

두경부암에서 3차원 입체조형 방사선치료와 세기변조 방사선치료시 귀밑샘의 선량분포 비교

윤상모 · 김성규

영남대학교 의과대학 방사선종양학교실

Comparison of Parotid Gland Dose Distribution between 3DCRT and
IMRT in Head and Neck Radiation Therapy

Sang Mo Yun, Sung Kyu Kim

*Department of Therapeutic Radiology and Oncology,
College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea*

—Abstract—

Purpose : This study compared 3 dimensional conformal radiation therapy (3DCRT) to intensity modulated radiation therapy (IMRT) in parotid glands sparing in head and neck cancers.

Materials and Methods : Planning target volume (PTV) was outlined on each CT slice. The dose of 50.4 Gy was prescribed to the PTV with the conventional fraction, 5 fractions per week. We also outlined spinal cord and both parotid glands. With Eclipse 3 dimensional planning system, 3DCRT and IMRT planning were done.

Results : After plan optimization, PTV dose distribution was evaluated with dose volume histogram. The 90% isodose curve covered almost all of PTV for both techniques. Maximum and median dose for spinal cord were 36.8 Gy and 34.2 Gy in 3DCRT, 39.9 Gy and 37.5 Gy in IMRT. For parotid glands, mean and median dose were 33.6 Gy and 37.6 Gy in 3DCRT, 24.9 Gy and 24.5 Gy in IMRT.

Conclusion : For the non-pharyngeal head and neck cancers, 3DCRT was cost effective radiation modality in prevention radiation therapy induced xerostomia.

Key Words : 3 Dimensional conformal radiation therapy (3DCRT), Intensity modulated radiation therapy (IMRT), Head and neck cancer

서 론

두경부 종양에서 방사선치료는 근치적 목적 혹은 술후 보조적 요법 등으로 빈번히 사용되는 치료법이다. 방사선조사 영역은 목정맥 임파절(jugular chains), 후경부 임파절(posterior cervical chains), 그리고 쇄골 상부 임파절 등이 포함된다. 이러한 경우 정상조직도 손상을 받게 되는데, 치료 후 회복이 되는 부작용도 있지만, 구강 건조증(xerostomia)의 경우는 회복율과 정도가 미약하여, 환자의 생활에 심각한 지장을 초래하는 경우가 많다.¹⁾

최근에는 다엽콜리메이터(multileaf collimator)의 사용으로 세기변조 방사선치료(intensity modulated radiation therapy, IMRT)가 많이 사용되고 있다.²⁾ 이러한, 새로운 치료법의 적용은 방사선치료로 인한 부작용, 특히 구강건조증을 많이 줄여주고 있다. 그러나, 세기변조 방사선치료의 경우 치료계획과 매일 치료시간이 길고, 환자의 경제적인 부담이 커서, 모든 환자에서 시행하기는 힘들다. 따라서, 본 연구에서는 비교적 경제적 부담이 적고, 정도관리가 용이한 3차원 입체조형 방사선치료(3 dimensional conformal radiation therapy, 3DCRT)가 두경부암의 방사선치료시 발생하는 구강건조증에 어느 정도 효과가 있을지를 평가하기위해 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

표적 용적(Target volumes) 및 방사선량

표적을 planning system에 표시하기 전에 CT scan(5 mm간격)을 시행하였다. 본 연구에서는 인체모형 팬텀(Rando phantom)을 사용하

였다. 인체모형 팬텀을 환자 치료 시와 동일하게 양와위에 고정을 하고, thermoplastic mask를 사용하였다.

