

Electronic Portal Imaging Device(EPID)의 유용성 평가

서울대학교병원 방사선종양학과

이양훈, 김보겸, 정치훈, 이제희, 박흥득

목적 : 방사선치료 시 자세 및 치료부위의 재현성을 유지하기 위해 Port film을 통한 정도관리가 이루어져 왔으며 Mega Voltage Imaging (MVI) System(mvis)이 출현한 이후로 많은 발전을 이루어 현재는 필름과 Electronic portal Image Device(EPID)를 통한 정도관리가 함께 이루어지고 있다. 이에 본 논문에서는 현재 사용하고 있는 EPID 시스템의 소개와 amorphous silicon (aSi) type EPID가 Intersity Modulated Radiation Therapu(IMRT)에서 film dosimetry를 대체할 수 있는지에 대한 가능성을 분석하였다.

대상 및 방법 : Varian 21EX의 aSi type EPID와 Varian 6EX의 LC type EPID를 통해 FDD, Gantry 회전 에 따른 재현성 분석과 EPID 출입시 FDD에 따른 시간분석을 하였으며 Alderson Rando phantom을 이용하여 Couch & Gantry rotation에 따른 영상획득 가능범위를 분석하였다. aSi type EPID를 대상으로 Las Vegas phantom과 물팬텀으로 공간분해능과 대조도 분해능을 비교하였으며 Dynamic Multileaf collimator(DMLC)영상에 대해 저감도 측정용 필름과 EPID로 분석하여 IMRT의 정도관리 적용가능성을 시험하였다.

결과 : aSi type EPID와 LC type EPID 재현성은 출입시 1mm 이내로 우수하게 나타났으나 Gantry 회전에 따른 재현성은 각각 ± 3 mm, ± 2 mm였으며 EPID의 출입시 focus detector distance(FDD)에 따른 시간분석은 14초에서 17초로 측정되었다. Las Vegas phantom을 이용한 공간분해능과 대조도분해능 비교 시 표면과 물 팬텀 10, 20 cm 깊이에서 측정해 보았을 때 EPID가 선량율과 영상획득시간, 영상획득방법, frame수에 따라 달라짐을 확인할 수 있었으며, EPID로 영상획득 가능 범위를 분석해보면 film보다 손쉬운 측정이 가능한 것으로 나타났다. 저감도측정용 필름과 EPID를 통해 DMLC측정을 통한 IMRT 정도관리 결과 필름과 같은 값을 나타내었다.

결론 : EPID에 관한 여러 가지 평가를 통한 적절한 정보제공을 통해 EPID 사용, 관리 시 필요한 정보를 획득 할 수 있었으며 EPID를 통해 얻은 영상이 digital data라는 점에 착안해 적절한 정도관리가 어려운 IMRT의 분야에서 필름을 통한 주기적 점검의 대체수단으로 사용가능성이 있음을 알 수 있었다. 특히 point-dose 측정시 사용하는 diode나 전리조(ionization chamber)를 통해 평가하기 어려운 IMRT의 sliding window영상에 대한 적절한 평가와 MLC에서 leaf사이의 누설선량과 소조사면에서의 DMLC 움직임에 대한 정확한 평가가 기대된다.

핵심용어 : EPID, 세기변조방사선치료, 정도관리

I. 서 론

방사선 치료의 효과를 극대화하기 위해서는 정확한 방사선의 전달이 필수적이다. 이러한 정확한 방사

선치료를 위해 다양한 고정기구 사용을 통한 환자고정과 함께 port film을 이용하여 정확성과 재현성을 확인해 왔으며 3차원 치료계획에 의한 입체조형치료나 세기변조방사선치료(Intensity modulated radiation therapy: IMRT)에서는 더욱 그 중요성을 더하고 있다. 이러한 방사선의 정확한 전달을 위한 방사선 선량평가의 하나는 전리함(Ionization chamber)을 통한 점선원평가(point-dose measurements)방법이다. 그러

책임저자 : 이양훈, 서울대학교병원 방사선종양학과
Tel: 02) 2072 -1975, Fax: 02)2072-1975
E-mai l: tobeis@empal.com

나 이 방법은 IMRT와 같이 불균등한 선량분포를 갖는 조사야의 선량평가 방법으로는 적합하지 않다. 또한 전산화치료계획에 의한 여러 개의 IMRT조사야는 각각의 조사방법이 치료계획의 결과와 다른 선량부여가 있을 수 있으며 이는 MLC (multi leaf collimator)에서 leaf사이의 누설선량과 소조사면에서 MLC의 움직임에 인한 적절한 평가가 어렵고 MLC leaf sequence 파일을 기록확인시스템(record & verify system)에 전송하는데 있어 시스템적인 오류가 있을 수 있기 때문이다. 이러한 이유로 높은 공간분해능을 지닌 방사선필름은 일반적인 방사선 치료뿐만 아니라 IMRT의 확인 절차에서도 널리 쓰인다. 그러나 필름은 많은 장점과 더불어 여러 가지 결점을 지니는데 이는 현상조건에 따라 측정되는 값의 재현성을 유지하기 어렵다는 것이다. 그러므로 film dosimetry를 통해 비교를 하는 것은 상대적인 신뢰성이 떨어진다. 또한 현상과정을 거쳐야 하며 정량분석을 위해 필름 스캔을 하는 등의 부가적인 수고와 함께 저장과 관리를 하는데 있어 비용에 따른 효율성에서 문제점이 노출되고 있다.

정도판리는 자세재현의 실수를 감소시키는 중요한 방법으로서 지속적인 빈번한 portal imaging을 통한 치료부위확인을 하는 것이 중요하다. 그러나 많은 환자수와 점점 복잡해지는 치료방법의 변화로 인해 시간이 부족한 현실 속에서 빈번한 치료부위의 확인은 많은 시간과 노동력을 증가시키는 물론 이에 따른 관리 노력의 증대로 이어진다. 더욱이 port film을 통한 자세재현의 정도판리는 여러 가지 임상적 조건하에서 설치 시 영상의 확대와 더불어 여러 가지 실수 가능성을 지니고 있으며 "Filmless"를 지향하는 환경하에서 그 효율성은 점차 줄어들고 있는 상황이다. 또한 치료촬영필름은 디지털시스템의 구현으로 인한 CR (Computed Radiography)영상으로 대체되어가고 있으며 EPID를 통해 얻어낸 portal image와 비교함으로써 손쉽게 자세재현의 정도판리가 가능할 것으로 생각된다.

