



Aplicaciones de radiocirugía y radioterapia estereotáctica

J. Zeferino Serrano^{1,2}, J.A. Calderón Arenas² y T. Rivera Montalvo²

¹Hospital Central Militar ,Av. Periférico esq. Ejercito Nacional s/n, Colonia Lomas de Sotelo, 11200 México D.F.

² Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional,
Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

Resumen

La radiocirugía estereotáctica se utiliza para el tratamiento de lesiones intracraneales, combina el uso de marcos estereotácticos con la finalidad de disminuir la incertidumbre durante el tratamiento originada por el movimiento del paciente, la irradiación es dirigida con precisión al volumen de tratamiento en una dosis única es un procedimiento terapéutico ambulatorio mínimamente invasivo, la radioterapia estereotáctica difiere de la radiocirugía en virtud que se la dosis de radiación es fraccionada y difiere también del tipo de lesión a tratar para ambas modalidades de tratamiento se requiere de un grupo multidisciplinario en donde interviene médicos neuroradiólogos , médicos neurólogos , médicos radioncólogos , físicos médicos y otros mas. El presente trabajo de tiene como propósito principal realizar la amplia difusión referente a las diversas aplicaciones de radiocirugía y radioterapia estereotáctica así como la de los diversos campos de las ciencias involucrados para tal fin terapéutico.

Introducción

En radiocirugía, se emite una dosis alta de radiación sobre el tejido objeto del blanco, minimizando la dosis del tejido adyacente. Para lograr este efecto, bien sea que se utilice una unidad de isótopos (gamma *knife*) o se utilice fotones producidos mediante aceleradores lineales, la energía aplicada sobre el blanco, es producto de la sumatoria de múltiples haces de radiación en distintos puntos de entrada en el cráneo enfocados en un punto convergente llamado isocentro[1]. Tanto los rayos X emitidos por el acelerador lineal, como los rayos gamma del Co60, son fotones; la diferencia entre ambos es la fuente de origen. Mientras los rayos gamma provienen del núcleo del Co60, el acelerador lineal produce fotones a través de una fuente de poder que energiza un filamento, éste emite electrones que son acelerados y dirigidos hacia un metal pesado donde se produce una colisión, de allí, parte de la energía se pierde en forma de calor y el resto resulta en la producción de fotones. Estos fotones, denominados rayos X, son producidos en un espectro variable de energía, dependiendo del acelerador lineal; así, la energía efectiva corresponde a un tercio de la energía máxima del acelerador lineal.

Aplicaciones clínicas más frecuentes

Malformaciones arteriovenosas cerebrales. Las MAV son lesiones congénitas potencialmente peligrosas, caracterizadas por la ausencia de capilares .La historia natural de MAV en pacientes no tratados muestra un riesgo de sangrado anual de

3,9% una morbilidad de 2,4% y una mortalidad de 1% [2]. El riesgo de sangramiento es mayor en MAV que han sagrado previamente. El objetivo del tratamiento, es la eliminación de la MAV, con verificación angiográfica.

Meningiomas El tratamiento ideal de estos tumores benignos consiste en su extirpación quirúrgica completa incluyendo la base de su implantación. Sin embargo, la localización de estos tumores cercana a estructuras vasculares o nerviosas, le confieren un elevado riesgo quirúrgico, de allí que meningiomas del seno longitudinal superior, del seno cavernoso, del clivus son localizaciones que dificultan una extirpación total, aún en manos expertas.

Aunque la radioterapia convencional pareciera mejorar la historia natural de los meningiomas parcialmente extirpados, la reducción del tamaño del tumor es un hecho poco frecuente. La radiocirugía entonces, ofrece 2 grandes ventajas: la aplicación de altas dosis de radiaciones en una sola sesión favorece el efecto radiobiológico del tratamiento y la reducción significativa del volumen de cerebro normal irradiado. Importantes estudios de meningiomas tratados con radiocirugía , revelan reducción del volumen tumoral en 63% de los casos, control del tamaño en 32% y crecimiento en 5% de los casos. Otros estudios, (47,48,52,96) muestran disminución del volumen entre 20% y 70%, con un control local entre 95% a 100%.

Neurinomas del acústico El neurinoma del acústico representa un 10% de los tumores intracraneales benignos. Resulta de una proliferación anormal de las células, originadas en la capa mielinizada de la porción vestibular del VIII par craneal. Se observa algo más frecuentemente en la población femenina, alrededor de los 50 años de edad y puede ser bilateral en pacientes con neurofibromatosis tipo II.

Metástasis cerebrales La sobrevida de pacientes con MT cerebral no tratada, es de aproximadamente 1 mes. Mac Donell, reportó un aumento promedio de la sobrevida a 2 meses, con el uso de esteroides como terapia única. El grupo de radiación terapéutica oncológica y Diesner analizaron el efecto de la radioterapia convencional bajo distintos esquemas de fraccionamiento en pacientes con metástasis cerebral, encontrando: a. aumento de la sobrevida entre 15 y 21 semanas, (lo cual representa una pequeña mejoría en relación al uso único de esteroides); b. efectividad similar, con el uso de 30 Gy en 10 fracciones o con utilización de dosis mayores. Sobre la base de estos estudios, se estandarizó el tratamiento de pacientes con MT cerebral al uso de radioterapia fraccionada externa con una dosis de 30 Gy aplicadas en 10 sesiones. No obstante, bajo este esquema, del 30% al 50% de los pacientes fallecen por deterioro neurológico sucesivo, de



allí que es preciso lograr un mejor control de la enfermedad cerebral que permita mejorar la sobrevivencia de estos pacientes.

