

전립선 내부 움직임 고정용 직장풍선

연세대학교 의과대학, 연세암센터, 방사선종양학과

조삼주 · 조재호 · 이상규 · 추성실 · 박진호 · 이세병 · 정경근 · 이창걸 · 서창욱

본 연구에서는 직장풍선을 사용하여 전립선의 내부 움직임을 최소화함으로써 계획용표적체적 내에 정상장기의 포함을 최소화하고, 직장체적의 일정부분을 고선량 분포 영역에서 떨어뜨림으로써 방사선치료의 선량한계를 극복하고자 하였다. 이를 위해 직장풍선을 사용하여 환자 setup 시 직장풍선의 위치 재현성을 분석하였고 세기조절방사선치료계획 수립을 통해 임상치료에서의 유용성을 연구하였다.

중심단어: 직장풍선, 전립선암, 세기조절방사선치료

서 론

전립선암의 방사선 치료에서 치료에 대한 초기반응과 종양억제 확률은 종양에 전달하는 선량에 비례한다고 알려져 있다.¹⁻³⁾ 전립선 주위에 위치한 직장 및 방광과 같은 정상장기의 선량한계로 인해 전통적인 기법의 외부방사선치료법으로는 선량의 단계적 확대(dose escalation)에 한계가 있었다. 최근에 도입된 3차원입체조형치료법 및 세기조절방사선치료법은 종양표적에 최적화된 선량분포를 전달할 수 있어 이러한 한계가 일정 정도 극복될 수 있다.^{2,4)} 그러나 전립선의 내부움직임에 따른 광범위한 계획용표적체적(Planning Target Volume)로 인해 여전히 PTV에는 많은 정상 장기의 부피가 포함되게 된다. 따라서 전립선의 내부움직임 및 치료 setup 오류를 가능한 최소화하여 PTV 크기를 줄여줌으로써 치료 부작용을 야기할 수 있는 정상장기의 피폭 체적을 감소시키려 하는 다양한 연구가 진행중이다.⁴⁻⁶⁾

본 연구에서는 직장풍선을 사용하여 전립선의 내부 움직임을 최소화함으로써 PTV 크기를 줄이고 직장벽에 대한 선량한계를 극복할 수 있는 방법을 제시하였다. 또한 직장풍선의 환자 setup시 직장풍선의 위치 재현성을 분석하고 임상치료에서의 유용성을 연구하였다.

재료 및 방법

1. 직장풍선

개별환자 마다 Fig. 1과 같이 직장카테터를 사용하여 자체 제작하였다. 직장 카테터 내부에는 고무재질의 직장 카테터를 지지해주는 플라스틱 카테터를 두었고 60 cc 공기를 채울수 있는 3 cm 길이의 고무풍선을 접착테이프를 이용해서 직장카테터 외부에 부착시켰다. 환자 setup시 직장풍선의 고정위치 식별을 위해 풍선 접착면 이후부터 직장카테터 표면에 눈금을 표시해 두었다.

2. 대상환자 및 setup

최근 본 기관에 방사선치료를 위해 내원한 네 명의 전립선암 환자를 대상으로 하였다. 직장풍선의 위치 재현성 및 임상에서의 유용성 분석을 위해 매 환자 마다 3회에 걸쳐 직장풍선을 사용하지 않았을 때와 직장풍선을 사용하였때의 CT-영상을 얻었다. 환자직장에 풍선을 삽입한 후 주사기를 사용하여 60 cc의 공기를 넣어 풍선을 부풀게 하고 켈리를 사용하여 공기 누설을 막았다. 직장풍선의 위치 고정을 위해 환자 다리 방향으로 직장풍선을 잡아 당겨 환자의 괄약근에 풍선이 맞닿았을 때 직장 카테터에 표시된 눈금을 읽고 접착 테이프를 사용하여 치료

