

Carcinógenos Ambientales

Dr. Homero Urrutia (Dpto. Micro Biología Universidad de Concepción)
Mónica Montory G.

Índice

- 1.- Factores de riesgos ambientales y agentes cancerígenos
- 2.- ¿Cómo se cuantifica la capacidad de una sustancia para producir cáncer?
- 3.- ¿Qué es la No-tolerancia?
- 4.- ¿Qué significa el concepto "peso de la evidencia"?
- 5.- Cálculo de riesgo de cáncer
- 6.- Evaluación de riesgos ambientales
- 7.- Cálculo de riesgo de cáncer por exposición
- 8.- Ejemplo de cálculo de dosis suministrada
- 9.- Ejemplo de caracterización de riesgos
- 10.- El tabaco: Principal factor de riesgo
- 11.- Cancerígenos de origen químico
- 12.- Radiación y efectos biológicos
- 13.- Fuentes de radiación ionizante
- 14.- Radiación ionizante y cáncer
- 15.- Cáncer cutáneo
- 16.- Radiaciones no ionizantes y cáncer
- 17.- Radiaciones electromagnéticas y el cáncer
- 18.- Cáncer y contaminación dentro del hogar. Recomendaciones
- 19.- ¿Cómo reducir el cáncer de origen ambiental?
- 20.- Decálogo para la disminución del cáncer

1.- FACTORES DE RIESGOS AMBIENTALES Y AGENTES CANCERIGENOS

¿Qué exactamente produce las alteraciones genéticas que producen el cáncer?
¿Qué activa a los oncogenes y desactiva a los anti oncogenes?
La respuesta actual es que tanto factores ambientales (el tabaco, el tipo de nutrición, la radiación, virus, etc.), como factores internos del cuerpo (alteraciones hereditarias, hormonas, condiciones inmunitarias, etc.) interactúan juntos para causar el cáncer. Se dice que aproximadamente más de la mitad de todos los tumores cancerosos se deben a causas ambientales principalmente. El análisis comparativo entre poblaciones de distintos países ha permitido definir que causas ambientales deben ser responsables de notables variaciones en la incidencia de diversos tipos de cáncer. Por ejemplo, el riesgo de cáncer de mama es veinte veces superior en Estados Unidos y Canadá respecto a los países de América Central. La importancia de los factores ambientales en su sentido amplio (que incluyen la dieta, pero también estilo de vida, el aire, agua, geografía...) o el nivel socioeconómico es también fácilmente deducible del estudio de las poblaciones migratorias. Así, se ha observado que la población japonesa que se traslada a vivir a Estados Unidos adquiere después de dos generaciones porcentajes de incidencia de cánceres similares a la de la población americana, distintos de los que existen en Japón.

El aspecto positivo de estas variaciones en la incidencia de cada tipo de cáncer es que indican que las causas externas, no genéticas, y por tanto en principio evitables, son responsables de un elevado porcentaje de cánceres. La Sociedad Americana de Cancerología (American Cancer Society) estima, apoyada en evidencia científica, que un tercio de todos los tumores cancerosos se debe a factores dietéticos y otro tercio se debe principalmente al uso de tabaco, lo que resulta en cierta medida alentador ya que al limitarse el uso del tabaco y al cambiar los hábitos alimenticios una persona reduce considerablemente su riesgo de padecer cáncer. El uso del tabaco se ha asociado a tumores malignos en cabeza y cuello, aparato respiratorio, tramos superiores de tracto gastrointestinal y vejiga. Por otro lado las dietas con alto contenido de grasa se han asociado a tumores malignos de colon y recto, próstata en el hombre y endometrio (útero) en la mujer. Evidencias epidemiológicas demostraron en el pasado la relación del cáncer con el ambiente por las marcadas diferencias de frecuencia en diversas regiones, de las cuales el hepatocarcinoma es un buen ejemplo. En la actualidad se analiza la acción de agentes ambientales como cancerígenos pues se conoce que actúan como mutágenos. Se plantea que existe una variación individual a la susceptibilidad de los cancerígenos ambientales. Lo anterior parece depender de la estructura del DNA, que puede presentar mayor número de sitios frágiles susceptibles a carcinógenos como la dieta, tóxicos y radiaciones. La variación de frecuencia del hepatocarcinoma entre descendientes de la misma región que viven en ambientes similares, pudiera depender de polimorfismos de las enzimas metabolizadoras de fármacos codificada por la familia de la citocromo P-450 de las cuales existen cientos y que algunas intervienen en el metabolismo de hidrocarburos.(2) La mayoría de los cancerígenos ambientales vienen determinados por los estilos de vida de cada persona (tabaco, hábitos alimenticios, alcohol) y los demás provienen de la comunidad misma y el sitio de trabajo. El grado de peligro de desarrollar cáncer que provocan estos voluntarios e involuntarios factores ambientales depende de su concentración y de la exposición recibida por una persona. En las situaciones donde se presentan altos niveles de cancerígenos y en donde la exposición es alta, la peligrosidad aumenta. Sin embargo, hay casos especiales en donde existen exposiciones continuas pero en bajas dosis, el ejemplo clásico es el del enorme número de fumadores pasivos los cuales representan un gran problema de salud pública.

