

골반부 방사선치료 시 자체 제작한 Vac-lock type belly board에 대한 유용성 평가

강북삼성병원 방사선종양학과

김영연, 방승재, 정일선, 김정수, 김영곤

목 적 : Belly board를 사용한 골반부 치료 시 엎드린 자세로 인해 set-up의 재현성이 다른 치료부위에 비해 떨어진다. 이에 본 연구에서는 기존의 belly board만 사용 시 발생했던 단점들을 보완하기 위해 VLT belly board(Vac-lock type belly board)를 자체 제작하여 그 유용성을 검증하고 set-up의 재현성을 높이고자 한다.

대상 및 방법 : 기존의 belly board를 사용하여 치료한 환자의 OBI 영상과 자체 제작한 VLT belly board를 사용하여 치료한 환자의 OBI 영상을 비교하였다. OBI는 전체 치료과정 중 3번을 시행하였는데, AP 방향, LAT 방향에서 각각 실시하였다. 2차원정합을 이용하여 X축 좌·우방향, Y축 상·하방향, Z축 전·후방향에서 발생하는 set-up에 대한 오차를 측정하여 비교·분석하였다.

결 과 : 영상 2차원 정합을 이용한 set-up의 평균 오차는 X축 방향으로 0.32 cm에서 0.12 cm으로, Y축 방향으로 0.41 cm에서 0.19 cm으로, Z축 방향으로 0.29 cm에서 0.17 cm으로 VLT belly board 사용한 결과의 평균 오차가 감소하였다. 또한 VLT belly board 사용 시 0~0.29 cm의 오차가 48%에서 83%로 증가되고 0.5 cm 이상의 오차가 21%에서 2%로 감소를 보였다.

결 론 : VLT belly board 사용은 기존의 belly board 사용에 대한 효과를 유지하면서 환자 개인의 특성에 맞는 Vac-lock 제작을 통하여 set-up의 오차를 줄여줄 수 있음을 확인했다. 따라서 엎드린 자세로 골반부 치료 시 VLT belly board는 매우 유용할 것이라고 사료된다.

핵심용어 : Vac-lock 형 벨리보드, 온보드 영상장치, 재현성

서 론

최근 방사선치료 장비의 발전으로 방사선치료 기술도 크게 발전되었다. 이와 더불어 방사선치료 효율을 높일 수 있는 많은 환자고정기구(Immobilization device)들이 개발되었다. 이런 다양한 환자고정기구는 방사선치료 목적과 환자의 특성을 고려하여 제작되며 안정적이고 편안한 자세를 유지 시켜준다. 또한 자세의 재현성을 높여주며 방사선치료 효율을 보다 더 높여준다.

골반부(Pelvis) 치료 시 소장은 방사선량에 제한을 받는 가장 중요한 기관 중 하나로 방사선량과 방사선조사를 받는 소장의 체적에 따라 급성 및 만성 독성의 정도가 다르다는 사실은 확인된 바 있다.^{1,2)} 또한 소장은 유동성이 있는 기관으로 환자가 엎드린 자세에서 방광을 팽창시키거나 belly

board를 사용하여 소장을 골반 위로 이동시키는 방법에 대한 효율성은 많은 연구에서 입증되어 있다.^{3,4)} 엎드린 자세에서 belly board의 사용은 골반부에서 소장을 치료 범위 밖으로 최대한 이동시켜 치료 범위에 포함되는 소장의 체적을 최소한으로 하여 방사선치료 효율을 높이고 장루 보유자 치료 시 set-up의 정확성을 높여준다. 하지만 belly board를 사용한 골반부 치료 시 자세의 재현성은 다른 치료부위에 비해 재현성이 떨어진다. 이는 엎드린 자세에서 골반부의 불안정한 자세유지, 환자의 체중, 방광의 팽창 상태, 무릎의 위치 등 여러 요인들이 치료 자세 재현성에 영향을 미치게 된다.

본 논문에서는 골반부 치료 시 belly board를 사용한 환자에 대하여 치료 자세 재현성에 변화를 줄 수 있는 요인들을 파악하고자 한다. 또한 환자의 개별적 특성을 고려하여 제작이 가능한 Vac-lock과 기존의 belly board를 같이 사용한 경우와 belly board만 사용한 경우의 OBI(On Board Imager)를 통하여 비교 분석하여 환자의 치료 자세 재현성에 대한 평가를 하고자 한다.

본 논문은 2014년 3월 21일 접수하여 2014년 5월 2일 채택되었음.

