

최적화 알고리즘을 이용한 3차원 IMRT 정도관리

국립암센터, 양성자치료센터

신동호 · 박동현 · 김주영 · 박성용 · 조관호

세기변조방사선치료(IMRT)의 정확한 선량을 검증하기 위해 본원에서는 최적화 기법을 이용한 2차원 선량 검증 알고리즘을 개발하여 임상에 적용하고 있다. 이에 대한 지속적인 연구로 최적화 알고리즘을 3차원으로 확장하고, 3차원 아크릴 팬텀을 제작하여 필름을 이용한 3차원 IMRT 선량검증 시스템을 개발하였다.

중심단어: 세기변조방사선치료, 최적화알고리즘, 3차원 선량검증

서 론

최근 세기변조방사선치료(Intensity-modulated radiation therapy:IMRT)는 방사선 치료에 있어서 유용한 방법 중 하나이다. IMRT는 매 환자의 치료부위와 특성에 따라 MLC(multileaf collimator)의 복잡한 움직임으로 불균일한 선량 분포를 갖도록 치료선량을 부여한다. 따라서 IMRT를 이용한 방사선치료를 위해서는 환자에 대한 각 환자에 대해 특정한 정도관리(Quality Assurance:QA)가 필요하다.¹⁾ 일반적으로 IMRT 치료 전 환자에 대한 QA는 2가지 절차에 의해 이루어진다. ① pin point 전리함을 이용한 한 점에 대한 절대선량의 측정, ② 필름, beam imaging system, EPID(electronic portal imaging device)등을 이용한 2차원적인 상대선량측정이다.²⁻⁵⁾ 최근에는 polymer gel 등을 이용한 3차원 선량측정도 시도되고 있다.^{6,7)} 그러나 이 경우 MRI촬영후 분석해야 하는 번거로움이 있다. 본 원에서는 그 동안 이온함을 이용한 절대선량측정과 함께 필름을 이용한 2차원적인 상대선량 측정법을 이용하고 있으며, 필름의 결과와 치료계획 시 얻은 결과와의 비교를 보다 정확하고 정량적인 분석을 위해 최적화 알고리즘을 이용한 2차원 선량 검증프로그램을 개발하여 임상에 적용하고 있다. 이에 대해 지속적인 2차원의 최적화 알고리즘을 3차원으로 확장하여 EDR2(Kodak. Extended dose range, ready pack, USA)를 이용하여 3차원 선량 검증에 관한 연구를 수행 하였다.

재료 및 방법

필름을 이용한 IMRT 3차원 선량 검증을 위해 아크릴을 이용하여 3차원 IMRT팬텀을 제작하였다. 팬텀은 Fig.1과 같이 30×30×5 cm³의 아크릴 위에 30×30cm²의 두께 10±1 mm의 아크릴을 12장을 놓고 각 사이에 EDR2 필름을 삽입하였다. Source to surface distance (SSD) 95 cm에 isocenter surface의 깊이를 5 cm에 맞추었다. Brain Scan for 21EX (BrainLab, Germany)치료계획 프로그램으로 5방향에서 Iso dose가 2.1 Gy가 되도록 Plan 하여 Clinac 21EX (Varian, USA) 선형가속기를 이용하여 6MV X선을 사용하여 필름에 조사하였다. 조사된 필름은 Fig.2와 같은 절차에 의해 선량이 검증이 실시되었다. 조사된 필름은 필름 스캐너(Vider, VXR 12-plus)와 Omni-pro Ver. 6.0A (Wellhoffer, Germany)소프트웨어로 필름 영상을 얻은 후 5mm 간격으로, 치료계획프로그램에서는 1mm 간격으로 영상의 점선량(point dose) 배열을 각각 얻었다. 얻은 결과 값들을 MS Office 2000 Excel VBA (Microsoft, USA)를 이용하여 최적화 알고리즘에 의해 치료계획 결과와 필름의 결과를 비교하는 최적의 좌표를 구하여 비교한 깊이 및 필름의 scaling factor를 적용하여 비교한 후 관상면, 시상면, 종단면에 대한 결과를 구현하였다.

