



## RadCalc de LAP:

### MÓDULO MONTECARLO DE CÁLCULO SECUNDARIO

Los algoritmos Montecarlo se recomiendan por los TG 219 y TG 101 en Física Médica para la verificación de unidades monitor (UM) y para el cálculo de transporte de fotones y electrones. RadCalc es el software de cálculo secundario de LAP que tiene disponible un módulo Montecarlo.





En este artículo exploramos los métodos Montecarlo y su aplicación en física médica. Además, presentamos el módulo Montecarlo del **software de control de calidad 3D RadCalc de LAP**. Aplicaciones Tecnológicas S.A. es distribuidor exclusivo en España de las soluciones de radioterapia de LAP.

## Métodos Montecarlo: cómo se aplican en física médica

En realidad, no existe un único método Montecarlo, sino que el término agrupa muchas técnicas específicas que tienen en común la aplicación de las leyes del azar.

Los métodos Montecarlo se emplean para tratar problemas que implican procesos estadísticos. Por eso, son muy útiles en física médica dada la naturaleza estocástica de la emisión, transporte y detección de radiación. Así, se usan para simular estos procesos y para cuantificar parámetros físicos que son difíciles, o incluso imposibles, de calcular a través de medidas experimentales[1]. Cabe destacar que millones de personas se han beneficiado de la aplicación de los cálculos Montecarlo en medicina.

En el contexto del transporte de radiación, las técnicas Montecarlo son aquellas que simulan las trayectorias aleatorias de las partículas individuales mediante el uso de números (pseudo)aleatorios generados por la máquina. De esta manera, pueden muestrear a partir de las distribuciones de probabilidad que gobiernan los procesos físicos implicados. A través de la simulación de un gran número de historias, se pueden recoger datos de los valores medios de las cantidades macroscópicas. Además, se obtiene información sobre las fluctuaciones estadísticas de tipos específicos de eventos[2].

La diferencia principal de método entre los algoritmos tradicionales basados en modelos frente a los algoritmos

Montecarlo es que los primeros realizan una aproximación analítica mientras que los segundos simulan de forma aleatoria el transporte de partículas a partir de unos principios iniciales. Los algoritmos basados en modelos tienen una exactitud limitada debido a la geometría irregular del paciente y la heterogeneidad del medio. En cambio, los algoritmos Montecarlo obtienen una dosis exacta en estas mismas condiciones[3].

Debido a la creciente complejidad de los planes de radioterapia, los grupos de trabajo de la American Association of Physicists in Medicine (AAPM) TG 101[4] y 219[5] recomiendan los métodos Montecarlo, en especial para circunstancias exigentes, como las lesiones de pequeño tamaño rodeadas por completo por un medio de baja densidad.

La principal limitación práctica de los métodos Montecarlo es la alta demanda de potencia computacional. Estos algoritmos suelen ser lentos debido a la simulación de millones de partículas para reducir el ruido estadístico de la aleatoriedad. Por eso, hasta ahora el reto era encontrar el equilibrio entre la exactitud y la eficiencia. Sin embargo, cada vez hay disponible mayor potencia de computación que posibilita reducir el tiempo de cálculo sin dejar de simular geometrías realistas[3]. En esta corriente se sitúa el módulo Montecarlo de RadCalc de LAP.





## Módulo Montecarlo de RadCalc (LAP)

Los métodos Montecarlo modernos no solo se benefician de la mayor potencia de computación disponible, sino de las técnicas de reducción de varianza. La técnica DBS (Directional Bremsstrahlung Splitting) se basa en el transporte de los fotones que contribuirán al campo útil de radiación.

Esta metodología empleada por RadCalc minimiza el tiempo de computación de dosis mientras mantiene una exactitud sin precedentes.

Además, el módulo Montecarlo de RadCalc utiliza el algoritmo Montecarlo más establecido (BEAMrnc). Realiza el modelado personalizado del haz a partir de un proceso automatizado de puesta en marcha del haz y de los datos medidos por los usuarios. Las geometrías estándar del haz se pueden revisar y analizar con facilidad dentro de la misma interfaz de usuario durante el proceso de puesta en marcha.

El algoritmo Montecarlo de RadCalc ofrece ventajas en el cálculo de volumen de dosis para casos pequeños heterogéneos y para planes altamente modulados con gradientes de elevada dosis donde es crítico evitar irradiar los tejidos sanos.