2.- ¿COMO SE CUANTIFICA LA CAPACIDAD DE UNA SUSTANCIA PARA PRODUCIR CANCER?

La mayoría de los estudios experimentales para determinar la capacidad de una sustancia para inducir cáncer, se hace con animales de laboratorio a concentraciones del cancerígeno mucho más altas de las que se podrían presentar en las exposiciones a tóxicos ambientales. Esto se hace porque, a concentraciones bajas se necesitan lotes experimentales muy grandes en experimentos de larga duración. Se han hecho experimentos con decenas de miles de roedores con duración de varios años. Para obtener datos a más corto plazo y con un número más reducido de animales se tienen que hacer experimentos en los que la concentración del tóxico sea varias órdenes de magnitud mayores que las que el hombre pueden encontrar en el medio ambiente. En los estudios de carcinogénesis experimental se utilizan dosis similares a la máxima dosis tolerable, que es la dosis que el animal de laboratorio puede tolerar sin que presente síntomas de intoxicación que induzcan estados de enfermedad diferentes al cáncer. Los índices de toxicidad para cancerígenos que se encuentran publicados son el peso de la evidencia y el factor de pendiente.

3.- ¿QUE ES LA NO-TOLERANCIA?

La carcinogénesis es un fenómeno para el cual no se considera apropiado el concepto de tolerancia. Se supone que un número reducido de eventos a nivel molecular puede producir cambios en una célula que pueden conducir a una proliferación descontrolada y eventualmente a un estado clínico de enfermedad. Por lo tanto, no existe un nivel de exposición en el que un cancerígeno no presente una probabilidad, no importa que tan pequeña, de originar un cáncer. Esto quiere decir que no hay dosis que se considere libre de riesgo. Lo anterior, se aplica a los cánceres formados por el mecanismo de genotoxicidad. Los cánceres inducidos por mecanismos diferentes al anterior, como podría ser la elevación de la incidencia de cáncer debido a que el tóxico acelera la reproducción celular sin afectar la integridad del ADN, presentan un comportamiento similar al de los tóxicos no cancerígenos y el índice de toxicidad más adecuado en este caso es la dosis de referencia DdR.

4.- ¿QUE SIGNIFICA EL CONCEPTO "PESO DE LA EVIDENCIA"?

Es una evaluación de la información existente para determinar si un compuesto se puede considerar como cancerígeno para humanos. La información se caracteriza en forma separada, la proveniente de estudios humanos y animales, como suficiente, limitada, inadecuada, inexistente o evidencia de no efecto. En base a esta información la sustancia se asigna a uno de los grupos que aparecen en la Tabla que sigue:

Clasificación de la Cancerogenicidad por Peso de la Evidencia.	
GRUPODESCRIPCION	
A	Cancerígeno para Humanos
B	Probable cancerígeno para Humanos
B1	Hay información limitada con humanos
B2	Hay información suficiente en animales pero no con humanos
C	Posible cancerígeno humano
D	No clasificable como cancerígeno para humanos
E	Evidencia de no-carcinogenicidad para humanos

La clasificación de peso de la evidencia que se presenta en esta tabla, se basa fundamentalmente en la demostración experimental de que la sustancia produce tumores. En la actualidad se ha propuesto una alternativa diferente para clasificar los cancerígenos en función de la información experimental disponible. En esta clasificación las sustancias se agrupan en tres grandes categorías:

- 1.-Cancerígeno Comprobado/Probable,
- 2.-No se ha probado que sea cancerígeno y
- 3.- No es probable que sea cancerígeno.

Se propone que se le de peso a los resultados obtenidos en estudios de genotoxicidad in vitro y que no se dependa exclusivamente de los resultados de estudios de tumorigénesis. Después de asignar la sustancia a cualquiera de los 3 grupos, se hace una descripción resumida de la base experimental para clasificar la sustancia en esa categoría.

5.- CALCULO DE RIESGO DE CANCER

La ecuación para el cálculo de riesgo de cáncer que se presenta más abajo estima el incremento del riesgo de un individuo de contraer cáncer por exposición vitalicia a varios cancerígenos.

El modelo de simple sumatoria de riesgos es adecuado para riesgos ambientales. Las suposiciones que se hacen son:

Que las dosis de cada una de las sustancias son pequeñas .

Que hay independencia de acción para todos los compuestos involucrados, o sea que; no hay efectos químicos sinérgicos o antagónicos y que todas las sustancias producen el mismo efecto: cáncer. Cuando los riesgos totales son menores de 0.1, la diferencia que se calcula con esta suposición es despreciable con respecto a los efectos que se estimarían usando modelos más estrictos.

Si alguna de estas suposiciones no se cumplen entonces tendremos sobrestimaciones o subestimaciones del riesgo real por la exposición múltiple. Así pues, se calcula el riesgo total de cáncer para cada ruta sumando los riesgos presentados por cada sustancia. El riesgo de cáncer que resulte se debe expresar con sólo una cifra significativa.

$$\text{RiesgoT} = \text{Riesgo1} + \text{Riesgo2} + \text{Riesgo3} + \dots$$

Donde:	RiesgoT = Riesgo total de cáncer
	Riesgo1 = Riesgo estimado para la sustancia 1
	Riesgo2 = Riesgo estimado para la sustancia 2, etc.

