

SITUACIÓN ACTUAL DE LA EPIDEMIOLOGÍA DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

Dr. Vicente Monge Jodra
Jefe de Servicio de Medicina Preventiva
Hospital Ramón y Cajal. Madrid

EPIDEMIOLOGÍA

NO POR AZAR

HAY CAUSA/S y
FACTORES
PREVENTIVOS

DESCRIPCIÓN:

PERSONA

LUGAR

TIEMPO

MÉTODO
EPIDEMIOLÓGICO

POR QUÉ?:

ANÁLISIS

EPIDEMIOLOGÍA : Definición y evolución

Ciencia y método de raciocinio inductivo que se utiliza para investigar y solucionar cualquier problema de salud que aparezca en la comunidad con independencia de su etiología . (Dinamismo constante).

Aplicada al estudio de las radiaciones ionizantes en las personas expuestas ofrece una gran información sobre los riesgos de cáncer y permite cuantificar estos riesgos en función de la dosis, establecer normas de protección radiológica y mejorar la comprensión de la carcinogénesis.

EPIDEMIOLOGÍA : Tipos de estudio

- Analíticos Observacionales : Cohortes y Casos-control



EPIDEMIOLOGÍA : Problemas

- **Estimación de la dosis :**
- **Dosis altas : Clara relación con la inducción de patología**
- **Dosis muy bajas (estimar dosis recibida y umbral a partir del cual es nociva)**
- **Con las estimaciones individuales de dosis se puede cuantificar el riesgo en función de la misma, conocer e investigar la relación entre dosis-respuesta, la edad y el sexo y cambiar los datos de diferentes estudios de forma significativa.**

EPIDEMIOLOGÍA : Problemas

- **Calidad de la dosimetría para interpretar la relación dosis-respuesta.**
- **Los datos epidemiológicos sugieren que con dosis entre 10-50 milisivers, (mSv), para exposiciones agudas y de 50-100 mSv para exposiciones prolongadas existe un riesgo de cáncer**

EPIDEMIOLOGÍA : Problemas

- **Comprender los riesgos de las bajas dosis de radiación, cuando la exposición a la radiación es ubicua debido a posibles fuentes de exposición,- natural, médica o industrial -, tiene una gran importancia para la sociedad y más en aspectos tan variados como las pruebas de detección y tratamiento del cáncer, la exposición ocupacional a la radiación, el futuro de la energía nuclear, la exploración del espacio y otros muchos campos**

EPIDEMIOLOGÍA : Realidad

- **Los estudios epidemiológicos son los únicos que nos aportan:**
 - **Información relevante relacionada con los datos procedentes de las personas,**
 - **Permiten cuantificar el riesgo a partir de exposiciones en el pasado,**
 - **Predicen los riesgos en el futuro**
 - **Pueden monitorizar las prácticas actuales en determinados tratamientos y procedimientos médicos estableciendo límites, dosis y medidas de prevención tanto en pacientes como en profesionales sanitarios o no sanitarios expuestos al uso de estas radiaciones**

ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS DE PERSONAS

EXPUESTAS A RADIACIONES

Supervivientes de las bombas atómicas

Exposiciones por accidentes en plantas nucleares.

Población expuesta a pruebas nucleares

Pacientes expuestos por razones médicas

Estudios ocupacionales

Estudios Medio-Ambientales

Supervivientes de las bombas atómicas : Cohorte

- **Conocida como Life Span Study, (LLS), es el que ha proporcionado las mejores estimaciones sobre los efectos de la radiación, ha permitido registrar todo tipo de cánceres aparecidos y ha estudiado la mortalidad en personas gestantes expuestas.**
- **Ventajas de este estudio:**
 - **Gran tamaño de la población, (87.000 personas que estaban en la ciudad cuando el bombardeo y a los que se les ha podido estimar la dosis),**
 - **Inclusión de ambos sexos y todas las edades,**
 - **Seguimiento a largo plazo ,**
 - **Determinación de la incidencia y mortalidad por cáncer.**

Cohorte LLS : RESULTADOS

- Más del 60% de los supervivientes expuestos recibieron dosis menores de 0,1 Sv, (la dosis de mayor interés para el límite de protección), y un 35 % recibieron dosis de 0,1 a 4 Sv.
- Leucemia el primer cáncer relacionado con la radiación en los supervivientes. Mayor riesgo relativo que cualquier otro tipo de cáncer.
- Incidencia de leucemia y la mortalidad tienen una relación dosis-respuesta lineal cuadrática en vez de lineal simple.
- El riesgo de leucemia disminuye con el aumento de la edad en el momento de la exposición y al aumentar el tiempo después de la exposición.

