

전산화 단층촬영으로 인한 피폭선량 계산프로그램의 발전방향에 관한 연구

이재국 · 김광표*
경희대학교 원자력공학과*
E-mail: kpkim@khu.ac.kr

중심어 (keyword) : 전산화 단층촬영, 피폭선량측정, 의료방사선방어

서론

전산화 단층촬영기 (Computed Tomography: CT)는 빠른 시간 내에 수술 없이 환자의 내부를 진단할 수 있는 의료적으로 유용한 기기이다. 이 유용성 때문에 CT사용량은 해가 갈수록 급격히 증가하였다. 하지만 CT는 일반 방사선 촬영에 비해 방사선피폭량이 크다. 이러한 이유로 CT로 인한 방사선 피폭에 대한 관심이 증가하고 있다.

CT로 인한 방사선 피폭에 관심을 가지게 되면서 피폭량 계산에 관한 연구가 진행되었으며, 그 결과 CT로 인한 피폭선량 계산프로그램들이 개발되었다. 이 프로그램들은 미리 계산된 선량값을 바탕으로 하여 여러 조건에서 예상되는 피폭선량을 쉽고 빠르게 계산할 수 있다. 하지만 이러한 프로그램들은 각기 다른 선량계산 자료와 계산방식을 가지고 있어, 각 프로그램의 결과값은 다르게 나타난다. 하지만 이에 대한 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 각 CT로 인한 방사선량 계산프로그램의 선량계산 결과값을 비교하고, 각 프로그램의 단점을 파악한 다음, 이를 보완하는 방법을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

CT로 인한 방사선량 계산프로그램을 비교하기 위해 주로 사용되는 3가지 프로그램을 선정하였다. 선정된 프로그램은 CT Dosimetry, CT Expo, ImpactDose였다. 각각의 프로그램은 몬테카를로 방법으로 계산한 선량자료를 이용하여 여러 조건에서 CT촬영 시의 피폭선량을 제공하고 있다.

각 프로그램 비교를 위해 사용한 CT 기기와 CT 촬영영역, 작동인자를 표 1에 정리하였다. CT 기기는 각 프로그램이 공통으로 제공하는 스캐너 중 16 슬라이스 영상을 제공하는 것을 선택하였다. ImpactDose는 Siemens사의 CT 기기에 관한 정보만 제공하기 때문에 이 선량계산프로그램은 Siemens 사의 스캐너비교 시에만 사용하였다. 다음으로 CT 촬영범위는 실제 CT 촬영에서는 전신촬영 뿐만 아니라 신체 일부분을 스캔하는 경우도 있으므로 이를 고려하여 두부, 흉부, 복부/둔부, 전신의 총 4개의 구역을 결정하였다. 마지막으로 동일한 스캔작동인자를 설정하였다. CT Dosimetry는 특정한 작동인자에서의 선량값만을 제공하기 때문에 관전압과 콜리메이터 두께는 CT기기를 비교하여

가장 빈번히 사용된 값을 정하였다. 관전류노출시간곱 (mAs)은 단위빔두께당 피폭선량값 (CTDI_w)의 단위가 mGy/100 mAs이므로 선량계산의 편의를 위해 100 mAs로 정하였다.

표 1. 사용한 CT 기기, 촬영범위, 작동인자

CT 기기	촬영범위	작동인자
Siemens Sensation 16, 64	두부	120 kVp
GE LightSpeed 16, 16 pro, VCT	흉부	100 mAs
Philips Mx 8000/Brilliance 16	복부/둔부	¹ 10 mm
Toshiba Aquilion 16	² 전신	Axial

¹ 콜리메이터 두께(Collimator width)를 나타낸 수치이다. 이 수치를 CT Dosimetry의 Philips Mx 8000/Brilliance 16과 Toshiba Aquilion 16은 지원하지 않아 근사값인 12 mm로 사용하였다.

² 여기에서 제시한 전신은 흉부와 복부, 둔부를 포함한 지역이다.