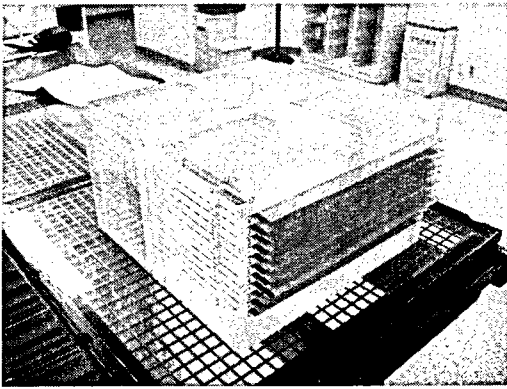


Fig. 1. 3 Dimension IMRT Phantom

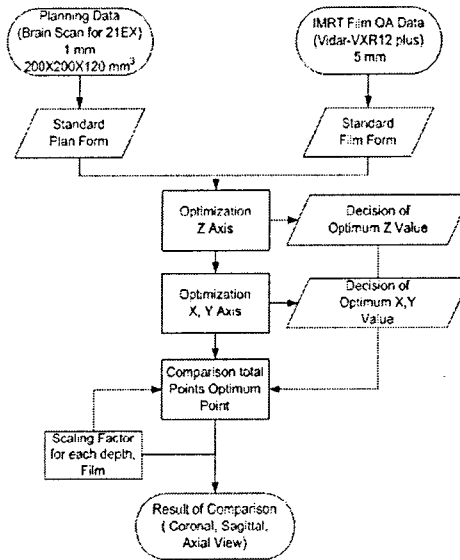


Fig. 2. Folwchart of 3D IMRT dose verification

결과 및 검토

실험 결과 관상면, 시상면, 축단면에 대해 각각 1 cm 간격으로 Fig.3과 같이 영상의 배열을 얻을 수 있었다. Fig.3(a)의 경우 Iso surface에서 가장 가까운 5.1 cm 부근의 결과로 컴퓨터에서 얻은 결과와 비교한 것으로 선량의 변화가 큰 곳에서 선량의 편차가 큰 것을 볼 수 있었다. 시상면과 축단면에서도 Isocenter 면에서의 결과로 관상면에서와 같이 선량의 변화가 큰 곳에서 선량의 편차가 큰 것을 볼 수 있었다. 또한 최적화 알고리즘을 이용하여 찾은 비교원점의 편차를 이용하여 팬텀의 설치시 발생하는 여러 가지 원인에 의한 위치 오차를 3차원으로 확인 할 수 있었다.

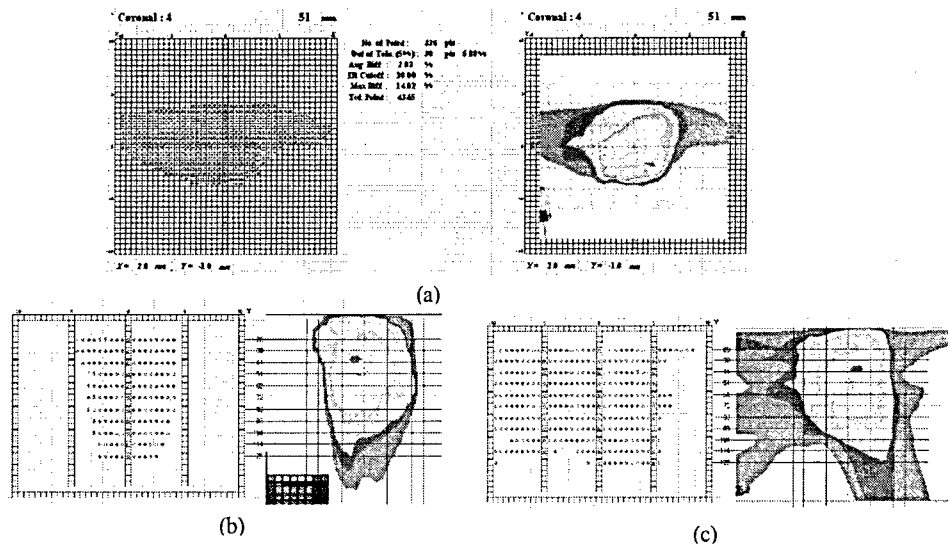


Fig. 3 result of 3D IMRT dose verification for film (a) result of coronal view at 5.1 cm depth (b) result of sagittal view at iso surface (c) result of axial view at iso surface

결 론

아크릴로 만든 3차원 IMRT 팬텀으로 관상면방향로 놓은 필름 결과를 이용하여 시상면과 축단면 방향의 선량을 검증 할 수 있었다. 또한 팬텀 설치에 따른 X, Y, Z축 방향의 설치 및 기타원인에 의한 위치오차를 확인 할 수 있었다. 현재 보다 정밀한 3차원 팬텀을 설계 제작중이며 보다 일관적인 원점표시 방법을 연구 중에 있어 보다 정확한 3차원 선량 검증이 이루어질 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 국립암센터 기관고유연구사업 (0410310) 으로 이루어진 것임.

참 고 문 헌

1. IMRT Collaborative Working Group: IMRT:Current status and issues of interest. Int. J. Rad. Oncol. Bio. Phys. 51(4):880-914(2001)
2. L. Ma, O.B.Geise, A. L. Boyer: Quality Assurance for dynamic multileaf collimator modulated fields using a fast beam imaging system. Med. Phys. 24:1213-1219 (1997)
3. A. J. Curtin Savard, E.B Podgorsak: Verification of segmented beam delivery using electronic portal imaging device. Med. Phys. 26:737-742(1999)
4. M. Partridge, P. M. Evans, A. Mosleh Shirazi, D Convery: Independent verification using portal imaging of intensity-modulated beam delivery by dynamic MLC technique. Med. Phys. 25: 1872-1879(1998)
5. H. V. James, S. Atherton, G. J. Budgell, M. C. Kirby, P. C. Williams: Verification of dynamic multileaf collimation using an electronic portal imaging device. Phy. Med. Biol. 45:495-509(2000)
6. Y.De Deene, C. De Wagter, B. Van Duyse, S. Derycke, W. De Neve, E. Achten: Three-dimensional dosimetry using polymer gel and magnetic resonance imaging applied to the verification of conformal radiation therapy in head-and-neck cancer. Radiotherapy&Oncology 48:283-291(1998)
7. Sanford L. Meeks, Frank J. Bova, Marek J. Maryanski. et.al.: Image registration of BANG Gel dose maps for quantitative dosimetry verification Int. J. Rad.. Oncol. Bio. Phys. 43(5):1135-1141(1999)

3 Dimensional IMRT Quality Assurance using the Optimization Algorithm

Dongho Shin, Dong Hyun Park, Joo Young Kim, Sung-Yong Park, Kwan-Ho Cho

Center for Proton Therapy, National Cancer Center

To accurately verify the does of Intensity modulated radiation therapy(IMRT), we developed 2 dimensional dose verification algorithm using the global optimization method and applied to clinic. We extended to study of 3 vdimensional optimization method, and made of arcyll 3D IMRT phantom and 3D IMRT dose verification system for film dosimetry.

Key Words: Intensity modulated radiation therapy, Optimization algorithm, 3 dimension dose verification