

Applied Radiobiology

Continuous Irradiation and Brachytherapy

David R. Wigg
Medical Physics Publishing
Madison (Wisconsin), 2008

No es ni el lugar ni el momento para hacer un homenaje a los libros; debo contar, sin embargo, mi gran satisfacción cuando encontré el libro que buscaba, no sabiendo de antemano ni el título ni el autor. Me movían los aspectos radiobiológicos en braquiterapia. Dos motivos justifican esta búsqueda: el primero que, después de media vida profesional dedicada a la dosimetría en braquiterapia, consideré que había llegado el momento de ordenar en mi cabeza la multitud de modalidades de tratamiento que aparecen en la experiencia clínica diaria; el segundo fue fruto del análisis del módulo de braquiterapia en los cursos de Baeza. Según el director y los profesores, el módulo necesitaba completarse en ese aspecto. Disponía de la información actual e inmediata de lo que se publica, pero me faltaba una perspectiva amplia del tema. Necesitaba la explicación y recogida fenomenológica de las diferentes modalidades de tratamiento, la gran influencia de la tasa de dosis absorbida en los efectos biológicos sobre los tejidos según las modalidades y fraccionamientos; la utilización de los múltiples modelos matemáticos para guiar, más que predecir, posibles efectos. Analizar desde el punto de vista radiobiológico los implantes de alta tasa, los temporales y los permanentes. Por último, considerar qué puntos específicos en la aplicación clínica de la radiobiología en braquiterapia están por completar, explicar y desarrollar.

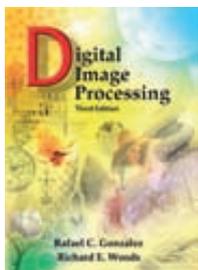
El libro cumple gran parte de mis objetivos. En el prólogo, Jack F. Fowler dice que los dos primeros capítulos clarifican y aportan luz a muchos aspectos de los modelos radiobiológicos confusos o ignorados por otros autores. Insiste Fowler que en el libro aparece la constante pugna entre alta tasa y baja tasa, y su reflejo en la pérdida de ganancia terapéutica. Finaliza el prólogo recordando que la braquiterapia sigue vigente y funciona bien, aunque necesita modelización; que está compitiendo poco a poco con la apoteosis tecnológica de la IMRT, la Tomoterapia[®], la CyberKnife[®] y los haces de protones o de partículas pesadas. Los citados capítulos 1 y 2 recogen además la historia de la braquiterapia, la relación entre fraccionamiento y dosis biológica efectiva, las similitudes y diferencias entre la radiación continua y la fraccionada, la reparación celular en alta tasa de dosis (HDR) y en baja

tasa de dosis, diferentes interpretaciones del periodo de reparación celular. Asimismo recogen el modo de predecir el efecto biológico cuando la reparación celular es incompleta y los modelos de ganancia terapéutica para irradiación continua con baja tasa de dosis y fraccionada con alta tasa de dosis. El capítulo 3 se dedica al resurgir de los tratamientos de semillas en el tumor de próstata con implantes permanentes (con ¹²⁵I, con ¹⁰³Pd y con ¹³¹Cs). Propone modelos para explorar los efectos en los implantes permanentes e incluye el efecto radiobiológico (RBE), habitualmente ignorado, que se produce cuando, por decaimiento radiactivo de la fuente, la tasa de dosis absorbida es muy baja. El capítulo 4 considera la enfermedad subclínica y los tumores pequeños que presentan características biológicas especiales y que son relevantes en braquiterapia, introduce la dosis necesaria para tratar adecuadamente la enfermedad subclínica y muestra la importancia de no subestimar el *clinical target volumen* (CTV). En el capítulo 5 explora los efectos de la no homogeneidad de la dosis absorbida; describe el concepto de dosis uniforme equivalente (EUD) y los modelos de dosis uniforme generalizada (gEUD). En el capítulo 6 explora la variación de los efectos biológicos, no sólo con la dosis absorbida sino también con la arquitectura de los tejidos y los tumores irradiados, revisando modelos y conceptos tales como volumen crítico y elementos críticos. Por último, el capítulo 7 examina un tema extraordinariamente interesante: los puntos calientes y fríos en la distribución de dosis absorbida cuando ésta no es homogénea, en especial en el carcinoma de próstata, para el que considera cómo dependen de la distribución volumétrica de estos puntos las predicciones de la braquiterapia. Se recogen trabajos de nuestra compañera Sanchez-Nieto en radioterapia externa respecto al modelo Delta-TCP, resaltando la necesidad de prestar mucha atención a estos puntos y en especial lo peligroso que resultan los puntos fríos. En este terreno hay mucho por hacer. Acompaña al libro un disco compacto con todos los modelos matemáticos utilizados. El capítulo 8 es una guía de usuario de dicho software. Los excelentes apéndices enumeran las expresiones matemáticas utilizadas en los modelos. En ellos se recogen en tablas los diferentes parámetros radiobiológicos de los tumores y de los tejidos sanos.