CT Expo는 다른 프로그램과 다르게 성인남성, 성인여성, 7세 어린이, 2개월 아기의 총 4가지 종류의 팬텀이 내장되어 있어 나이별, 성별 선량계산값 비교가 가능하다. 따라서 본 연구에서는 CT Expo를 사용하여 나이별, 성별 선량값을 비교하였다.

결과 및 고찰

그림 1은 선정된 CT로 인한 피폭선량 계산프로그램을 사용하여 계산한 흉부와 전신의 장기선량 값을 나타낸 것이다. 모든 프로그램에서 장기선량값은 해당장기가 촬영구역에 인접할수록 증가하였다. 각 프로그램에서 계산한 장기선량은 대체로 비슷하였으나, 특정 장기에서는 그림 1-(가)의 유방의 경우처럼 큰 차이를 보인 경우도 있었다. 또한 전신스캔에서의 선량계산값의 차이를 확인할 수 있었다. 그림 1-(나)는 Siemens Sensation 64로 전신 스캔을 한 경우로 CT Dosimetry와 ImpactDose의 경우 장기선량값은 비슷한 양상이지만 CT Expo는 다른 두 프로그램에 비해서 40%정도 컸다. 이 차이의 원인을 규명하기 위해 장기선량에 영향을 미치는 단위영상두께 당 피폭선량값(CTDI_w)을 비교하였다. 그 결과 CT Dosimetry의 CTDI_w는 6.8 mSv인데 반해 CT Expo는 8.8 mSv이었다. 그러므로 이 CTDI_w의 차이가 장기선량값의 차이에 영향을 준 것으로 보여진다. ImpactDose는

CTDIw값을 지원하지 않아 이 비교를 할 수 없었지만 CT Expo와 동일한 팬텀을 사용하여 선량계산을 하기 때문에 이 차이에 대한 원인파악이 필요하다.

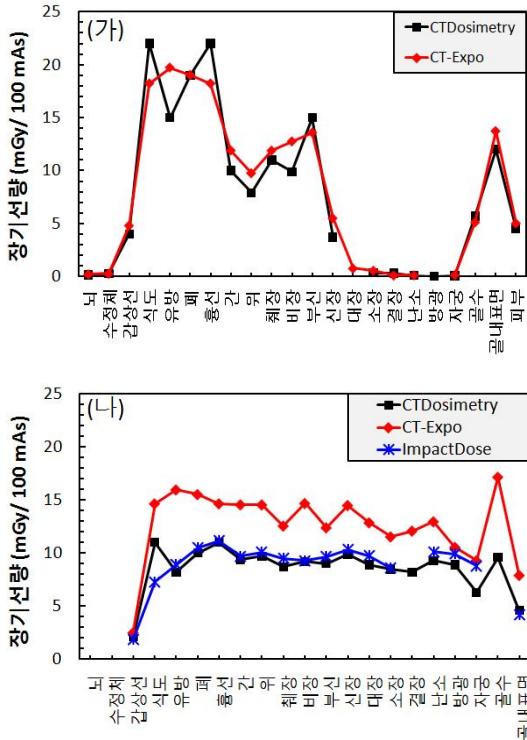


그림 1. 각기 다른 CT 선량계산 프로그램을 사용하여 계산한 장기 선량의 비교: (가) GE LightSpeed VCT를 사용한 흉부촬영 (나) Sensation 64를 사용한 전신 촬영

CT Expo에서 계산한 성별, 연령별 장기선량 및 유효선량을 그림 2에 정리하였다. 여성이 남성에 비해 평균 5% 높은 장기선량값을 보였다. 이 현상은 여성이 남성에 비해 신체가 작아 방사선에 대한 자체차폐효과가 떨어져 나온 결과라 볼 수 있다. 연령별 장기선량은 전체적으로 성인에 비해 어린이는 40%, 아기는 70% 더 컸으며, 그 이유는 나이가 어려질수록 신체가 작아져 자체차폐효과가 떨어지기 때문이다.

