

# ***Áp dụng các kỹ thuật giảm phương sai trong mô phỏng Monte Carlo sử dụng chương trình EGSnrc***

***Hoàng Đức Tuân<sup>1,2</sup>, Dương Thanh Tài<sup>3,2</sup>, Lương Thị Oanh<sup>1,2</sup>, Trương Thị Hồng Loan<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>Khoa Y, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

<sup>2</sup>Khoa Vật lý – Vật lý kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

<sup>3</sup>Khoa Y học hạt nhân và xạ trị ung thư, Bệnh viện Đa khoa Đồng Nai  
hoangtuan714@gmail.com, thanhtai\_phys@yahoo.com

***Mục đích:*** Monte Carlo (MC) được xem là phương pháp chính xác nhất để tính toán liều trong xạ trị. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp này là thời gian tính toán sẽ rất dài để có thể đạt được sai số thống kê mong muốn trong mô phỏng cũng như thực tế tính liều trong lâm sàng. Để khắc phục những hạn chế nêu trên thì những kỹ thuật giảm phương sai (VRTs) đã ra đời làm đơn giản hóa và rút ngắn thời gian tính toán nhưng vẫn duy trì được độ chính xác của việc tính toán như mong muốn. Do đó, mục đích của nghiên cứu này là áp dụng các kỹ thuật giảm phương sai trong chương trình EGSnrc nhằm tìm kỹ thuật giảm phương sai tối ưu nhất cho việc mô phỏng máy gia tốc và tính toán phân bố liều bằng phương pháp MC.

***Phương pháp:*** Đầu máy gia tốc tuyến tính HPD Siemens Primus tại bệnh viện đa khoa Đồng Nai được mô phỏng bằng phần mềm BEAMnrc và áp dụng các kỹ thuật giảm phương sai như: giới hạn vùng (range rejection), buộc photon (photon forcing), và kỹ thuật tách bức xạ hãm ( Bremsstrahlung Photon Splitting\_ tách đồng nhất (UBS), tách chọn lọc (SBS), tách khuynh hướng (DBS)... Các VRTs này sẽ lần lượt được mô phỏng trong cùng một điều kiện đầu vào giống nhau bao gồm: số lịch sử hạt  $2 \times 10^8$ , chùm photon mức năng lượng 6 MV, cấu trúc, vật liệu, cấu tạo kích thước và vật liệu môi trường của phantom... Chúng tôi sử dụng thông số hiệu suất được tính bởi công thức:  $\varepsilon = 1/T \cdot \sigma^2$  trong đó, T là thời gian mô phỏng,  $\sigma^2$  là giá trị phương sai ( estimate of the variance) để so sánh, đánh giá các VRTs. Qua đó xác định được kỹ thuật giảm phương sai tối ưu nhất.

***Kết quả và kết luận:*** Kết quả cho thấy có sự phù hợp tốt giữa giá trị liều tính toán mô phỏng và thực nghiệm khi áp dụng các kỹ thuật VRTs khác nhau. Tuy nhiên, kỹ thuật giảm phương sai DBS cho hiệu suất tính toán tốt nhất.

***Từ khóa:*** Mô phỏng Monte Carlo, kỹ thuật giảm phương sai, EGSnrc

# *Application of variance reduction techniques in EGSnrc based Monte-Carlo method*

*Hoang Duc Tuan<sup>1,2</sup>, Duong Thanh Tai<sup>3,2</sup>, Luong Thi Oanh<sup>1,2</sup>, Truong Thi Hong Loan<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Faculty of Medicine, Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh, Vietnam

<sup>2</sup> Faculty of Physics & Engineering Physics, University of Science, VNU-HCM, Vietnam;

<sup>3</sup> Department of Radiation Oncology, Dong Nai General Hospital, Bien Hoa, Vietnam;

## ***Abstract:***

***Purpose:*** Monte Carlo (MC) is considered to be the most accurate method to calculate dose distribution in radiation therapy. However, the limitation of MC simulations is the long calculation time to reach the desired statistical uncertainty in the dose calculation as well as in clinical practice. To overcome the above limitations, Variance reduction techniques (VRTs) has develop and shorten the time calculation while maintaining accuracy. Therefore, the purpose of this study is the application of VRTs in code EGSnrc to find the optimal method for simulation accelerator and calculated dose distribution using MC method.

***Methods:*** The linear Accelerator HPD Siemens Primus at the General Hospital of Dong Nai had simulated by code BEAMnrc and applied several variance reduction techniques such as: range rejection, photon forcing, bremsstrahlung photon splitting (uniform, selective and direction)... The firstly, These VRTs will be simulate independently of each other, according to the same set of parameters input include: number of histories is  $2 \times 10^8$ , energy photon beam is 6 MV, structure, size and material of the phantom... We using the efficiency  $\varepsilon$  is calculated by the following equation:  $\varepsilon = \frac{1}{T \cdot \sigma^2}$  where, T is the CUP time of calculation and  $\sigma^2$  s is an estimate of the variance, for comparison and evaluation the VRTs. Then, determines which Variance reduction techniques get the best computational efficiency.

***Results and Conclusions:*** The results show had a good agreement between the dose calculation and measurement when applying different VRTs. However, the direction bremsstrahlung splitting (DBS) gives the best computational efficiency.

***Keyword:*** Monte Carlo simulation, Variance reduction techniques, EGSnrc