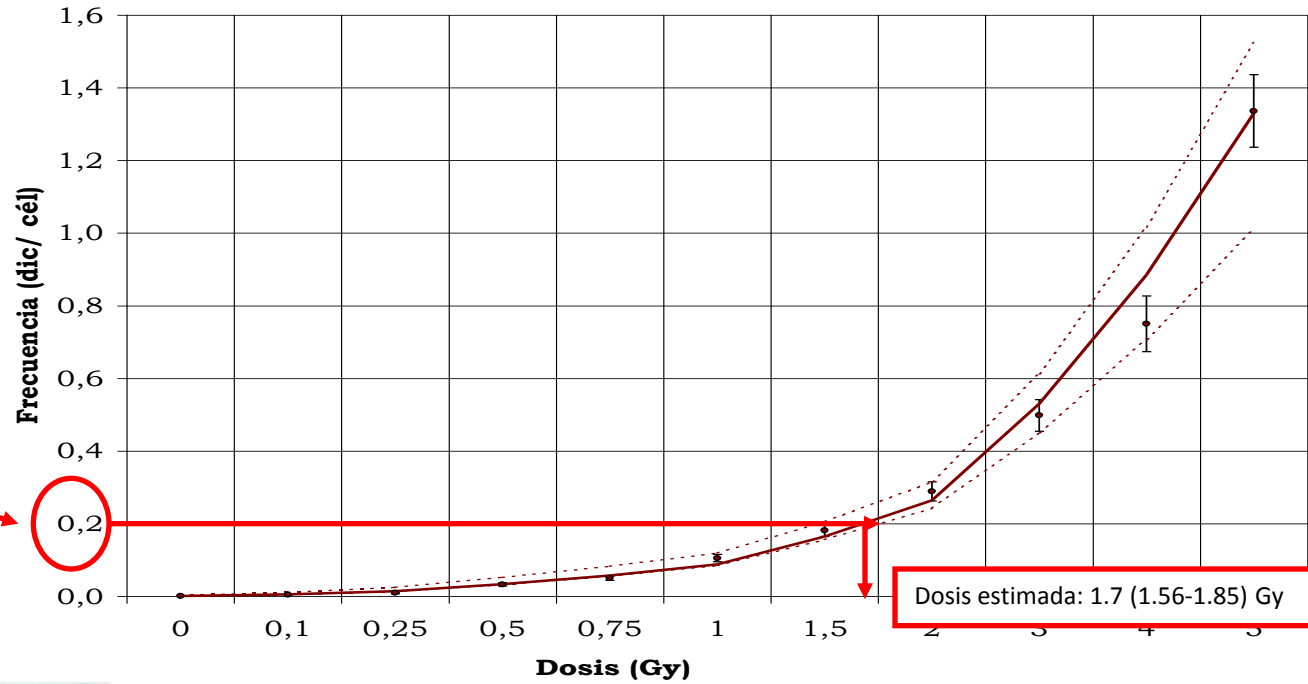




CURVA DE CALIBRACION DOSIS-EFECTO

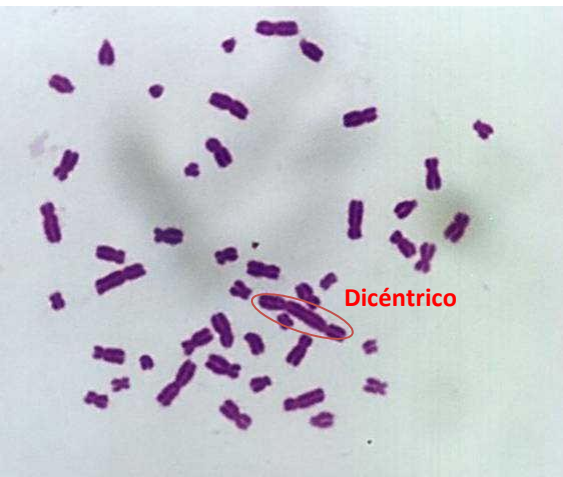
FRECUENCIA (Ydic)
200 dicéntricos/ 1000
metafases

Y=0.2



• dic obs — dic esp - - - 95 + - - - 95 -

Factores	Valores	T-student	p
C	$(0.07 \pm 0.06)10^{-2}$	1.16	-
α	$(4.13 \pm 0.58)10^{-2}$	7.10	< 0.01
β	$(4.44 \pm 0.33)10^{-2}$	13.34	< 0.01





SOFTWARE CABAS GRATITUTO

Innovación y experiencia al servicio del paciente



Clear data

PBE

MCELL

GF

OR

Fit coefficients

aberrations/cell = $aD^2 + bD + c$,

where D is the dose

c =

b =

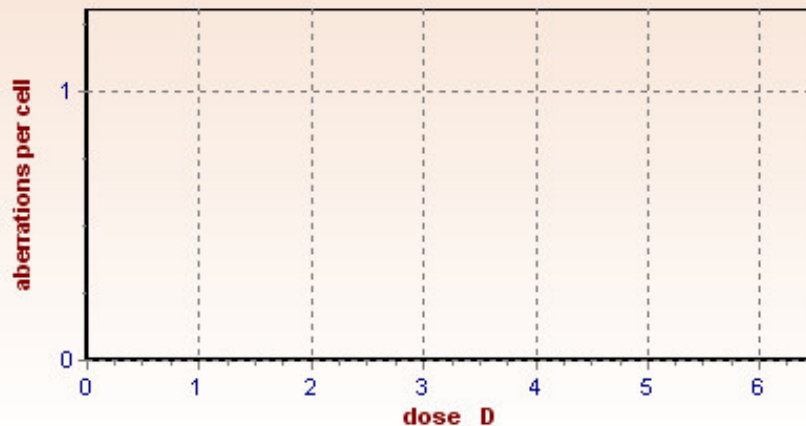
a =

Fit coefficients / Plot graph

File Name

Dose[Gy]	Aberrations	Cells

aberrations/cell = $aD^2 + bD + c$



Aberration data

Aberrations observed:

