

7.6 Cocción

La mayor parte de los alimentos se cocinan antes de comerse. Las comidas cocinadas son características de la mayoría de las civilizaciones, y la preparación y el disfrute de los alimentos cocinados son intrínsecos a la vida social y familiar.

Cocinar los alimentos a temperaturas muy elevadas, especialmente con llamas, genera productos químicos que son mutagénicos o carcinogénicos en condiciones experimentales.

El panel ha llegado a las siguientes conclusiones:

No hay pruebas convincentes de que algún método de cocción en particular modifique el riesgo de cáncer, ni tampoco hay pruebas de una probable relación causal. El panel señala que las dietas ricas en carnes cocinadas a temperaturas elevadas posiblemente aumenten el riesgo de cánceres de estómago y colorrectal.

ALIMENTOS COCINADOS Y CÁNCER

A juicio del panel, ciertos tipos de métodos de cocción modifican el riesgo de cánceres en diferentes localizaciones que se muestran en el cuadro. Los riesgos se clasifican de acuerdo con la solidez de las pruebas.

PRUEBAS	DISMINUYE EL RIESGO	NO HAY RELACIÓN	AUMENTA EL RIESGO
Convincente			
Probable			
Posible			<i>Asado y a la barbacoa</i> Estómago (carnes y pescados) Asado, a la barbacoa y frito (carnes y otros alimentos) Colon, recto
Insuficiente			<i>Fritos (diversos alimentos)</i> Vejiga

Para una explicación de los términos utilizados en la matriz, véase el capítulo 3. Es probable que el elemento común que vincula a estos métodos de cocción tan diferentes sea la producción de compuestos mutagénicos específicos; véase el texto.

INTRODUCCIÓN

Algunos estudios epidemiológicos han explorado la relación entre el cáncer y el consumo de alimentos cocinados; la mayoría ha centrado su atención en alimentos cocinados a temperaturas elevadas.

Los métodos de cocción varían en diversos aspectos: exposición de alimentos a temperaturas diferentes; utilización o no de llama directa; utilización o no de grasas y aceites.

Los alimentos cocidos *al vapor*, *hervidos* y *a fuego lento* se exponen a temperaturas que no exceden los 100°C. Los alimentos *horneados*, *en microondas* y *asados al horno* se exponen a temperaturas de hasta 200°C, pero no a la llama directa. Los alimentos asados al horno suelen untarse con aceites o grasas. El *asado a la parrilla* (a la brasa) y *a la barbacoa* se realiza a temperaturas de hasta 400°C y en ocasiones con llama directa para cocinar los alimentos. Al freír en sartén o en wok se utilizan, normalmente, altas temperaturas en la superficie.

RECUADRO 7.6.1 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS

Al asar carnes, pescados u otros alimentos con calor intenso sobre una llama directa, las gotas de grasa caen sobre el fuego y se producen llamas que contienen una cantidad de hidrocarburos aromáticos policíclicos como los benzo[a]pirenos y dibenzo[a,h]antraceno. Estos productos químicos se adhieren a la superficie de los alimentos. Cuanto más intenso es el calor, hay más hidrocarburos aromáticos policíclicos (Bogovski, 1983).

Estos alimentos también contienen aminas heterocíclicas (véase el Recuadro 7.6.2, abajo), las cuales son potentes mutágenos y carcinógenos en animales. Una asociación bastante consistente entre el consumo de carnes y pescados asados a la parrilla, pero no fritos, y el cáncer de estómago sugiere que la exposición por la dieta a los hidrocarburos aromáticos policíclicos puede intervenir en la carcinogénesis gástrica en humanos.

Se conoce que muchos derivados de los hidrocarburos aromáticos policíclicos son carcinogénicos en animales de laboratorio (Bogovski, 1983). Ellos se encuentran en el humo del tabaco, y son responsables de parte de los cánceres relacionados con el tabaco en humanos. Se ha demostrado que la administración oral en bases oleosas de dichos compuestos induce al carcinoma escamoso del estómago en ratones y, en menor medida, en ratas, y a linfomas o leucemias en ciertas líneas de ratas y ratones.

En animales y en humanos, el consumo de hidrocarburos aromáticos policíclicos induce a enzimas del citocromo P450 y de la fase II como son la glucuronil o glutatión transferasas, alterando así el potencial del metabolismo de estos y otros productos químicos y medicamentos (Guengerich, 1993). El papel de la exposición por los alimentos en la carcinogenicidad humana aún debe esclarecerse. En las investigaciones futuras puede ser provechoso el uso de nuevos métodos precisos para la medición de los aductos de ADN (Strickland y cols., 1993).