Como dice Bleddyn Jones, este libro es un faro que nos puede evitar algunas noches en vela y ayudarnos a conseguir mejores resultados en los tratamientos con pacientes, sin olvidar nunca que en medicina las expresiones matemáticas pueden producir adicción.

Vicente Crispín Contreras

Instituto Valenciano de Oncología, Valencia



Digital Image Processing

3ª edición

Rafael C. Gonzalez y Richard E. Woods

Prentice Hall, Pearson Education, Inc.
New Jersey, 2008

Estamos ante un referente obligado en el campo del procesado digital de imágenes. Es además, un texto escrito con clara vocación académica; según sus propios autores, cada edición pretende incorporar no sólo las nuevas técnicas sino también los cambios que demanda la comunidad educativa. La edición actual es la tercera con Gonzalez y Woods como autores pero la quinta desde la inicial de Gonzalez y Wintz en 1977.

Antes de comenzar debo señalar que, aunque se utilizan muchas imágenes médicas como ejemplos para ilustrar las diferentes técnicas, no se trata de un libro específico sobre el procesado de la imagen médica. Las herramientas propuestas son generales, aplicables a cualquier imagen.

A lo largo de 12 capítulos se presentan los conceptos básicos y las técnicas más habituales utilizadas en el tratamiento digital de la imagen. Los capítulos 1 y 2 introducen aspectos básicos concernientes a la representación, muestreo, cuantización y manejo de matrices y presentan ejemplos de dónde se utiliza el procesado de imagen. El capítulo 3 se centra en las transformaciones de la imagen en el dominio espacial e incluye un apartado sobre aplicaciones de técnicas de lógica difusa. El capítulo 4 es una introducción a la teoría de Fourier haciendo hincapié en la transformada discreta de Fourier y el filtrado en el espacio de frecuencias. Resulta algo escasa para los lectores más avanzados pero adecuada para los que se inician. El capítulo 5 trata las técnicas de restauración de imágenes, fundamentalmente filtros para enfocar la imagen y reducir el ruido. El último apartado del capítulo se dedica al problema de reconstruir una imagen a partir de una serie de proyecciones, centrándose en la tomografía computarizada como aplicación práctica. El capítulo 6 introduce los espacios de color y algunas transformaciones básicas. Llama la atención la ubicación de este capítulo en la parte central del libro pues, en realidad, queda aislado del resto de capítulos donde sólo se trabaja con imágenes en niveles de gris. El capítulo 7 expone el desarrollo matemático de la teoría de las *wavelets* desde un enfoque de múltiples escalas de resolución. Aunque es uno de los capítulos más teóricos del libro, presenta ejemplos de su aplicación a la detección de bordes y a la reducción de ruido. En el capítulo 8 se da otro ejemplo de su uso en la compresión de imágenes junto con el resto de métodos de compresión estándar para fotografías y video. Los capítulos finales están relacionados con la visión artificial y el reconocimiento de patrones: el capítulo 9 propone métodos de procesado morfológico de imágenes; el capítulo 10 plantea las bases de la segmentación de imágenes y el capítulo 11 incide en cómo representar y describir los

objetos presentes en la imagen para que sirvan de entrada en un sistema de inteligencia artificial. Finalmente, el capítulo 12 aborda el tema del reconocimiento de objetos tanto desde una aproximación basada en la teoría de la decisión como con procedimientos estructurales.