Cohorte LLS : RESULTADOS – 2 : Tumores Sólidos

- 17.488 casos estudiados relación lineal dosis-respuesta de 0 a 2 Gy, en el 11% de todos ellos se atribuyen a una radiación superior a 0,005 Gy.
- Evaluación de 18 tipos de tumores existiendo una gran relación dosis-respuesta en los cánceres de la cavidad oral, esófago, estómago, colon, hígado, pulmón, piel (no melanoma), mama, ovario, vejiga, sistema nervioso central y tiroides.
- Modificación del riesgo con la edad en el momento de la exposición : Individuo de 10 años de edad y que recibiese 1 Sv en el momento de la exposición su riesgo a lo largo de su vida sería del 18-22 %; si tuviese 30 años del 9% y si su edad fuera de 50 años su riesgo sería del 3%.

Cohorte LLS: RESULTADOS-3 : “in útero”-niños

- **No una gran evidencia entre los cánceres relacionados con la radiación que se produce en menores de 15 años .**
- **Sí se encuentra una relación dosis-respuesta significativa para los cánceres que ocurren en las edades de 12 a 55 años, tanto para los supervivientes expuestos “in útero” como para los expuestos en edades tempranas.**

Cohorte LLS: Utilidad : Comité BEIR VII

Estimación para la población de EE.UU del riesgo de la exposición de por vida a dosis baja de radiación (definida como 0,1 Gy o menos), con estimaciones en función del sexo y la edad de exposición:

En promedio, ha estimado que el riesgo de desarrollar cáncer como consecuencia de una exposición única de 0,1 Gy es de aproximadamente 1%, porcentaje que aumenta en función de la menor edad de exposición.

Este Comité también estableció estimaciones de riesgo para diferentes cánceres de sitios específicos, utilizadas para evaluar los riesgos específicos de exposiciones en alguna parte del cuerpo tales como las que se producen en algunas de las situaciones médicas al tratar determinadas patologías.

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares

- **Chernobyl (Ucrania-1986):**
 - **Consecuencias inmediatas:**
 - **30 muertes por efectos agudos. Evacuación 115.000 personas**
 - **600 trabajadores en el lugar : 134 dosis altas (0,8-16 Gy) y SRA ; de ellos 28 murieron en los tres primeros meses y otros 19 en los años siguientes.**
 - **La mayoría de los 530.000 trabajadores registrados que participaron en las operaciones de limpieza y reparación (“liquidadores”), recibieron dosis entre 0,02-0,5 Gy.**
 - **Esta cohorte está en estudio y se conocen los efectos aparecidos en ellos.**

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares

- **Chernobyl (Ucrania-1986):**
 - **Lo más notable ha sido la alta incidencia de cáncer de tiroides entre los niños expuestos de las áreas más afectadas; hasta 100 veces superior a lo normal.**
 - **Entre los menores de 18 años en 1986, se han reportado 6.848 casos de cáncer de tiroides hasta el año 2005.**
 - **Entre los trabajadores “liquidadores” se han detectado tasas de riesgo 3 veces superiores de cáncer de tiroides en comparación con la población general.**

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares

- **Chernobyl (Ucrania-1986): Leucemias y otros tumores**
- **Entre los adultos “liquidadores” los estudios expresan un riesgo elevado de leucemia.**
- **Entre los expuestos “in utero” y niños no hay evidencias demostradas de que exista un aumento en la incidencia de esta enfermedad. (Grecia : excepción).**
- **Respecto a otros cánceres de órganos sólidos (tumores sólidos), no hay fuertes evidencias que indiquen un aumento de la incidencia de todos los cánceres entre la población expuesta, ni entre los “liquidadores” de la Central**
-

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares

- **Chernobyl (Ucrania-1986): C. mama y alteraciones genéticas**
- **Cáncer de mama, hay estudios que parecen indicar un aumento de la incidencia, sin embargo en otros más recientes realizados discuten si este aumento es debido a una mejora en el diagnóstico o en los registros de cáncer y por tanto debe seguir la investigación.**
- **Los estudios sobre los efectos genéticos son muy dispares en cuanto a sus conclusiones respecto al aumento o no de mutaciones en las células de personas expuestas y en Europa no se ha demostrado una incidencia mayor de malformaciones congénitas por el accidente de esta central nuclear.**