책임저자 : 김영연, 강북삼성서울병원 방사선종양학과
서울특별시 종로구 새문안로 29, 110-746
Tel: 02)2001-1162, 010-9550-2213
E-mail: gahskyy@naver.com

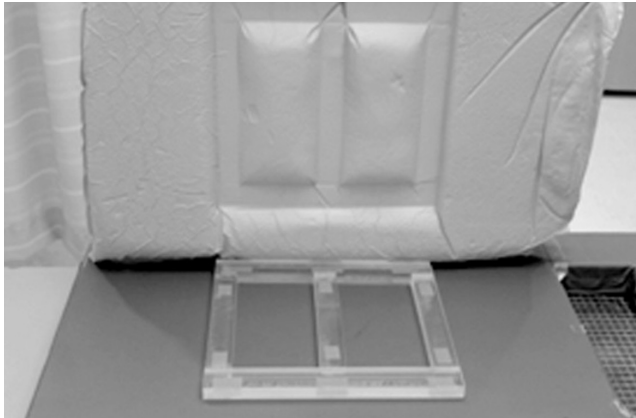


Fig 1. Vac-lock type belly board. This immobilization device can fix pelvic and knee.

대상 및 방법

1. Vac-lock type belly board의 제작

엎드린 자세에서 골반부 치료 시 자세 재현성을 높이기 위해 환자별 특성에 맞게 제작이 가능한 직사각형 크기의 Vac-lock(100 cm × 70 cm)과 기존의 belly board를 결합하였다. VLT belly board(Vac-lock type belly board)는 기존의 belly board 위에 Vac-lock의 결합이 가능하도록 “日”자 모양의 아크릴을 제작하여 부착하였다. 부착된 아크릴은 환자 특성에 맞게 제작된 Vac-lock을 belly board와 결합 시 움직임이 없도록 고정하는 역할을 해준다. Vac-lock의 적용은 belly board의 구멍 아래 부분부터 적용하였으며 환자의 골반부 위쪽부터 하체 전체를 감싸줄 수 있도록 제작하였다(Fig. 1).

엎드린 자세로 set up시 허공에 떠있는 양쪽 골반부위의 회전은 골반부위에 변화를 일으켜 재현성에 영향을 미치기 때문에 Vac-lock을 통해 충분히 지지하도록 제작되었다. 또한 일정한 무릎과 다리의 위치와 각도는 골반부위의 전체적인 좌우 회전을 줄여주도록 제작되었다(Fig. 2).

2. 대상 환자 및 방법

VLT belly board(Vac-lock type belly board)의 효용성을 검증하기 위하여, 방사선치료 시 belly board만 사용한 환자와 VLT belly board를 사용한 환자들의 재현성을 비교하였다. 대상 환자는 본원에서 2012년 10월부터 2013년 8월까지 엎드린 자세로 골반부를 방사선치료를 받은 환자 20명을 대상으로 하였다. 환자는 각각 10명씩 두 그룹으로 나누어 측정하였다. 본 논문에 이용되는 OBI는 선형가속기

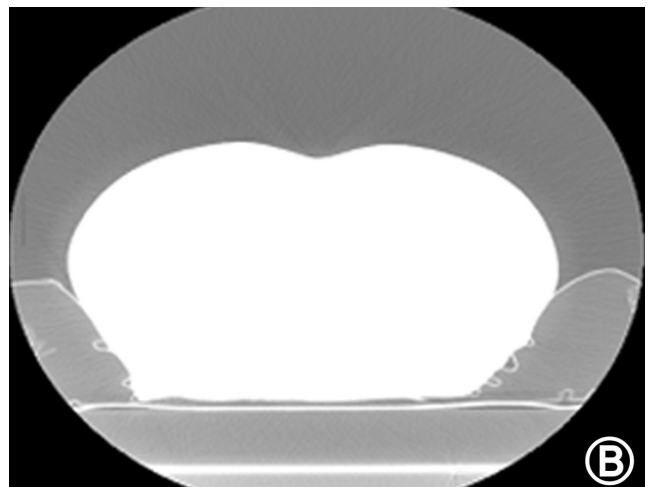
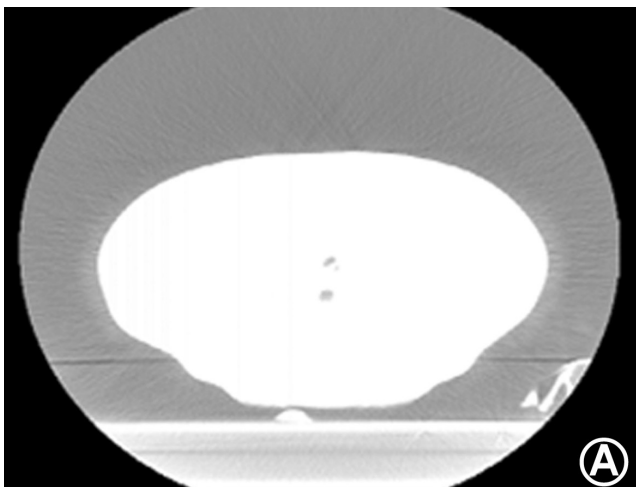