CT 영상의 각 단면에 clinical target volume (CTV)을 표시하였는데, 경부임파절중에 level II에서 V까지를 포함하였다. 경부임파절을 CT 영상에 표시할 때는 RTOG(radiation therapy oncology group)의 consensus guide lines와 다른 저자들의 권고를 참고하였다.³⁻⁵⁾ CTV에 환자의 움직임, 고정시 오차 등을 고려하여 5 mm의 margin을 더하여 planning target volume (PTV)을 설정하였다. 방사선은 6 MV photon을 사용하였고, 치료계획은 Eclipse 3D planning system(Varian, Palo Alto, CA, USA)을 이용하였으며, 방사선조사야는 다엽 콜리메이터(multileaf collimator)를 이용하였다. 총 방사선량은 PTV에 50.4 Gy를 조사하도록 하였고, 일일 선량 1.8 Gy, 주 5회를 치료하는 것으로 설정하였다. 방사선 치료방법은 3DCRT와 IMRT 계획을 하여 비교하였다.

위험장기(Organs at risk)

위험장기는 척수(Spinal cord)와 양측 귀밑샘(Parotid glands)을 표시하였다. 척수의 경우도 CTV에서처럼 환자의 움직임 등을 고려하여 3 mm margin을 주었다. 침샘은, 주로 귀밑샘의 방사선손상이 구강건조증에 영향을 미치기 때문에 귀밑샘만 표시하였다. 또한, 귀밑샘도 superficial lobe만 표시하였는데, 경부 임파절 level II에 충분한 방사선을 주기위해서는 deep lobe는 고선량영역에 들어갈 수밖에 없기 때문이다. 치료계획시 척수는 최고 방사선량(maximum dose) 45 Gy이하, 귀밑샘은 평균선량(mean dose) 35 Gy이하를 목표로 하였다.

결 과

최적의 PTV 선량분포 및 이하선 선량감소를 위한 3DCRT와 IMRT의 구성은 다음과 같았다. 3DCRT의 치료계획은 5개의 조사야를 사용하였다. 각각의 조사야는 BEV(beam's-eye view)를 보고 귀밑샘이 가장 적게 포함되는 것을 선택하였고, 본 연구에서는 갠트리 각도 50°, 135°, 180°, 230°, 310°가 가장 적절하였다. 50°와 310°를 제외한, 각각의 조사야에서 척수에 대해서는 5 mm의 여유를 둔 차폐가 적절하였다. 또한, PTV에 적절한 선량분포가 나오도록 하기위해 각 조사야의 가중치를 달리하였고, 췌기보상체가 사용되었다. IMRT의 치료계획은 최소한 PTV 95%에 선량의 95%, 척수에 40 Gy이하, 그리고 귀밑샘 선량이 30 Gy이하가 되도록 inverse planning을 하였다.

PTV 선량분포 비교

PTV의 선량분포는, 각 CT 단면에서의 분포와 DVH(dose volume histogram)분석을 통하여 비교하였다. 90% 선량분포 곡선이 포함하는 PTV 용적은 3DCRT에서 97.8%, IMRT에서 99%였다. 평균 그리고 중앙선량값은 3DCRT 경우 50.4 Gy 와 50.5 Gy, IMRT 경우는 각각 51.2 Gy 와 51.5 Gy였다(Fig 1).

위험장기 선량분포 비교

척수의 선량분포를 비교한 결과, 3DCRT의 경우 최고, 평균, 중앙선량값이 36.8 Gy, 30.9 Gy, 34.2 Gy였다. IMRT의 경우는 각각 39.9 Gy, 33.2 Gy, 37.5 Gy였다.

귀밑샘의 선량분포를 보면, 3DCRT의 경우 평균, 중앙선량값은 33.6 Gy, 37.6 Gy였고, IMRT의 경우는 각각 24.9 Gy, 24.5 Gy였다(Fig 2).

