

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PROTECCION RADIOLOGICA AL PACIENTE DE RADIOTERAPIA

Jaime Isaías Aguirre Ruiz
Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) Lima-Perú
Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) Lima-Perú
e-mail: jiar001@yahoo.com.au

RESUMEN

El análisis de los diversos factores que determinan la forma y precisión con la cual se administra la dosis recibida por un paciente sometido a un tratamiento de radioterapia, sirven de base para determinar la calidad del tratamiento administrado. La protección radiológica en el caso de los pacientes irradiados descansa sobre una buena practica durante los tratamientos impartidos mas que de la limitación de la dosis, se busca incrementar la probabilidad de control tumoral minimizando la probabilidad de daño al tejido normal, para lo cual se requiere del conocimiento de las distintas variables involucradas como son la radio-sensibilidad de los tejidos normal y tumoral, la técnica empleada durante la aplicación de la radioterapia, el control de calidad de los equipos, el entrenamiento, experiencia y grado de competencia del personal medico, es decir el programa íntegro de garantía de calidad implementado en el servicio de radioterapia. El uso racional y adecuado de las radiaciones asegurará la protección radiológica a los pacientes usuarios de un servicio de radioterapia.

PALABRAS CLAVE / Radioterapia / Dosis / Garantía de Calidad / Radioprotección /

Introducción

La Comisión Internacional de Protección Radiológica ICRP en su publicación N° 26 introduce un sistema de limitación de dosis compuesto de tres elementos:

El primero nos indica que toda práctica debe ser adoptada solamente cuando su introducción produce un beneficio neto, la opinión del radioterapeuta que el propósito del tratamiento por radiación tendrá un beneficio neto en el paciente receptor, constituye la justificación. El segundo elemento es la optimización de la protección, en la cual toda exposición será tan baja como razonablemente sea alcanzable, tomando en cuenta factores económicos y sociales, asegurar la dosis adecuada en el tejido enfermo y mantener en el tejido sano la dosis tan baja como razonablemente sea alcanzable, esto implica la optimización del tratamiento en su conjunto, pero esto no es suficiente. El tercer elemento es la limitación de dosis, que en el caso de exposiciones médicas no es aplicable; desde que el benéfico total de la exposición es directamente para el individuo expuesto.

La tarea de proteger al paciente incluye la necesidad de un adecuado entrenamiento medico, correcta opinión clínica, apropiado diseño y uso del equipo que produce la radiación y materiales protectores por el personal, el cual debe estar debidamente entrenado, y cuidadoso registro de los resultados de los tratamientos para que futuros pacientes puedan tener mejores tratamientos.

Método

Principios generales de la radioterapia

La radioterapia es el uso de radiaciones ionizantes en el tratamiento de enfermedades. Una apropiada selección de los diferentes tipos de radiación permite entregar una alta dosis de

radiación en el volumen blanco y alcanzar reducida irradiación fuera de él. El mejor diagnóstico, los mejores métodos de detección, la mejor planificación del tratamiento, el mejor entendimiento de los efectos radiobiológicos en tejido normal y tumoral implicó un incremento en la tasa de supervivencia para tipos severos de cáncer, como también una reducción en la incidencia de complicaciones.

El mecanismo mayoritario por el cual la radiación ionizante causa daño permanente en el tejido vivo es por la inhibición de la habilidad de las células para dividirse y consecuente muerte (Gordon, 1993). Para la mayoría de los tumores y tejido normal, la curva dosis vs respuesta para la probabilidad de control tumoral (PCT) y la probabilidad de complicaciones en el tejido normal (PCTN) tienen una forma sigmoide, según se observa en la Figura 1.

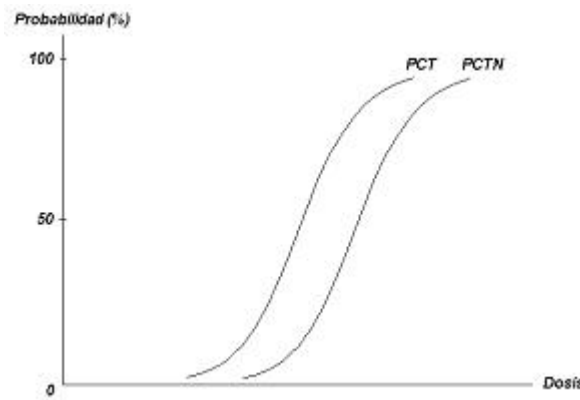


Figura 1. Curvas Dosis vs Respuesta, donde se observa la forma sigmoide de la PCT y PCTN , para tejido animal.

La estrategia es incrementar el control tumoral usando una dosis y un plan de tratamiento con el cual se produce una aceptable incidencia de complicaciones en el tejido normal. Hay que entregar una dosis adecuada en el volumen blanco mientras minimizamos el volumen de tejido normal irradiado directa o indirectamente. El óptimo tratamiento al paciente en radioterapia no implica evitar su exposición a la radiación si no una más sensata aplicación de ésta.