Es conveniente considerar las limitaciones de esta forma de calcular el riesgo de exposiciones simultáneas:

- Los FP representan el límite superior de confianza percentil 95 de la potencia del cancerígeno, como los percentiles 95 no son estrictamente aditivos, el riesgo de cáncer calculado se vuelve artificialmente más conservador. Si uno o dos componentes de la mezcla son los que dominan el riesgo el problema es menor
- El cálculo de riesgo total descrito le da el mismo peso a los cancerígenos independiente de su clasificación como A, B o C. Esto es equivalente a dar la misma validez a los datos derivados de trabajos con animales experimentales o provenientes de estudios de poblaciones humanas
- la acción de dos cancerígenos puede no ser independiente.

6.- EVALUACION DE RIESGOS AMBIENTALES

Para cancerígenos, los riesgos se estiman como el incremento en la probabilidad de que un individuo desarrolle cáncer durante su período vital como resultado de la dosis suministrada por la exposición a un agente cancerígeno. O sea lo que se calcula es el incremento del riesgo de desarrollar cáncer. El Factor de Pendiente (FP) convierte directamente los insumos diarios estimados promediados para el período vital en el incremento del riesgo de que un individuo desarrolle cáncer. Debido a que las dosis a las que se exponen los individuos en el medio ambiente son generalmente muy pequeñas comparadas con las que se utilizan en experimentos con animales, se supone que la relación dosis-respuesta es lineal (la parte de dosis bajas en la curva dosis-respuesta obtenida por extrapolación a dosis cero usando el modelo multipasos del cáncer). Bajo esta suposición el factor de pendiente es una constante y el riesgo será directamente proporcional a la dosis.

Donde: Riesgo es la probabilidad adimensional de que un individuo desarrolle cáncer, DS es el Insumo diario crónico promediado durante 70 años en mg/Kg. x día

FP es el factor de pendiente y tiene las unidades de $1/(\text{mg/Kg.} \times \text{día})$.

La ecuación anterior es válida a niveles bajos de riesgos (por abajo de 0.01). Si los riesgos son mayores se tendrá que usar otra ecuación:

$$\text{Riesgo} = 1 - \exp(-DS \times FP)$$

Donde las variables se definen igual que en la ecuación anterior.

Debido a que los valores de FP son a menudo el límite superior de confianza al percentil 95 de la probabilidad de respuesta basado en datos de experimentación con animales utilizando el modelo de multipaso para extrapolar a dosis bajas, el riesgo de cáncer estimado será generalmente una estimación alta. Esto significa que se tiene confianza del que el riesgo real no excederá el riesgo estimado por este modelo y que lo más probable es que sea menor al que se predijo. El incremento en el riesgo de cáncer que es permisible depende de la legislación de un país. El valor que se considera socialmente aceptable en los Estados Unidos es de una probabilidad de 10^{-4} a 10^{-7} y el nivel para cada sustancia es especificada por EPA.

7.- CALCULO DE RIESGO DE CANCER POR EXPOSICION

Se hace multiplicando la concentración del tóxico en la vía de exposición por el insumo diario promedio, estimado de ese medio, expresándolo por unidad de masa corporal. Por ejemplo si el agua para beber de una comunidad contiene 250 microgramos de arsénico por litro y una persona ingiere 2 litros de agua al día, la exposición, por la vía de exposición ingesta de agua, será de 500 microgramos por día por persona y la dosis suministrada Ds será: $500/79 = 7.14 \text{ ug/Kgxdía}$.

8.- EJEMPLO DE CALCULO DE DOSIS SUMINISTRADA

Una forma común de expresar la exposición a cancerígenos y para exposiciones crónicas es calculando la Dosis Diaria Promedio Vitalicia (DDPV)

$$\text{DDPV} = \frac{(\text{Concentración del tóxico})(\text{tasa de contacto})(\text{biodisponibilidad})(\text{duración exposición})}{(\text{masa corporal})(\text{período de vida})}$$

Se quiere calcular la DDPV para la ingestión de agua por una persona que trabaja en Edison, California, donde el agua contiene 0.39 mg As/ litro. Concentración del tóxico en la vía de exposición: 0.39 mg/litro límite superior de confianza percentil 95 del promedio de las concentraciones contactadas durante el período de exposición. Tasa de contacto: 2 litros por día (límite superior de confianza percentil 95 del promedio, valor recomendado por la EPA). Biodisponibilidad: 0.7 (significa que el 70% de lo que se ingiere se absorbe).