Cells scored:

Count

Aberrations per cell:

95% LCL of aberrations:

95% UCL of aberrations:

Estimated dose [Gy]:

95% LCL (Gy):

95% UCL (Gy):



Fichas de Información para Estudio de Dosimetría Biológica

 Hospital Universitari y Politècnic la Fe	Referencia:
	Fecha:
	Página: 1/5
Ficha de información General A cumplimentar por el médico	
Número:	

Petición de análisis de dosimetría Biológica* enviado al Laboratorio de Dosimetría Biológica, como consecuencia de una sospecha de irradiación accidental u ocupacional.

Agradeceríamos que rellenen una ficha por paciente y la envíen al laboratorio lo más rápido posible, cumplimentada y firmada. Un ejemplar de esta hoja le será enviado con la firma del Jefe del Laboratorio.

Historico del accidente:		
Fecha:...../...../.....	Número probable de víctimas	Clasificación radiológica:
Hora:	Lugar:	<input type="checkbox"/> Trabajador expuesto
Duración estimada de la exposición	Compañía /empresa:	<input type="checkbox"/> Trabajador no expuesto
		<input type="checkbox"/> Público

Tipo de accidente:		Tipo de exposición:	
<input type="checkbox"/> Industria	<input type="checkbox"/> Medicina	<input type="checkbox"/> exposición externa	
<input type="checkbox"/> Radiografía (gammagrafía,...)	<input type="checkbox"/> radiodiagnóstico	<input type="checkbox"/> contaminación	
<input type="checkbox"/> análisis	<input type="checkbox"/> radioterapia	<input type="checkbox"/> mixta	
<input type="checkbox"/> otros: _____	<input type="checkbox"/> irradiación	<input type="checkbox"/> aguda	
	<input type="checkbox"/> curiterapia	<input type="checkbox"/> crónica	
	<input type="checkbox"/> otros		

Naturaleza de la fuente:			
<input type="checkbox"/> fuente sellada:	Tipo de radionucleido:	Actividad:	Fecha de medida :
<input type="checkbox"/> fuente no sellada:	Tipo de radionucleido:	Actividad:	Fecha de medida:
<input type="checkbox"/> generador de rayos X:	Tipo de radiación:	Energía:	Dosis:
<input type="checkbox"/> acelerador:	Tipo de partículas:	Energía:	Dosis:
<input type="checkbox"/> otros: _____			

Otras informaciones que describan las circunstancias del accidente:

Referencia: LDB	Ficha de información General	Página:2/5
-----------------	-------------------------------------	------------

Datos médicos que conciernen al paciente:	
Nombre y apellido:	
Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M	Fecha de nacimiento: _____ Fumador: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Zona corporal irradiada:	
<input type="checkbox"/> total	<input type="checkbox"/> brazo <input type="checkbox"/> piernas
<input type="checkbox"/> cabeza	<input type="checkbox"/> abdomen <input type="checkbox"/> extremidades
<input type="checkbox"/> torso	<input type="checkbox"/> pelvis
Signos clínicos aparentes:	
<input type="checkbox"/> náuseas	<input type="checkbox"/> astenia <input type="checkbox"/> cefaleas
<input type="checkbox"/> vómitos	<input type="checkbox"/> diarreas <input type="checkbox"/> eritemas
Exposiciones anteriores a radiaciones ionizantes:	Quimioterapia, tratamiento médico en curso, infecciones, exposición a otros agentes genotóxicos:
- profesionales,	
- en radiodiagnóstico,	
- en radioterapia,	
(precisar el tipo y la fecha)	

Resultados del análisis:
Los resultados podrán ser dados por teléfono al finalizar el estudio, tras la firma de un informe escrito por el Jefe del Laboratorio de Dosimetría Biológica y por el Director, y será enviado al médico prescriptor.

Jefe/a del Laboratorio de Dosimetría Biológica	Nombre del médico prescriptor:
Dra. Alegria Montero Pastor Hospital Universitario y Politècnic la Fe Av/ Ferrnando Abril Martorell nº 106 46026 Valencia España Tl: 675633313 - e mail: montera_ale@gva.es Secretaria - Tl: 96 1244000- 412452 Firma Jefe Laboratorio Dosimetría Biológica:	Dirección: Teléfono: Fax: e-mail: Firma del médico prescriptor

*Técnica citogenética que permite analizar las aberraciones cromosómicas inestables (dicéntricos y anillos) radioinducidas en los linfocitos de la sangre periférica. A través de curvas dosis-efecto de referencia establecidas en el laboratorio se obtiene una estimación de la dosis absorbida en el cuerpo entero y su intervalo de confianza.

*Este documento tiene valor de contrato
El contrato puede ser resuelto o los resultados no garantizados si las informaciones ofrecidas por el médico son insuficientes y/o si las muestras no responden a las exigencias del laboratorio.*



Fichas de Información para Estudio de Dosimetría Biológica

Referencia: LDB	Ficha de información General	Página:3/5
-----------------	------------------------------	------------

Dosimetría Biológica mediante análisis de alteraciones cromosómicas		
---	--	--

¿Qué es la Dosimetría Biológica?

La Dosimetría Biológica es una técnica que permite la determinación sistemática y estimativa del grado de exposición a las radiaciones ionizantes a través de la valoración de los efectos biológicos ocasionados. Estos efectos son las alteraciones citogenéticas producidas en los linfocitos de la sangre periférica.