Planeación del tratamiento

Es un procedimiento complejo que requiere un estricto control de calidad en todos sus pasos.

- En el caso de radiocirugía estereotáctica se coloca en la cabeza del paciente, un marco cefálico compatibles con los equipos de TAC o de RMN disponibles. En el caso de la Radioterapia estereotáctica la inmovilización se hace con un marco no invasivo o con una mascarilla termoplástica, para poder administrar el número necesario de sesiones. Estos dispositivos tienen la triple función de fijar al paciente, servir de referencia para localizar la lesión y las estructuras vecinas y para alinear las coordenadas del equipo de tratamiento.
- Con las imágenes de la TAC y de la RMN, o bien con la fusión de ambas se hace la localización y la medición estereotáctica del volumen blanco y del volumen por tratar, que incluye las estructuras y órganos vecinos en riesgo de sufrir lesión, que en el caso de la hipófisis son el quiasma óptico y el hipotálamo.
- Se localizan el o los isocentros que serán punto de convergencia de los haces de radiación. Cuando el volumen blanco es esférico se usan por lo general varios arcos concéntricos con un isocentro, cuando el volumen blanco es irregular se usan varios isocentros. Hay opciones especiales para ajustar la dosis al volumen blanco seleccionado.
- Con los programas de planeación de tratamientos dedicados a estas técnicas se hace al cálculo tridimensional de las curvas de isodosis y los histogramas de las dosis que reciben los volúmenes por tratar
- Se verifican todas las coordenadas espaciales del plan de tratamiento.
- Y por último se imparte el tratamiento bajo la vigilancia estricta en cada momento por el físico médico, el médico Radio oncólogo y el personal Técnico radioterapeuta.^{9-11[3]}

Personal profesionalista involucrado en el tratamiento

Médico neurocirujano. Su función principal es definir y diseñar un plan de tratamiento que considere la neuroanatomía, neurofisiología y radiobiología de las lesiones y tejidos sanos, en conjunto con el radioterapeuta, neurorradiólogo y físico médico, con especial interés en el análisis de todas las opciones de tratamiento sobre una base del estudio de los riesgos y beneficios para cada paciente en particular, debiendo quedar perfectamente explicado, en el consentimiento informado, las expectativas de éxito y eventuales complicaciones^[3].

Médico radioterapeuta. La función del médico radioterapeuta es discutir el caso clínico con el resto del grupo de profesionales de radiocirugía, indicar la dosis al volumen objetivo y las dosis máximas a estructuras críticas, dependiendo del diagnóstico, volumen de tratamiento y localización. Deberá discutir con el neurocirujano y el físico médico la distribución de la dosis para obtener el tratamiento óptimo.

Médico Neurorradiólogo. Participa en las técnicas de radiocirugía, con la interpretación anatómica de las imágenes de rayos X, tomografía axial, angiografía cerebral y resonancia magnética requerido para administrar un tratamiento de radiocirugía, se requiere que el neurorradiólogo esté familiarizado con la definición espacial (estereotáctica) de los objetivos donde se ha de aplicar la radiación, así como profundos conocimientos de anatomía de las estructuras sanas que rodean el objetivo de tratamiento.

Físico médico. La función del físico médico inicia desde la aceptación del sistema de radiocirugía después de su instalación y la caracterización de los haces de radiación para la configuración del sistema de planeación. Deberá desarrollar e implementar el programa de garantía de calidad que incluye verificaciones periódicas del equipo de radiocirugía del sistema de planeación y la calibración radiológica completa. Durante los tratamientos, el físico deberá estar presente durante todo el procedimiento y vigilar los parámetros que pudieran afectar la exactitud del tratamiento: mediciones del contorno craneal, distorsión de imágenes, definición de las imágenes en el espacio estereotáctico y parámetros de tratamiento. Deberá participar con los médicos neurocirujanos y radioterapeutas en la planeación del tratamiento y la revisión final del mismo.

Técnico radioterapeuta La función del técnico radioterapeuta será la de colaborar con el físico médico durante las verificaciones necesarias al equipo de radiocirugía previas al tratamiento de acuerdo con la modalidad y participar durante los tratamientos en la operación general del equipo.

Personal de enfermería Sus funciones consistirán en proveer el apoyo, medicamentos y equipos necesarios durante la colocación del marco estereotáctico; realizar la parte asistencial y preventiva que el paciente requiere durante todo el procedimiento.

Conclusiones

Actualmente en el campo de neurocirugía, la radiocirugía como la radioterapia estereotáctica son totalmente indispensables para el tratamiento en diversas aplicaciones como la neurocirugía vascular, tumoral, funcional y cirugía extracraneal como lesiones en la médula espinal y afecciones cancerígenas en pulmón y otras aplicaciones más. Es imprescindible contar un grupo interdisciplinario de profesionistas totalmente capacitados y entrenados en cada una de sus áreas científicas a fin de que la radiocirugía y radioterapia estereotáctica continúen su desarrollo como recurso terapéutico en beneficio de los pacientes.

Referencias

- [1] I. Feuerberg, *Radiocirugía estereotáctica y su aplicación en las enfermedades cerebrales*, Gaceta Médica (Caracas 2001).
- [2] S. L. Ondra, H. Troupp, H. George, E. D. Schawab, K. *The natural history of symptomatic arteriovenous malformations of the brain*: J Neurosurg (1991.)
- [3] R. Valle R., P. Rojas C. J. Ortiz R., *Radiocirugía y radioterapia estereotáctica. Lineamientos del Colegio Mexicano de Cirugía Neurológica*. (México 2004).