Duración de la exposición: 25 años (valor sugerido por la EPA para la duración de un individuo en un trabajo) y como la exposición sólo tiene lugar durante el período de trabajo, se tiene que considerar el tiempo de vacaciones (se trabajan 50 semanas en el año, o sea se trabaja el 50/52 del año), se trabajan 5 días a la semana (5/7 de la semana), y 8 horas por día (8/24 de día). Masa corporal: 70 Kg (valor sugerido por la EPA). Período de vida: 70 años multiplicado por 365 para expresarlo en días.

$$\text{DDPV} = 0.39 \text{ mg/L} \times 2 \text{ L/día} \times 0.7 \times 25 \text{ años} \times 50/52 \text{ sem} \times 5/7 \text{ días/sem} \times 8 \text{ h/24 h/día} \times 70 \text{ kg} \times 70 \text{ años} \times 365 \text{ días/año}$$

$$\text{DDPV} = \frac{0.39 \text{ mg/L} \times 2 \text{ L/día} \times 0.7 \times 25 \text{ años} \times 50/52 \text{ sem} \times 5/7 \text{ días/sem} \times 8 \text{ h/24 h/día}}{70 \text{ kg} \times 70 \text{ años} \times 365 \text{ días/año}}$$

$$\text{DDPV} = 1.647 \times 10^{-6} \text{ (mg/Kgxdía) de arsénico por ingesta de agua durante el trabajo}$$

9.- EJEMPLO DE CARACTERIZACION DE RIESGOS

Determinar si el riesgo que enfrenta el trabajador del ejemplo anterior es aceptable tanto para efectos cancerígenos como no cancerígenos.

Información localizada en IRIS para arsénico contactado por vía oral, ingerido en agua:

DdRco: 3×10^{-4} mg As/Kgxdía.

Peso de la Evidencia: Grupo A, cancerígeno probado para humanos.

SF, Factor de pendiente para exposición oral disuelto en agua: 1.5 (mg/Kg)/día.

Concentración en agua para un riesgo de 10^{-6} : 2×10^{-2} microgramos por litro.

Resultados:

Cálculo del Coeficiente de Peligro:

$DDPV / DdRco = 1.7 \times 10^{-6} / 3 \times 10^{-4} = 0.5 \times 10^{-2}$.

Transformando la concentración permitida para un riesgo de 10^{-6} en dosis se obtiene:

$(2 \times 10^{-2} \text{ ug/L})(\text{mg}/1000\text{ug})(2\text{L}/\text{día})/70 \text{ Kg} = 6 \times 10^{-7} \text{ mg As/Kg x día}$

Cálculo del Riesgo de Cáncer:

$SF \times DDPV = 1.5 \times 1.7 \times 10^{-6} = 2.5 \times 10^{-6}$

CONCLUSIONES:

- 1.- El riesgo de efectos no cancerígenos es aceptable puesto que el valor del coeficiente de peligro es menor que uno.
- 2.- La dosis suministrada en el sitio es mayor que la dosis permitida para ingesta en agua para un nivel de riesgo de cáncer de 1 en un millón.
- 3.- El incremento de la probabilidad de que se produzca cáncer por exposición oral a arsénico es mayor que 1 en un millón, pero menor a 1 en cien mil. El riesgo será aceptable o no dependiendo de cual de los niveles de riesgo se seleccione como tolerable

10.- EL TABACO: PRINCIPAL FACTOR DE RIESGO

El consumo de tabaco está ligado a un 90% de cánceres de pulmón, siendo el principal factor de riesgo externo. En grandes fumadores, de dos o más paquetes al día, el riesgo de cáncer de pulmón aumenta en un factor de 20. Ello se explica por el elevado número de sustancias tóxicas que contiene y que son suministradas a un órgano de gran capacidad de absorción y muy vascularizado como es el pulmón. En países industrializados el cáncer de pulmón es el mayoritario en hombres (históricamente los fumadores más habituales) mientras que el de mama lo es en mujeres. Sin embargo, el aumento del tabaquismo en mujeres está haciendo subir rápidamente la incidencia del cáncer de pulmón. El tabaco no sólo causa cáncer de pulmón, si no que también incrementa el riesgo de desarrollar cáncer de laringe, faringe, cavidad oral, esófago, vejiga, riñón y páncreas, y algunos estudios sugieren una asociación con el de cérvix, estómago y leucemias. El riesgo está relacionado con la exposición total al tabaco, entendida como el número diario de cigarrillos fumados, la edad a la que se comienza a fumar y el número de años durante los que una persona ha fumado. Además, como es sabido, el riesgo de cáncer de pulmón se extiende a los fumadores pasivos, habiéndose calculado que la mitad de todos los cánceres de pulmón entre los no fumadores se deben al consumo pasivo. Al elevado número de sustancias cancerígenas presentes en el tabaco hay que añadir las derivadas de su combustión, incluido el papel empleado en su envoltura. El riesgo aumenta aún más cuando el tabaco se asocia con el consumo de alcohol: grandes fumadores que son bebedores tienen muchas más probabilidades de desarrollar varios tipos de cáncer. El riesgo de padecer cáncer se reduce al dejar de fumar: comienza a disminuir inmediatamente tras abandonar el tabaco y se reduce paulatinamente: el tiempo que un fumador que ha dejado de fumar tarda en igualar la esperanza de vida de un no fumador es de 10-15 años.