1세대의 camera-based fluoroscopic EPID가 출현한 이후 많은 발전을 이룬 Mega Voltage Imaging

System(MVIS)은 2세대에 Liquid ionization chamber (LC) type EPID가 개발 되었고 현재는 3세대라고 분류할 수 있는 Amorphous silicon (aSi) type EPID가 개발되었다. 1, 2세대에서의 영상은 film에 의해 획득된 영상보다 대조도분해능이나 공간분해능이 저하되거나 MLC leaf positioning에 관한 질 관리의 가능성을 보여주었으며 2세대의 LC type EPID에서는 Scan 방법이 High voltage wait time에 의해 위에서 또는 아래로 열(row by row)로 측정되어짐으로 인해 IMRT 적용의 어려움이 있었다. 3세대의 aSi type EPID에서는 phosphor가 scintillator역할을 해 photodiodes를 통해 축적된 전하를 얻음으로 delay time이 없이 영상획득이 가능하다는 이론 하에 IMRT의 적용이 가능하게 되었다. 그러나 아직까지 EPID를 설치하거나 사용, 관리를 하는데 있어서 많은 선입전에 따른 현실적 제약이 있는 것이 사실이다. 이에 본 논문에서는 현재 사용하고 있는 EPID system에 관한 재현성과 영상획득가능범위 등의 정보제공을 통해 현실적 제약을 재고하고 film dosimetry와 IMRT에서의 필름을 대체할 수 있는 적용가능성을 분석해 보고자하며 IMRT에서의 sliding window 영상의 정량적 평가를 하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 사용장비

Varian 21EX와 6EX(Varian. U. S. A)에 각각 부착된 Portal vision aS500-amorphous Silicon (aSi) type EPID와 Portal vision LC250 - Liquid filled ionization chamber (LC) type EPID (Varian Medicals Systems, Palo Alto, U. S. A)를 대상으로 graticule (Scaler)을 wedge slot에 삽입하여 EPID의 재현성과 Alderson Rando Phantom을 이용하여 EPID의 영상획득 가능범위를 각각 분석하였으며 Las Vegas phantom (PortalVision phantom II, Varian Medical systems. U.S.A)과 물팬텀을 이용 aSi type EPID의 공간분해능과 대조도분해능(resolution

& contrast)를 비교하였다. IMRT의 적용가능성을 EPID와 비교분석 하기 위해 저감도 측정용필름(X-OMAT V Film, EASTMAN, KODAK U. S. A) 과 Film scanner (VXR-12 plus, Vidar, U. S. A)를 이용하여 Video densitometer (WELLHOPER DOSIMETRIE, GERMANY)를 통해 비교 분석했다.

2. 실험방법

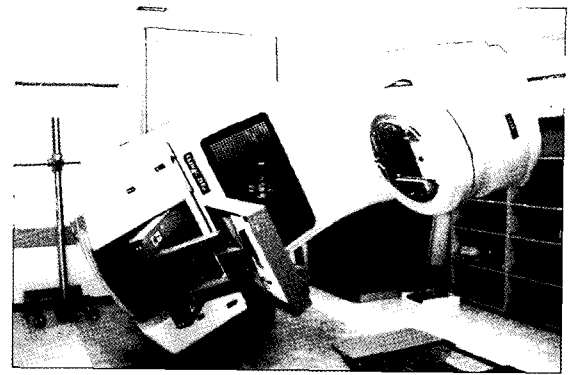


Fig. 1. An aSi type EPID attached to Linac(Varian 21EX)

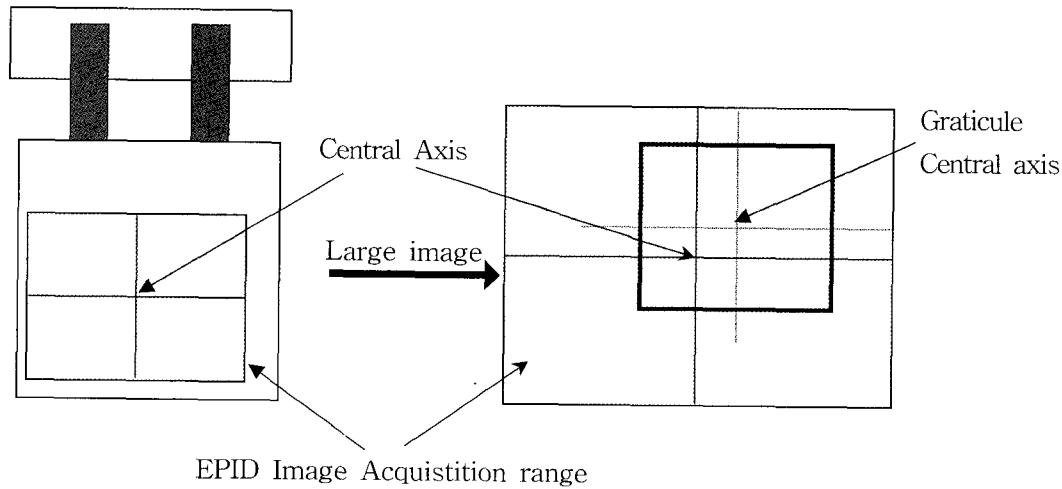


Fig. 2. Central axis mark of EPID and the Central axis of graticule

1) EPID의 재현성 분석

Varian 21EX에 부착된 aSi type EPID와 Varian 6EX에 부착된 LC type EPID를 대상으로 각각의 EPID를 통해 영상을 얻을 수 있는 위치의 FDD (Focus Detector Distance)를 120, 140, 150, 160, 180cm으로 다르게 하여 EPID의 설치와 이에 따른 출, 입시에 걸리는 시간을 기록하였으며 Fig. 2와 같이 graticule을 wedge slot에 장착시키고 조사야를 10×10cm으로 하여 gantry 0°에서 조사야의 중심축을 기준으로 표시한 후 EPID를 통한 영상획득 시 150

cm을 기준으로 하여 EPID의 설치 시와 출, 입시 벗어난 거리를 측정하고 FDD에 따라 각각의 방사선을 조사하여 EPID의 재현성을 분석하였다. 또한 gantry 회전에 따른 EPID의 재현성을 측정하기 위해 FDD 150cm 에서 gantry 90°, 180°, 270°로 회전했을 때 기준점을 벗어난 중심점의 변화를 측정하였고 gantry회전에 따라 각각의 방사선을 조사하여 EPID를 통해 획득하고 측정된 영상의 변위차를 비교분석하였다.