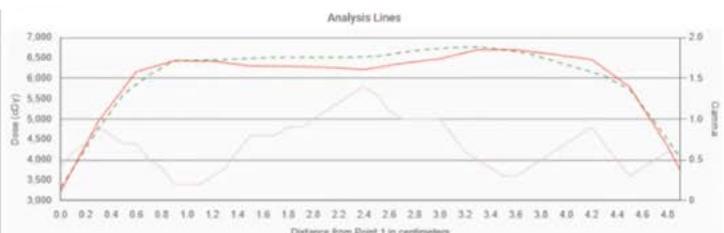
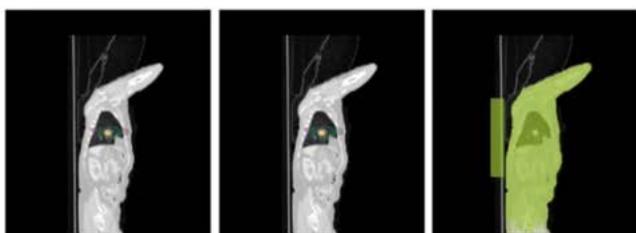
La velocidad de cálculo del módulo Montecarlo se encuentra entre los 3-10 minutos para la mayoría de casos, sin depender de la técnica de administración. En cambio, esta velocidad de cálculo se ve afectada por el tamaño medio de las aperturas del multiláminas y del volumen objetivo.

Además del módulo Montecarlo[6], RadCalc también dispone de módulo basado en algoritmo de superposición de cono (Collapsed Cone Convolution Superposition)[7]. Ambos proporcionan una verificación de volumen de dosis 3D rápida, fácil y exacta para la mayoría de planificadores del mercado.

RadCalc es la solución de LAP para el control de calidad 3D completo y centrado en el paciente. Sus algoritmos de los módulos Collapsed Cone y Montecarlo (BEAMrnc) permiten solventar las necesidades de verificación independiente de dosis. Además, dispone de una solución de dosimetría EPID para el control de calidad pretratamiento sin necesidad de maniqués. De esta forma, posibilita la dosimetría in vivo como soporte de decisión offline para cada paciente.

Por otra parte, el módulo de braquiterapia computa un mapa de dosis 3D independiente para el control de calidad del TPS. Asimismo, RadCalc cuenta con análisis de DVH y Gamma y documentación de dosis de punto. Gracias a estas herramientas de evaluación, RadCalc puede alertar cuando los planes no cumplen los criterios predefinidos de aceptación de análisis gamma y comprueba si se cumplen los objetivos de DVH para las estructuras críticas.

RadCalc de LAP proporciona un proceso totalmente automatizado para la rutina de control de calidad centrada en el paciente. Si desea más información sobre el software de cálculo Montecarlo independiente RadCalc de LAP, puede contactar con nuestros expertos en [este enlace](#).





**Referencias**

1. H. Zaidi, 'Relevance of accurate Monte Carlo modeling in nuclear medical imaging', Med. Phys., vol. 26, no. 4, pp. 574–608, Apr. 1999.
2. D. W. O. Rogers and A. F. Bielajew, 'Monte Carlo techniques of electron and photon transport for radiation dosimetry', in The Dosimetry of Ionizing Radiation, Elsevier, 1990, pp. 427–539.
3. A. Darafsheh, Radiation Therapy Dosimetry: A Practical Handbook. CRC Press, 2021.
4. S. H. Benedict et al., 'Stereotactic body radiation therapy: the report of AAPM Task Group 101', Med. Phys., vol. 37, no. 8, pp. 4078–4101, Aug. 2010.
5. T. C. Zhu et al., 'Report of AAPM Task Group 219 on independent calculation-based dose/MU verification for IMRT', Med. Phys., vol. 48, no. 10, pp. e808–e829, Oct. 2021.
6. S. Giada et al., 'Tuning and validation of the new RadCalc 3d Monte Carlo based pre-treatment plan verification tool', J. Mech. Med. Biol., May 2023.
7. N. Richmond, K. Chester, and S. Manley, 'Evaluation of the RadCalc collapsed cone dose calculation algorithm against measured data', Med. Dosim., vol. 48, no. 4, pp. 216–224, May 2023.

**Para profundizar más:**

RadCald, de LAP ([www.lap-laser.com](http://www.lap-laser.com))

