

CT 조영제가 방사선치료계획에 미치는 영향

장재욱^{1*}, 한만석², 전민철³, 서선열⁴, 배석환⁵, 황도근⁶

¹충남대학교병원 방사선종양학과, ²강원대학교 방사선학과

³충남대학교병원 영상의학과, ⁴울지대학교 방사선학과

⁵건양대학교 방사선학과, ⁶상지대학교 한방의료공학과

1. 서론

최근 방사선치료는 전산화단층영상(CT, Computed Tomography)을 방사선치료계획(RTP, Radiation Therapy Planning)에 활용하여 치료계획표적용적(PTV: Planning Target Volume)을 비롯한 관심영역(ROI, Regions Of Interest)을 설정하고 있다. CT 영상은 표적용적 및 내부 장기의 모양과 위치, 인체 조직의 밀도를 보정 할 수 있으며, 3차원 입체조형 방사선치료(3D CRT, 3Dimension Conformal Radiation Therapy)가 가능한 이점이 있다. 대부분의 RTP에서 ROI 설정 시 종양과 인접 장기들의 구분을 용이하도록 조영증강을 실시한 CT 영상(CE, Contrast Enhancement)을 활용하게 된다. CT조영제는 체내에서 인위적인 대조도 차이를 만들어 HU(Hounsfield Unit)의 변화를 만들게 되고 이는 조직의 물리적밀도와 전자밀도(ED, Electron Density)를 변화시키게 되며 RTP의 결과에 영향을 줄 수 있기 때문에 CT조영제에 의한 RTP의 오차를 측정하고 그 오차를 줄일 수 있는 방법을 제시하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 실험방법과 결과

1. 조영증강에 따른 조직의 ED 측정

움직임이 가장 적은 두경부암 환자와 골반부(전립선암) 환자를 각각 10명씩 CE에 따른 ED 차이를 측정하였다. 조영증강에 따른 환자의 ED 측정은 Pinnacle 8.0m (Philips Nuclear Medicine, 미국)을 사용 했으며, 기존의 조영증강 영상에서 ROI를 ROI import기능을 이용하여 Pre 영상에 붙여 ED를 측정하였다. 대부분의 ROI에서 ED의 증가가 나타났으며 두경부에서 차이가 크게 나타났는데 GTV를 포함한 CTV, PTV는 약 2.5%, 이하선은 3.4%, 하악선 4.2%, 혀 1.1%, 경부의 척수 0.3%로 나타났으며 식도는 약 0.5% 감소하였다. 골반부에서는 1% 이내로 차이가 크지 않았으며 TV(Target Volume)은 0.75%, 림프절은 1% 방광 0.2%, 직장 0.1%, 소장 1.1%, 결장 1.6%Penile bulb는 1%로 대퇴골두는 0.1%정도 증가하였다.

2. 조영증강에 따른 방사선치료계획비교

IMRT치료계획은 토모테라피(Accuray, 미국) RTP system에서 CE와 Pre 영상을 이용하여 동일한 조건으로 치료계획을 실시 치료계획 결과를 비교하였고, 3D CRT는 Pinnacle 8.0(Philips nuclear medicine, 미국)에서 0, 60, 90, 120, 180, 240, 270, 300°, 8field로 치료계획을 수립하여 비교하였으며, IMRT와 3D CRT에서 선량차이는 -0.2% ~ 3.5% 정도의 차이가 발생하였으며, 선량차이도 골반부보다 두경부에서 크게 나타났다.

IMRT : 두경부에서 TV는 1.4, 0.6, 0.5%, 이하선 1.7%, 하악선 1.4%, 혀0.5%, 경부의 척수 0.1%, 식도 -0.2%로 나타났으며, 골반부에서는 TV가 0.5, 0.4, 0.2%, 림프절 0.7%, 방광 0.1%, 직장0.4%, 소장0.8%, 결장1.2%, Penile bilb 1.4%, 0.1%의 선량 차이가 발생하였다.

3DCRT : 두경부의 TV는 약 2.0, 1.3, 1.0%, 이하선은 2.5%, 하악선 3.5%, 혀 0.8%, 경부의 척수 0.1%로 나타났으며 식도는 약 0.3%, 골반부에서는 TV 1.0, 0.8, 0.5% 이내로 차이가 크지 않았으며 T림프절은 0.8% 방광 0.1%, 직장 0.1%, 소장 0.8%, 결장 1.1% Penile bulb는 1.1%로 대퇴골두는 0.1%정도의 선량 차이가 발생하였다.

3. 고찰

CT조영제에 의한 ED의 차이는 두경부에서는 -0.5% ~ 4%까지 차이가 발생하였으나 골반부에서는 0.07% ~ 최대 1.5 % 의 차이가 나타났다. CE에 따른 RTP결과는 3D CRT에서 IMRT보다 큰 선량 차이가 발생하였는데 이는 치료계획의 방식의 차이에 의한 것으로 IMRT에서 CE영상을 이용한 방사선치료계획을 그대로 Pre영상에 적용한 것이 아니라 Pre영상을 다시 치료계획을 수립하였기 때문에 차이가 크지 않았던 것으로 판단이 된다. 그러나 방사선 치료시에는 CE영상에서 치료계획을 수립하고 Pre 상태에서 치료를 받기 때문에 실제 치료 시 환자가 받는 선량 차이는 이보다 클 것으로 판단이 된다.

CE에 의한 환자의 ED 차이는 약 3% 이내로 큰 차이가 없었으며, 이는 원자력안전위원회고시 ”의료분야의 방사선안전관리에 관한 기술기준“의 방사선치료기기의 출력안전성 3%, 방사선치료계획 계산 시스템의 일치도 3%내이기 때문에 CT 조영제가 미치는 영향은 크지 않음을 알 수 있었다. 그러나 방사선치료계획에서 방사선 치료에 이르기 까지 여러 단계를 거치면서 수많은 계통오차들이 발생하는 만큼 이러한 오차들이 누적되면 실제 환자가 받는 선량의 변화는 일일 허용 오차보다 커질 수 있을 것 이다.

4. 결론

본 저자들은 CE따른 차이가 큰 두경부 환자의 방사선치료계획에서는 Pre영상에 CE영상을 융합하여(CE영상에 ROI 설정하고 Pre영상에서 치료계획을 수립) 치료계획을 수립하는 등의 노력이 필요할 것이라고 판단된다.

5. 참고문헌

- [1] Rankine, A. W.; Lanzon, P. J.; Spry, N. A. Effect of contrast media on megavoltage photon beam dosimetry. Med. Dosim. 33(3):169-74; 2008.
- [2] Ramm, U.; Damrau, M.; Mose, S. Influence of CT contrast agents on dose calculations in a 3D treatment planning system. Phys. Med. Biol. 46:2631-5; 2001.
- [3] Li, H. S.; Chen, J. H.; Zhang, W.; et al. Influence of intravenous contrast medium on dose calculation using CT in treatment planning for esophageal cancer. Asian Pac. J. Cancer Prev. 14(3):1609-14;2013.
- [4] Wertz, H.; Jakel, O. Influence of iodine contrast agent on the range of ion beams for radiotherapy. Med. Phys. 31(4):767-73;2004.
- [5] Thomas, S.J. Relative electron density calibration of CT scanners for radiotherapy treatment planning. Br.J.Radiol. 72:781-6; 1999.
- [6] 의료분야의 방사선안전관리에 관한 기술기준. 원자력안전위원회고시 제2015-005호