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares

- **Chernobyl (Ucrania-1986): UNSCEAR 2008 - Conclusiones**
- **La imposibilidad de poder deducir el impacto sobre el cáncer a consecuencia del accidente.**
- **La estimación del impacto ha de realizarse basándose en modelos de riesgo desarrollados en otras poblaciones expuestas a radiaciones.**
- **Aplicando estos modelos predice que, en Europa hasta el 2006, la radiación puede haber provocado 1.000 casos de cáncer de tiroides, con un intervalo de confianza al 95 % de 200-4.400 casos (IC 95%).**
- .

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares

- **Chernobyl (Ucrania-1986): UNSCEAR 2008 - Conclusiones**
- **Respecto a otros cánceres la predicción es que para el mismo periodo anterior (2006), se pudieron producir 4.000 casos (IC 95% 1.700-10.000)**
- **Para 2065, en toda Europa, según estos modelos las predicciones son de :**
 - **16.000 casos (IC95% 3.400-72.000) para el cáncer de tiroides y de 25.000 (IC 95 % 11.000-59.000) para otros cánceres.**
 - **El mayor aumento de estos casos se producirán en las áreas más próximas a la central y de mayor contaminación.**

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares : Otros accidentes

- **Hanford en USA :(1944-1957):** lanzó a la atmósfera gran cantidad de yodo radiactivo.
- **Un estudio sobre 3.441 personas** nacidas entre 1940-1946 en las áreas colindantes, estimación de dosis individuales utilizando diferentes informaciones, tales como la cantidad de leche consumida.
- **La dosis tiroidea fue muy desigual, con valores medios algo menores de 200 mSv y algunos valores por encima de 2 Sv.**
- **No se encontró asociación alguna entre cáncer de tiroides o nódulos benignos de tiroides y dosis de radiación, ni entre tiroiditis autoinmune y radiación**

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares : Otros accidentes

- **Mayac en Rusia:(1949):** Plutonio al río Techa y 1957 accidente de Kystyman.
- **Desde final años 60:**
- **Seguimiento de una cohorte de 26.500 personas** que vivieron cerca del río Techa durante los años 1949 a 1952 cuando la contaminación radiactiva fue máxima.
- **Este estudio que tanto por el nº de personas involucradas y seguidas, como por el rango de dosis a las que estuvieron expuestas podría ser idóneo para evaluar los riesgos de la exposición prolongada e interna, ha tenido problemas metodológicos, pues al final de 1990, el estatus vital del 30 % de la cohorte no se conocía, no se sabía si vivían o no y en el 30% de los que habían muerto se desconocía la causa de la muerte.**

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares :
Otros accidentes

- **Mayac en Rusia: RESULTADOS :**
- **Aumento en la incidencia de leucemia (61 casos)**
- **Aumento en incidencia de tumores sólidos (1.842 casos), principalmente: pulmón, hígado y huesos, estimándose que un 3% de todas las muertes por tumores sólidos se asocian a la radiación.**
- **Estudios a realizar en el futuro sobre hijos de personas contaminadas están en ejecución sin que haya en el momento actual resultados definitivos .**

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares :
Otros accidentes

- **Sellafield. Reino Unido en 1957 : Incendio en reactor nuclear recibieron dosis menores de 15 mSv.**
- **Las tasas de cáncer en esta cohorte (470 personas), no han podido establecer una relación entre la dosis recibida y el aumento de la incidencia de cáncer debida a la baja potencia del estudio.**
- **Three Mile Island : 1979 un accidente nuclear en la planta.**
- **Produjo una exposición en la población vecina de la central a dosis medias de 0,25 mSv o menos.**
- **Los estudios realizados no estiman una asociación evidente entre el aumento de tasas de cáncer y su relación con la radiación.**

Exposiciones por Accidentes en Plantas Nucleares : Otros accidentes

- **Accidente de Fukushima en marzo de 2011:**
- **No hay datos epidemiológicos en estudios publicados y en su 58ª reunión en mayo de 2011 el UNSCEAR (Comité de Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas) decidió llevar a cabo, una vez que exista suficiente información disponible, una evaluación completa de los niveles de exposición y riesgos de la radiación atribuibles al accidente de Fukushima.**
- **En él se prevé un documento preliminar para su consideración y un informe más completo en la sesión del Comité en 2013.**