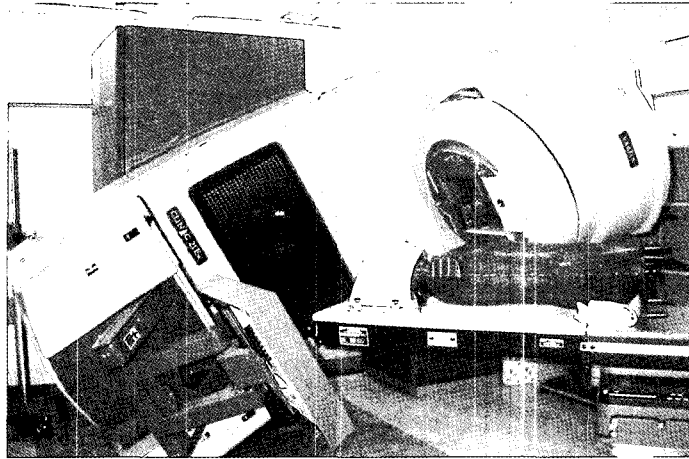


Fig. 3. The analysis of image acquisition possible range

2) 영상획득 가능범위 분석

Varian 21EX에 부착된 aSi type EPID와 Varian 6EX에 부착된 LC type EPID를 대상으로 Alderson Rando Phantom을 실제의 환자위치로 가정하여 두경부 고정장치(head holder & aquaplast)로 couch(LOG 120.0, LAT 0.0)위에 위치시킨 후 두경부를 대상으로 EPID를 자주 사용하게 되는 FDD 150cm과 160cm에서 Gantry angle(30°, 45°, 60°, 90°)과 Couch로부터 두경부의 Isocenter의 위치(5, 10, 15, 20cm) 변화에 따른 Gantry 및 Couch 회전 시 EPID 영상의 획득 가능범위를 분석하였다.

3) Resolution & Contrast 비교

영상의 왜곡이나 실험의 정확성을 기하기 위하여 dark field나 flood field를 통한 EPID Calibration을 우선적으로 시행 한 후 Varian 21EX의 couch 위에 Las vegas phantom을 위치시키고 표면이 SSD 100 cm을 유지하여 FDD의 변화, dose rate변화, quality 변화(High & Standard quality)의 영상을 Las vegas phantom을 통해 비교 분석하였다. 또한 환자 두께변화에 따른 영상의 공간분해능 및 대조도 분해능을 비교하기 위해 water phantom속에 물을 10, 20 cm을 채우고 영상을 비교하였다.



Fig. 4. Las Vegas phantom

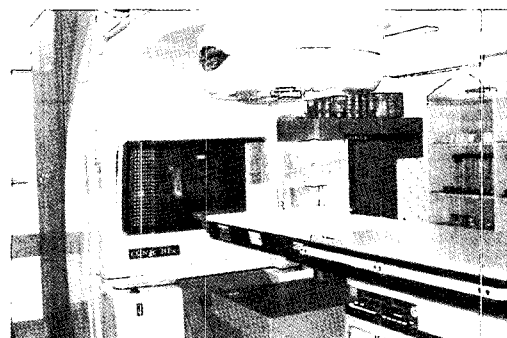


Fig. 5. The Las Vegas phantom in the water phantom

4) IMRT의 적응가능성

IMRT 적용 시 손쉬운 비교를 위하여 MLC(80 leaves)를 정방형 field인 0×0, 2×2, 4×4, 6×6, 8×8, 10×10cm으로 변화시키는 dynamic MLC (sliding window)의 sequence leaf을 만들어 6MV, dose rate 600 MU/min으로 aSi type EPID와 저감도측정용필름을 통해 촬영하였으며 monarisa영상의 Dynamic MLC를 위와 같은 방법으로 영상을 획득하여 film scanner(VXR-12plus)를 사용하여 Video densitometer(WELLHOPER DOSIMETRIE)를 통해 비교 분석하였다. 특히 IMRT에서 EPID를 통해 dynamic MLC의 sequence영상을 얻기 위하여 선형가속기의 signal conditioning cardcage의 슬롯에 새로운 PCB Gating Interface를 삽입하여 MLC 연결을 새로이 라우팅하고 치료실내에 위치한 Image Acquisition System2(IAS2)와 PCB gating interface에 jumper setting의 수정을 통한 새로운 연결을 하여 IAS2 소프트웨어를 업데이트 하였다. 또한 reset frame을 '0'으로 하고, synchronization delay를 '0'으로 하여 IMRT에서 delay time이나 dead time없이 영상을 받아들이 수 있도록 하였으며 변화된 환경에 대해

EPID calibration을 실시한 후에 영상을 획득하였다.