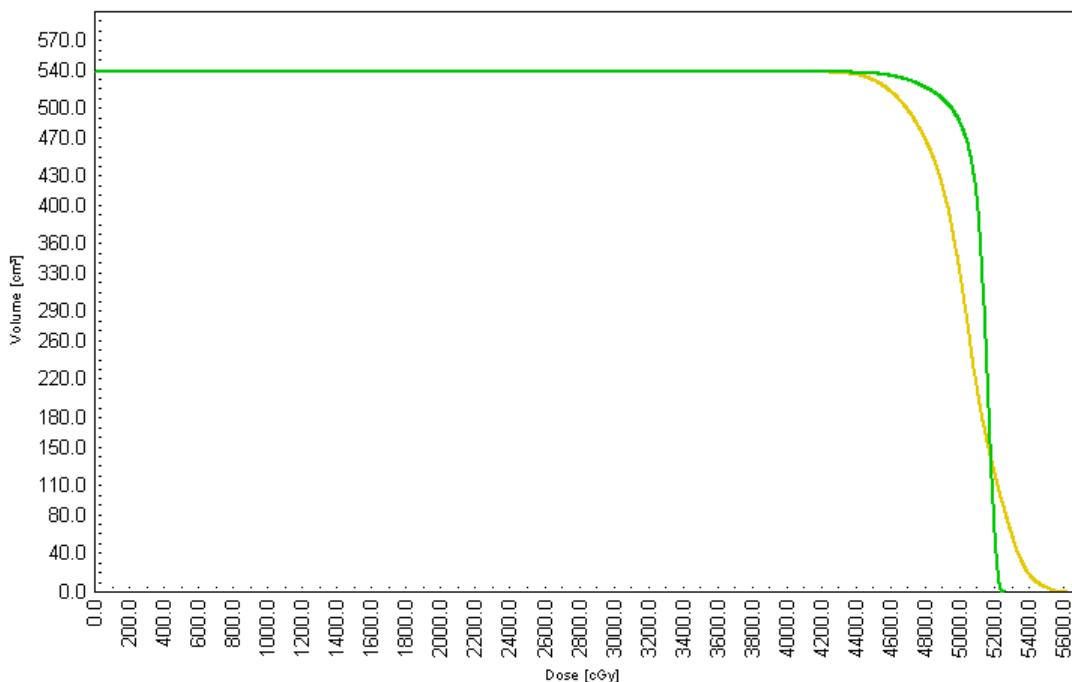


Fig. 1. Dose volume histogram for PTV dose distribution in 3DCRT (yellow) and IMRT (green).

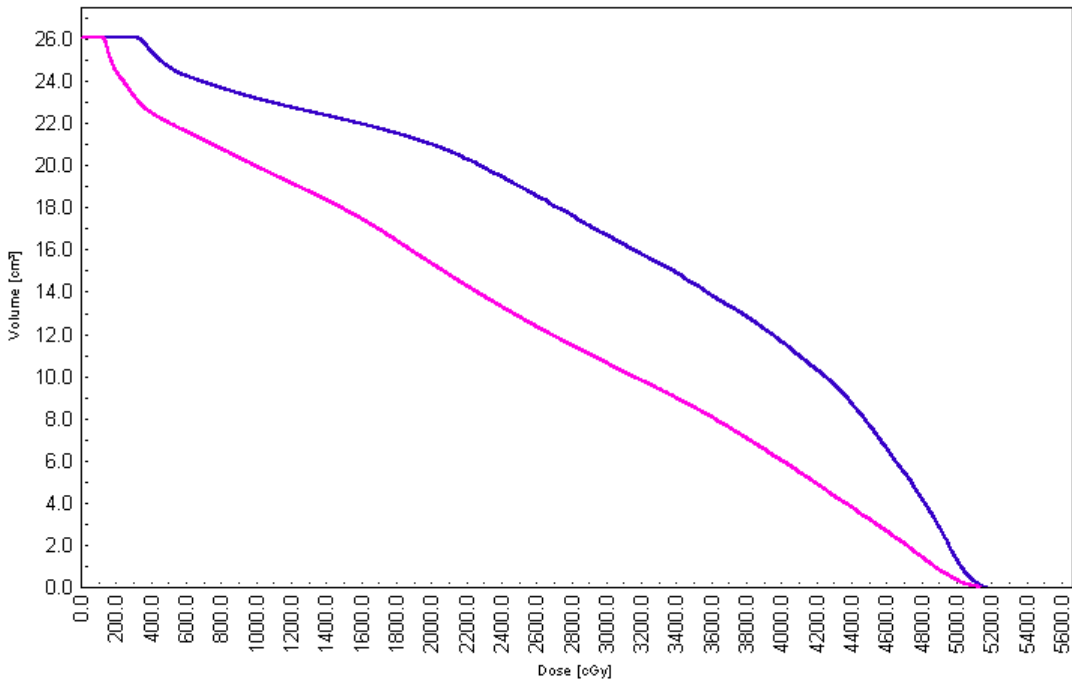


Fig. 2. Dose volume histogram for parotid gland in 3DCRT (upper) and IMRT (lower).