Fig 2. Pelvis image at prone position. (A) Existing belly board (B) Vac-lock type belly board

(Clinac iX Rapid Arc, Varian, USA)에 수평으로 부착된 Kv(Kilovoltage)선원과 검출기로 구성된다. OBI 시스템에서는 단순 일반 촬영 및 투시 그리고 CBCT(Cone beam computed tomography)를 수행할 수 있다.

본 논문에서는 각 환자에 대해 모의치료를 시행한 후 기준영상(Reference image)을 얻었다. 그리고 치료실에서 기준영상과 같은 방향(AP, Lateral)의 영상을 OBI를 통해 일반 촬영으로 획득한 후 분석을 실시하였다. 분석과정은 2차 원정합(2D/2D Matching)을 이용하였으며 영상 합성 후에 변화된 3축(X축, Y축, Z축) 값을 비교하였다. OBI 실시는 각 환자 별로 전체 치료과정 중 3번 실시를 하였다.⁹⁾

결 과

본 실험에서 환자 20명의 OBI 60건에 대하여 기존의 belly board와 VLT belly board를 사용했을 때 X축, Y축, Z축에서 isocenter의 이동거리를 나타내었다(Fig. 3). 기존의

belly board를 사용한 환자와 VLT belly board를 사용한 환자에 대해 차이를 비교한 결과로 X축 방향으로는 0.32 cm에서 0.12 cm로, Y축 방향으로는 0.41 cm에서 0.19 cm로, Z축 방향으로는 0.29 cm에서 0.17 cm로 VLT belly board 사용 시 평균 이동거리가 감소하여 나타났다(Table 1.).

대상 환자 중 각 방향의 최대 오차는 X축 방향으로는 1.24 cm에서 0.39 cm로, Y축 방향으로는 1.00 cm에서 0.66 cm로, Z축 방향으로는 0.90 cm에서 0.67 cm로 감소하여 나타났고, 평균 표준편차는 X축 방향으로는 0.24 cm에서 0.12 cm로, Y축 방향으로는 0.27 cm에서 0.16 cm로, Z축 방향으로는 0.18 cm에서 0.15 cm로 VLT belly board에서 감소하였다(Table 2.).

또한, 직교 좌표계의 치료중심으로부터 이동거리를 직선으로 산출하여 계산한 결과를 나타내었다. VLT belly board를 사용함으로써, 0~0.29 cm의 오차는 48%에서 83%로 증가하였고 0.3~0.49 cm의 오차는 31%에서 15%로 0.5 cm의 오차는 21%에서 2%로 줄어들었다(Fig. 4).

Table 1. Average shift distance for each axis.

| Patient | Existing belly board (cm) | | | Vac-lock type belly board (cm) | | |
|---------|---------------------------|--------|--------|--------------------------------|--------|--------|
| | Z axis | Y axis | X axis | Z axis | Y axis | X axis |
| 1 | 0.26 | 0.12 | 0.27 | 0.13 | 0.32 | 0.18 |
| 2 | 0.30 | 0.32 | 0.33 | 0.02 | 0.20 | 0.05 |
| 3 | 0.42 | 0.58 | 0.19 | 0.06 | 0.09 | 0.20 |
| 4 | 0.49 | 0.43 | 0.51 | 0.13 | 0.22 | 0.02 |
| 5 | 0.31 | 0.61 | 0.30 | 0.27 | 0.29 | 0.03 |
| 6 | 0.02 | 0.21 | 0.22 | 0.08 | 0.07 | 0.09 |
| 7 | 0.20 | 0.41 | 0.17 | 0.19 | 0.28 | 0.28 |
| 8 | 0.38 | 0.44 | 0.32 | 0.40 | 0.19 | 0.08 |
| 9 | 0.24 | 0.74 | 0.46 | 0.13 | 0.11 | 0.10 |
| 10 | 0.26 | 0.22 | 0.45 | 0.23 | 0.13 | 0.13 |
| average | 0.29 | 0.41 | 0.32 | 0.17 | 0.19 | 0.12 |

Table 2. Maximum Difference and Average Standard Deviation.