III. 결 과

1. EPID의 재현성분석

aSi type EPID와 LC type EPID의 영상획득 가능한 위치에서 FDD (Focus Detector Distance)를 120, 140, 150, 160, 180 cm으로 다르게 하였을 때 EPID의 설치시 출/입에 걸리는 시간을 분석하여 보면 FDD에 따라 반응의 지연차이는 거의 없었으며 거리에 관계 없이 설치시간이 14초에서 17초 이내였다. FDD에 따른 재현성은 150 cm을 기준으로 하였을 때 모두 ± 1 mm 이내의 범위에 들어 왔다.(Table 1)

graticule을 wedge slot에 장착시키고 gantry회전(90°, 270°, 180°)에 대한 EPID의 중력에 따른 움직임에 대한 재현성을 분석해보면 aSi type의 경우 최대 ± 3 mm오차가 있었으며 LC type의 경우 최대 ± 2 mm 오차가 있었으나 gantry 고정 후의 재현성은 테스트에는 1 mm 이내로 나타났다.(Table 2)

Table 1. The result of the reproducibility according to FDD change(FDD = 150cm)

EPID position	aSi type(mm)	LC type(mm)
FDD 120 (cm)	± 1	± 1
140	± 1	± 1
150	-	-
160	± 1	± 1
180	± 1	± 1

Table 2. A reproducibility of EPID according to a gantry rotation(FDD 150cm).

Gantry	aSi type(mm)	LC type(mm)
0°	-	-
90°	± 3	± 2
270°	± 3	± 2
180°	± 3	± 2

Table 3. The analysis of image acquisition possible range (FDD =150cm)

EPID position	Iso level	Gantry angle	Maximum Couch angle	
FDD=150cm (At P3)	5cm	30°	All free	
		45°	L 315°	R free
		60°	L 324°	R 45°
		90°	L 331°	R 41°
	10cm	30°	All free	
		45°	L 306°	R 61°
		60°	L 320°	R 42°
		90°	L 331°	R 41°
	15cm	30°	All free	
		45°	L 294°	R 45°
		60°	L 313°	R 40°
		90°	L 331°	R 41°
	20cm	30°	L free	R 60°
		45°	L free	R 40°
		60°	L 308°	R 35°
		90°	L 331°	R 41°

또한 gantry 회전에 따른 변위차를 EPID로 영상을 얻어 분석하였을 때 교정 전에는 최대 ±1 mm의 오차가 있었으나 Varian Vision 6.1 software에서 제

공하는 톨로 '0'점을 지정하여 일치 시켜 교정하게 되면 중심점의 위치의 변화가 거의 없는 것으로 나타난다.

Table 4. The analysis of image acquisition possible range(FDD =160cm)

EPID position	Iso level	Gantry angle	Maximum Couch angle	
FDD=160cm (At P4)	5cm	30°	All free	
		45°	L 313°	R free
		60°	L 321°	R 50°
		90°	L 334°	R 49°
	10cm	30°	All free	
		45°	L 304°	R free
		60°	L 317°	R 49°
		90°	L 334°	R 49°
	15cm	30°	All free	
		45°	L 292°	R 66°
		60°	L 313°	R 49°
		90°	L 334°	R 49°
	20cm	30°	All free	
		45°	L free	R 64°
		60°	L 307°	R 47°
		90°	L 334°	R 49°

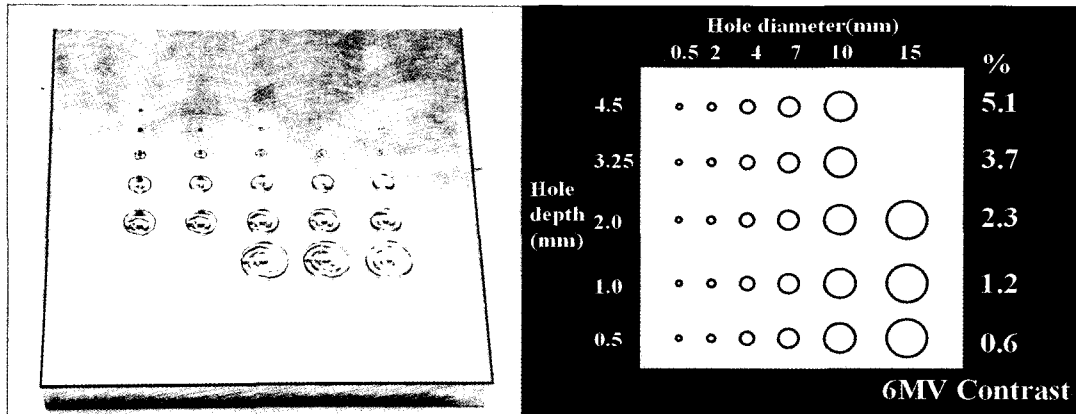


Fig. 6. The analysis of Contrast & Resolution with Las Vegas phantom

2. 영상획득 가능범위 분석

aSi type EPID와 LC type EPID를 대상으로 couch로부터 두경부의 isocenter의 위치(5, 10, 15, 20 cm) 변화에 따른 couch 및 gantry 회전시 EPID의 영상획득 가능범위를 분석하여 보면 5 cm, 10 cm, 15 cm에서 FDD150 Gantry 30도인 경우 어느 각도에서나 영상획득이 가능했다(Table 3).

FDD 150 cm인 경우 10 cm level에서 gantry가 30°인 경우 Couch의 모든 방향에서 영상획득이 가능했으며 gantry 90°인 경우에서 left 방향으로 331° Right인 경우 41°까지 영상획득이 가능했다. Table. 4는 FDD를 달리하여 160 cm으로 한 경우 영상의 획득 가능 범위가 충분히 넓어짐을 알 수 있다. FDD 150 cm 경우에서 10 cm level에서 gantry가 60°인 경우 left 방향으로 320° right인 경우 42도 까지 가능했다. FDD를 달리하여 160 cm으로 한 경우 left 방향으로 317° Right인 경우 모든 방향에서 영상의 획득이 가능했다.

3. 공간분해능과 대조도분해능 비교

Al 재질로 된 Las Vegas phantom은 두께가 20 mm이며, 총 28개의 구멍이 각여 있고 각각의 직경이 1 mm에서 15 mm, 깊이가 0.25 mm에서 3 mm까지 일정하게 구성되어 있으며 이를 통해 공간분해능과

대조도 분해능 분석이 가능하다(Fig. 6). Las vegas phantom을 통한 영상비교는 EPID를 획득한 영상의 window width와 level에 따른 주관적 견해차를 최소화 하기 위해 세 명이 평가한 후 결과를 비교하여 보았다.