La frecuencia de las aberraciones cromosómicas radioinducidas está relacionada con la naturaleza de la fuente de irradiación, la duración de la exposición y la tasa de dosis.

Las curvas dosis-efecto permiten estimar la dosis absorbida a cuerpo entero de la persona expuesta, a partir del análisis de la frecuencia de las aberraciones cromosómicas. La dosis mínima detectable depende del número de células observadas y de la dosis basal de la población (1 dicéntrica / 1000 células), es del orden de 0,1 Gy cuando se observan 500 células.

¿Cuándo utilizar la Dosimetría Biológica?

Los accidentes de irradiación implican a todas las categorías de la población, público y trabajadores. La dosimetría biológica ayuda a definir el estado del paciente, como complemento de la dosimetría física (dosímetro) y el reconocimiento médico. Es particularmente útil para aquellas personas susceptibles de haber sido irradiadas y no llevar puesto el dosímetro en el momento de la exposición. Su papel principal es verificar si la exposición se ha producido. Luego, si la exposición es comprobada, se estima la dosis recibida en función del tipo de radiación.

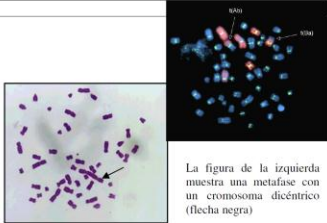
El análisis de alteraciones cromosómicas de tipo inestable (dicéntricas y anillos) es considerado actualmente el método de dosimetría biológica más específico y sensible.

El laboratorio de Dosimetría Biológica es el único de la Comunidad Valenciana y lleva colaborando desde el año 1999 con el Laboratorio de Dosimetría Biológica de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Petición de análisis de Dosimetría Biológica

El laboratorio de dosimetría biológica puede responder en todo momento a una demanda de análisis a petición de un médico.

Un procedimiento para asegurar la calidad de las relaciones entre el laboratorio y el prescriptor, se refiere particularmente en lo concerniente a la confidencialidad de las informaciones médicas, necesarias para la estimación de la dosis.



La figura de la izquierda muestra una metafase con un cromosoma dicéntrico (flecha negra)

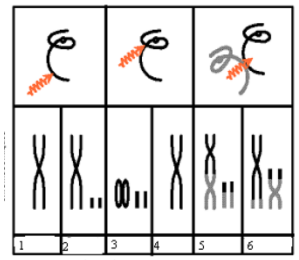
Referencia: LDB	Ficha de información General	Página:4/5
-----------------	------------------------------	------------

Los diferentes tipos de aberraciones cromosómicas		
--	--	--

Las radiaciones ionizantes provocan el depósito de energía en el seno de la estructura molecular del ácido desoxirribonucleico (ADN). A pesar de los mecanismos eficaces de reparación, ciertos daños pueden persistir y dar lugar a la aparición de aberraciones cromosómicas observables en el seno de los linfocitos sanguíneos en el momento de la división celular (metafase).

El tipo de aberraciones depende del mecanismo de formación:

- Fragmentos, deleciones: rotura no reparada de un cromosoma
- Inversión, anillo: reparación incompleta de un cromosoma sobre sí mismo
- Dicéntrico, translocación: intercambio de material genético entre dos cromosomas.




L. Roy, P. Voisin (DRPH)
 Tipo de aberración cromosómica:
 1. restauración, 2. fragmento, 3. anillo, 4. inversión,
 5. dicéntrico, 6. translocación

Estabilidad de las aberraciones

Una alteración grave en un cromosoma plantea problemas a la célula en el momento de la división celular.

Así las células portadoras de dicéntricos van a desaparecer con el tiempo.



Las aberraciones de tipo dicéntrico, anillo y acéntricos, son "inestables". En consecuencia, la validez de la estimación de dosis por la técnica es válida sólo tras exposiciones agudas.

En cambio, las inversiones y tu translocaciones son unas aberraciones que no modifican la forma global de los cromosomas. No desaparecen después de la división, son "estables". A causa de esta estabilidad pueden ser indicadores de exposiciones antiguas o crónicas.

Caso de irradiación heterogénea

La dosis estimada mediante esta técnica es una dosis media recibida por todo el cuerpo. La técnica está adaptada particularmente para una exposición global y homogénea. En este caso el número de aberraciones por célula sigue una distribución de Poisson.

El estudio de la distribución de aberraciones cromosómicas permite a menudo diferenciar las exposiciones globales de las heterogéneas.

En el caso de exposiciones heterogéneas, la utilización de modelos matemáticos apropiados puede permitir mejoras a la hora de definir una dosis recibida por una parte del cuerpo irradiado. Sin embargo la fracción afectada debe superar el 10% del volumen total del cuerpo

Bibliografía

International Atomic Energy Agency, Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment, Technical Reports series nº 405, Vienna, 2001.

Barquero, J.F., Barrios, L., Caballín, R., Miró, R., Ribas, M., Subías, A and Egozcue, J. (1995) Establishment and validation of a dose - effect curve for γ rays by cytogenetic analysis.

Rodríguez, P., Montoro, A. et al. Analysis of translocations in stable cells and their implications in retrospective biological dosimetry. Radiat Res. 2004 Jul;162(1):31-8.

Voisin P. Et al. Toward a Standardization of Biological Dosimetry by cytogenetics. Cellular and Molecular Biology, 46, 501-504, 2002.

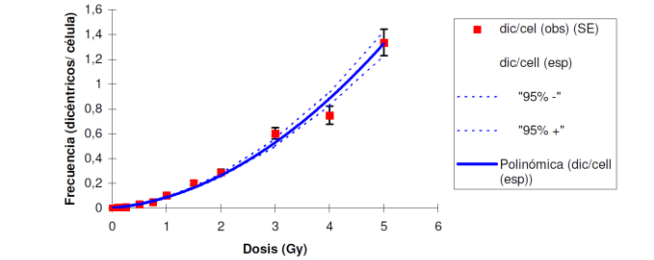
Papworth, D (1975) Curve fitting by maximum likelihood. Appendix to paper by J.R.K. Savage: Radiation- induced chromosomal aberrations in the plant *Tradescantia*. Dose-response curves. Radiat. Bot., 15, 87.