Como puede apreciarse, los autores recorren la mayoría de los tópicos de la disciplina. No obstante, se echa en falta un capítulo dedicado al registro y fusión de imágenes.

El desarrollo de los temas sigue una óptica de ingeniería aplicada más que un enfoque puramente teórico. Queda patente la larga trayectoria profesional y empresarial de los autores en este campo así como su acreditada experiencia docente.

El tratamiento matemático es correcto pero no exhaustivo: las ecuaciones se introducen de modo intuitivo a partir de ejemplos y situaciones particulares huyendo de un formalismo matemático riguroso. Los métodos se explican paso a paso teniendo muy presente su implementación, en muchos casos con diagramas de bloques, por lo que resulta relativamente sencillo trasladarlos a un código de programación. Sin embargo, no hay ningún ejemplo de esta programación.

Al final de cada capítulo se proponen numerosos ejercicios y se dan abundantes referencias bibliográficas para profundizar tanto en el desarrollo matemático de los temas como en sus aplicaciones prácticas e incluso para poder encuadrarlos dentro de un marco histórico.

Quiero destacar que el texto se complementa con una página web: <http://www.imageprocessingplace.com>. Contiene mucha información de acceso libre: diapositivas con las imágenes y tablas del texto, varios tutoriales sobre procesado de imagen y enlaces a otras páginas, software y bases de datos con imágenes. Aconsejo su visita aunque no se disponga del libro.

Finalmente quiero comentar que estos mismos autores, junto con Steven L. Eddins, han escrito también "Digital Image Processing using MATLAB" (2ª edición, Gatesmark Publishing, 2009, 827 páginas, \$139.95). Este segundo libro sigue prácticamente el mismo índice de temas pero en él sólo se presentan las ecuaciones básicas sin extenderse en su explicación y se hace hincapié en su implementación práctica en MATLAB (The MathWorks, Inc.). Es un libro de menor carácter docente y más de "recetas", que puede resultar útil para aquéllos que ya conocen los conceptos teóricos o sólo buscan resultar cómo programar un filtro particular.

En resumen, "Digital Image Processing" es un libro de referencia y consulta rápida que recomiendo sin reservas para todo aquél que se adentra en el campo de la manipulación de la imagen digital y quiere conocer sus fundamentos. Resulta muy aconsejable también para complementar la biblioteca de las unidades docentes de radiofísica hospitalaria. Sin embargo, en el trabajo diario habitualmente estamos más preocupados por la implementación puntual de un determinado filtro en un programa más general y, en este contexto, "Digital Image Processing using MATLAB" resulta más aconsejable.

Manuel José Buades Forner

Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia



International Journal of Radiation Oncology Biology - Physics

Quantitative Analyses of Normal Tissue
Effects in the Clinic (QUANTEC)

Volume 76, Issue 3, Supplement
(1 de marzo de 2010)

En un suplemento especial que acaba de publicarse en la International Journal of Radiation Oncology, Biology and Physics, han aparecido los primeros resultados del proyecto QUANTEC. Esta revisión recopila la información disponible sobre las relaciones dosis-volumen-respuesta para un buen número de órganos; uno de sus principales objetivos es que el compendio sea aplicable en la práctica clínica. A pesar de sus limitaciones, los datos y la nueva información suponen un avance que puede mejorar el proceso de planificación en radioterapia.

El QUANTEC Steering Committee se formó estimulado por una propuesta del Science Council of the American Association of Physicists in Medicine (AAPM) para actualizar los datos de Emami et al. (1991). Este comité planteó tres propósitos para el proyecto:

1. Proporcionar una visión crítica del conocimiento actual sobre los datos de dosis-respuesta y las relaciones dosis-volumen para efectos finales relevantes del tejido sano.
2. Producir una guía práctica que permita a los clínicos catalogar razonablemente (aunque no necesariamente de manera precisa) el riesgo de toxicidad basándose en los parámetros de dosis-volumen o en los resultados de los modelos.
3. Identificar líneas de investigación futuras que ayuden a mejorar la estimación de los riesgos o la mitigación de los efectos precoces y tardíos de la radioterapia.

