

세기조절방사선치료 시 콘빔CT (CBCT)를 이용한 환자자세 검증 및 보정평가

고려대학교 구로병원 방사선종양학과

도경민 · 정덕양 · 김영범

목 적: 온 보드영상(OBI)장치를 이용한 콘빔CT는 환자 치료 중 실시간으로 전산화모의치료 영상과 비교하여 환자의 자세 및 표적용적의 움직임과 셋업오차를 확인 할 수 있다. IMRT 시 콘빔CT를 이용해 환자의 자세 및 표적용적의 변화와 움직임을 확인하여 치료계획과의 오차정도를 산출하고, Automatic Match System을 이용하여 위치 보정을 한 후 전자포털영상 장치를 통하여 위치보정의 정확성을 검증하고, IMRT에서 콘빔CT의 유용성과 Automatic Match System의 정확성에 대하여 알아보고자 한다.

대상 및 방법: 본원에서 치료받은 IMRT 환자 중 두 경부 치료환자 3명, 골반부 치료환자 1명을 대상으로 치료 자세의 변동과 그에 따른 조사용적의 위치변동을 알아보기 위해 선형가속기에 장착된 온 보드 영상 장치를 이용해 콘빔 CT를 촬영하였다. IMRT 전 매 치료 시 마다 콘빔CT를 촬영하여 전산화단층모의치료 영상과 비교하여 좌표별로 치료계획과의 오차값을 확인하고 3D/3D Match의 Automatic Match System을 통하여 치료계획과 일치하도록 이동 보정한 후 전자포털영상 장치를 이용하여 검증, 평가하였다.

결 과: 치료 전 콘빔 CT와 전산화단층모의치료 영상 비교 시 두 경부에서 좌표별 평균오차는 Vertical 0.99 mm, Longitudinal 1.14 mm, Lateral 0.84 mm, Rotation 0.49°이고, 골반부의 평균오차는 Vertical 2.78 mm, Longitudinal 2.04 mm, Lateral 4.91 mm, Rotation 1.07°로 부위별로 다소 근소한 차이를 보였다. 보정 후 검증에서는 전자포털영상 장치에 의한 영상과 DRR 영상 비교 결과 0.5 mm 이내의 오차로 정확한 보정이 이루어졌음을 알 수 있었다.

결 론: 치료 전 콘빔CT 영상은 환자의 셋업오차와 장기 및 표적의 위치변화를 2차원적 영상의 비교와 달리 하나의 체적으로 재구성된 3차원적 영상으로 비교함으로써 보다 정확하게 위치변화와 표적용적의 변동 등을 측정, 보정하여 정확한 치료를 할 수 있으며, 그 오차 값을 산출하여 비교할 수 있다. 이상의 연구로 보아 콘빔CT는 치료계획과 일치하는 정확한 치료전달과 반복적인 치료재현성에 유용하였으며, 만족스러운 결과를 얻을 수 있었다. 콘빔CT에 의해 향상된 정확도는 복잡한 모양의 표적용적과 급격한 선량분포의 변화가 나타나는 IMRT에서 더욱 필요하며 각 치료 부위별, 치료 목적별로 Match focus에 대한 기준을 연구해야 될 것으로 사료된다.

핵심용어: 온 보드영상장치, 콘빔CT, 세기조절방사선치료, automatic match system, 검증평가

서 론

방사선이 악성종양의 치료에 이용되기 시작한 이후 방사선치료는 꾸준히 발전되어 왔으며, 특히 2000년대에 들어서 치료장비와 기술의 비약적인 발전을 이루게 되었다. 이러한 발전으로 종양치료의 성적이 크게 향상 되었을 뿐만 아니라 환자들의 생존율도 크게 향상되었으며, 치료 후에도 높은 치료만족도를 기대하게 되었다. 이러한 치료만족도 향상을 위해 정상조직의 피해 없이 종양조직에만 처방선량이 도달할 수 있도록 치료의 정확성과 재현성 향상을 위한 많은 연구가