고 찰

침샘중 이하선은 두경부 종양의 방사선치료 시, 전통적인 양측면 조사(bilateral irradiation)에서는 피할 수 없는 정상 장기이다. 방사선에 의한 이하선 파괴는 구강건조증을 시작으로 치아부식, 연하곤란, 발음장애등의 이차적인 문제를 야기하여 환자의 생활에 지대한 영향을 끼친다.¹⁾

방사선에 의한 침샘파괴에 영향을 주는 인자로는 평균 방사선량, 방사선의 분할선량, 이하선의 기능, 환자의 나이 등이 거론되는데, 이 중에서 가장 중요한 인자는 이하선에 조사된 방사선량이다.⁶⁻⁸⁾ 따라서, 본 연구에서는 치료 방법별로 이하선에 조사된 평균 및 중앙선량값을 비교하였다.

Park 등⁹⁾의 보고에 의하면, 방사선치료시 구

강건조증에 유의하게 영향을 주는 인자는 항암제치료 유무 와 이하선 방사선 선량이었으며, 이하선의 평균선량을 35 Gy 미만으로 하는 것이 구강건조증 증상완화에 도움이 되는 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 3DCRT의 경우 평균, 중앙선량값은 33.6 Gy, 37.6 Gy였고, IMRT의 경우 각각 24.9 Gy, 24.5 Gy로 분석되어, 두 가지 치료방법에서 모두 이것이 가능하였다. 본원에서 과거 실시한 전통적 양측면 방사선조사의 경우 평균 이하선 선량은 45 Gy 정도였다.

이하선의 평균 및 중앙선량값은 방사선조사야에 포함되는 이하선의 용적이 중요한 요소이다. 본 연구에서 3DCRT만으로도 이하선의 평균선량을 35 Gy 미만으로 할 수 있었던 것은, 경부임파절 level II에서 V를 표적용적에 포함 시킴으로써, 인두종양(코인두 포함)의 경우처럼

거의 대부분의 이하선이 방사선조사 영역에 포함되는 경우에 비하여 포함되는 이하선이 작았기 때문에 가능하였다. 따라서, 예방적 방사선치료 영역이 경부임파절 level II에서 IV-V만을 포함한다면 굳이 IMRT를 시행할 이유는 없을 것으로 사료된다.

본 연구에서 분석한 PTV 선량분포 곡선을 보면 IMRT의 경우가 이상적임을 볼 수 있다. 그러나, IMRT는 치료계획에 시간이 많이 걸리고, 치료가 복잡한 만큼 정확한 정도관리를 필수요소로 한다.¹⁰⁻¹²⁾ 두경부 종양의 경우는 거의 대부분의 장기들이 호흡에 의한 움직임이 적다는 이유로 가장 먼저 IMRT가 임상에 적용된 부위이다. 그러나, 후두종양의 경우와 같이, 연하시 움직임이 비교적 큰 경우는 IMRT와 같이 정밀치료시, 표적이 방사선조사야에서 벗어나는 경우가 있으므로 주의를 요한다.¹³⁾

요 약

본 연구에서는 두경부 종양의 방사선치료시 발생하는 구강건조증을 줄이기 위한 방법으로 써 3DCRT와 IMRT를 비교하였다. 인체모형 팬텀의 CT 영상에 경부임파절과 척수, 양측 귀밑샘을 표시하여 방사선치료계획을 시행하였다. 총 방사선량 50.4 Gy를 표적에 조사하면서 척수는 최고 방사선량(maximum dose) 45 Gy이하, 귀밑샘은 평균선량(mean dose) 35 Gy이하를 목표로 하였다. 90% 선량분포 곡선이 포함하는 PTV 용적은 3DCRT에서 97.8%, IMRT에서 99%였다. 척수의 선량분포는 3DCRT의 경우 최고선량이 36.8 Gy였고, IMRT의 경우는 39.9 Gy였다. 귀밑샘의 선량분포는 3DCRT의 경우 평균선량 33.6 Gy였고, IMRT의 경우

는 24.9 Gy였다.