| | Maximum difference for each axis (cm) | | | Average standard deviation for each axis (cm) | | |
|--------------------------|---------------------------------------|--------|--------|---|--------|--------|
| | Z axis | Y axis | X axis | Z axis | Y axis | X axis |
| Existing belly board | 0.90 | 1.00 | 1.24 | 0.18 | 0.27 | 0.24 |
| Vac-locktype belly board | 0.67 | 0.66 | 0.39 | 0.15 | 0.16 | 0.12 |

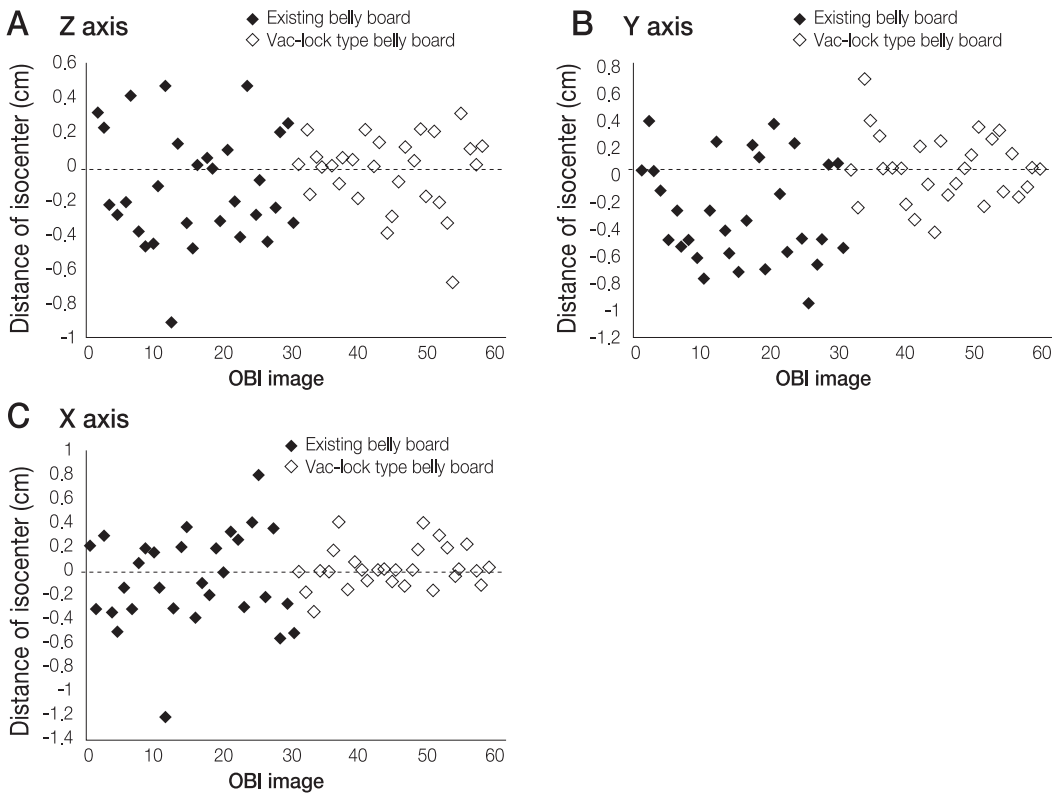


Fig 3. (A) Z axis isocenter distance (B) Y axis isocenter distance (C) X axis isocenter distance

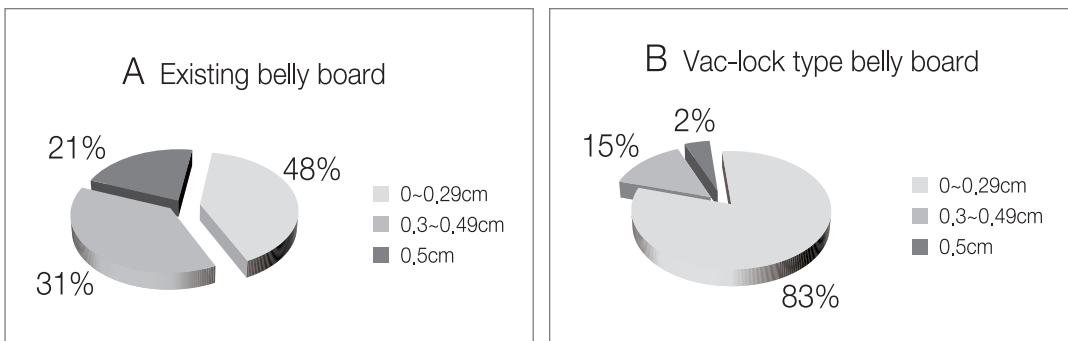


Fig 4. Set-up error analysis by shift distance. (A) Existing belly board (B) Vac-lock type belly board