이루어지고 있다.¹⁻⁴⁾ 특히 전산화단층촬영모의치료기(Computerized Tomography Simulator, CT Simulator)의 도입으로 3차원입체조형치료가 시작되었지만 종양의 모양이 매우 다양하고 그 위치가 정상조직과 인접한 경우 3차원입체조형치료로도 충분한 방사선량을 조사하기가 어려운 경우가 있다. 최근 첨단 치료기술의 발전으로 이를 해결할 수 있는 치료방법인 세기조절방사선치료(Intensity Modulated Radiation Therapy, IMRT)가 시행되고 있다. 이는 종양 내에서 단계적 선량 조절을 통해 의도적으로 방사선량을 조절하여 부위별로 극대화할 수 있도록 방사선의 세기를 조절하여 치료하는 방법이다. 물리적 인자를 이용해 선량분포를 최적화하여 종양 제어율을 향상시키고 정상조직의 부작용을 최소화할 수 있으며, 치료표적이나 결정 장치의 용적, 제한선량 설정, 우선정도 등을 고려하여 치료계획자가 요구하는 선량분포를 설정

이 논문은 2009년 7월 18일 접수하여 2009년 8월 22일 채택되었음.
책임저자 : 도경민, 고려대학교 구로병원 방사선종양학과
Tel: 02)2626-1384, Fax: 02)2626-1399
E-mail: agape0714@nate.com

할 수 있는 역방향치료계획(Inverse Planning System)을 이용하여 종양 중심부위와 주변부, 침샘, 척수 등에 각각 다른 선량을 조사할 수 있도록 하는 최첨단 치료방법이다.^{5,6)} 다엽콜리메이터(Multileaf Collimator, MLC)의 정확한 동작으로 불균등 조사면에 맞는 선량분포 형성을 가능하게 하여 조사면의 형태와 조사시간을 변화시키면서 방사선량을 자유롭게 조절하여 종양조직에만 방사선을 집중적으로 조사할 수 있다. 3차원입체조형치료보다 한 차원 진보된 치료법으로 뇌, 두 경부, 복부, 골반부 등을 치료하며, 국소제어효과로 생존율은 올리고, 전이는 줄이면서 치료효과는 상승시킬 수 있다. 그러나 종양과 종양주변 정상조직의 움직임과 매 회 치료마다 환자의 자세변화 등 여러 변화요인들은 해결해야 할 과제이며, 치료계획이 정교해질수록 이러한 요인들로부터 발생하는 오차는 더욱 치명적일 수 있다.^{7,8)}

방사선 치료성적과 방사선에 의한 부작용은 처방선량의 정확한 전달에 좌우되기 때문에 치료계획과 일치하는 치료 자세유지와 이를 바탕으로 한 치료의 재현성은 중요한 과제이다. 따라서 방사선치료 시 방사선이 조사체적(Irradiation Volume)에 정확히 전달되어야 하지만 실제로 있어서는 상당한 오차가 발생하는 것으로 밝혀지고 있으며, 특히 치료계획과 일치하지 않는 자세로 부정확한 치료가 발생될 경우 여러 부작용이 발생될 수 있다. 그러므로 방사선치료에 있어 치료계획과 일치하는 치료자세의 재현은 매우 중요하며 매 치료 시마다 확인할 필요가 있다. 이를 위하여 많은 연구자들에 의해 온 보드영상장치(On Board Imager, OBI)나 전자포털영상장치(Electronic Portal Imaging Device, EPID)를 이용하여 치료위치를 확인하려는 연구가 수행되었지만 온 보드영상장치의 kV image나 전자포털영상장치의 경우는 2차원적인 단면 확인만 이루어지고 있어 현재의 3차원입체조형치료에서는 좀 더 정확한 확인이 필요하다.⁹⁾

이에 본 연구에서는 세기조절방사선치료 시 발생될 수 있는 조사체적과 표적체적(Target Volume)의 위치 변동을 매 치료 시마다 콘빔CT (Cone Beam CT, CBCT)로 그 오차를 확인하고 Automatic Match System을 이용하여 치료계획과 일치되게 위치를 보정, 이를 다시 전자포털영상장치로 검증하여 보았다.

대상 및 방법

1. 대상

본원에서 종양 진단을 받고 방사선종양학과에서 2010년 7월부터 2010년 9월까지 세기조절방사선치료를 받은 환자 중 두 경부 치료환자 3명, 골반부 치료환자 1명을 선정하였다.

선정된 환자들 중 두 경부 치료환자는 Optimold 고정용구(Thermoplastic)를 사용하여 고정하였으며, 골반부 치료환자는 세기조절방사선치료용 Vac-Lok 고정용구를 사용하였다.

치료환자들은 모두 움직임이 자유롭고 치료 자세를 취하는데 어려움이 없는 환자들로 외형의 체형변화가 거의 없는 표준형 체형의 환자들이었다.