Tanto el asado a la parrilla –conocido en los Estados Unidos como asado a la brasa– como a la barbacoa han sido objeto de un sinnúmero de investigaciones debido a que estos métodos de preparación de alimentos pueden generar a menudo mutágenos (hidrocarburos aromáticos policíclicos y aminas heterocíclicas (véase el Recuadro 7.6.1), alguno de los cuales se sabe que son carcinógenos en animales. El proceso de freidura ha sido de especial interés en la investigación debido al uso de grasas añadidas y porque, también, genera aminas heterocíclicas.

Una cocción profunda reduce o elimina los riesgos de diversas formas de contaminantes microbianos, algunos de los cuales son potencialmente perjudiciales para la vida.

CONTENIDO DE CARCINÓGENOS

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos se encuentran en las carnes o pescados asados en cantidades variables (0-130 ng/g). El contenido del hidrocarburo aromático policíclico benzo[a]pireno (B(a)P) en estos alimentos oscila de 0,2 a 50 ng/g (IARC 1983). Se estima que, en general, la carne asada a la parrilla contiene alrededor de 10,5 ng/g de B(a)P. Los niveles totales de compuestos *N*-nitrosos en pescados secos salados asados con gas de ciudad son aproximadamente cinco veces mayores que los del pescado seco salado no cocinado (IARC, 1993).

El análisis detallado de las carnes, o los pescados, asados, fritos o cocinados de otras maneras, muestra que las aminas heterocíclicas aparecen en cantidades relativamente pequeñas pero muy variables, entre 0,1 y 500 ng/g en carnes (res, pollo, cerdo, cordero) o pescados, dependiendo del método de cocción, los grados de temperatura y el tiempo de cocción. El asado a la barbacoa produce hasta 500 ng/g (Sinha y cols., 1995; Knize y cols., 1995; Sinha y cols., 1996).

En los métodos de cocción que utilizan llama con leña, el tipo de madera empleada puede también ser de importancia. Las maderas duras, como el roble y la pacana, se queman limpiamente; en tanto algunas maderas, como el mezquite, generan cantidades copiosas de hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Cuando se incorporan salsas al asado, a menudo se quema la superficie de la carne.

Los métodos de cocción que usan asados a la parrilla pueden producir marcadas diferencias en los niveles de carcinógenos. Por ejemplo, el goteo de grasa sobre superficies calientes puede formar hidrocarburos aromáticos policíclicos y aminas heterocíclicas, mientras

RECUADRO 7.6.2 AMINAS HETEROCÍCLICAS

Sugimura y sus colaboradores (Sugimura y cols., 1977; Nagao y cols., 1977) demostraron en 1977 que las superficies chamuscadas de pescados y carnes de res, cocinados sobre la llama directa o al carbón, eran altamente mutagénicas en el sistema bacteriano de Ames; las actividades mutagénicas eran mucho más potentes que lo esperado por la cantidad de benzo[a]pireno que contenían estos materiales. Commoner y cols. (1978) describieron una actividad mutagénica similar en carnes preparadas por los métodos caseros normales de cocción.

En los años siguientes, las aminas heterocíclicas, familia de compuestos mutagénicos, fueron aisladas a partir de diversas carnes y pescados cocinados, como han examinado en detalle Skog (1993), Eisenbrand y Tang (1993), y Layton y cols. (1995). De estas, las amino-imidazo-quinolinas o amino-imidazo-quinoxalinas (colectivamente llamadas como compuestos tipo IQ) y las amino-imidazo-piridinas, como las PhIP, son clases predominantes de las aminas heterocíclicas presentes en las carnes y pescados cocinados. Sin embargo, cuando los alimentos reciben fuego o se queman, predominan los aminocarbonilos.