Referencia: LDB	Ficha de información General	Página:5/5
-----------------	------------------------------	------------

Relación dosis - efecto

Si la exposición a las radiaciones ionizantes es demostrada, es interesante conocer la correspondencia entre el número de dicéntricos observado y la dosis potencialmente recibida por la persona accidentada o trabajador expuesto.

Las curvas de referencia se establecen tras la irradiación de sangre *in vitro* con una fuente de radiación definida. Estas varían en función de la calidad de la radiación (X, γ o neutrones) y de la tasa de dosis.



Intervalo de confianza de la dosis

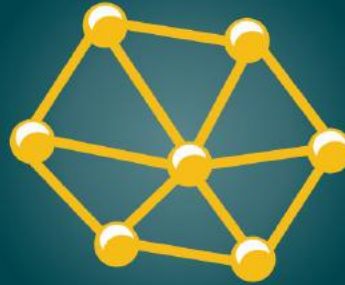
La evaluación de la dosis y de su intervalo de confianza al 95% en función del número de dicéntricos observado y para un número de células analizado. Estos cálculos son realizados basándonos en una distribución de Poisson para el número de dicéntricos en las células observadas a partir de las curvas de calibración de referencia. (Curva de calibración de nuestro laboratorio: [frecuencia de dicéntricos /célula] = $(0.07 \pm 0.06) 10^{-4} + (4.13 \pm 0.58) 10^{-2}$ Dosis + $(4.44 \pm 0.33) 10^{-2}$ [Dosis]²)



REDES INTERNACIONALES EN RESPUESTA A ACCIDENTES Y EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS

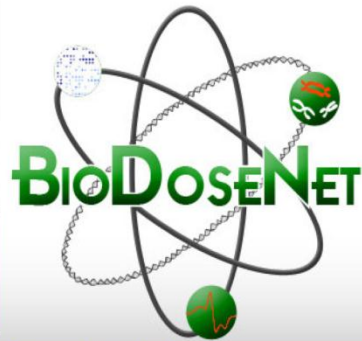
**Redes
Laboratorios de
Dosimetría
Biológica**

**Internacionales:
Europeas y Globales**



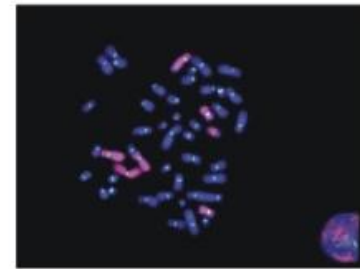
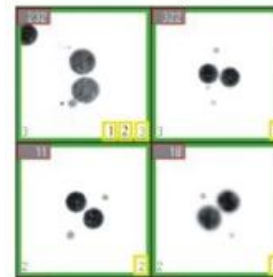
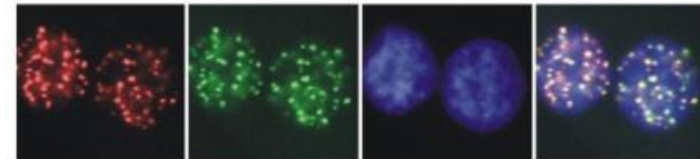
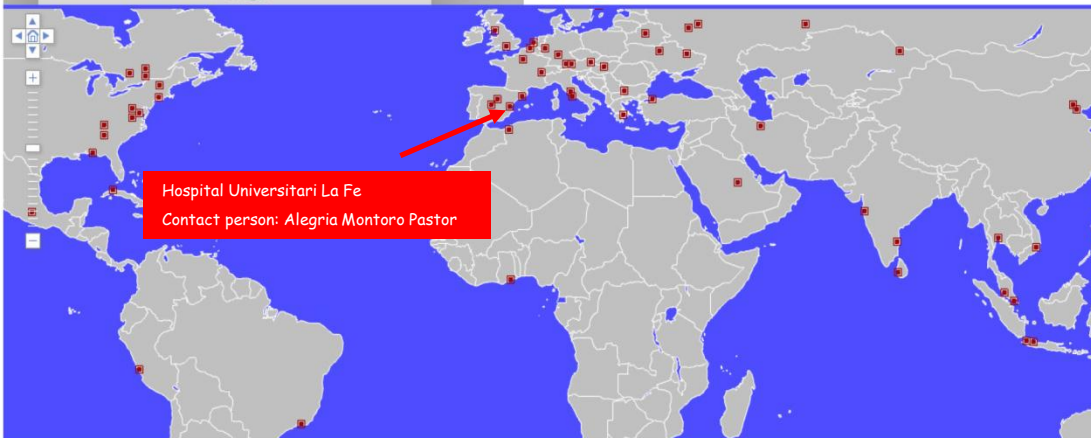
RENEB

Realising the European
Network of Biodosimetry



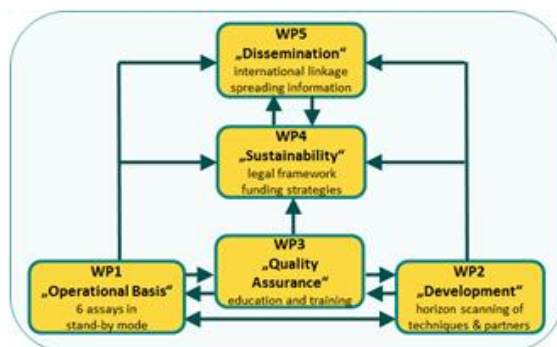
**Global biodosimetry laboratories network for
radiation emergencies**

ENTER





RENEB



RENEB es una **Red Europea de dosimetría biológica** para la asistencia en el caso de un **accidente radiológico a gran escala**. Su fin es la cooperación entre las organizaciones integrantes para garantizar la máxima eficiencia en el procesamiento y análisis de las muestras biológicas, aplicable a emergencias (accidente nuclear, fuentes radiactivas perdidas, etc.) de la Unión Europea.