2. 장비

세기조절방사선치료에 사용된 장비는 Trilogy (Varian, USA) 선형가속기로 6~10 MV 광자선이 사용되었다. 본 장비는 Gantry와 수직으로 부착된 온 보드영상장치와 Gantry Head와 마주보게 되는 전자포털영상 장치로 구성 되어 있다 (Fig. 1). 온 보드영상장치는 kV 방사선원과 kV Detector를 사용하여 콘빔CT, 방사선 촬영(radiography)영상과 투시(fluoroscopic)영상을 얻을 수 있으며, 전자포털영상장치는 MV (Megavoltage) 방사선을 사용하여 전자포털영상을 얻을 수 있다. 본 연구에 사용된 온 보드 영상장치는 40~150 kV 관전압 범위로 0.4 mm, 0.8 mm의 Focal Spot과 14° 타겟 각도로 된 tube로 구성되어 있다. kV Detector는 선원으로부터 140~170 cm 거리에 위치하며 397×298 mm의 Imaging Area를 갖는 아모퍼스실리콘(a-Si) Digital Imaging 패널로 구성되어 있다. 영상은 최고 초당 7.5 프레임 시 2,048×1,536 픽셀 해상도로 영상 획득이 가능하며 초당 최대 30 프레임까지 얻을 수 있다. 콘빔CT의 촬영은 촬영 시 피부선량을 줄여 주고, X선의 산란선을 줄여 영상품질을 향상시켜주는 Bow-tie Filter를 사용하였다. 이러한 장비들을 이용하여 실시간으로 종양의 위치 및 환자 치료 자세를 검증하여 기존의



Fig. 1. Photograph of the clinac trilogy with CBCT and OBI system.

방사선 치료보다 정확성이 더 향상된 치료인 세기조절방사선치료를 수행할 수 있다.

3. 방법

세기조절방사선치료 시 치료 자세의 변동과 그에 따른 조사용적의 위치변동을 알아보기 위해 선형가속기(Trilogy)에 장착된 온 보드 영상장치를 이용해 콘빔CT를 촬영하였다. 치료계획과 동일하게 환자를 위치 시켰으며, 세기조절방사선치료 시행 전 매 회 콘빔CT를 촬영하고, 촬영된 영상을 전산화단층촬영모의치료영상과 비교하여 좌표별로 오차 값을 확인하고 Automatic Match System을 이용하여 영상이 서로 일치되게 환자를 이동 하였다(Fig. 2). Automatic Match의 결과를 확인하기 위해 전자포털영상장치로 서로 다른 두 방향을 촬영하여 오차보정을 위한 이동을 검증하였다(Fig. 3).

콘빔CT 촬영 시 kV Tube는 Isocenter로부터 100 cm이며, Detector는 Tube로부터 140 cm 위치에서 촬영하였다. 촬영조건은 두 경부의 경우는 Standard dose head 조건인 100 kV, 20 mA, 20 msec로 하였으며 Bow-tie Filter는 Full Type을 사용하여 512×512 Reconstruction Volume으로 재구성하였다. 골반부의 경우는 Pelvic 조건인 125 kV, 80 mA, 13 msec에 Half Type Bow-tie Filter를 사용하였다. Reconstruction

Volume은 384×384를 사용하였다. Slice Thickness는 양쪽 모두 5 mm 간격으로 영상을 획득하였다(Table 1).

결 과

치료 전의 콘빔CT와 전산화단층모의치료영상 비교 시 두 경부에서는 좌표별 평균오차가 Vertical 0.99 mm, Longitudinal 1.14 mm, Lateral 0.84 mm, Rotation 0.49°로 최소 0 mm, 최대 4 mm, 회전 각도는 최대 1.9°였으며, 골반부의 평균오차는 Vertical 2.78 mm, Longitudinal 2.04 mm, Lateral 4.91 mm, Rotation 1.07°로 최소 0 mm, 최대 8 mm, 회전 각도는

Table 1. CBCT exposure condition

	H&N	Pelvis
Type	Standard dose	Pelvis
kV	100	125
mA	20	80
ms	20	13
Slice (mm)	5.0	5.0
Reconstruction volume	512×512	384×384
Bow-tie filter	Full fan	Half fan



Fig. 2. CBCT scanning is the process.



Fig. 3. (A) 3D/3D match. (B) 2D match.

최대 1.07°로 골반부에서 두 경부보다 다소 큰 차이를 보였다(Table 2, Fig. 4).