Población expuesta a pruebas nucleares

- **Personas lejos del núcleo de la explosión y exposición se debe a la incorporación a la atmósfera de radionucleidos (lodo y en algunos casos radiación γ).**
- **Especial atención al cáncer de tiroides por la gran sensibilidad que presenta y leucemia.**
- **Habitantes de las Islas Marshall en el Pacífico, en 1954, que recibieron altas dosis de radiación (varios Sv), la prevalencia de cáncer de tiroides se vio ligeramente aumentada pero el nº de casos fue tan pequeño que no es significativo.**
- **Polinesia Francesa: Tasas de cáncer de tiroides fueron más altas que las de los grupos de referencia de Hawaii y Nueva Zelanda.**
- **Desierto de Nevada en los años 50: Si que existe una mayor incidencia de cáncer de tiroides en los niños expuestos al I131 aunque el nº de casos fue muy pequeño.**

Población expuesta a pruebas nucleares : Leucemia

- **Utah (USA), encontraron una asociación entre dosis en médula ósea de 0,3 Sv y mayores (generalmente de radiación γ), originada por las pruebas en Nevada y mortalidad por leucemia entre los expuestos en la infancia y adolescentes.**
- **En una cohorte de 200.000 militares que participaba en el programa de test nuclear se encontró que la mortalidad por cáncer fue similar a la del grupo de referencia pero la leucemia estaba aumentada entre los participantes en la pruebas de Nevada.**
- **Un estudio de correlación realizado en los países escandinavos durante los años 1950-1960, cuando las pruebas nucleares fueron más frecuentes y numerosas, sugiere un aumento de la incidencia de leucemia en los niños.**

Población expuesta a pruebas nucleares

- **OTROS TUMORES:**
- **Existen estudios no terminados en grupos de 10.000 personas en Kazakhanstan y en la región rusa del Altai sobre 40.000 personas, que recibieron dosis de mas de 0,25 Sv como consecuencia de las pruebas llevadas a cabo entre los años 1949 a 1962 en Semipalatinsk.**
- **Hay un seguimiento a una cohorte de 9.850 personas de estas áreas en donde la dosis media recibida estimada es de 634 mSv y en los que hay un exceso de riesgo para tumores sólidos de 0,81 por Sv y la mayor elevación del riesgo es para los tumores digestivos y pulmón**

Pacientes expuestos por razones médicas

- **Oportunidad de estudiar la exposición a la radiación fraccionada recibida durante más de un período de tiempo, los riesgos en dosis terapéuticas altas o bajas y los riesgos específicos del lugar donde se localizan los cánceres en poblaciones con diferentes riesgos basales, y por tanto suponen un cambio considerable en lo que se ha aprendido acerca de los riesgos de radiación en la exposición instantánea del cuerpo entero recibida por los supervivientes de la bomba atómica**

Pacientes expuestos por razones médicas

- **Asociación entre exposición a la radiación y la leucemia identificada por primera vez en un estudio de pacientes con espondilitis anquilosante.**
- **La leucemia se ha relacionado con exposición a la radiación o que se encuentran en exceso en muchos estudios de personas médicamente expuestas, principalmente adultos.**
- **Varios estudios caso-control sobre la exposición a la radiación de diagnóstico in útero (Rayos X durante el embarazo), han informado del riesgo de leucemia y otros cánceres infantiles**

Pacientes expuestos a radiaciones médicas

- **Numerosos estudios han demostrado una relación dosis-respuesta para el cáncer de mama y tratamientos médicos con radiación. En un análisis comparando los datos de incidencia de cáncer de mama de siete cohortes de pacientes tratados por enfermedad benigna y de la cohorte de LSS, encontraron una dosis-respuesta significativa para cada una de las cohortes evaluadas**
- **En otro estudio de pacientes con escoliosis que fueron monitorizados con radiografías también encontraron evidencia de una relación dosis-respuesta para el cáncer de mama a pesar de que la dosis acumulativa media fue de sólo 0,12 Gy.**

Pacientes expuestos a radiaciones médicas

- **Otra relación dosis-respuesta para el cáncer de mama también se han observado en pacientes con linfoma de Hodgkin y cáncer infantil**
- **Uno de los estudios más informativo es un estudio internacional del cáncer de mama en pacientes diagnosticados con linfoma de Hodgkin menores de 30 años. El estudio incluyó 105 casos apareados con 266 controles y obtuvo una fuerte respuesta a la dosis de radiación que parecía ser lineal en el rango de 0 a 42 Gy.**