Riesgos para el paciente:

a) Fallo en el control en el inicio de la enfermedad lo cual cuando es maligna es mortal para el paciente.

b) El riesgo del tejido normal por la irradiación.

El nivel aceptable de daño al tejido normal depende del curso natural de la enfermedad sin tratar, de la disponibilidad de modalidades terapéuticas alternativas, y de cuanto de estructura normal puede ser excluida del volumen blanco. También depende de la intención del tratamiento; mayor riesgo de daño puede ser justificable si la intención es la cura del cáncer antes que la paliación de síntomas o tratamiento de enfermedades no malignas. El registro detallado del proceso de diagnóstico, tratamiento, seguimiento será periódicamente revisado para que el resultados de tales tratamientos beneficie a futuros pacientes.

Enfermedades Malignas

La intención de la radioterapia depende del estadio del cáncer, del tipo histológico, de la extensión y difusión del mal en el momento del diagnóstico. El tratamiento para la paliación de síntomas generalmente involucra dosis menores que para tratamientos curativos, y estará asociado a mínimos efectos indirectos. En tratamientos curativos las dosis igualan o exceden el nivel de tolerancia del tejido normal, esto es particularmente importante cuando el tejido normal expuesto es crítico para las funciones del individuo (Venencia, 1999); se debe considerar la dosis total absorbida como también la forma de administración y el fraccionamiento. Una inapropiada administración de la terapia incrementa el riesgo de muerte por la enfermedad o daño innecesario de la radiación.

Enfermedades benignas

Se debe reconocer que el tratamiento de ciertas condiciones benignas con terapia de radiación lleva un pequeño riesgo de subsiguiente carcinogénesis y/o detrimento hereditario, el cual debe ser considerado en contraste al valor potencial del tratamiento del paciente y la

disponibilidad y riesgo de otras formas de tratamiento. En general, la dosis de radiación usadas en tratamientos de enfermedades benignas son más bajas que las usadas en tratamientos malignos.

Terapia de Haces Externos

La máxima importancia para la protección del paciente en radioterapia es la habilidad de entregar reproduciblemente la dosis de radiación especificada en el predeterminado volumen blanco, con la menor dosis en otros tejidos (Verhey, 1995). La calidad total en la radioterapia es una función de la calidad de cada paso en el proceso, incluyendo dosimetría, planificación del tratamiento y administración del mismo.

En la actualidad equipos de diagnóstico por ultrasonido, tomografía computarizada (CT), resonancia magnética (MRI) se utilizan para la localización de tumores y tejido normal en la planificación de tratamientos. El cálculo de la distribución de dosis es el mayor componente de la planificación del tratamiento ya sea por cálculo manual o por computadora. Mientras el paciente es ubicado en posición confortable, se recomienda inmovilizarlo respecto a la máquina de tratamiento; en caso de niños pequeños puede ser necesario sedarlos.

Braquiterapia

La braquiterapia Intracavitaria, inicialmente se empleó para tratamientos de carcinoma de cervix, utilizó fuentes de radio contenidas en tubos de acero con filtración de platino, estas en la actualidad han sido reemplazadas por fuentes selladas de menor riesgo como ^{60}Co , ^{137}Cs o ^{192}Ir . Era práctica común posicionar a la paciente mientras se cargaba la fuente en el aplicador, la exposición del personal durante el posicionamiento ocasiona un apresurado y menos que ideal posicionamiento de la fuente. Este procedimiento está siendo reemplazado por la técnica de carga diferida, en la cual una guía se coloca en la paciente y su posición es determinada por radiografía usando una fuente simulada, sólo cuando la posición es satisfactoria y la paciente está en el cuarto blindado de tratamiento la fuente real será introducida.

En la braquiterapia Intersticial, existe la necesidad de insertar las fuentes directamente en el tumor para entregar una dosis de radiación uniforme al volumen blanco o a su superficie. Para reducir el tiempo de tratamiento de horas o días a minutos, se usa la técnica de carga diferida con fuentes de alta actividad en terapia intracavitaria o intersticial. Estos equipos incluyen medios para indicar la posición de la fuente, los cuales deben ser verificados regularmente para asegurar una operación correcta.

Resultados

La precisión de la dosis entregada varía de acuerdo a las circunstancias, en general hay gran necesidad de detalle en planificación de tratamientos de alta dosis curativa, las cuales se acercan a la tolerancia del tejido normal que para tratamientos paliativos de bajas dosis. Gran exactitud es requerida para tratamiento de dosis altas en regiones adyacentes a tejido crítico normal. La Comisión Internacional en Unidades y Medidas de Radiación ICRU en su reporte N° 24, sugiere que en el transcurso completo de la radioterapia desviaciones del 5% o más en la dosis al tumor puede ser esperadas en el 3-4% de los pacientes, debido a errores en los parámetros de la maquina ya sean aleatorios o sistemáticos, al posicionamiento del paciente y al movimiento de órganos.