Automatic Match System을 이용한 오차 보정 후 검증에서는 전자포털영상장치에 의한 영상과 디지털재구성사진(Digital Reconstruction Radiography, DRR) 비교결과 최대 0.5 mm 미만의 오차를 보여 정확한 보정이 이루어졌음을 알 수 있었다.

한 가지 유의할 사항은 Automatic Match System에서 Match Focus를 Body, Spinal Cord, CTV, CTV+GTV 등 어디에 두느냐에 따라 오차가 커질 수도 있지만, 그 대신 원하는 Focus에 맞추어 더 정확하게 일치시킬 수도 있다.

고안 및 결론

세기조절방사선치료 환자에 있어서 콘빔CT를 이용하여 촬영한 영상은 치료 전 환자의 셋업오차와 장기 및 표적의 움직임 확인을 기존의 정면과 측면이라는 두 방향의 2차원 영상의 비교와는 달리 하나의 체적으로 재구성된 3차원 영상으로 비교할 수 있어 환자의 자세변화와 표적용적의 변동 등을 보다 정확하게 측정하여 그 오차값을 산출하여 비교할 수 있으며, 위치보정을 통하여 정확한 치료가 가능하다.

Table 2. The result of 3D/3D match modification

		VRT (mm)	LNG (mm)	LAT (mm)	RTN (deg)
Head & Neck	Mean±SD	0.99±0.6	1.14±0.8	0.84±0.7	0.49±4.8
	Max	2.0	4.0	3.0	1.9
Pelvic	Mean±SD	4.9±2.2	2.0±1.8	2.7±1.8	1.07±5.0
	Max	8.0	7.0	6.0	2.0

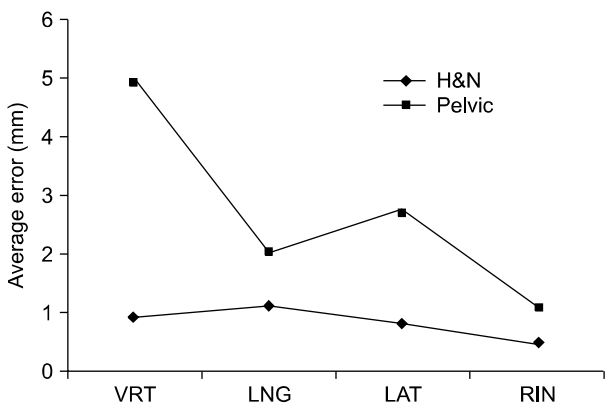


Fig. 4. Average error (head & neck, pelvic).

콘빔CT 촬영결과 각 방향의 전체 평균은 두 경부에서 0.99 mm, 골반부에서는 3.24 mm의 오차가 발생하였으며, Automatic Match System을 이용한 보정 후 전자포털영상장치를 이용한 검증 결과 최종적으로 0.5 mm 미만의 치료 오차가 발생함을 알 수 있었다. 기존에 알려진 현재 방사선치료 과정의 셋업오차는 두 경부 2 mm, 골반부 3 mm이다.¹⁰⁻¹²⁾ 본 연구의 오차 분석 결과 두 경부에서는 그보다 적었으며, 골반부에서는 기존에 알려진 정도의 셋업오차가 존재함을 알 수 있었다. 골반부에서 두 경부보다 다소 차이를 보이는 것은 두 경부의 경우는 고정 마스크의 사용으로 환자의 움직임으로 인한 자세 변화가 거의 없는 반면 골반부는 내부 장기의 움직임이 있고 고정용구의 사용이 제한적이라는데 원인이 있다.¹³⁾ 이는 이미 여러 연구자들에 의해 보고되어 있고, 본 연구에서의 결과와도 일치하는 것이다.^{14,15)}

이상의 연구로 보아 콘빔CT는 치료계획과 일치하는 정확한 치료전달과 반복적인 치료재현성에 유용한 것으로 판단되며, 만족스러운 치료결과를 얻는데 큰 도움이 되는 것으로 판단된다.

kV 콘빔CT 1회 촬영 시 발생하는 방사선량은 장비회사에서 제공하는 촬영조건에 따른 선량 Table 3에서 보는바와 같이 우려할 수준은 아니었다.¹⁶⁾ 또한 앞선 연구자들의 연구결과에서도 1회 촬영 시 방사선량이 매우 낮으므로(~3 cGy) 콘빔CT를 이용하여 매회 치료직전 치료실에서 영상을 이용해 환자의 위치를 확인하고 위치보정 후 치료를 수행하면 효과적으로 오차를 보정할 수 있다(Table 3).¹⁷⁾