Varian 21EX의 couch 위에 Las Vegas phantom을 위치시키고 표면에 SSD 100 cm을 유지하여 FDD의 변화, dose rate변화, quality변화에 따른 영상을 비교한 결과는 다음과 같다.

1) FDD에 따른 비교

Fig. 7은 각 EPID의 영상을 얻는 위치별로 이미지의 차이를 비교한 결과로서 window width와 level에 따라 차이가 날 수 있으나 FDD 140 cm에서 직경 15 mm, 깊이 1 mm를 통해 1.2%의 대조도 분해능을 보이며 깊이 3.25 mm에서 직경 2 mm의 공간 분해능을 확인할 수 있었다.

전체적으로 다른 FDD와의 비교 시 상대적으로 양호한 대조도 분해능과 공간분해능을 보였으며 FDD 160 cm에서는 bulging한 영상이 나타나는데 이는 glare effect가 상대적으로 강한 영상이 되어 있음을 알 수 있으며 calibration시 적용된 FDD의 거리에 따라 달라질 수 있음을 나타낸다.

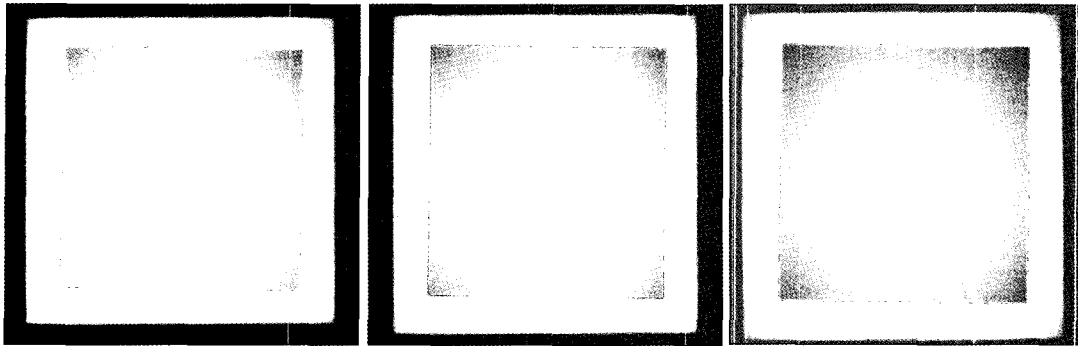


Fig. 7. The image comparison according to FDD of EPID(FDD 140(left), 150(mid), 160(right)cm)

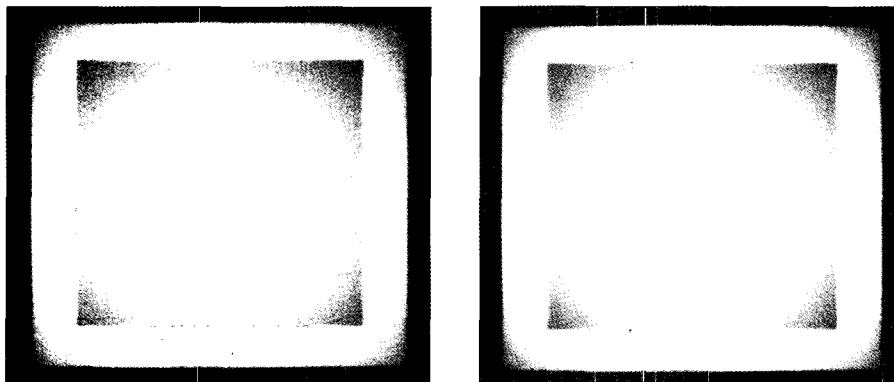


Fig. 8. The image according to Dose rate change.
(Dose rate 100(left), 600(right) MU/min)

2) Dose Rate에 따른 비교

Fig. 8은 dose rate를 변화시킨 영상으로 dose rate를

다르게 함으로써 reset frame의 수를 높게 할 수 있으므로 인해 영상의 질이 상대적으로 우수하여 보였으

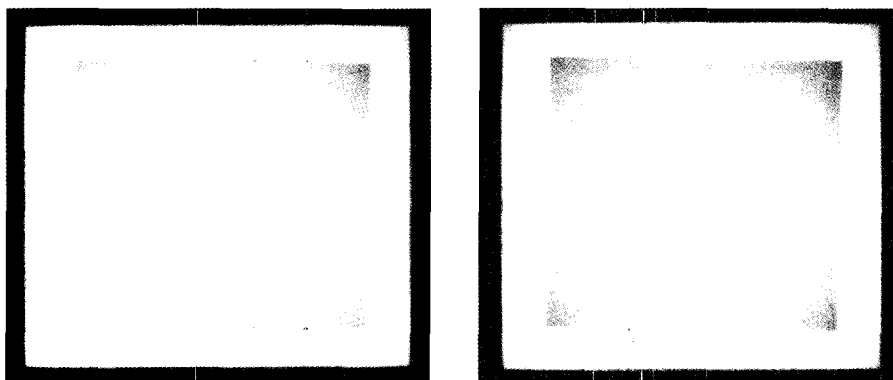


Fig. 9. The image with High quality(left) and Standard Quality(right)

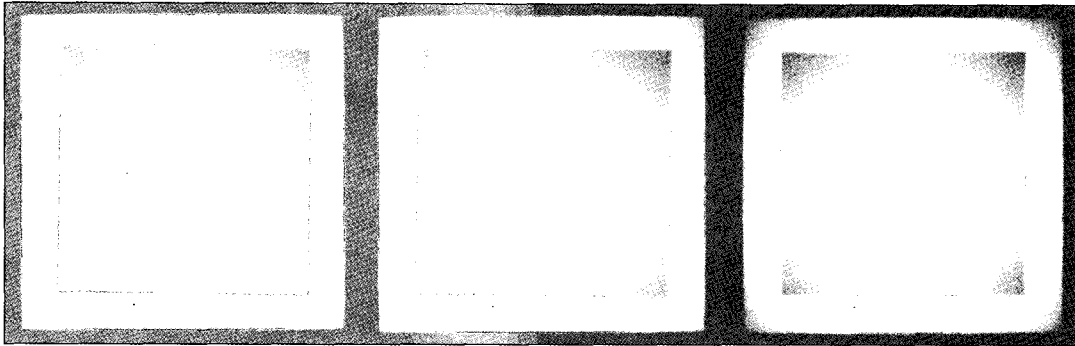


Fig. 10. The comparison of EPID images with water phantom (without phantom(left), water phantom 10cm(mid), water phantom 20 cm(right))

나 대조도분해능과 공간분해능에서는 차이가 없어 보였으며 Dose rate 100 MU/min 일 때 1 MU 으로 제어 가 되나, 600일 때 3 MU이 필요하였다.