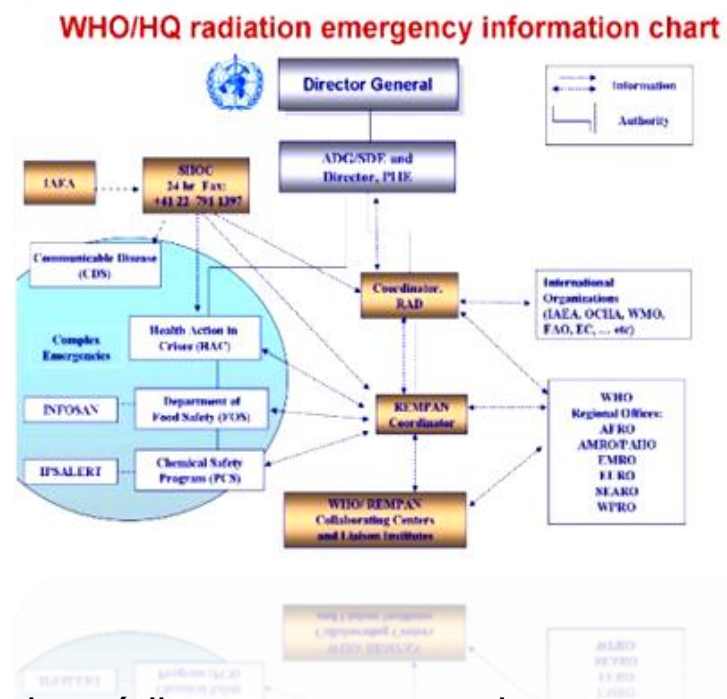


REMPAN

Red de asistencia médica en emergencias de radiación desde 1987, para cumplir el mandato de la Organización Mundial de la Salud (WHO) en virtud de los dos convenios Internacionales de rápida notificación y asistencia de la IAEA.

Diseñada para brindar ayuda y asistencia médica a personas sobreexpuestas a radiación ionizante.

También incluye I+D de contramedidas médicas debido a una emergencia radiológica y nuclear.





Innovación y experiencia al servicio del paciente

I
N
T
E
R
N
A
C
I
O
N
A
L
E
S

BioDose Net



WHO BioDoseNet es una red Global de Laboratorios de Biodosimetría cuya función es dar soporte a la toma de decisiones en eventos de emergencia con radiación.

Emite una serie de recomendaciones para la creación una Red Mundial de Laboratorios de Biodosimetría teniendo en cuenta sus capacidades para una rápida respuesta que de lugar a un triage adecuado en caso de emergencias radiológicas.

ENTER





INVESTIGACIÓN



Trabajadores profesionalmente expuestos a radiaciones ionizantes

La vigilancia médica de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes se lleva a cabo según el **Real Decreto 783/2001 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes y la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales**. El daño real a nivel celular (cromosómico) no se evalúa mediante este protocolo, por lo que actualmente no existe ningún indicador biológico que relacione directamente ese daño con el posible efecto. La dosimetría biológica puede utilizarse para valorar ese daño celular.

La selección de estos trabajadores siguen un criterio basado en:

1. Aquellos individuos cuya dosimetría física es elevada.
2. Aquellos que presenten lesiones en piel y/o patologías que pueden tener su origen en la radiación.
3. Y aquellos con patologías susceptibles de empeorar o progresar por la exposición a radiaciones ionizantes.



APLICACIONES DE LA DOSIMETRÍA BIOLÓGICA

Innovación, Compromiso y Calidad

RADIATION RESEARCH 164, 000–000 (2005)
0033-7587/05 \$15.00
© 2005 by Radiation Research Society.
All rights of reproduction in any form reserved.

Biological Dosimetry in a Group of Radiologists by the Analysis of Dicentrics and Translocations

A. Montoro,^a P. Rodríguez,^b M. Almonacid,^a J. I. Villaescusa,^a G. Verdú,^c M. R. Caballín,^d
L. Barrios^b and J. F. Barquinero^{d,1}

^a Servicio de Protección Radiológica, Hospital Universitario La Fe, E-46009, Valencia, Spain; ^b Unitat de Biologia Cel·lular, Dpt. Biologia Cel·lular, Fisiologia i Immunologia, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193, Bellaterra, Spain; ^c Dpt. Enginyeria Química i Nuclear, Escola Superior d'Enginyers Industrials, Universitat Politècnica de Valencia, E-46022, Valencia, Spain; and ^d Unitat d'Antropologia, Dpt. Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193, Bellaterra, Spain



Biological Dosimetry in a Group of Radiologists by the Analysis of Dicentrics and Translocations

A. Montoro,^a P. Rodríguez,^b M. Almonacid,^a J. I. Villaescusa,^a G. Verdú,^c M. R. Caballín,^d
L. Barrios^b and J. F. Barquinero^{d,1}

RADIATION RESEARCH **164**, 612–617 (2005)
0033-7587/05 \$15.00
© 2005 by Radiation Research Society.
All rights of reproduction in any form reserved.