매 치료 시 마다 콘빔CT를 촬영하는 경우 촬영과 영상획득에 걸리는 시간과 두 개의 CT 영상의 비교 분석시간, 비교분석 후 보정을 거치고 나서 다시 전자포털영상장치로 검증하는 시간으로 전체적인 환자 치료시간이 다소 증가함을 알 수 있었다. 대략 콘빔CT 촬영 시간이 5분정도, 영상의 비교분석

Table 3. The reference data of CBCT (OBI 1.4)

Mode name	Acquisition angle (deg)	Type	Technique	Dose CTDIw
Standard-dose head	200	Head	100 kV	0.50 cGy
			40 mA	
			10 ms (0.4 mAs)	
Pelvis	360	Body	125 kV	1.95 cGy
			80 mA	
			13 ms (1.040 mAs)	

CTDIw: CT dose index weight.

시간이 5분정도, 전자포털영상 검증시간이 1~2분 정도 소요 되는 것으로 나타났다. 그러나 시간이 다소 걸리더라도 기존의 2차원 영상이 아닌 3차원 영상으로 입체적으로 비교가 되므로 보다 더 정확한 오차를 알아낼 수 있었으며 오차의 보정으로 치료를 더 정확하게 할 수 있었다. 또 모든 경우 Automatic Match System을 이용하였기 때문에 수작업이 전혀 필요하지 않았다. 치료시간이 다소 증가 하지만 기존의 셋업확인 작업에 비해 영상의 질 향상, 작업의 편리성, 정확성 측면에서 월등함을 확인할 수 있었다.

콘빔CT가 개발되기 전에는 환자치료 전의 위치검증으로 전자포털영상장치나 L-gram을 이용하였으나 이는 치료 전에 오차를 측정하여 보정 후 치료를 수행하기에는 많은 어려움이 있었다. 그러나 콘빔CT를 이용하면 좀 더 간편하고 3차원적으로 정확한 위치 보정 후 치료가 가능하다. 영상의 질도 전산화단층촬영모의치료기와 유사하여 치료 중 환자의 총종양체적(GTV)의 체적변화, 내부 장기와 연부조직의 체적 및 위치 변화 등을 더 정확하게 확인 할 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 장점을 이용하여 매 치료 시 영상을 획득하여 환자자세 및 표적위치, 해부학적 위치를 확인함으로써 정확한 처방선량전달이 가능한 치료를 시행할 수 있다.

콘빔CT에 의해 향상된 정확도는 복잡한 모양의 표적용적과 급격한 선량분포의 변화가 나타나는 세기조절방사선치료에서 더욱 필요하며 각 치료 부위별, 치료 목적별로 Match Focus에 대한 기준을 연구해야 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 박진호, 박성호, 박석원: 온보드 영상장치(On-Board Imager) 및 콘빔CT (CBCT)를 이용한 환자자세 검증의 유용성에 대한 연구. 대한방사선종양학회지 2008;26:118-125
2. 강수만: Image Guide Radiation Therapy (IGRT) 시 On-Board Imager를 이용한 환자 Setup Error 보정평가. 대한방사선치료학회지 2008;20:69-80
3. 장형준, 임충근, 천금성, 정일선, 김희남: 두경부 암환자 치료 시 CT On-rail System을 이용한 이하선의 위치 보정 및 선량 평가. 대한방사선치료학회지 2008;20:83-89
4. 정덕양: 방사선종양학과 장비들의 치료중심점의 기하학적 일치도 확인 및 통합적 정도관리를 위한 팬텀 제작과 유용성 평