Pacientes expuestos a radiaciones médicas

- **Radiación y cáncer de tiroides:**
- **Un análisis combinado de cáncer de tiroides en los supervivientes de la bomba atómica, cuatro cohortes de personas expuestas por motivos de salud en la niñez (menores de 15 años), y dos estudios de casos y controles de personas expuestas en la edad adulta, observó que, si bien no hay evidencia de una relación dosis-respuesta en las personas expuestas en la edad adulta, sí hay una relación lineal dosis-respuesta en las personas expuestas en la infancia que va descendiendo según aumenta la edad de exposición.**
- **También se han observado relaciones dosis-respuesta en leucemia secundaria y cáncer de hueso en los supervivientes de cáncer infantil. En pacientes con retinoblastoma hereditario y sarcomas u otros cánceres.**

Pacientes expuestos a radiaciones médicas

- **Los estudios de los pacientes expuestos internamente a Thorotrast y a radio también se han utilizado para estimar los riesgos de cáncer de hígado y cáncer de hueso, respectivamente.**
- **En los estudios de pacientes que han recibido yodo¹³¹ para el diagnóstico de enfermedades tiroideas hay algunos en los que con dosis de 10mGy en diferentes órganos encuentran aumento de riesgo para leucemias, linfomas y tumores cerebrales entre 5 y 9 años después de la exposición y no en años posteriores, y tampoco muestran un aumento del riesgo de cáncer en general.**

Estudios ocupacionales: Trabajadores

- Estudios publicados sobre relación dosis-cáncer en trabajadores
 - Canada: AECL, NDR
 - Francia: EDF
 - Japon: RADREC
 - España: Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)
 - Reino Unido: AEA, AWE, Capenhurst, Chapelcross, Sellafield, Springfields, National Registry for Radiation Workers
 - USA: Hanford, INL, LANL, Mound, ORNL, Oak Ridge Y12, Portsmouth, Rocketdyne, Rocky Flats, Savannah River, UNC, shipyard workers, combined analyses, NPP
 - Análisis internacionales (Estudio de 96 000 trabajadores de 3 países)
- ...Pero carecen del poder estadístico para evaluar los riesgos de las exposiciones crónicas a bajas dosis

Estudios ocupacionales: Cardis, E..

- Nº total de trabajadores 598.068
 - Exclusiones
 - Empleados con menos de 1 año: 113.711
 - No controlados dosimétricamente: 38.521
 - Con dosis potenciales por incorporación de radionucleidos: 39.730
 - Con dosis potenciales por neutrones: 19.041
 - Población final: 407.391
- El mayor estudio analítico y el que ha proporcionado las mejores estimaciones de riesgo tras exposición prolongada a bajas dosis.

Datos generales por País y Cohorte

	Main study population	Person years	Number of deaths		Average individual cumulative dose (mSv)	Collective cumulative dose (Sv)
			All causes	All cancer		
Australia	877	12,110	56	20	6.1	5.4
Belgium	5,037	77,246	322	90	26.6	134.2
Canada	38,736	473,880	1,204	417	19.5	754.3
Finland	6,782	90,517	317	34	7.9	53.2
France CEA-COGEA	14,796	224,370	645	229	3.8	55.6
France EDF	21,510	241,391	371	119	15.8	340.2
Hungary	3,322	40,557	104	40	5.1	17.0
Japan	83,740	385,521	1,091	432	18.2	1526.7
Korea (south)	7,892	36,227	58	21	15.5	122.3
Lithuania	4,429	38,458	102	25	40.7	180.2
Slovak Republic	1,590	15,997	35	10	18.8	29.9
Spain	3,633	46,358	68	25	25.5	92.7
Sweden	16,347	220,501	669	194	17.9	291.8
Switzerland	1,785	22,051	66	24	62.3	111.2
UK	87,322	1,370,101	7,983	2,273	20.7	1810.1
US Hanford	29,332	678,833	5,564	1,331	23.7	695.4
US NPP	49,346	576,682	983	340	27.1	1336.0
US INEEL	25,570	505,236	3,491	924	10.0	254.6
US ORNL	5,345	136,673	1,029	246	15.2	81.1
TOTAL	407,391	5,192,710	24,158	6,794	19.4	7891.9