APLICACIONES DE LA DOSIMETRÍA BIOLÓGICA: ASISTENCIAL

TABLE 2
Physically Recorded Doses and Biologically Estimated Doses with 95% Confidence Limits

Case	Years ^a	Physical dose (mSv)		Estimated dose (mGy) with 95% CL	
		Accumulated dose	Cumulative dose over the last 5 years	dic ^b	AST ^c
1	22	75.2	27.6	121 (52–203)	546 (236–940)
2	8	21.3	20.8	97 (44–170)	46 (0–289)
3	13	60.2	16.4	66 (14–132)	99 (0–376)
4	25	228.1	7.7	252 (89–573)	596 (73–1710)
5	17	10.7	4.8	—	48 (0–295)
6	27	5.5	0.6	—	151 (0–467)
7	28	105.8	12.9	163 (58–359)	441 (179–773)
8	23	2.2	0.5	134 (64–211)	401 (125–777)
9	27	115.2	8.7	134 (33–325)	161 (8–440)

^a Years of employment.

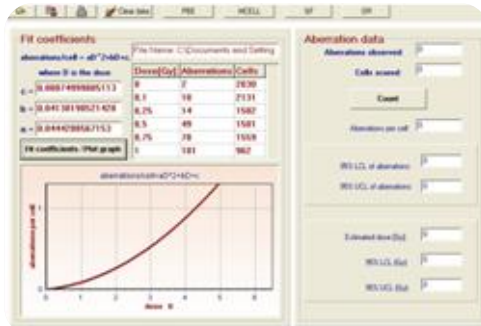
^b Estimated doses for dicentrics (dic), using the dose–effect curve: $Y = (0.09 \pm 0.04) \times 10^{-2} + (3.43 \pm 0.68) \times 10^{-2} D + (5.70 \pm 0.42) \times 10^{-2} D^2$.

^c Estimated doses for total apparently simple translocations (AST) using the dose–effect curve: $Y = (0.86 \pm 0.13) \times 10^{-2} + (6.57 \pm 1.06) \times 10^{-2} D + (4.15 \pm 0.55) \times 10^{-2} D^2$.



Estimación de la dosis absorbida aguda y crónica

DOSIMETRÍA BIOLÓGICA



Instituto de Investigaciones Sanitarias

La Comisión de Evaluación de la I+D+i del Consellerat de Sanitat i Salut Pública ha acordado el 24 de enero de 2014, favorablemente, la subvención presentada y aprobada, la subvención científica del Proyecto de Investigación, la representación pública y defensa médica y la importancia del grupo receptor para desarrollar y mantener la investigación presentada así como los méritos de los candidatos, de acuerdo con los requisitos establecidos para los concursos de Investigación I+D+i.

Miguel Talyá, Ibero
Proyecto: "EP700 and TAP04 as potential key regulators of the innate and acquired immune response in Chagas' Disease"
Órgano Acreditado en Enfermedades Infecciosas e Inmunidad

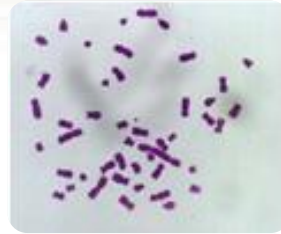
Orlando Oubé, Ibero
Proyecto: "Isletting cardiac fibrosis with cardiac resident stem cells and induced pluripotent stem (iPS) cell-derived cardiomyocytes"
Órgano Acreditado en Regeneración y Transplante Cardíaco

Rocío Linares, Ibero
Proyecto: "Characterization of host mitochondrial proteins in human chlamydia infections" A. general "strategic"
Órgano Acreditado en Investigación en Enfermedades Infecciosas y Transplante Cardíaco

Roberto Palomig, Ibero
Proyecto: "Molecular biology applied to radiation protection. Evaluation of individual radiosensitivity and long-term exposure"
Órgano Acreditado en Investigación en Imagen (I+D+i)

Valencia, a 31 de marzo de 2014.

Dr. José V. Castell-Rigud
Director General del IIS La Fe

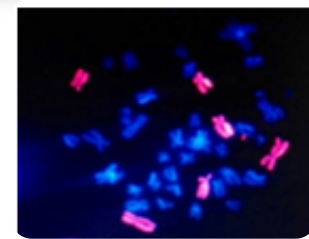


International Journal of Radiation Biology, November 2013, 89(11): 944-949
© 2013 Informa UK Ltd
ISSN 0955-9868 print / ISSN 1362-0009 online
DOI: 10.1080/09559868.2013.839172

informa healthcare

Frequency of dicentric and contamination levels in Ukrainian children and adolescents from areas near Chernobyl 20 years after the nuclear plant accident

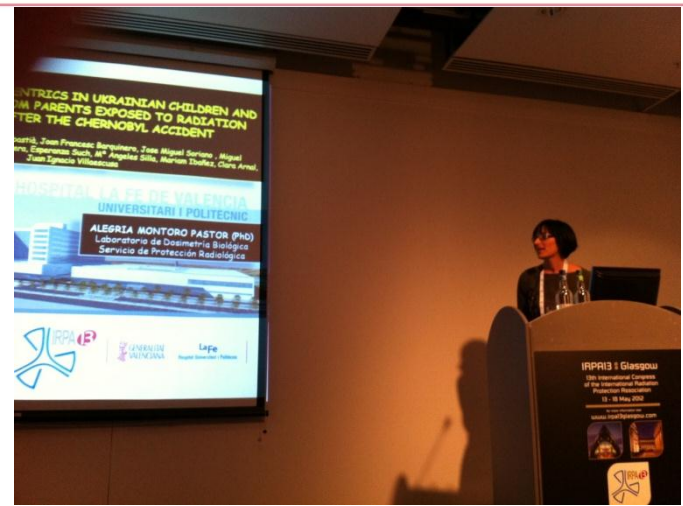
Alegria Montoro¹, Natividad Sebastián², Cristian Candela-Juan¹, Joan Francesc Barquiner³, José Miguel Soriano², Miguel Almonacid², Oscar Alonso², Miguel Guasp², Elena Marques-Sule², José Cervera², Esperanza Such², Clara Arna² & Juan Ignacio Villaverde²



Comunicación oral IRPA 13 (Mayo 2012 Glasgow)

Title: Assessment of Frequency of Dicentric Chromosomes in Ukrainian Children and Their Parents Exposed to Radiation Fall-out After the Chernobyl Accident.