- 가. 고려대학교 의용과학대학원 의학물리학과 석사학위논문 2009;1-12
5. 강민영, 김연래, 박병문, 배용기, 방동완: 세기조절방사선치료의 품질관리를 위한 이온전리함 매트릭스의 유용성 고찰. 대한방사선치료학회지 2007;19:91-96
6. 고려대학교 구로병원 방사선종양학과. 품질관리 절차서 및 취급절차서 2010:150
7. Chao KS, Wippold FJ, Ozyigit G, et al.: Determination and delineation of nodal target volume for head and neck cancer based on patterns of failure in patients receiving definitive and postoperative IMRT. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2002;53: 1174-1184
8. Gregoire V, Coche E, Cosnard G: Selection and delineation of lymph node target volume in head and neck conformal radiotherapy: Proposal for standardizing terminology and procedure based on surgical experience. Radiother Oncol 2000;56:135-150
9. 하진숙, 전미진, 김세준, 김종대, 신동봉: 강남세브란스병원 토모테라피를 이용한 치료환자의 130예 통계분석 및 경험. 대한방사선치료학회지 2008;20:45-53
10. 김종덕, 이행오, 유재만, 지동화, 송주영: On Board Imager (OBI)를 이용한 Setup Error 분석에 대한 연구. 대한방사선치료학회지 2007;19(1):1-5
11. Hurkmans CW, Remeijer P, Lebesque JV, et al.: Set-up verification using portal imaging: review of current clinical practice. Radiother Oncol 2001;58:105-120
12. 박진호, 정경금, 금기창 등: 콘빔 CT (CBCT)를 이용한 온라인 영상유도방사선치료. 대한방사선종양학회지 2006;24:294-299
13. 백종걸, 김주호, 이상규, 이원주, 윤종원, 조정희: 두 경부 암환자의 방사선치료 시 자체 제작한 고정기구 유용성의 고찰. 대한방사선치료학회지 2008;20:1-9
14. Ars E, Ola H, Lena W, et al.: What margins should be added to the clinical target volume in radiotherapy treatment planning for lung cancer? Radiotherapy & Oncology 1998;16:71-77
15. 유영승, 이화중, 김대영, 유리: 영상유도 방사선치료에서의 kV 콘빔CT 이용. 대한방사선치료학회지 2007;19:43-49
16. Varian Medical System, Inc. The reference guide provides reference guide information and procedures for using the On-Board imager application version 1.4. December 2007
17. 안종호, 홍채선, 김진만, 장준영: 콘빔CT 촬영 시 mAs의 변화에 따른 피부선량과 영상품질에 관한 평가. 대한방사선치료학회지 2008;20:17-23

Abstract

Patient Position Verification and Corrective Evaluation Using Cone Beam Computed Tomography (CBCT) in Intensity-modulated Radiation Therapy

Gyeong Min Do, Deok Yang Jeong, Young Bum Kim

Department of Radiation Oncology, Korea University Guro Hospital, Seoul, Korea

Purpose: Cone beam computed tomography (CBCT) using an on board imager (OBI) can check the movement and setup error in patient position and target volume by comparing with the image of computer simulation treatment in real time during patient treatment. Thus, this study purposed to check the change and movement of patient position and target volume using CBCT in IMRT and calculate difference from the treatment plan, and then to correct the position using an automated match system and to test the accuracy of position correction using an electronic portal imaging device (EPID) and examine the usefulness of CBCT in IMRT and the accuracy of the automatic match system.

Materials and Methods: The subjects of this study were 3 head and neck patients and 1 pelvis patient sampled from IMRT patients treated in our hospital. In order to investigate the movement of treatment position and resultant displacement of irradiated volume, we took CBCT using OBI mounted on the linear accelerator. Before each IMRT treatment, we took CBCT and checked difference from the treatment plan by coordinate by comparing it with the image of CT simulation. Then, we made correction through the automatic match system of 3D/3D match to match the treatment plan, and verified and evaluated using electronic portal imaging device.

Results: When CBCT was compared with the image of CT simulation before treatment, the average difference by coordinate in the head and neck was 0.99 mm vertically, 1.14 mm longitudinally, 4.91 mm laterally, and 1.07° in the rotational direction, showing somewhat insignificant differences by part. In testing after correction, when the image from the electronic portal imaging device was compared with DRR image, it was found that correction had been made accurately with error less than 0.5 mm.

Conclusion: By comparing a CBCT image before treatment with a 3D image reconstructed into a volume instead of a 2D image for the patient's setup error and change in the position of the organs and the target, we could measure and correct the change of position and target volume and treat more accurately, and could calculate and compare the errors. The results of this study show that CBCT was useful to deliver accurate treatment according to the treatment plan and to increase the reproducibility of repeated treatment, and satisfactory results were obtained. Accuracy enhanced through CBCT is highly required in IMRT, in which the shape of the target volume is complex and the change of dose distribution is radical. In addition, further research is required on the criteria for match focus by treatment site and treatment purpose.

Key words: OBI, CBCT, IMRT, automatic match system, verified and evaluated