Resultados comparados con supervivientes de la bomba atómica

	15-Paises		Supervivientes de la Bomba Atómica Hombres expuestos 20-60	
	N	ERR/Sv (95% CI)	N	ERR/Sv (95% CI)
Todos los cánceres excluida leucemia	5 024	0.97 (0.14-1.97)		
Tumores Sólidos	4 770	0.87 (0.03-1.88)	3 259	0.32 ^a (0.01, 0.50)
Leucemia excluida CLL				
Extrapolación Lineal	196	1.93 (<0 ^b , 8.47)	83	3.15 ^c (1.58, 5.67)
Extrapolación Lineal cuadrática				1.54 ^d (-1.14, 5.33)

[a] Analyses carried-out at IARC using an excess relative risk model that allows for age at exposure modification, adjusting for attained age, calendar period, and city. Estimate for men exposed at age 35.

[b] Estimate on boundary of parameter space

[c] Analyses carried-out at IARC using a constant excess relative risk model, adjusting for attained age, calendar period, and city.

[d] Analyses carried out at IARC - linear term of the linear-quadratic model - preferred model for describing leukemia mortality in analyses of A-bomb survivor data

Resultados : Relación indirecta con Tabaco

Causa de muerte	N	ERR/Sv	95% CI
Todos los cánceres excluida leucemia	5024	0.97	0.14, 1.97
C. Tumores Sólidos	4770	0.87	0.03, 1.88
Todos canceres excluida leucemia, cáncer de pulmon y pleura	3528	0.59	-0.29, 1.70
Tumores Sólidos no relacionados con el tabaco	2033	0.62	-0.51, 2.20
Tabaco relacionado con T. solidos	2737	0.91	-0.11, 2.21
Cancer de Pulmón	1457	1.86	0.26, 4.01
Otros cánceres relacionados con tabaco	1280	0.21	<0, 2.01
<i>Superviv-bomba</i>	<i>3 259</i>	<i>0.32</i>	<i>0.01, 0.50</i>

Discusión : LEUCEMIA (sin LCL)

- **Riesgo estimado 196 muertes (1,93 por Sv)**
 - **Intermedia entre extrapolaciones lineal y cuadrática lineal frente a los supervivientes de las bombas atómicas**
 - **Similar a la estimada en el estudio de 3 países, USA, Canadá y GB**
 - **Asociación con la dosis no estadísticamente significativa por la exclusión de trabajadores con dosis altas por neutrones o contaminación interna**

Interpretación en términos de riesgo

- Para leucemia, excluyendo la leucemia linfocítica crónica, significa que alguien que recibe una dosis de 100 mSv a lo largo de su vida profesional presenta una probabilidad de morir de leucemia un 19% mayor que alguien que recibe una dosis cero.
- En el caso de los cánceres que no sean leucemia, esa persona presentaría una probabilidad de morir de cáncer un 10% mayor que alguien que recibiera una dosis cero.
- Las actuales recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), limitan las dosis al público a 1 mSv/año y a los trabajadores a 100 mSv promediado a lo largo de cinco años.

Resultados e interpretación

- Respecto al incremento de mortalidad por todos los cánceres, excluyendo la leucemia sugieren que, para una dosis acumulativa de exposición de 100mSv, se obtiene un incremento de riesgo del 9,7% (IC 95% 1,4-19,7) y
- del 5,9% (IC 95% 2,9-17) si se excluye leucemia, cáncer de pulmón y cáncer de pleura.
- < 5 % de los trabajadores tenían dosis acumulativas de 100mSv o más.
- *Estimación del riesgo: 1-2% de las muertes por cáncer se deben a la exposición profesional a radiaciones*

Conclusiones

- Ha proporcionado unas estimaciones más precisas del riesgo
- Resultados estadísticamente consecuentes con las extrapolaciones de los datos correspondientes a las bombas atómicas
- No se puede descartar que el tabaco haya tenido una influencia en los resultados de las estimaciones del riesgo.

... Los resultados sugieren que existe un pequeño riesgo de cáncer incluso a bajas dosis típicas de los trabajadores incluidos en el estudio

Otros estudios sobre la exposición ocupacional a la radiación : Mineros y Radón

- Identificado como carcinógeno en la década de 1950
- Estudio en mineros de diferentes lugares para establecer los límites reglamentarios para los trabajadores de la industria del uranio.
- Década de 1980, preocupación por los riesgos derivados de la exposición al radón en áreas residenciales.
- Una de las evaluaciones más completas de los riesgos de cáncer de pulmón en los mineros es la que aporta un análisis combinado de los datos de 11 cohortes de mineros.
- Estos datos, que incluyen una amplia gama de exposiciones y tasas de exposición, confirman la linealidad de la relación exposición-respuesta para el cáncer de pulmón, e indican que la pendiente lineal disminuye con la disminución de la tasa de exposición (por lo menos en exposiciones elevadas) o aumenta con la duración de la exposición.