IRPA13 Glasgow
13th International Congress of the International Radiation Protection Association
13 - 18 May 2012





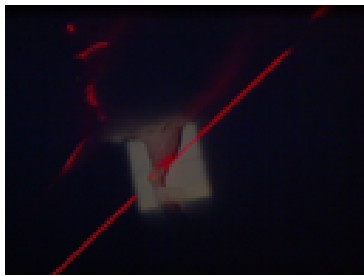
Radioprotectores in vitro



Aplicaciones de la dosimetría biológica

Colaboración con el centro de investigación "Demokritos" (Atenas, Grecia)

Radioprotectores in vivo. Cremas radioprotectoras



**Futuro:
 Patente y Ensayo Clínico**



Research Article

Concentration-Dependent Protection by Ethanol Extract of Propolis against γ -Ray-Induced Chromosome Damage in Human Blood Lymphocytes

A. Montoro,¹ J. F. Barquínero,² M. Almonacid,¹ A. Montoro,³ N. Sebastián,³ G. Verdú,⁴ V. Sahuquillo,¹ J. Serrano,⁵ M. Saiz,⁵ J. I. Villaseca,¹ and J. M. Soriano¹

¹Servicio de Protección Radiológica, Hospital Universitario La Fe, 46009 Valencia, Spain
²Unitat d'Antropologia Biològica, Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia, Facultat de Biociències, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain
³Àrea de Nutrició i Bromatologia, Facultat de Farmàcia, Universitat de València, 46100 Burjassot, Spain
⁴Departament de Ingenieria Química i Nuclear, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Valencia, 46022 Valencia, Spain
⁵Dietéticos Intersa, Plaza Dr. Seres no. 13, Torreserona, Lleida 25131, Spain

Radiation Protection Dosimetry (2005), Vol. 115, No. 1-4, pp. 461-464
doi:10.1093/rpd/ncl026

ASSESSMENT BY CYTOGENETIC ANALYSIS OF THE RADIOPROTECTION PROPERTIES OF PROPOLIS EXTRACT

A. Montoro^{1,*}, M. Almonacid¹, J. Serrano², M. Saiz², J. F. Barquínero³, L. Barrios³, G. Verdú⁴, J. Pérez⁴ and J. I. Villaseca¹
¹Servicio de Protección Radiológica, Hospital la Fe, Av/Campanar no. 21, Valencia, 46009, Spain
²Dietéticos Intersa, Plaza Drive Seres no. 13, Torreserona, Lleida 25131, Spain
³Servicio de Dosimetría Biológica, Departaments de Biologia Animal, Vegetal i Ecologia, i Biologia Celular, Fisiologia i Immunologia, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Spain
⁴Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, UPV, Camino de Vera s/n, Spain
⁵Sección de Radiofísica, Servicio de Radioterapia, Hospital la Fe, Valencia, Spain



Assessment in vitro of cytogenetic and genotoxic effects of propolis on human lymphocytes

A. Montoro^a, J.M. Soriano^{a,*}, J.F. Barquínero^b, M. Almonacid^a, A. Montoro^b, G. Verdú^c, V. Sahuquillo^d, J.I. Villaseca^a, N. Sebastián^e

^a Servicio de Protección Radiológica, Hospital Universitario La Fe, Valencia, Spain
^b Departamento de Nutrición y Bromatología, Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia, Burjassot, Spain
^c Unidad de Antropología Biológica, Dept. Biología Animal, Biología Vegetal i Ecología, Facultat de Biociències, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain
^d Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain

Assessment in vitro of radioprotective efficacy of curcumin and resveratrol

Natividad Sebastián^{a,*}, Alegria Montoro^b, Amparo Montoro^a, Miguel Almonacid^b, Juan Ignacio Villaseca^b, José Cervera^c, Esperanza Such^c, M^a Angeles Silla^c, Jose Miguel Soriano^a

^a Área de Nutrición y Bromatología, Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia, Av. Vicente Andrés Estellés s/n, 46100 Burjassot, Spain
^b Servicio de Protección Radiológica, Hospital Universitario La Fe, 46009, Valencia, Spain
^c Servicio de Hematología, Hospital Universitario La Fe, 46009, Valencia, Spain

Aplicaciones de la dosimetría biológica

Mutation Research 766-767 (2014) 49-55



Contents lists available at ScienceDirect
Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis
 journal homepage: www.elsevier.com/locate/molmut
 Community address: www.elsevier.com/locate/mutres



Curcumin and trans-resveratrol exert cell cycle-dependent radioprotective or radiosensitizing effects as elucidated by the PCC and G2-assay



N. Sebastián^{a,*}, A. Montoro^{b,c,d}, D. Hervás^e, G. Pantelias^f, V.I. Hatzif^f, J.M. Soriano^{c,d,g}, J.I. Villaseca^b, G.I. Terzoudi^f

Radiation Measurements 46 (2011) 962-966



Contents lists available at ScienceDirect
Radiation Measurements
 journal homepage: www.elsevier.com/locate/radmeas



Assessment in vitro of radioprotective efficacy of curcumin and resveratrol

Natividad Sebastián^{a,*}, Alegria Montoro^b, Amparo Montoro^a, Miguel Almonacid^b, Juan Ignacio Villaseca^b, José Cervera^c, Esperanza Such^c, M^a Angeles Silla^c, Jose Miguel Soriano^a