3) Quality의 변화에 따른 비교

Fig. 9는 기준값으로 설정된 high quality와 standard quality의 영상을 비교한 것으로 quality 변화에 대한 영상 비교를 보면 high quality가 standard quality보다 영상이 좋은 것을 알 수 있다. 이는 high quality인 경우 10 frame, standard quality인 경우 4 frame을 reset frame하도록 되어 있다.

4) 두께에 따른 변화

Fig. 10은 두께에 따른 변화를 나타낸 것으로 10 cm에서는 직경 2 mm 또는 4 mm의 hole영상의 공간 분해능과 1.2%의 대조도분해능을 보이나 20 cm에서는 같은 공간분해능을 갖는데 반해 대조도분해능이 2.3% 정도로 낮아지는 것을 알 수 있다.

4. IMRT 적용가능성 분석

EPID는 double exposure를 이용한 치료확인 촬영 용도뿐 아니라 IMRT에 쓰이는 여러 치료방법에 관한 영상도 얻을 수 있다. Step & shoot technique 영상이나 Movie loops을 통해 여러 번의 ports image

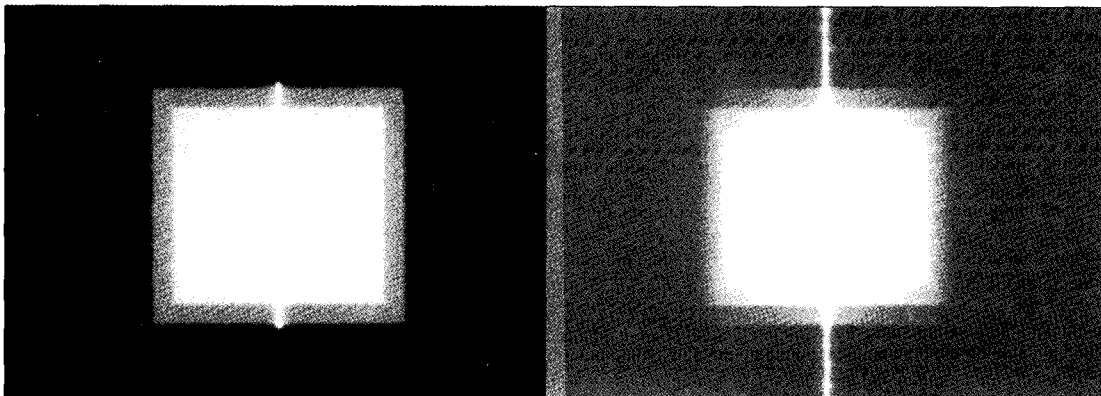


Fig.11. Portal image of the step & shoot technique(left) and the sliding window technique(right)

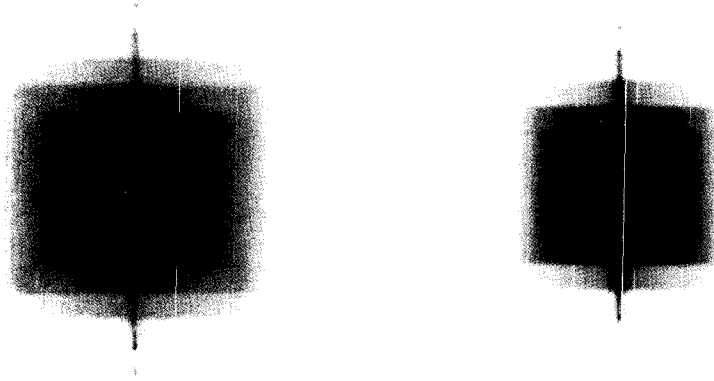


Fig. 12. The image with X-OMAT V Film(left) and EPID image(right)

를 얻을 수도 있으며 image acquisition 시간과 지연 시간 없이 IMRT의 sliding window에서도 적용이 가능하다. Fig. 11은 EPID를 통해 얻은 MLC leaf sequence 영상으로 각각 좌측은 step & shoot technique 영상 우측은 sliding window 기법을 통해 얻은 영상이다.

Fig.12는 저감도 측정용 필름을 통해 얻은 이미지를 film scanner를 통해 Scan한 영상으로 Video densitometer를 통해 분석을 하였으며 EPID를 통해

얻은 영상은 pixel 값의 상대적 대수화를 통한 영상 분석이 가능하다. 손쉬운 비교를 위해 EPID 영상을 반전시켰으며 영상의 비교를 위해 scaling된 두 이미지를 중심점을 기준으로 field size에 의해 구분되어지는 leaf 과 diaphragm position을 따라 gradient를 보이는 선량분포 차이를 분석하여 보았으나 같은 값을 지니는 것으로 나타났다.