11.- CANCERIGENOS DE ORIGEN QUIMICO

Muchos químicos, por ejemplo, el benceno, el asbesto, el arsénico, la aflatoxina y el cloruro de vinilo han demostrado tener actividad cancerígena en los humanos. Otros químicos como el cloroformo, el DDT, el formaldehído, los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los bifenilos policlorinados han demostrado su potencial cancerígeno en experimentos animales, por lo que se han extrapolado los resultados para ser comparables con el ser humano. Ocasionalmente, el riesgo es mayor cuando la exposición a dos cancerígenos en particular ocurre al mismo tiempo, por ejemplo, el asbesto y el tabaco.

12.- RADIACION Y EFECTOS BIOLÓGICOS

Se llama radiación a toda energía que se propaga en forma de onda a través del espacio. En el concepto radiación se incluye, pues, desde la luz visible a las ondas de radio y televisión (radiaciones no ionizantes), y desde la luz ultravioleta a los rayos X o la energía fotónica (radiaciones ionizantes). Existen dos tipos de radiaciones ionizantes:

1. electromagnética, constituida por rayos gamma, rayos X y rayos ultravioleta;
2. la constituida por partículas subatómicas (electrones, neutrones, protones).

Cada elemento atómico se caracteriza por su número de protones, que es constante; pero puede presentar distinto número de neutrones, y el número de éstos es lo que define a los diferentes isótopos de cada elemento químico. Muchos isótopos son inestables, y pueden cambiar su número másico (suma de neutrones y protones) por emisión de partículas. Dependiendo de qué tipo de partículas se emitan, hablamos de radiación alfa, beta o gamma, con distinta interacción sobre la materia.

La radiación alfa queda frenada en las capas exteriores de la piel, y no es peligrosa, a menos que se introduzca directamente a través de heridas, alimentos, etc. La radiación beta es más penetrante, introduciéndose uno o dos centímetros en los tejidos vivos. La radiación gamma, o radiación electromagnética de alta energía, es capaz de penetrar profundamente en los tejidos; sin embargo, libera menos energía en el tejido que las alfa o beta. Éstas interaccionan con los átomos y moléculas que se van encontrando a su paso, lo que es mucho más nocivo.

La radioactividad de un isótopo puede medirse, así como la dosis absorbida de radiación ionizante en un tejido determinado.

13.- FUENTES DE RADIACION IONIZANTE

1. Radiactividad natural. Resulta de la inestabilidad intrínseca de una serie de átomos presentes en la Naturaleza (uranio, torio, etc.), así como la procedente de rayos cósmicos - ésta última exposición es mayor en los asiduos al avión--.
2. Radiactividad incorporada en alimentos, bebidas, etc. Los crustáceos y moluscos marinos (mejillones, chirlas, almejas) la concentran especialmente.
3. Procedimientos médicos (radiografías, etc.). Son la fuente principal de radiación artificial en la población general.
4. "Basura nuclear". Los materiales de desecho radiactivos de la industria nuclear, los hospitales y los centros de investigación.
5. Radón. Gas procedente del uranio, que se encuentra de forma natural en la tierra. Procede de materiales de construcción, abonos fosfatados, componentes de radioemisores, detectores de humos, gas natural en los hogares, etc. El grado de exposición al radón aumenta notablemente en sitios cerrados y domicilios con buen aislamiento térmico.
6. Exposición profesional. En España se incluyen en esta categoría unas 60.000 personas. El 95 % recibe dosis diez veces por debajo del límite permitido.
7. Explosiones nucleares. Accidentales, bélicas o experimentales.

14.- RADIACION IONIZANTE Y CANCER

La radiación ionizante, la radiación de alta frecuencia y la radiación ultravioleta han probado que pueden causar cáncer. Las radiaciones ionizantes se comportan como un cancerígeno demostrado, dosis-dependiente y sin un umbral para la que pequeñas carcinogénesis; es decir, dosis, incluso cotidianas, pueden desencadenar un cáncer al acumularse. Cuando se trata de exposición a grandes dosis, el perfil temporal del riesgo difiere según el tipo de cáncer: para la leucemia el riesgo aumenta rápidamente en los primeros años, declinando después; en los tumores sólidos el riesgo aumenta lentamente con el paso del tiempo. La exposición a los rayos solares (radiación ultravioleta) causa la mayoría de casos de cáncer de piel, de células basales y de células escamosas, además de ser una de las causas del melanoma, otro cáncer de la piel. El daño a la capa de ozono por la contaminación ambiental podría incrementar los niveles de radiación ultravioleta a los que nos veríamos expuestos. La radiación ionizante (rayos - X, radón, etc.) puede causar cáncer, la evidencia de esta información viene de estudios realizados en los sobrevivientes de la bomba atómica, en pacientes que reciben radioterapia y personas que trabajan en minas de uranio. Prácticamente cualquier parte del cuerpo puede ser afectada por la radiación ionizante pero principalmente las mayores lesiones ocurren en la médula ósea y la glándula tiroides. Los rayos X utilizados en medicina y en odontología se programan para que se emitan dosis de radiación mínimas y así reducir en gran manera el riesgo. Otra posible fuente de radiación la constituye el radón, un mineral existente en ciertos suelos que puede pasar a formar parte de los materiales de construcción de los edificios, y que parece aumentar el riesgo de cáncer de pulmón, y quizá otros. La desintegración de uranio en radón constituye, sin incluir la radiación procedente de radiografías y exploraciones médicas, el mayor riesgo exposicional. Aunque no es posible evitar por completo la exposición domiciliar a radón, sí que puede ser disminuida; la simple ventilación de las casas disminuye drásticamente los niveles de radón en su interior.