En octubre de 2007, en Madison (Wisconsin), se realizó un taller inicial con cincuenta y siete invitados de Norteamérica y Europa auspiciado por la AAPM y por la American Society for Therapeutic Radiation Oncology (ASTRO). El resultado principal de este taller fue la formación de un conjunto de grupos de trabajo encargados de revisar los datos cuantitativos sobre las relaciones dosis-volumen para cada localización, así como grupos que produjesen trabajos sobre las posibles líneas de investigación en este campo. Los resultados de ese esfuerzo se presentan en parte en este número especial de la "revista roja".

Este número especial se organiza en tres secciones: en la sección de introducción, compuesta por tres artículos, se hace una presentación del material, se muestra la historia del proyecto QUANTEC y se indica el modo en que puede incorporarse la nueva información a la práctica clínica. A continuación, en la segunda sección, se presentan dieciséis artículos que contienen un extenso conjunto de datos para sendos órganos, que los autores han elegido por su

importancia clínica y por la existencia de publicaciones significativas sobre ellos. Para ayudar al lector, cada artículo se ha organizado de una manera fija en 10 secciones: (1) significación clínica, (2) *endpoints*, (3) definición de volúmenes, (4) datos de dosis-volumen, (5) factores que afectan al riesgo, (6) modelos matemáticos y biológicos, (7) situaciones especiales, (8) límites dosis-volumen recomendados, (9) estudios de toxicidad y (10) grados de toxicidad. Por último, existe una sección que incluye cinco artículos, llamados "*vision papers*", que tratan sobre cuestiones que merecen un estudio adicional, como el registro uniforme de datos completos (en particular sobre la distribución de la dosis absorbida) y la difusión de la costumbre de compartirlos.

Aunque el progreso ha sido sustancial, la investigación en las dos décadas pasadas ha tenido limitaciones. Si bien las mejores estimaciones de los parámetros de dosis-volumen pueden, en la mayoría de situaciones, basarse ahora en los datos empíricos (en contraste con los valores de consenso propuestos por Emami et al.), carecemos todavía de una verdadera estimación de la incertidumbre de esos parámetros en la mayoría de los casos.

Por otra parte, las revisiones de QUANTEC han mostrado la limitada precisión de los modelos de predicción de riesgo existentes. Aún tienen que resolverse varios problemas relevantes, como la insuficiente potencia estadística debida al pequeño número de registros de incidencia y el desconocimiento de la distribución completa de la dosis absorbida (los detalles de las regiones irradiadas son importantes tanto para los tejidos sanos como para los tumores). Por último hoy es casi imposible reexaminar los antiguos trabajos publicados, porque los datos con los que se realizaron se han perdido (en algunos casos debido a que los medios que los contienen han quedado obsoletos y no pueden leerse con los sistemas modernos).

Una aspiración que tienen los participantes del proyecto QUANTEC es que algunas de las tablas, gráficas y modelos que presentan en el compendio sean exhibidos en las salas de trabajo, las áreas de planificación y las consultas de radioterapia, como pasa ahora con las tablas de Emami et al. (1991) y pasó, en su momento, con las de Rubin y Casarett (1972).

Como sucede con muchos de los logros científicos que más excitan nuestra filantropía, la generosidad para compartir datos y descubrimientos ha sido fundamental para que dispongamos de esta nueva fuente. Los resultados de nuestro trabajo, más o menos modestos, pueden ser importantes para acrecentar el caudal de estos conocimientos que tanto necesitamos; extendamos la cultura que nos lleva a compartir nuestros datos como profesionales, autores o personas implicadas en el proceso de edición de publicaciones científicas (y que nos exige un esfuerzo para registrarlos adecuadamente con criterios comunes). De este modo quizás no tengamos que esperar otros diecinueve años hasta disponer de mejores "tablas de tolerancia".

Damián Guirado Llorente

Hospital Universitario San Cecilio. Granada.