Film의 분해능은 0.36 mm/pixel로서 EPID영상의 분해능인 0.78 mm/pixel 보다 양호하나 영상의 왜곡 없

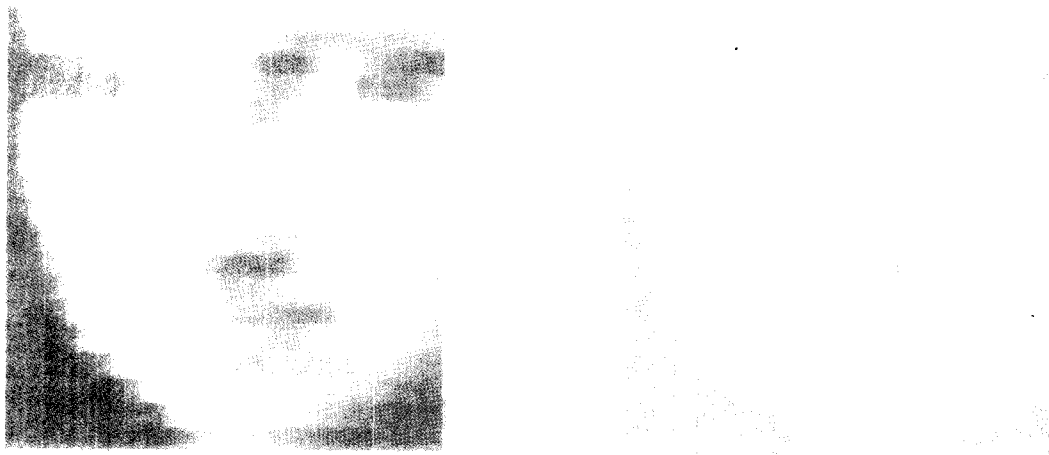


Fig. 13. The image with X-OMAT V Film(left) and EPID image(right)

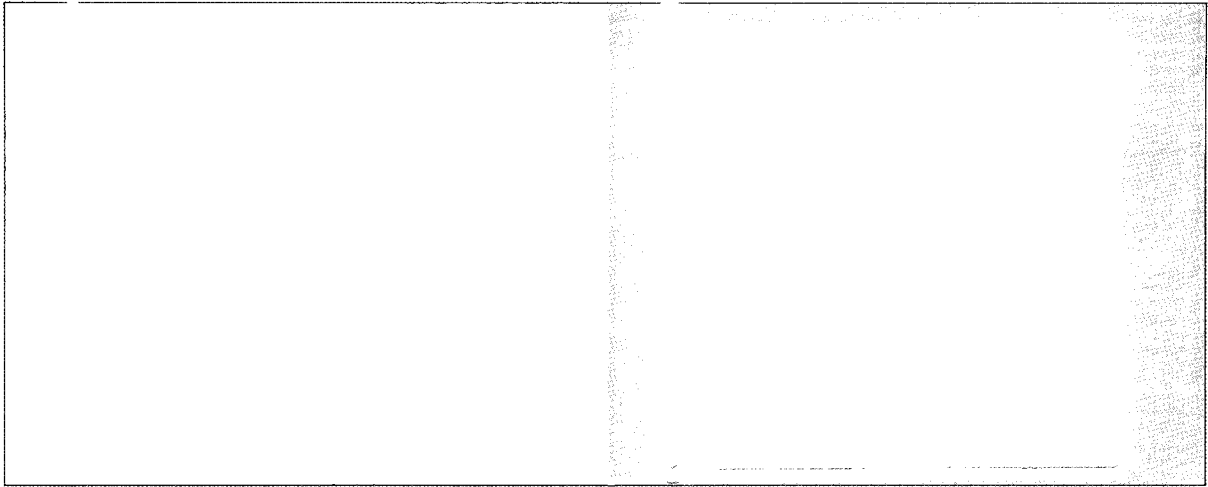


Fig. 14. The image with X-OMAT V Film(left) and EPID image(right), Inverse image

이 영상을 재현해하는 데는 오히려 EPID가 더 양호한 pixel 값을 보였다. 특히 Full-Width Half-Maximum(FWHM) 값은 EPID가 2.84 mm로서 film의 2.01 mm보다 우수한 값을 나타내었으며 저선량지점의 선량분포 분석은 EPID가 최대선량지점의 약 15.5%로 Film의 28.6%보다 양호한 값을 보였다.

Fig. 13은 Monarisa MLC leaf sequence를 film과 EPID를 통해 얻은 영상으로 같은 방법을 사용하여 중심점을 기준으로 선량분포를 비교해 보았다. Fig. 14는 뚜렷한 차이를 보이기 위해 영상을 반전시킨 영상이다.

IV. 고찰 및 결론

Port film을 통한 자세재현의 정도관리는 임상에서 설치 시 불균등한 영상의 확대와 더불어 cassette holder를 통한 치료부위 확인 시 영상획득의 제약이 있다. 이에 반해 EPID를 통한 자세재현의 정도관리는 gantry와 couch 회전 시 얻기 어려운 3차원치료영역에서 손쉽게 치료부위확인을 할 수 있으며 필름의 현상과 같은 준비 과정 없이 실시간으로 확인이 가능해 빠른 치료부위확인에 따른 잘못된 방사선 투여를 막을 수 있어 치료오차와 불필요한 방사선을 줄일 수

있을 것으로 생각된다.

또한 한번의 치료 과정 중 film이 치료시간 전체 중 일부만을 기록할 수 있는데 반해 EPID는 movie loops를 통해 여러 번의 ports image를 얻음으로써 한 번의 치료과정 중 지속적인 환자의 움직임을 평가할 수 있으며 이를 통해 정상조직과 target의 움직임을 추적관찰 할 수 있다. 그리고 Varis system 6.1에 구비된 digital rulers와 error detection tools이 제공됨으로 인해 손쉬운 치료부위 확인이 가능하며 exit dose의 측정을 통해 환자의 invivo dosimetry가 가능하고 이를 통해 compensater의 제작 시 간편한 적용이 가능하리라 생각된다.

특히 film dosimetry시 gantry의 측정방향이 film과 수직방향이 되도록 하기위해 orthogonal 방향에서만 측정이 가능했으나 EPID를 통해 여러 방향의 원하는 각도에서 실제 입사되는 beam을 직접적으로 측정이 가능하여 간접측정 또는 여러 가지 제약사항이 있는 film dosimetry를 대체 할 수 있으리라고 생각한다.