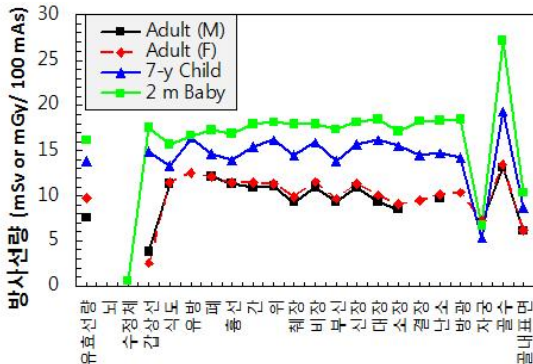


그림 2. CT Expo 프로그램에서 Brilliance 16 CT로 전신스캔을 할 경우, 연령별, 성별, 장기선량값 및 유효선량값 비교

CT로 인한 피폭선량계산 프로그램들은 단점을 가지고 있

었다. CT Dosimetry는 한 개의 자용동체 팬텀만을 제공하므로 성별, 나이별 장기선량 계산이 불가능하였다. ImpactDose의 경우 성인 남녀 팬텀만 제공하므로 연령별 비교를 할 수가 없었으며, Siemens사의 CT만을 제공하였다. 마지막으로 CT Expo는 연령별 선량 비교가 가능하지만 제공하는 팬텀이 7살된 어린이와 2개월된 아기 단 두 가지이기 때문에 다양한 연령대에 대한 선량분포를 파악하기에는 무리가 있다.

각 프로그램에서 사용한 팬텀은 수학적 팬텀 (Stylized phantom)으로 사람의 몸을 간단한 도형을 사용하여 표현하였다. 이 팬텀에 사용한 수학적 도형은 매우 단순하기 때문에 이 팬텀이 인체를 정확히 모사하였다고 볼 수 없다. 방사선량 계산에서는 장기에 위치에 따라 그 선량값이 큰 차이를 보이기 때문에 정확한 인체 모사는 정확한 방사선량 계산에 꼭 필요하다. 그리하여 국제 방사선 방호 위원회 (ICRP)에서는 선량계산시 수학적 팬텀보다는 우리 몸을 더욱 정밀하게 모사한 팬텀을 쓰라고 권고한 바 있다. 그러므로 CT로 인한 선량계산프로그램에서 사용하는 팬텀은 정확한 선량계산을 하는데 무리가 있으므로 이를 보완할 추가 연구가 필요하다.

결론

본 연구에서는 CT로 인한 선량계산 프로그램 3가지를 선택하여 동일한 조건에서의 피폭선량 값을 비교하였다. 각 프로그램의 장기선량값은 전체적으로 비슷하였지만 몇몇 장기에서는 큰 차이를 나타냈다. 특히 Siemens사의 CT에서 CT Expo가 다른 프로그램에 비해 40%정도 큰 선량값을 보였다. 한편, 현재 사용되는 CT로 인한 선량계산 프로그램은 각기 단점이 있었으며, 선량계산시 사용한 팬텀은 한계가 있었다. 따라서 CT로 인한 선량계산 프로그램 사용 시 각 프로그램의 단점과 한계에 아는 것이 중요하며, 더 나아가 이러한 단점을 극복하기 위한 연구가 속행되어야 하겠다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원으로 수행한 에너지 자원 인력양성사업의 연구결과입니다.

참고 문헌

- Berrington de Gonzalez, A., Mahesh, M, Kim, K. P., Bhargaven, M., Lewis, R., Mettler, F. and Land C. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. Arch Intern Med. 169, 2071-7 (2009).
- Ionizing radiation exposure of the population of the United States. NCRP Report No. 160. (2009)
- Chodick, G., Kim, K. P., Shwarz, M., Horev, G., Shalev, V. and Ron, E. Radiation risks from pediatric computed tomography scanning. Pediatr Endocrinol Rev. 7, 109-16 (2009)
- The calculation of dose from external photon exposures using reference human phantoms and Monte Carlo methods, Part VI: Organ doses from computed tomographic examination. GSF-Bericht 30/91. (1990)
- Normalized organ doses from x-ray computed tomography calculated using Monte Carlo techniques. NRPB-SR250. (1993)
- The 2007 recommendation of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. (2007)