15.- CANCER CUTANEO

La radiación ultravioleta forma parte del llamado espectro electromagnético, con escaso poder ionizante, debido a su baja energía. En la clasificación de las radiaciones, se encuentran situadas a caballo con las no ionizantes.

En su espectro se distinguen tres zonas en razón de su energía:

- UVA (o de onda larga): 320 a 400 nm. Los de menor frecuencia y energía.
- UVB (o de onda media): 320 a 290 nm.
- UVC (o de onda corta): 290 a 200 nm. Por su mayor energía, son los más peligrosos para la salud.

Las fuentes de radiación ultravioleta son naturales (el sol) y artificiales (hospitales, industrias, cosmética, etc). La radiación UVC no alcanza la superficie terrestre, ya que queda retenida por la capa de ozono en la estratosfera. La radiación natural que nos llega es por tanto UVA y UVB.

El efecto cancerígeno de los rayos UV está ligado a la longitud de onda. Los dos principales factores de riesgo para el cáncer de piel son la exposición a la radiación UV, y el tipo de piel, con más riesgo en personas con tipo de piel clara y menos en las más pigmentadas. Los rayos UV tienen efecto carcinógeno directo, iniciador y promotor (Ver Cáncer y Entorno) sobre la piel, influyendo en el desarrollo de tanto de epitelomas como de melanomas. En los primeros parece más importante la radiación de fondo, acumulativa --ocupacional, por ejemplo--. En los melanomas tendría mayor efecto la exposición intermitente, recreacional.

El espectro UVB de la radiación solar posee la mayor potencia de inducción de cáncer de piel, ya que induce daño estructural en el ADN celular, al mismo tiempo que estimula la proliferación de la epidermis. Estimaciones recientes han calculado que por cada reducción de un 1 % en la capa de ozono, la radiación UVB/UVC aumentará en un 2 % y el cáncer de piel en un 2 a 6 %. La incidencia del cáncer cutáneo ha aumentado tremendamente durante este siglo. Las estadísticas más fiables corresponden al melanoma, cuya incidencia se ha duplicado cada diez años en numerosos países. Su tasa de aumento ha superado la de todos los demás cánceres, con excepción del de pulmón en las mujeres, aunque, según las observaciones hechas en los Estados Unidos, el índice de aumento sea menos importante en cohortes más jóvenes. La incidencia anual del melanoma maligno en el Reino Unido y en Alemania es actualmente de alrededor de 10 por 100.000 personas al año, lo que supone un riesgo aproximado de 1 por 200. Resulta cada vez más claro que una exposición excesiva a la luz solar constituye el factor etiológico principal del melanoma. Esta comprobación se demuestra principalmente por el hecho de que el melanoma es fundamentalmente una enfermedad de las poblaciones de piel blanca (la piel blanca es mucho más sensible a los efectos nocivos del sol): la incidencia anual del melanoma en Japón, por ejemplo, sólo es de 0,2 por 100.000 personas al año. Además, aunque aumenta la incidencia del melanoma cada año en las poblaciones blancas de

Europa, Estados Unidos, Canadá, Australia, etc., esta incidencia sólo ha aumentado muy ligeramente entre las poblaciones de origen africano o asiático. En segundo lugar, existe una correlación entre la latitud y la incidencia del melanoma en las poblaciones de piel blanca. La incidencia del melanoma es, por ejemplo, muy elevada en países como Australia (50 casos al año por 100.000 personas) así como en las regiones más cálidas de Estados Unidos, como el sur de Arizona. Además, existe una correlación entre el riesgo de melanoma y el plazo de tiempo durante el cual una persona vivió en latitudes inferiores, lo que representa quizá una exposición excesiva al sol acumulada durante la vida. En tercer lugar, estudios de casos realizados en Europa han puesto de manifiesto que una exposición intensa al sol, puntual, durante las vacaciones, constituye un factor de riesgo de melanoma. Varios estudios, por ejemplo, han puesto de manifiesto que la pertenencia a una clase social alta, una actividad ejercida en interiores, las quemaduras de sol y unas vacaciones pasadas al sol constituyen factores de riesgo de melanoma, lo que refuerza la idea de que, en algunas poblaciones al menos, la relación existente entre riesgo de melanoma y exposición al sol no es una simple relación acumulativa.

16.- RADIACIONES NO IONIZANTES Y CANCER

Se llama radiación no ionizante a toda energía en forma de ondas que se propagan a través del espacio. Los campos electromagnéticos son fenómenos naturales; las galaxias, el Sol, las estrellas emiten radiación de baja densidad, y en la atmósfera existen cargas eléctricas que generan campos magnéticos a los que estamos sometidos permanentemente, y que se hacen mucho más intensos, por ejemplo, durante las tormentas eléctricas. Pero a estos campos eléctricos y magnéticos naturales se han unido en el último siglo un amplio número de campos artificiales, creados por maquinaria industrial, líneas eléctricas, electrodomésticos, etc. que nos exponen a diario a una radiación adicional. Si bien, con alguna excepción, toda esta radiación artificial es mucho más débil que los campos electromagnéticos naturales, en muchas profesiones del sector electrónico, ferroviario y de telecomunicaciones la exposición es continuada. La radiación de alta frecuencia y las microondas provocan vibraciones moleculares, produciendo calor -de ahí su empleo doméstico e industrial--, con lo que pueden producir quemaduras a partir de una determinada cantidad de radiación absorbida.