La exactitud de la dosis medida depende de la calidad de los instrumentos usados y de la exactitud de su calibración. En radioterapia la dosimetría usada para determinar la dosis en un punto específico permite una exactitud de $\pm 3\%$. Mediciones de dosis en profundidad, factores de cuña y bandeja serán determinados con precisión en el rango de 0,5-2%. En braquiterapia la tasa de dosis por aplicador individual se debe conocer con $\pm 5\%$. El certificado de calibración debe acompañar a cada fuente de braquiterapia, cuando múltiples fuentes pequeñas por ejemplo ^{125}I

son usadas para un implante en un volumen, la actividad total del grupo se debe conocer con \pm 5% y la actividad de las fuentes individuales no debe diferir en más de 15%.

Discusión

Cuando la planificación es hecha a mano se debe tener gran cuidado en la posición correcta de la carta de isodosis, si la computadora es utilizada es esencial que el programa sea suficientemente exacto, que detalles importantes en la distribución de dosis no sean perdidos (Rosenberg et al, 1995), adicionalmente un programa de garantía de calidad debe ser desarrollado para la computadora usada en planificación de tratamientos. Los datos de dosis en profundidad y distribuciones de dosis entregadas por el fabricante no deben ser usados clínicamente sin una confirmación independiente de los valores reales.

Estudios muestran que los volúmenes tumorales determinados con fusión de imágenes de CT y MRI, son en general más exactos; la interpretación de la información y eventual determinación de la extensión y localización del volumen blanco dependen de la experiencia clínica y no se puede expresar cuantitativamente. La planificación de tratamiento para braquiterapia tendrá igual grado de exactitud como en terapia de haces externos; cuando se usa la técnica de carga diferida el cálculo de la dosis será hecha inmediatamente antes de que la fuente sea posicionada en el paciente.

El tiempo de irradiación o unidades de monitor para la dosis prescrita deben ser calculados e independientemente verificados. Cuando alguna desviación de la dosis prescrita ocurre, la magnitud de la desviación debe ser determinada y reportada al radioterapeuta a cargo del paciente, también en braquiterapia si alguna fuente temporal se mueve de su posición, se

reportara al radioterapeuta para que la corrección sea hecha. Un buen programa de garantía de calidad contribuye al mantenimiento de la exactitud requerida para servicios de radioterapia.

Aunque los métodos de entrenamiento para cada tipo de personal de radioterapia difieren, debe enfatizarse que la necesidad no sólo es para el entrenamiento inicial, también incluye la necesidad para continuar el perfeccionamiento y actualización a lo largo de la vida profesional del personal.

Conclusión

De todo lo desarrollado en líneas anteriores se desprende que la protección al paciente en radioterapia, no consiste en evitar la aplicación de la radiación sino más bien en una aplicación más sensata de la radiación, que descansa sobre la garantía de calidad en los procedimientos, técnicas, equipos utilizados y personal que interviene en el proceso total de la radioterapia. El control de cada fase del proceso será la única garantía de la excelencia del tratamiento, para evitar la radiación excesiva que puede acarrear complicaciones e inclusive un segundo maligno, y por otro lado evitar un sub-dosaje que no conduciría a una buena probabilidad de control tumoral.

Referencias

Cunninham, J (1982) *The physics of radiology*. Jhon Wiley. USA. pp. 231-277.

Gordon G, (1993), *Basic Clinical Radiobiology*. European Society for Therapeutic Radiation Oncology (ESTRO). pp. 78-183.

Khan, F (1984) *The Physics of Radiation Therapy*. Williams & Wilkins. Minnesota. pp. 226-470.

OPS (1986), *Control de calidad en radioterapia – Aspectos Clínicos y Físicos*, Publicación Científica N° 499, pp. 87-103.

Rosenberg I, Chu J (1995), *Calculation of monitor units for a linear accelerator with asymmetric jaws*, *Med. Phys.* Vol. 22. pp. 55-60.

Sohn J., et.al. (1995), “*A method for delivering accurate and uniform radiation dosages to the head and neck with asymmetric collimators and a single isocenter*”, *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.* Vol.32.

Venencia D, Arnold G,Zunino S. (1999) “*Utilización de Colimadores Asimétricos en la Irradiación de Tumores de Cabeza y Cuello*”, Instituto Privado de Radioterapia, Córdoba, Argentina.

Verhey L, (1995) *Immobilizing and Positioning Patients for Radiotherapy. Seminars in Radiation Oncology*, Vol. 5, pp. 100-114.