Los compuestos IQ y PhIP se forman a partir de la creatina o creatinina, ciertos aminoácidos y azúcares (Jägerstad y cols., 1991). Dado que las carnes y los pescados son ricos en creatinina, con su cocción a altas temperaturas se forman aminas heterocíclicas (Jägerstad y cols., 1991; Eisenbrand y Tang, 1993; Skog, 1993; Layton y cols., 1995; Sinha y cols., 1995). En general, el asado a la parrilla y la freidura producen alta actividad mutagénica y elevada producción de estas aminas; el hervor produce poca o ninguna actividad mutagénica; y la freidura con mucha grasa, el asado al horno y el horneado producen una actividad mutagénica variable. Específicamente, estos carcinógenos se forman cuando se queman los jugos de carnes. La mayoría de las hamburguesas de comidas rápidas no producen cantidades elevadas de aminas heterocíclicas (Knize y cols., 1995). Se ha demostrado que el precalentamiento breve de carnes crudas en microondas reduce grandemente la actividad mutagénica y la cantidad de

aminas heterocíclicas en las carnes fritas debido a que dicho pretra-tamiento elimina gran parte de la creatina (Felton y cols., 1994). Debido a que la PhIP es la amina heterocíclica más abundante en los alimentos cocinados y debido a que la administración oral de PhIP, en particular, induce cánceres de intestino grueso y de mama en animales (Wakabayashi y cols., 1992; Minchin y cols., 1993; Nagao y Sugimura, 1993), muchos trabajos se han dedicado a la investigación de la exposición de este carcinógeno y su relación con estos cánceres en humanos (Snyderwine, 1994).

Algunas personas pueden ser más vulnerables que otras a las aminas heterocíclicas. Los datos de apoyo se han obtenido también de estudios sobre enzimas polimórficas que participan en el metabolismo de las aminas heterocíclicas, en el citocromo P4501A2 (CYP1A2) y en la N-acetiltransferasa tipo 2 (NAT2). Se considera que los individuos que poseen fenotipos rápidos de CYP1A2 y de NAT2 son más susceptibles al cáncer colorrectal porque activan rápidamente las aminas heterocíclicas a formas reactivas (Minchin y cols., 1993; Nagao y Sugimura, 1993). En dos (Lang y cols., 1986; Ilett y cols., 1987) de tres estudios notificados (Lang y cols., 1986; Ilett y cols., 1987; Ladero y cols., 1991), los acetiladores rápidos determinados por el fenotipo fueron más frecuentes en los pacientes con cáncer colorrectal que en los controles. Minchin y cols. (1993) notificaron que los acetiladores rápidos se encontraban en el 47% (147/313) de los pacientes con cáncer colorrectal y en el 33% (94/286) de los controles ($p = 0,001$).

Un estudio de casos y controles, con 75 casos y 205 controles, demostró que la presencia de los fenotipos CYP1A2 rápido y de NAT2 rápido se asociaba con un aumento de 2,8 veces ($p = 0,002$) en el riesgo de cáncer colorrectal y de pólipos combinados (Lang y cols., 1994). Sin embargo, un estudio de casos y controles de adenomas de colon no encontró diferencias mensurables en el estado del NAT2 genéticamente determinado entre 447 casos y 487 controles (Probst-Hensch y cols., 1995).

Todas las aminas heterocíclicas evaluadas hasta ahora han mostrado ser carcinogénicas en diversos órganos en ratas, ratones y monos luego de la administración en la dieta por períodos prolongados: véanse las revisiones de

Wakabayashi y cols. (1992), Nagao y Sugimura (1993), y Snyderwine (1994). En los ratones, los compuestos IQ inducían tumores sobre todo en el hígado, pero también en el pulmón, el estómago anterior y el sistema hematopoyético. Las ratas desarrollaron tumores en el hígado, el intestino delgado y grueso, la glándula mamaria y otros órganos. Los PhIP indujeron, en particular, cáncer en el intestino grueso en ratas (más frecuentemente en ratas macho), cánceres mamarios en ratas hembra y linfomas en ratones. Las aminas heterocíclicas de otros pirolizados de aminoácidos indujeron, sobre todo, tumores en el hígado y en los vasos sanguíneos en ratones, y en el hígado e intestinos en ratas y ratones. Las exposiciones en estos experimentos fueron, sin embargo, mucho más elevadas que las de las dietas en humanos.

Las estimaciones generales del riesgo de cáncer producidos por estos productos químicos, calculadas en estudios de alimentación llevados a cabo durante dos años, son relativamente pequeñas e insuficientes para asociar su presencia directamente con los cánceres humanos (Layton y cols., 1995; Gold y cols., 1994; Stavric, 1994). Sin embargo, se han detectado aminas heterocíclicas carcinogénicas en la orina de personas saludables que comen dietas normales (Ushiyama y cols., 1991) y también existen pruebas de secreción de aminas heterocíclicas en la leche de animales lactantes (David y cols., 1994). Además, estudios recientes muestran que la alimentación por períodos cortos (6-12 semanas) es suficiente para inducir tumores en animales experimentales (Shirai y cols., 1996; Snyderwine y cols., 1996).