La radiación de frecuencias extremadamente bajas se consideraba inocua. Está demostrado, sin embargo, que puede producir cambios eléctricos en la membrana de todas las células del cuerpo, alterando los flujos celulares de algunos iones, sobre todo el calcio, lo que podría tener efectos biológicos importantes. Así, se han publicado múltiples estudios en las últimas dos décadas, citando una posible relación de los campos electromagnéticos de baja energía con el origen de determinados cánceres, sobre todo leucemias. También se han intentado relacionar con alteraciones del aparato reproductor, neurológico y cardiovascular, y con malformaciones fetales.

17.- RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS Y EL CANCER

Aunque es indudable que ejercen efectos biológicos, el papel de las radiaciones no ionizantes como agentes cancerígenos es polémico. Se piensa que, en todo caso, actuarían como promotores tumorales, con escaso o nulo poder inicial para convertir genes normales en oncogenes. En muchos trabajos se ha determinado un mayor riesgo relativo de leucemias, tumores cerebrales y otros cánceres en sujetos que residen en las proximidades de las líneas de alta tensión y entre distintas poblaciones expuestas profesionalmente. La sospecha de asociación más firme se ha establecido con las leucemias infantiles.

Sin embargo, los estudios son contradictorios, sobre todo por la dificultad de medir la exposición a la radiación no ionizante y los métodos epidemiológico-estadísticos usados. Así, existen múltiples trabajos en sentido contrario. Desde el punto de vista de la salud pública, se piensa que hay que considerar estos hallazgos como serias advertencias sobre los potenciales efectos adversos de la radiación no ionizante; si bien, ante la falta de evidencia definitiva, la única recomendación podría ser la de "evitación prudente".

18.- CANCER Y CONTAMINACION DENTRO DEL HOGAR. RECOMENDACIONES

Los riesgos de vivir en un ambiente contaminado no sólo los encontramos fuera de nuestros hogares u oficinas, sino también dentro de ellos. La contaminación intradomiciliaria puede llegar a ser entre tres a 10 veces más nociva que la que se da fuera de éstos.

Contaminantes Intradomiciliarios y sus Efectos en la Salud

CONTAMINANTE	FUENTE DE ORIGEN	EFFECTOS EN LA SALUD	MEDIDAS DE CONTROL
	Humo de cigarrillo. Cocina. Calefactores. Condensación de vapores. Polvo del hogar. Chimeneas. Cocinas a leña. Braseros. Humo de cigarrillo. Escapes de vehículos. Cocinas y Calefacción a gas. Calefacción a parafina. Calefacción a leña.	Irritación de las mucosas. Infecciones respiratorias. Enfisema pulmonar. Enfermedades del corazón. Cáncer pulmonar. Con el monóxido de carbono: falta de oxígeno. efectos en la visión. efectos en la función cerebral. Con el dióxido de nitrógeno: infecciones respiratorias. problemas bronquiales. edema pulmonar.	Ventilar las habitaciones a diario para renovar el aire y entre el sol. Realizar periódicamente aseos profundos. Definir y respetar zona de fumadores. Sistema de calefacción con ventilación. Definir y respetar zonas para fumadores. Ventilar habitaciones periódicamente. Apagar el calefón cuando no se use. Instalar el calefón fuera de la casa. No usar cocina ni calefacción a leña, parafina y/o carbón en lugares cerrados. Mantener ventanas de aireación. Mantener ventanas semi abiertas al usar braseros. Prender y apagar estufas y cocinas a parafina afuera de la casa. Revisar periódicamente estufas y cocinas. Mantener en buen estado las campanas de extracción.

ALERGENOS	<p>Polen. Restos de insectos. Polvo. Algas. Detergentes. Aditivos químicos</p>	<p>Reacciones alérgicas. Neumonitis. Evitar productos que provoquen alergias en forma personal.</p>	<p>Evitar plantas, flores y animales que provoquen alergias específicas dentro de la casa. Realizar periódicamente aseos profundos, ojalá con aspiradoras.</p>
	<p>Solventes volátiles. Adhesivos. Materiales sintéticos de construcción. Aerosoles. Pesticidas. Pinturas. Biocombustibles. Muebles recién terminados. Parafina. Combustión de maderas. Humo de cigarrillo.</p>	<p>Irritación de membranas y mucosas. Efectos narcóticos en altas concentraciones. Efectos en el sistema nervioso central. Id en el corazón. Id en el pulmón. Id en el hígado. Posible efecto cancerígeno.</p>	<p>Definir y respetar zonas para fumadores. No fumar en sitios cerrados o en presencia de niños, ancianos o embarazadas. No fumar en lugares cerrados con presencia de sustancias volátiles, pesticidas y/o aerosoles. Ventilar habitación cuando se utilicen estos materiales. Evitar uso de productos en base a solventes orgánicos. Usar adhesivos y pinturas sólo en lugares ventilados. Leer indicaciones en el uso de compuestos. Prender y apagar las estufas afuera de la casa. Ventilar las habitaciones a diario. Cocinar en lugares con ventilación y/o con campana de extracción.</p>
FIBRAS (asbesto, minerales, sintéticas).	<p>Aislantes. Materiales de construcción. Retardantes de incendio. Amoblados nuevos. Cubrepisos y alfombras. Pinturas texturadas.</p>	<p>Irritación de la piel Irritación de las mucosas. El asbesto se asocia a cáncer pulmonar y al tracto gastrointestinal , mesotelioma pleural y peritoneal , PERO HA SIDO ELIMINADO SU USO</p>	<p>Cumplimiento de la eliminación del uso del asbesto. Rechazo del uso de asbesto.</p>