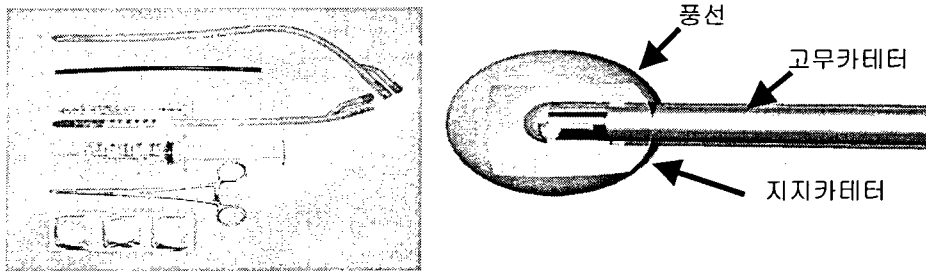


Fig. 1. Rectal balloon

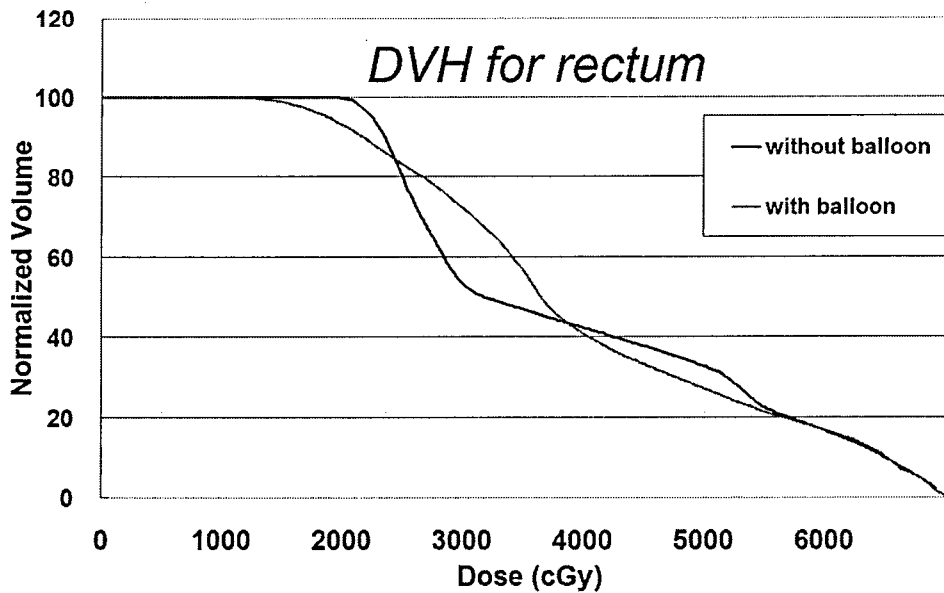


Fig. 2. DVH for rectum

침대에 고정시켰다.

4. 직장전벽 편향분석

매 환자당 얻은 3개의 CT 영상을 Pinnacle3(ADAC)내 자동영상융합프로그램인 Syntegra를 이용하여 치료 최초 영상에 후에 찍은 두 영상을 정확히 융합시켰다(CT to CT fusion). 전립선과 직장풍선의 접면의 위치 재현성을 확인하기 위해 전립선의 중심 단면과 그 상하로 각각 10 mm 떨어진 횡단면을 선택하여 비교하였다.

각 단면에서 치골에서 직장풍선까지 3개의 수직선을 긋고 각 선과 풍선의 전벽이 만나는 좌표점을 찾은 후 각 영상에서 이 점들의 위치변화를 정량적으로 분석하였다. 또한 치료계획시스템의 자동 contouring 기능을 이용하여 직장풍선의 외곽선을 그려 매 환자에게서 얻어진 세 개의 영상에서 각각 직장 풍선의 부피와 중심점의 위치를 구하였다.

6. 세기조절방사선치료계획

세기조절방사선치료계획은 Pinnacle(ADAC) 치료계획시스템을 이용하여 직장풍선을 삽입한 경우와 삽입하지 않은 경우에 대해 동일한 치료 조건을 주어 치료 계획을 수립하였다. 모든 환자마다 SIB(Simultaneous Integrated

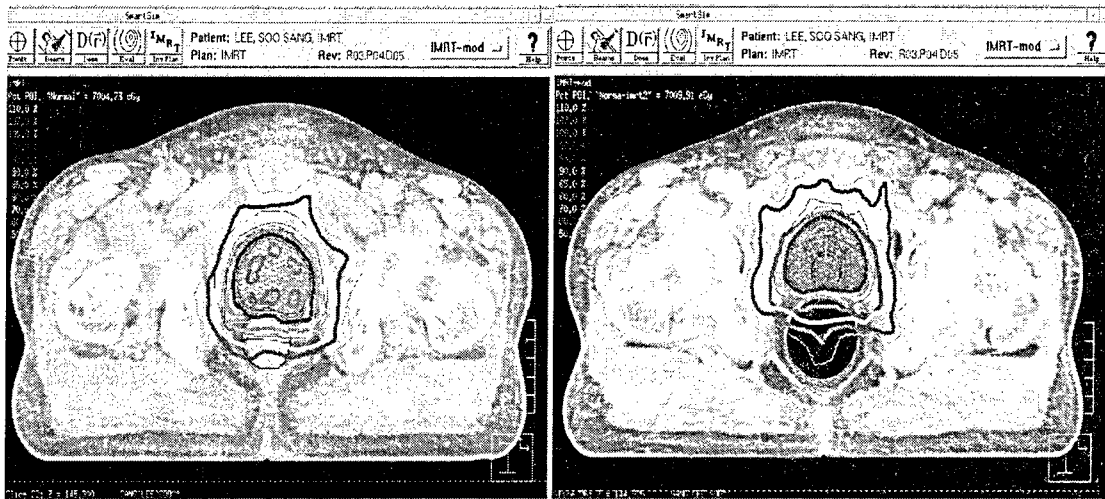


Fig. 3. IMRT plan comparison a) without rectal balloon b) with rectal balloon

Boost)기법을 이용하여 GTV에 2.5 Gy씩 70 Gy, PTV는 1.8 Gy씩 50.4 Gy 처방하였고, 직장은 중요장기로 50 Gy의 선량제한을 두었다. 7개의 빔을 사용하여 0 에서 각각 40 간격으로 빔 방향을 설정하였다.

