

## EFECTOS NO ESTOCÁSTICOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

Gimenez Juan Carlos  
Buenos Aires  
Argentina

Efectos no estocásticos son aquellos cuya frecuencia y severidad dependen de la dosis. La frecuencia del efecto tiene una dosis umbral debajo del cual no se produce. La severidad alcanza el umbral en los individuos más susceptibles a una dosis más baja que en otros menos sensibles. Existe un rango de dosis, dentro del cual individuos con distinta sensibilidad alcanzan el mismo umbral de severidad. El 100 % de frecuencia se logra con una dosis suficiente como para producir un dado umbral de severidad en toda la población. Se entiende como dosis umbral a la cantidad de radiación necesaria para provocar el efecto en por lo menos el 1 al 5 % de los individuos expuestos. Por el contrario, se llama dosis de tolerancia a la máxima cantidad de radiación, que un tejido puede soportar sin desarrollar a nivel clínico un efecto no estocástico. Esto no implica la ausencia de efectos de menor severidad, por ejemplo a nivel subclínico.

Los efectos no estocásticos se pueden producir con distintos periodos de latencia, dependiente de la dosis y para una misma dosis del tejido. Se suelen distinguir como efectos tempranos, cuando se detectan en horas, días e incluso semanas y como tardíos no malignos, cuando demoran en aparecer meses o aún años luego de la irradiación.

En general se puede decir que la severidad del efecto depende del número de células dañadas y la dosis umbral de la sensibilidad del detector.

Los efectos no estocásticos sobre piel y mucosas son tal vez los más frecuentes y por ende los más conocidos por los médicos.

La escala de severidad clínica es similar a la correspondiente a las quemaduras térmicas.

La dosis umbral para efectos no estocásticos agudos ENER, en piel para campos de 5 cm de diámetro se han estimado en:

- 3 Gy para depilación
- 5 Gy eritema
- 10 Gy radiodermatitis seca
- 12 Gy radiodermatitis exudativa
- 30 Gy radionecrosis

Cuando el tamaño del campo disminuye, las dosis umbrales aumentan.

La severidad de los efectos dependen de la dosis, energía de la radiación y área expuesta.

El blanco directo del efecto es la capa basal de la epidermis y el indirecto, el vascular a través de la cascada constituida por el aumento de la permeabilidad, proliferación endotelial, trombosis, engrosamiento de la íntima y calcificación.

Un indicador de la evolución de efectos es la detección del sistema primario y secundario, el primero se evidencia el primer o segundo día postirradiación, el secundario al cabo de 2-3 semanas.

Las dosis umbral para ENER por irradiación fraccionadas son más altas, del orden de 50-60 Gy para depilación permanente y de

30 Gy para eritema. Curvas isoefectos permiten estimar la dosis acumulada, para efectos de distinta severidad, conociendo el tiempo en días del fraccionamiento de la dosis. Efectos tardíos, desarrollados en meses o años, comprenden cambios de pigmentación, atrofia de glándulas sebáceas y sudoríparas, fibrosis dérmica.

El hígado es el más radiosensible de los órganos parenquimatosos. Muy poca información se dispone sobre la dosis umbral para ENEA en hígado, la hepatitis por radiación. En animales de laboratorio la dosis umbral por radiación aguda es mayor a 10 Gy. Con 30 Gy sobre todo óvino, por irradiación fraccionada, se puede producir insuficiencia hepática temporaria.

Los efectos agudos se evidencian por depresión en la capacidad de captación de las células de Kupffer.

La secuencia de cambios dependen del daño vascular, a partir de la pérdida del epitelio y espesamiento de la subintima: congestión venosa centrolobular, trombosis, hipertención portal, insuficiencia, ascitis, muerte.

Los efectos no estocásticos en riñón son muy poco frecuentes, aunque es el órgano más radiosensible del tracto urinario. En orden decreciente de radiosensibilidad le siguen la vejiga y los uréteres. Con dosis mayores a los 4 Gy, disminuye el flujo plasmático con impedimentos en la función tubular, luego disminuye también la filtración glomerular.

La dosis umbral que produce nefritis por irradiación fraccionada es de 25 Gy en 5 semanas.

La principal lesión se produce sobre el endotelio del glomérulo que interfiere en la formación de la membrana basal. En los túbulos se observa degeneración con cambios difusos intersticiales, edema en la forma aguda y fibrosis en la crónica. El cuadro clínico de la radionefritis depende de la severidad de la lesión. En las formas agudas, la hipertensión puede ser benigna o maligna, en las crónicas evolucionan hacia la insuficiencia renal con proteinuria, incapacidad para concentrar, etc.

El pulmón es el órgano más radiosensible con jerarquía vital del tórax. La dosis letal 50 por irradiación aguda es de 8 a 10 Gy y de 20-30 Gy por exposición fraccionada en 6-8 semanas. La muerte es la consecuencia de una reacción inflamatoria temprana, radionumonitis o el resultado de fibrosis pulmonar e insuficiencia cardíaca derecha. Se supone que las células blancas son las endoteliales y el neumocito tipo II, que tienen gran capacidad de reparación y limitada de repoblación.

El cristalino es la estructura más radiosensible del ojo y de la exposición de la cabeza. La dosis umbral para efectos agudos es del orden de 2 Gy y de 5,5 Gy para exposición fraccionada.

Con menos de 5 Gy la opacificación del cristalino es estacionaria, mientras que con más de 5 Gy es progresiva hasta impedir la visión.

Con 7,5 Gy en forma aguda y 14 Gy fraccionado, la opacificación del cristalino con impedimento en la visión alcanza

al 100 % de las personas expuestas. Las opacidades son la consecuencia del daño sobre las células del epitelio anterior, éstas y sus productos se acumulan en el polo posterior, donde se pueden detectar inicialmente como opacidades puntuales, para migrar luego hacia el polo anterior.