

Efeitos de heterogeneidades em distribuições de doses: Simulação Monte Carlo vs. Algoritmos de cálculo

Cristiano Reis; Laura E. Silva; Saulo S. Fortes; Leonardo Peres

Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA)

Praça da Cruz Vermelha, 20230-130, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Introdução: O presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho de algoritmos de cálculo de dose utilizados em sistemas de planejamento de tratamento em radioterapia, em regiões de heterogeneidades.

Métodos: Simulações Monte Carlo (MC) com o código PENELOPE foram utilizadas tanto para a validação de um espectro de 6 MV do acelerador linear Trilogy VARIAN quanto para comparação com as doses calculadas pelos algoritmos de cálculo Pencil Beam Convolution (PBC), Analytical Anisotropy Algorithm (AAA) e Acuros XB do sistema de planejamento de tratamento Eclipse (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA). Curvas de dose relativa em profundidade foram calculadas em fantomas heterogêneos com camadas de 5 cm de espessura de materiais equivalentes a osso (1.8 g/cm^3 ou 1488 HU) e pulmão (0.3 g/cm^3 ou -678 HU) localizadas a 5 cm de profundidade em água.

Resultados e Discussões: Comparação de curvas de porcentagem de dose em profundidade (%dd) calculadas por Monte Carlo mostrou concordância dentro de 1,6% com a respectiva curva de %dd clínica. Máxima diferença entre os resultados calculados neste trabalho e dados de Monte Carlo da literatura são de 0,4% em relação à máxima dose após a região de buildup. Análise das curvas de dose relativa em profundidade na interface água-osso mostra que os algoritmos PBC e AAA apresentam os maiores desvios em relação aos valores calculados por Monte Carlo ($u_{MC}=0,93\%$) com máximas diferenças de 4,2% e 3,8% em relação à máxima dose respectivamente. Dentre os três algoritmos investigados, o Acuros apresentou a melhor concordância com os dados obtidos por Monte Carlo com máxima diferença de 1,6% em relação à máxima dose. Cálculos para a interface água-pulmão mostraram concordância com Monte Carlo ($u_{MC}=1,1\%$) dentro de 2%, 1,7% e 0,5% para os algoritmos PBC, AAA e Acuros respectivamente.

Conclusões: Os resultados apresentados nesse estudo mostram que o algoritmo de cálculo de dose Acuros apresenta a melhor concordância com dados de simulação Monte Carlo com compatível exatidão para a modelagem da deposição de dose especialmente em regiões onde o equilíbrio eletrônico de partículas carregadas não se mantém, tais como na presença de heterogeneidades. Entretanto, tanto o AAA quanto o PBC podem exibir concordância razoável com resultados obtidos por Monte Carlo para campos padrões (maiores que 3 cm x 3 cm) usados em radioterapia.