^a Área de Nutrición y Bromatología, Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia, Av. Vicente Andrés Estellés s/n, 46100 Burjassot, Spain
^b Servicio de Protección Radiológica, Hospital Universitario La Fe, 46009, Valencia, Spain
^c Servicio de Hematología, Hospital Universitario La Fe, 46009, Valencia, Spain



Contents lists available at ScienceDirect
Food and Chemical Toxicology
 journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchemtox



In vitro cytogenetic and genotoxic effects of curcumin on human peripheral blood lymphocytes

Natividad Sebastián^{a,*}, Jose M. Soriano^{a,*}, Joan F. Barquínero^b, Juan I. Villaseca^a, Miguel Almonacid^b, José Cervera^c, Esperanza Such^c, María A. Silla^c, Alegria Montoro^c

^a Department of Preventive Medicine and Public Health, Faculty of Pharmacy, University of Valencia, 46100 Burjassot, Spain
^b Institut de Radioprotecció i Salut Nuclear (IRSN), PIP-4104, 50125, IIA-8199 7, 50202 Fontenay-aux-Roses, France
^c Servicio de Protección Radiológica, Hospital Universitario La Fe, 46009 Valencia, Spain
^d Servicio de Hematología, Hospital Universitario La Fe, 46009 Valencia, Spain

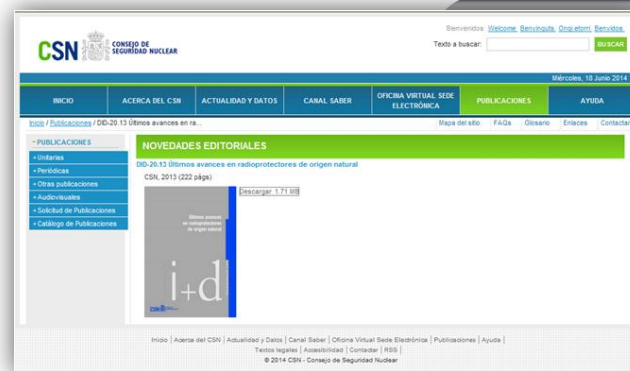


Enmarcado en el proyecto “Estudio de radioprotectores de origen alimentario para pacientes y trabajadores en procedimientos de tratamiento o diagnóstico médico con radiaciones” dentro de las ayudas de I+D del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Introducción a los conceptos básicos de radiación, fuentes, dosimetría, radiosensibilidad en personas, especies y líneas celulares, mecanismos de reparación y uso de biomarcadores tras la exposición a radiación ionizante y avances en principios, organismos y preparados naturales con efecto radioprotector.

Primer libro sobre los últimos avances en radioprotectores de origen natural a nivel Nacional.

Aplicaciones de la dosimetría biológica



Últimos avances
en radioprotectores
de origen natural



Radioprotectores topicos:

Innovación, Compromiso y Calidad



- 26 de junio de 2012
- Control

- 27 de junio de 2012
- Control

- 6 de JULIO de 2012
- Control

Mismo animal, misma pata control, evolución LESIONES



Radioprotectores topicos:

Innovación, Compromiso y Calidad

PATA CONTROL VS CREMA



EN ALGUNOS ANIMALES EN EL MOMENTO DE MAS LESION EN PIEL, LA PATA CON CREMA PRESENTA MENOS LESION EN EL MISMO ANIMAL, IGUAL DOSIS



Resumen

- Los efectos de la radiación ionizante pueden ser deterministas y estocásticos, inmediatos o tardíos, somáticos o genéticos.
- Algunos tejidos son altamente radiosensibles.
- Cada tejido tiene su propio factor de riesgo.
- El riesgo debido a la exposición podría ser evaluado a través de tales factores.
- Los efectos deterministas a pacientes y personal pueden evitarse implantando actuaciones prácticas de reducción de dosis.



Dónde conseguir más información (1)

- 1990 Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 60. Pergamon Press 1991
- Las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. ICRP publicación 103. Sociedad Española de Protección Radiológica.
- Radiological protection of the worker in medicine and dentistry. ICRP Publication 57. Pergamon Press 1989
- Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations 2000.
- Joint WHO/IRH/CE workshop on efficacy and radiation safety in IR. München, October, 1995.



Dónde conseguir más información (2)

Innovación, Compromiso y Calidad

- Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. Ann ICRP 2000;30 (2). Pergamon
- Manual of clinical oncology 6th edition. UICC. Springer-Verlag. 1994
- Atlas de Histología y organografía microscópica. J. Boya. Panamericana. 1998
- Tubiana M. et al. Introduction to Radiobiology. London: Taylor & Francis, 1990. 371 pp. ISBN 0-85066-763-1.
- Wagner LK and Archer BR. Minimising risks from fluoroscopic x rays. Third Edition. Partners in Radiation Management (R.M. Partnership). The Woodlands, TX 77381. USA 2000.
- Vañó, E and Lezana, A. Radiation protection in Interventional Radiology. 9th European Congress of Radiology, Vienna (Austria), March 5-10, 1995. Refresher Course.



MUCHAS GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN

SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Radiofísicos

Juan Ignacio Villaescusa

Juan Manuel Campayo

Pilar Gras

Jose Chimeno

Servicio Médico

Miguel Almonacid (1956-2011)

Oscar Alonso Nacher

Carmina Martinez

Investigadores

Alegria Montoro

Natividad Sebastià

Administración

Matilde Rosell

Ángela Escribano

Técnicos en PR

Noelia López

Maria Sabater



Regina Rodrigo

IISLAFE

Biomedicina molecular, celular y genómica

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  Facultat de Farmàcia

Jose Miguel Soriano