또한 정량분석을 하기 위해 film scanner를 통해 scan과정을 필요로 하거나 이를 분석하기 위해 많은 시간과 노력이 필요하였으나 EPID를 통한 측정은 이러한 시간과 노력을 줄임과 동시에 간편한 측정이 가능해 비용을 줄일 수 있으며 초기 설치비용 이외에 소요되는 비용이 없으므로 자원의 관리와 효율성이

뛰어나다. 다만 조사야의 제한에 따른 영상획득에 제한이 있으나 점차적인 기술발전과 더불어 해결되리라 기대되며 보다 정확하고 재현성 있는 치료를 위해서는 점차적으로 EPID가 film을 대체 할 것으로 생각된다.

EPID는 주로 환자 치료 전, 후에 치료부위확인을 목적으로 사용되어지는 영상획득시스템으로 digital device를 통해 얻어낸 영상이 digital data라는 점에 착안해 적절한 정도관리가 어려운 IMRT의 분야에서 film을 통한 주기적 점검의 대체수단으로의 사용가능성이 있음을 알 수 있었다. 특히 point dose 측정 시 사용하는 diode나 이온화전리함(Ionization chamber)를 통해 평가하기 어려운 IMRT의 sliding widow영상에 대한 정확한 평가와 MLC leaf 사이의 누설선량 및 소조사면에서의 MLC 움직임에 대한 평가 시 매우 유용할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. B. Rhein and P. Hring, "The IMRT phantom verification procedure at Heidelberg," *Radiother. Oncol.* S2 2001
2. M. Essers, M. de Langen, M. L. P. Dirkx, and B. J. M. Heijmen, "Commissioning of a commercially available system for intensity modulated radiotherapy dose delivery with dynamic multileaf collimation," *Radiother. Oncol.*, 2001 : 215-224
3. A. van Esch, B. Vanstraelen, J. Verstraete, G. Kutcher, and D. Huyskens, "Pretreatment dosimetric verification by means of a liquid-filled electronic portal imaging device during dynamic delivery of intensity modulated treatment fields," *Radiother. Oncol.*, 2001 : 181-190
4. C. Burman *et al.*, "Planning, delivery, and quality assurance of intensity-modulated radiotherapy using dynamic multileaf collimator: a strategy for large-scale implementation for the treatment of carcinoma of the prostate," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.*, 1997 : 863-873
5. J. S. Tsai *et al.*, "Dosimetric verification of the dynamic intensity-modulated radiation therapy of 92 patients," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.*, 1998 : 1213-1230
6. N. Dogan, L. B. Leybovich, and A. Sethi, "Comparative evaluation of Kodak EDR2 and XV2 films for verification of intensity modulated radiation therapy," *Phys. Med. Biol.*, 2002 : 4121-4130
7. L. E. Antonuk, "Electronic portal imaging devices: a review and historical perspective of contemporary technologies and research," *Phys. Med. Biol.*, 2002 : 31-65
8. H. V. James *et al.*, "Verification of dynamic multileaf collimation using an electronic portal imaging device," *Phys. Med. Biol.*, 2000 : 495-509
9. L. S. Ploeger *et al.*, "A method for geometrical verification of dynamic intensity modulated radiotherapy using a scanning electronic portal imaging device," *Med. Phys.* 2002 : 1071-1079
10. S. C. Vieira *et al.*, "Fast and accurate leaf verification for dynamic multileaf collimation using an electronic portal imaging device," *Med. Phys.*, 2002 : 2034-2040
11. K. L. Pasma *et al.*, "Dosimetric verification of intensity modulated beams produced with dynamic multileaf collimation using an electronic portal imaging device," *Med. Phys.* 1999 : 2373-2378
12. A. Van Esch *et al.*, "Pre-treatment dosimetric verification by means of a liquid-filled electronic portal imaging device during dynamic delivery of intensity modulated treatment fields," *Radiother. Oncol.*, 2001 : 181-190
13. S. C. Vieira *et al.*, "Dosimetric verification of

- x-ray fields with steep dose gradients using an electronic portal imaging device," *Phys. Med. Biol.*, 2003 : 157-166
14. M. Partridge, M. Ebert, and B. M. Hesse, "IMRT verification by three-dimensional dose reconstruction from portal beam measurements," *Med. Phys.* 2002 : 1847-1858
15. J. H. Chang *et al.*, "An iterative EPID calibration procedure for dosimetric verification that considers the EPID scattering factor," *Med. Phys.*, 2001 : 2247-2257

Abstract

The evaluation of usefulness of Electronic Portal Imaging Device(EPID)

Yang Hoon Lee, Bo Kyoum Kim, Chi Hoon Jung, Je Hee Lee, Heung Deuk Park

Dept. of Radiation Oncology, Seoul National University Hospital

Purpose : To supply the information of EPID system and to analyze the possibility of substitution EPID for film dosimetry.

Materials & Methods : With amorphous silicon(aSi) type EPID and liquid filled ionization chamber(LC) type EPID, the reproducibility according to focus detector distance(FDD) change and gantry rotation was analyzed, and also the possible range of image acquisition was analyzed with Alderson Rando phantom. The resolution and the contrast of aSi type EPID image were analyzed through Las Vegas phantom and water phantom. DMLC image was analyzed with X-Omat V film and EPID to see whether it could be applied to the quality assurance(QA) of IMRT.

Results : The reproducibility of FDD position was within 1mm, but the reproducibility of gantry rotation was ± 2 , ± 3 mm respectively. The resolution and the contrast of EPID image were affected by dose rate, image acquisition time, image acquisition method and frame number. According to the possible range of image acquisition of EPID, it is verified that the EPID is easier to use than film. There is no difference between X-Omat V film and EPID images for the QA of IMRT.

Conclusion : Through various evaluation, we could obtain lots of useful information about the EPID. Because the EPID has digital data, also we found that the EPID is more useful than film dosimetry for the periodical Quality Assurance of IMRT.

Especially when it is difficult to do point dose measurement with diode or ionization chamber, the EPID could be very useful substitute. And we found that the diode and ionization chamber are difficult to evaluate the sliding window images of IMRT, but the EPID was more useful to do it.

key word : quality assurance, EPID, IMRT