Otros estudios sobre la exposición ocupacional a la radiación : Mineros y Radón

- Seis cohortes con información sobre la comparación de los riesgos entre fumadores y no fumadores confirmó la relación dosis-respuesta significativa de cáncer de pulmón en los no fumadores (se produjeron 64 muertes por cáncer de pulmón).
- Sobre la base de estos análisis se pudo determinar que el aumento absoluto en el riesgo de cáncer de pulmón atribuible a la progenie del radón fue mayor en los fumadores que en no fumadores.

ESTUDIOS MEDIO-AMBIENTALES Y EN PROXIMIDADES DE CENTRALES NUCLEARES



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Instituto
de Salud
Carlos III



CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

Convenio de colaboración entre el Consejo de Seguridad Nuclear
y el Instituto de Salud Carlos III.

*Estudio epidemiológico del posible efecto de las radiaciones ionizantes
derivadas del funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas del
ciclo de combustible nuclear españolas sobre la salud de la población que
reside en su proximidad*

Informe final (diciembre 2009)

ESTUDIO CONSEJO SEGURIDAD NUCLEAR

- **Es un estudio ecológico de cohortes retrospectivas, en el que se contrasta la mortalidad por diferentes tipos de cáncer y leucemia de los residentes en todos los municipios situados en el entorno de las instalaciones españolas (30km), con la encontrada en los municipios utilizados como referencia (50 a 100Km).**
- **Incluye todas las centrales nucleares y el resto de instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible nuclear del país, con independencia su situación.**
- **Adicionalmente, estudia la mortalidad por cáncer en los municipios situados en dos áreas geográficas con diferente índice de exposición a radiaciones de origen natural, y no afectadas por la influencia de ninguna instalación nuclear o radiactiva**

- **El estudio de mortalidad por cáncer en el entorno de las centrales nucleares y de las instalaciones de ciclo del combustible nuclear no ha detectado resultados consistentes que muestren un efecto de incremento de la mortalidad por diferentes localizaciones tumorales ni por leucemias asociados con la dosis de radiación artificial recibida.**
- **Hay algunas relaciones dosis respuesta, limitadas a algún tipo de cáncer en alguna de las instalaciones individuales. Estos resultados no parecen deberse a la exposición derivada del funcionamiento de las instalaciones, ya que dichos hallazgos no se reproducen en otras instalaciones del mismo tipo y con similares características de exposición.**

- **Los resultados referentes a la radiación natural valorados en su conjunto no muestran ninguna aportación relevante.**
- **No se observa un patrón de cambio de las tasas de mortalidad por cáncer en relación con la radiación natural en ninguno de los análisis realizados, ni en el entorno de las centrales e instalaciones del ciclo ni en el estudio específico de las zonas de alta y baja radiación natural.**

Necesidad de la epidemiología

- **JUSTIFICACIÓN:**
- **Necesidad de una base cada vez más fuerte de evidencia sobre los riesgos de la radiación para proteger a la población y los trabajadores contra los riesgos innecesarios de cáncer.**
- **La exposición de la población a nuevas formas de radiación para las que la información sobre los riesgos sigue siendo incierta**

Necesidad de la epidemiología

- **Genómica:** ofrece la posibilidad de identificar los determinantes genéticos de riesgo, lo que lleva a la posibilidad de identificar a las personas con probabilidades de alto riesgo de cáncer causado por la irradiación terapéutica.
- Los estudios de genética molecular nos van a permitir el estudio y la identificación de genes que nos indiquen la posible susceptibilidad y se pueda modificar la relación dosis-respuesta en la carcinogénesis

Necesidad de la epidemiología

- Es necesario tener en cuenta los mejores modelos epidemiológicos.
- Equipo multidisciplinar
- Estudios sobre las bases genéticas de la susceptibilidad (necesitan experiencia adicional en epidemiología genética y genómica)
- Sistemas administrativos y registros tanto de tumores como de mortalidad



Gracias por vuestra atención !!!