Estos datos indican que los humanos están expuestos a las aminas heterocíclicas en los alimentos de manera continua desde los inicios de la vida, aun en el útero. Se observó que un nivel de grasas en la dieta de 40% de calorías, que es el consumo típico de grasas en muchos países industrializados, tiene un poderoso efecto promotor de aminas heterocíclicas, como PhIP e IQ, sobre el colon en ratas machos y sobre la glándula mamaria en ratas hembras (Snyderwine, 1994; Weisburger y cols., 1995).

que el asado al horno previene el reflujo del goteo pirolizado y produce niveles muy inferiores de estos mutágenos en los alimentos cocinados.

INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

La interpretación de los datos epidemiológicos sobre las carnes cocinadas se hace difícil por la confusión

respecto del papel de la propia carne, de la grasa de origen animal y de la proteína animal. Además, la terminología utilizada para tipos diferentes de métodos de cocción varía alrededor del mundo. En el Japón, “al asar a la brasa” se exponen los alimentos directamente a las llamas o a otras fuentes de calor, en tanto “al asar a la parrilla” se puede utilizar una superficie caliente así como la exposición directa al fuego. El asado a “a la barbacoa” tiene también distintos significados en diferentes partes del mundo, y va desde el asado a la parrilla directamente sobre la llama hasta la cocción lenta cerca del humo de las brasas. Por tanto, los resultados pueden confundir, dado que pueden generarse más compuestos carcinogénicos cuando se utiliza la llama directa.

IMPORTANCIA PARA OTRAS ENFERMEDADES

El asado (a la parrilla) puede recomendarse en el contexto de la prevención de enfermedades cardiovasculares, ya que reduce la cantidad de grasa y de grasa saturada en los productos de origen animal.

EVALUACIÓN

Las pruebas sobre la que se basa esta evaluación se examinan en las secciones pertinentes del capítulo 4.

7.6.1 ASADO (A LA BRASA) Y A LA BARBACOA; FRITOS

Pruebas de aumento del riesgo

CONVINCENTE	PROBABLE	POSIBLE	INSUFICIENTE
		Estómago (carne y pescado asado a la parrilla Colon, recto (carnes y otros alimentos, asados a la parrilla y a la barbacoa, fritos)	Vejiga (diversos alimentos, fritos) y a la barbacoa)

Estómago (4.6). Una pequeña cantidad de estudios epidemiológicos, que han examinado la frecuencia del consumo de alimentos asados a la parrilla, mostró aumentos en el riesgo de cáncer de estómago asociado con el consumo tanto de carnes como de pescados. Un estudio mostró un aumento en la mortalidad por cáncer de estómago asociado con el consumo frecuente de pescado asado a la parrilla. Junto con las pruebas experimentales y las vías biológicas identificadas, estos datos sugieren que el consumo de carnes y pescados asados a la parrilla posiblemente aumente el riesgo de cáncer de estómago. También es razonable plantear que los datos del asado a la parrilla se aplican a algunas formas de asado a la barbacoa.

Las pruebas epidemiológicas, obtenidas de nueve estudios sobre la relación entre el cáncer de estómago y el nivel o la frecuencia de consumo de carnes fritas, pescados fritos y otros alimentos fritos (solos o combinados), son inconsistentes. Al freír carne o pescado se forman aminas heterocíclicas. Sin embargo, no hay datos experimentales que vinculen estos mutágenos con el cáncer gástrico, y no puede establecerse ninguna conclusión.

Colon, recto (4.10). Varios estudios de casos y controles muestran una asociación entre el consumo de alimentos fritos, a la brasa o en salsa y el riesgo de cáncer colorrectal. Se ha demostrado que hay un aumento del riesgo asociado con el consumo de salsas y de carnes bien cocinadas o tostadas. Al reunir las pruebas experimentales y con las vías biológicas posibles, estas pruebas sugieren que el consumo de alimentos cocinados a altas temperaturas posiblemente aumente el riesgo de cáncer colorrectal.

Vejiga (4.18). Un estudio de cohorte y tres de casos y controles sugirieron que el consumo elevado de un grupo de alimentos fritos, entre los que se incluyen hortalizas, pescados, carnes y huevos, podría aumentar el riesgo de cáncer de vejiga, pero los datos hasta el presente son insuficientes.