결 과

매 환자마다 세 차례 시행된 영상에서 얻어진 각각의 직장풍선의 체적은 일정하였다. 전립선암 및 직장풍선 접면의 위치 재현성을 의미하는 치골에서 직장풍선까지의 거리는 중심점이 2.1 ± 1.7 mm, 오른쪽 2.3 ± 2.2 mm, 왼쪽이 2.0 ± 1.6 mm이었다. 직장풍선 중심점의 편향은 좌우 2.4 ± 1.6 mm, 전후 3.1 ± 2.5 mm, 상하 5.6 ± 3.5 mm였다. 세기조절방사선치료계획을 수행하여 직장풍선을 삽입한 경우와 삽입하지 않은 두 경우를 비교해 본 결과 직장의 최대점 선량(Max. point dose)은 직장풍선을 사용한 경우에 70.9 Gy로 사용하지 않은 경우의 68.7 Gy에 비해 다소 높게 나왔다. 직장벽의 평균 선량은 사용한 경우에 39.9 Gy, 사용하지 않은 경우 45.9 Gy였다(Fig. 3) 방광의 경우 체적은 두경우 간의 차이가 없었고 최대점 선량(Max. point dose)은 직장풍선을 사용한 경우에 71.6 Gy, 사용하지 않은 경우는 67.4 Gy였다.

결 론

직장풍선을 사용하여 전립선의 후방 경계를 2.5 mm 이내로 일정하게 유지할 수 있었고, 이로써 직장풍선의 위치 재현성이 정확함을 알 수 있었다. 이는 전립선의 내부 움직임에 따른 PTV 크기를 줄이는데 기여하리라 생각된다. 또한 직장풍선은 직장 팽창을 통해서 전립선과 인접한 직장체적을 상대적으로 줄이고 고선량 영역으로부터 직장벽을 멀어지게 함으로써 방사선선량-체적 분포의 향상을 가져온 것으로 생각된다. 본 연구는 자체 제작한 직장풍선의 재현성 및 유용성을 보여줌으로 향후 적극적인 활용의 토대를 제공한다.

참 고 문 헌

1. Hanks GE, Martz KL, Diamond JJ. The effect of dose on local control of prostate cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys 15:1299-1306 (1988)
2. Zelefsky Mj, Leibel SA, Gaudin PB, et al Dose escalation with tree-dimensional conformal radiation therapy affects the

- outcome in prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 41:491-500 (1998)
3. Pollack A, Zagars GK, Starkschall G, et al. Prostate cancer radiation dose response: Results of the M.D.Anderson Phase III randomized trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 53:1097-1105 (2002)
 4. Teh BS, Woo SY, Mai W, et al. Clinical experience with intensity-modulated radiation therapy (IMRT) for prostate cancer with the use of rectal balloon for prostate immobilization. *Med. Dosim* 27:105-113 (2002)
 5. Patel RR, Orton N, Tome WA, Chappell R, Ritter MA. Rectal dose sparing with a balloon catheter and ultrasound localization in conformal radiation therapy for prostate cancer. *Radiother Oncol* 67:285-294 (2003)
 6. Sanghani MV, Ching J, Schultz D, et al. Impact on rectal dose from the use of a prostate immobilization and rectal localization device for patients receiving dose escalated 3D conformal radiation therapy *Urologic oncology* 22:165-168 (2004)

Rectal balloon for the immobilization of the prostate internal motion

Sam Ju CHO, Jae Ho Cho, Sang Kyoo Lee, Sung Sil Chu, Jino Bak, Se Byong Lee,
Kyoungkeun Jeong, Chang Geol Lee, Chang Ok Suh

*Department of Radiation Oncology, Yonsei University college of Medicine,
Yonsei Cancer Center, Seoul, Korea*

In this study, we used the rectal balloon to overcome the dose limit of the radiation therapy in the prostate cancer. Using the rectal balloon, we could minimize the planning target volume (PTV) by minimizing the internal motion of prostate and increased the gap between the rectum wall and the high dose region. To this purpose, we analyzed the position reproducibility of rectal balloon during the patient setup. Moreover, we studied the clinical feasibility of rectal balloon by performing the IMRT plan.

Key Words : Rectal balloon, Prostate cancer, IMRT