이상의 결과를 볼 때, 두경부종양의 원발 부위가 인두가 아니고, 경부 임파절 level II에서 IV-V가 예방적 방사선치료 영역으로 설정된다면, IMRT를 시행하지 않고, 3DCRT로도 충분히 이하선을 보호하면서, PTV에 목표하는 선량을 조사할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Jellema AP, Slotman BJ, Doornaert P, Leemans CR, Langendijk J. Impact of radiation induced xerostomia on quality of life after primary radiotherapy among patients with head and neck cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007 Nov 1;69(3):751-60.
2. Chao KS, Low DA, Perez CA. Intensity modulated radiation therapy in head and neck cancers. *Int J Cancer* 2000 Apr 20;90(2):92-103.
3. Gregoire V, Coche E, Cosmard G, Hamoir M, Reyckler H. Selection and delineation of lymph node target volumes in head and neck conformal radiotherapy. Proposal for standardizing terminology and procedure based on the surgical experience. *Radiother Oncol* 2000 Aug 1;56(2):135-50.
4. Chao KS, Wippold FJ, Ozyigit G, Tran BN, Dempsey JF. Determination and delineation of nodal target volumes for head and neck cancer based on patterns of failure in patients receiving definitive and postoperative IMRT. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002 Aug 1;53(5):1174-84.
5. Azevedo LR, Damante JH, Lara VS, Lauris JR. Age-related changes in human sublingual glands: a post mortem study. *Arch Oral Biol* 2005 Jun 1;50(6):565-74.
6. Gregoire V, Levendag P, Ang KK, Bernier J,

- Braaksma M, Budach V et al. CT-based delineation of lymph node levels and related CTVs in the node-negative neck: DAHANCA, EORTC, GORTEC, NCIC, RTOG consensus guidelines. *Radiother Oncol* 2003 Dec 1;69(3): 227-36.
7. Roesink JM, Schipper M, Busschers W, Raaijmakers CP, Terhaard CH. A comparison of mean parotid gland function after radiotherapy for head and neck cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005 Nov 15;63(4):1006-9.
 8. Eisbruch A, Kim HM, Terrell JE, Marsh LH, Dawson LA, Ship JA. Xerostomia and its predictors following parotid sparing irradiation of head and neck cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001 Jul 1;50(3):695-704.
 9. Park YJ, Ahn YC, Park W, Ju SG, Nam H, Oh D et al. Evaluation of Xerostomia Following 3 Dimensional Conformal Radiotherapy for Nasopharyngeal Cancer Patients. *J Korean Soc Ther Radiol Oncol* 2006 Jun 1;24(2):81-7.
 10. Shin D, Yoon M, Park SY, Park DH, Lee SB, Kim DY et al. Optimal matching of 3D film measured and planned doses for IMRT quality assurance. *Med Dosim* 2007 article in press.
 11. Park DH, Shin D, Park SY, Park D, Kim TH, Shin KH et al. Optimized matching of film dosimetry with calculated doses for IMRT quality assurance. *Physica Medica* 2007 Apr 30;23:49-57.
 12. Yoon M, Lee DH, Shin D, Lee BY, Park SY, Cho KH. Accuracy of inhomogeneity correction algorithm in IMRT of head and neck tumors. *Med Dosim* 2007 Apr 1;32(1):44-51.
 13. Asselen BV, Raaijmakers CP, Legendijk JJ, Terhaard CH. Intrafraction motions of the larynx during radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003 Jun 1;56(2):384-90.