결 론

방사선치료에 있어서 환자의 위치 및 자세의 재현성은 방사선치료의 중요한 역할을 한다. 골반부 치료 시 엎드린 자세에서 belly board의 사용은 골반부의 움직임, 무릎의 위치변화, 고정기구의 움직임 등 여러 가지 불확실한 요인들이 있다. 본 연구에서는 이런 요인들은 개선하기 위하여 belly board와 Vac-lock의 흔들림 없는 고정을 통하여 그

효용성을 검증하였다.⁶⁾

VLT belly board를 사용한 결과를 볼 때, 모든 방향에서 재현성이 향상된 것을 확인해 볼 수 있었다. 특히 0~0.29 cm사이의 오차가 48%에서 83%로 증가한 것을 확인할 수 있었다. 또한 X축, Y축, Z축 방향에서 평균 표준편차가 각각 0.24 cm, 0.27 cm, 0.18 cm에서 0.12 cm, 0.16 cm, 0.15 cm으로 감소되었다. 이는 VLT belly board가 결과적으로 모든 방향에서 안정적이고 균등한 재현성을 보여주는 역할

을 하는 것으로 판단된다.

기존의 belly board에서 0.5 cm 이상의 21%의 오차가 VLT belly board에서 2% 이내로 현저하게 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 VLT belly board가 재현성에 영향을 미치는 환자의 신체적 조건, 자의적인 움직임, 모의 치료 자세와 차이를 줄이는데 크게 도움을 줄 수 있다고 판단된다.

결론적으로 본 연구에서 고안된 VLT belly board는 환자 set-up 자체 시간은 줄여주고, 환자에게 편안함을 제공하며 많은 비용 없이 경제적으로 재현성을 향상시키므로 골반부 치료 시 큰 유용성을 나타낼 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Gallagher MJ, Brereton HD, Rostcok RA, Zero JM, Zekoski DA. A prospective study of treatment techniques to minimize the volume of pelvic small bowel with reduction of acute and late effects associated with pelvic irradiation, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1986;12:1565-1673
2. Potish RA, Jones TK, Jr, Levitt SH. Factors predisposing to radiation related small bowel damage, *Radiology* 1979;132:479-482
3. Das IJ, Lanciano RM, Movsas B, et al. Efficacy of a belly board device with CT-simulation in reducing small bowel volume within pelvic irradiation field, *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997;39:67-76
4. Koelbl O, Vordermark D, Flentje M. The relationship between bellyboard position and patient anatomy and its influence on dose-volume histogram of small bowel for postoperative radiotherapy for rectal cancer, *Radiother Oncol* 2003;67:345-349
5. 김종덕, 이행오, 유재만등 On board imager를 이용한 setup error 분석에 대한 연구, *대한방사선치료학회지* 2007;19(1):1-5
6. 박종민, 박양균, 조 응등 골반부 암환자를 위한 고정기구 개발 및 방사선치료 시 효용성 평가, *방사선종양학회지* 2007;25(2):134-144

Abstract

Evaluation of the efficiency of the Vac-lock type belly board in Pelvic cancer Radiation Treatment

Department of Radiation Oncology, Samsung Medical Center

YoungYeun Kim, Seungjae Bang, Ilsun Jung, Jungsu Kim, YoungKon Kim

Purpose : At the time of the pelvis cancer radiation treatment using the belly board, set-up error is large because of a prone position. In order to improve the reproducibility, we made Vac-lock type belly board. In this study, we attempt to validate its utility.

Materials and Methods : We compared belly board and Vac-lock type belly board through the OBI. OBI was performed three times with entire course of treatment and the setup errors in the direction of X axis, Y axis, Z axis were recorded and calculated the distance from the isocenter.

Results : X axis, Y axis, Z axis setup errors with existing belly board were 0.32 cm, 0.41 cm, 0.29 cm. The setup errors with the vac-lock type belly board were 0.12 cm, 0.19 cm, 0.17 cm. Further, errors of 0~0.29 cm were increased from 48% to 83% when using VLT belly board. Error of 0.5 cm or more was reduced from 21% to 2%.

Conclusion : Vac-lock type belly board is able to maintain the efficacy of existing and create to match the characteristics of the patient. Therefore We think that vac-lock type belly board is very useful in pelvic cancer patients.

Keyword : Vac-lock type belly board, On Board Imager, Reproducibility