고에너지 전자선의 선량분포에 관한 모의계산

이정옥 · 김승곤*
원광보건대학 방사선과 · 전북대학교 물리학과*

이 연구는 전자선(electron beam)을 이용한 방사선 치료의 치료계획(RTP)에 몬테칼로 방법을 응용하기 위한 기초연구로서 수행하였다. 이 연구에서는 단일 에너지를 가지는 6, 9, 그리고 12 MeV의 전자선에 대하여 물팬톰 속에서 깊이 선량률(PDD)과 빔 측면도(beam profile) 그리고 등선량 곡선(isodose curve)은 몬테칼로 방법으로 계산하였다. 계산된 깊이 선량률과 빔 측면도는 알려진 값들과 거의 일치하였으며, 전자선의 에너지 분포를 고려하면 측정값과 잘 일치할 것으로 확신한다. 결론적으로 이 연구에서 수행한 몬테칼로 계산을 인체의 기하구조에 대하여 수행한다면, 이와 같은 계산방법에 의한 전자선 치료계획이 가능하다고 생각한다.

팬텀투과계수와 유효조사면개념을 이용한 종양선량계산에 관한 연구

김유현 · 여인환* · 권수일**
고려대학교 보건대학 방사선과
프린세스 마가렛트병원 방사선종양학과,
캐나다* · 경기대학교 물리학과**

종양선량 측정을 시행하기 위하여 환자로부터 떨어진 어떤 점에서 전리함을 이용하여 환자를 투과한 선량을 측정하여 그 투과선량으로부터 종양선량을 예측하는 방법을 다음과 같은 방법으로 개발하였다.

첫째, 균질한 물 팬텀에서 다양한 조사면의 크기(r_p), 팬텀 전리함간 거리(d_g), 팬텀 두께(T_p)에 따른 투과선량(D_t)을 측정하고 이 측정값과 팬텀이 없을 때의 선량(D_0)과의 비인 팬텀 투과인자(PTF)를 구한다. 그리고 임의의 PTF값을 알면 조사면의 크기를 알 수 있도록 하기 위하여 앞에서 구한 PTF값을 조사면에 대한 3차 함수로 회귀하여 그래프를 작성한다.

둘째, 팬텀 내의 불균질 물질이 있는 경우와 부정형의 조사면을 보상하기 위하여 유효조사면 개념을 이용한다. 즉, 앞에서 구한 3차 회귀그래프에서 팬텀 내의 불균질 물질이 있는 경우와 부정형의 조사면일 경우의 PTF값에 해당하는 조사면을 구하여 유효 조사면(effective field size, rp, eff)으로 한다. 여기서 부정형 조사면과 불균질물질이 포함되었을 경우의 PTF값은 MU값과 Dt를 이용하여 구분할 수 있다.

셋째, 종양선량은 위에서 구한 유효 조사면에서의 TMR($r_{p,\,eff}$)과 Sp($r_{p,\,eff}$)를 구하여 본 연구에서 개발한 식 $D_{center} = Dt / PTF(d_g, T_p) \times \left(\frac{SCD}{SAD}\right)^2 \times BSF(r_o) \times Sp(r_{p,\,eff}) \times TMR(d, r_{p,\,eff})$를 이용하여 구하였다.

이 방법의 정확성을 확인하기 위하여 정방형 조사면일 경우, 불균질물질이 포함되었을 경우, 임의의 에러를 만들었을 경우 그리고 임상에서 실제로 환자 치료시 본 알고리즘의 정확성을 실험하였다. 그 결과 정방형일 경우 2.3% 이내 부정형조사면일 경우는 3.0% 이내의 오차를 보였고, 그리고 팬텀 내 불균질 물질이 있는 경우는 2.4% 이내의 오차를 보였다. 또한 임의로 오차를 유발시켜 본 알고리즘의 정확도를 측정한 결과 조사면의 크기가 A/P 5.0 이하일 경우 6 MV에서 3.8%, 10 MV에서 4.7%의 오차 내에서 잘 일치하였다. 그리고 임상 환자를 대상으로 한 측정에서 평균 1.743±1.252%의 오차 내에서 잘 일치하였다.

이러한 방법은 선량 측정이나 출구부위 선량측정에 따르는 문제점을 해결함은 물론 비 침습적이어서 매회 환자 치료 시마다 측정을 시행할 수 있어 방사선 치료시의 선량에 대한 정도관리를 수행할 수 있는 방법이라 할 수 있다.