RADON	Subsuelo. Adhesivos. Materiales sintéticos de construcción.	Cáncer del pulmón	Ventilar permanentemente los espacios reducidos. Tener sistemas de ventilación hacia el exterior en pozos negros, baños y lavaderos.
FORMALDEHIDO	Materiales aislantes. Aislantes. Muebles nuevos. Materiales sintéticos de la construcción.	Irritación de las mucosas, de la piel y de las vías respiratorias. Edema pulmonar. Afecciones al sistema nervioso central. Riesgo cancerígeno.	Ventilar las habitaciones diariamente para remover el aire y dejar que entre el sol. Evitar el uso de productos con el compuesto (phenolic resin plywood).

19.- ¿COMO REDUCIR EL CANCER DE ORIGEN AMBIENTAL?

Respetando estrictamente las normas destinadas a evitar cualquier tipo de exposición a sustancias consideradas cancerígenas. Cumpliendo todas las instrucciones de salud y seguridad en relación con las sustancias que pueden provocar cáncer. El mensaje de este punto apela al comportamiento responsable de tres categorías de personas. En primer lugar, al de los responsables de proporcionar instrucciones claras y oportunas, es decir, principalmente los legisladores, los educadores de los sectores de la salud pública y la higiene, que se encargan de convertir en diversos tipos de instrucciones (normas, recomendaciones, asesoramiento) la información sobre el riesgo de cáncer vinculado a algunas sustancias o, más generalmente, a agentes (físicos, químicos, biológicos) presentes en el medio ambiente de resultados de investigaciones. En segundo lugar, al de quienes deberían seguir estas instrucciones con el fin de proteger la salud de otros, por ejemplo jefes, responsables de higiene industrial y médicos del trabajo, así como las autoridades públicas. En tercer lugar, al de cada ciudadano que, con el fin de proteger su propia salud, debería preocuparse por la presencia de contaminantes cancerígenos, en particular en el entorno laboral, donde pueden estar presentes más a menudo y en concentraciones más fuertes que en el medio ambiente general. El objetivo de una reducción de la incidencia del cáncer mediante la lucha contra los cancerígenos ambientales se basa en el hecho de que un número importante de cancerígenos, naturales y artificiales, han sido identificados y siguen siéndolo. El último resumen (marzo de 1994) de la serie "monografías del CIRC sobre la evaluación de los riesgos cancerígenos para el hombre" enumera, de 775 agentes evaluados, 39 agentes aislados o grupos de agentes, 11 mezclas de agentes y 13 casos de exposición (todas ellas profesionales) para las cuales existe "una prueba suficiente" de carcinogenicidad para el ser humano. Otros 41 agentes o grupos de agentes, 5 mezclas y 4 casos de exposiciones (3 de ellas profesionales) se clasifican como "probablemente cancerígenos" para el ser humano, mientras que 209

agentes, grupos de agentes o casos de exposiciones se clasifican como "cancerígenos posibles" para el ser humano, principalmente sobre la base de datos procedentes de experimentaciones animales. La proporción de los cánceres que pueden imputarse a cancerígenos presentes en el entorno laboral y general y que, por lo tanto, pueden evitarse completa o parcialmente gracias a la lucha contra la exposición no es desdeñable, ciertamente, pero sigue siendo difícil de cuantificar de manera fiable, puesto que depende de la incidencia variable de las exposiciones por regiones geográficas y períodos así como de la incidencia competitiva de otros factores etiológicos dominantes (típicamente, el tabaquismo).

20.- DECALOGO PARA LA DISMINUCION DEL CANCER

1. Eliminar el tabaquismo.
2. Evitar el alcohol.
3. Moderar las exposiciones solares.
4. Evitar el contacto con los cancerígenos químicos reconocidos.
5. Dieta rica en frutas, vegetales y cereales con fibra.
6. Consumir alimentos con poca grasa, y evitar los excesos de peso.
7. Consultar al médico ante la aparición de bultos, cambios en lunares, o cicatrices anormales.
8. Consultar al médico ante la persistencia de ronquera, tos, cambios en el ritmo intestinal, pérdida de peso injustificada.
9. Hacerse regularmente un frotis (citología) vaginal.
10. Mamografías periódicas a partir de los 50 años.