

용적세기조절회전치료 치료계획 확인에 사용되는 MapPHAN의 유용성 평가

서울대학교병원 방사선종양학과

우 현 · 박장필 · 민제순 · 이제희 · 유숙현

목적: 최신 선형가속기와 새로운 평가 장비를 도입하게 되어 이를 임상에 적용하기 위한 준비과정 중 몇 가지 문제가 발생하여 유용성을 확인하는 과정을 분석함으로써 앞으로 이 장비를 도입하는 기관에 도움이 되고자 한다.

대상 및 방법: 모든 측정은 TrueBEAM STX (Varian, USA)를 이용하였으며, 전산화치료계획장비(Eclipse ver 10.0.39, Varian, USA)를 이용하여 각 에너지 별, 조사조건 별 선량분포파일을 산출하였다. MapCHECK 2의 고유의 성능과 오차로 발생 할 수 있는 원인에 대하여 측정 및 분석하였다. MapCHECK 2의 성능 확인을 위해 6X, 6X-FFF (Flattening Filter Free), 10X, 10X-FFF, 15X의 에너지별로 필드사이즈 10×10 cm, gantry 0°, 180° 방향에서 측정을 하였다. 또한 기존 IGRT couch의 CT값이 volumetric dosimetry에 영향을 주는지 확인을 위해서, CT 넘버 값: -800 (Carbon) & -950 (COUCH안의 공기), -100 & -950을 지정해준 상태에서 6X-FFF, 15X의 에너지별로 필드사이즈 10×10 cm, gantry 0°, 180°, 135°, 275° 방향에서 측정을 하였고, MapPHAN에 할당된 HU 값 확인을 위해 Solid water phantom 3 cm을 위로 얹은 MapCHECK 2와 치료계획용 컴퓨터를 이용해 비교하였고, MapPHAN의 각진 모서리에 의한 측정오류문제, MapPHAN의 gantry 방향 의존성을 알아보기 위해 3가지 방법으로 측정 하였다. 세로로 세운 세팅 상태에서 6X-FFF, 15X를 GANTRY 90°, 270° 방향에서 각각 측정하고, 가로로 세운 세팅 상태에서 에너지 6X-FFF, 15X를 필드사이즈 10×10 cm, 90°, 45°, 315°, 270°의 방향에서 각각 측정하였다. 세 번째로 빔의 세기조절을 하지 않은 상태에서 open arc를 조사하였다.

결과: MapCHECK의 기본 성능을 확인, Couch에 의한 감약 측정, MAP-PHAN에 할당하는 HU값 측정, MapPHAN의 각진 모서리에 대한 계산 정확도 확인을 위한 측정에서 모두 유효한 범위에 들어와 측정오류에 영향을 미치지 않는 것을 확인 할 수 있었다. Gantry 방향의존성 확인하기 위한 3가지 방법 중 첫 번째로 측정기를 세운 상태에서의 값은 Gantry 270° (상대적 0°), 90° (상대적 180°)에서 6X-FFF, 15X에서 각각 -1.51, 0.83%와 -0.63, -0.22%를 나타내어 AP/PA 방향에 의한 영향이 없음을 나타냈다. 측정기를 가로로 세팅한 상태에서는 Gantry 90°, 270°에서 에너지 6X-FFF 4.37, 2.84%, 15X에서는 -9.63, -13.32%의 차이가 측정되어 gamma pass rate 3%의 값보다 큰 값을 나타내므로 MapPHAN에 의한 측방향 측정값이 유효범위 안에 들지 못하는 것을 확인 할 수 있었다. 마지막 Open Arc에서 6X-FFF, 15X 에너지를 필드사이즈 10×10 cm에 360° 회전 상태에서의 선량분포를 보면 pass rate가 90% 가까이 나오는 것을 확인 할 수 있다.

결론: 위 결과를 토대로 MapPHAN은 상대등선량분포 감마값 측정에는 적합 하지만, 측방향 빔에 대한 gantry 방향의 의존성 때문에 절대선량은 정확한 측정을 할 수 없는 것으로 판단되어진다. 본 논문에서는 더욱 정확한 치료계획 확인을 위해서 VMAT 같은 회전조사시 측방향에 대한 오차를 줄이고 정확한 절대선량을 측정하기 위해서 MapCHECK 2와 IMF (Isocentric Mounting Fixture)의 조합을 사용하여 gantry 방향 의존성에 의한 영향을 최소화 할 수 있을 것이라 판단된다.

핵심용어: MapCHECK 2, MapPHAN, VMAT

서 론

방사선 치료의 가장 중요한 목적은 정상조직의 선량을 최소화 하면서 종양조직에 최대선량을 조사 하는 것으로, 정위적 체부 방사선치료(Stereotactic body radiationtherapy, SBRT) 및 용적세기조절회전치료(Volumetric modulated arc therapy,

VMAT)와 같이 치료기술과 과정이 복잡해지고 방사선속의 공간적 분포가 세밀해 지면서, 방사선 치료계획과 계산의 정확성, 장비의 재현성에 대한 포괄적이면서도 세부적인 품질 관리가 요구되어진다.¹⁾

본원에서는 기존 IMRT QA 시에 gantry angle 0°에서 모든 beam을 모아 2D-Array (2D-Array Seven729, PTW-Freiburg)에 조사하였으며, 감마지수법 평가방법²⁾을 적용하여 3% dose difference (DD)와 3 mm distance-to-agreement (DTA), 10% dose threshold (TH)를 기준으로 90% 이상의 통과(pass)

이 논문은 2013년 5월 26일 접수하여 2013년 9월 3일 채택되었음.
책임저자 : 우 현, 서울대학교병원 방사선종양학과
Tel: 02)2072-1974, Fax: 02)2072-4782
E-mail: heonw83@naver.com

를 기준으로 하였다.³⁾

그러나 새로운 치료장비 도입과 함께 VMAT와 SBRT를 시행하게 되었는데, 회전 조사의 특성상 기존의 방법을 사용할 수 없었다. 이에 신뢰성 있고 효율적인 개별환자의 정량적 선량평가 방법이 필요하게 되었고, MapCHECK 2 (Sun Nuclear Co., USA)와 5 cm 물 등가 두께의 MapPHAN (Sun Nuclear Co., USA) phantom 조합을 사용하게 되었다.

그러나 이를 임상에 적용하기 위해 테스트하던 중 MapPHAN으로 VMAT의 품질관리 시 상대적등선량(Relative isodose) 분포는 허용오차 범위(3 mm/3%)에 들어왔으나, 절대선량(Absolute isodose)의 분포는 불일치하는 문제가 발생되어, 전반적으로 pass rate가 떨어졌다. 이는 업체 제시 % difference와도 달랐으며 본원의 경험상 빔 세기변화가 심하지 않은 전립선과 SBRT 치료계획에서 높은 pass rate를 기대하였으나 이를 만족하지 못했다. 이에 본원에서는 MapPHAN의 전반적인 성능을 확인하고, 보정하는 과정을 통해 앞으로 이 장비를 도입하는 기관에 도움이 되고자 한다.

대상 및 방법

1. 장치 소개

1) MapCHECK 2과 MapPHAN 특성(Fig. 1)

MapCHECK 2은 1527개의 n-type 다이오드가 상하좌우로 10 mm, 대각선으로 7.07 mm 간격을 가지며, 8각형 모양으로 균일하게 배열되어 있다. 최대 측정 조사야는 26.0 cm×32.0 cm이고, 0.8 mm×0.8 mm의 유효검출부를 가지고 있다. 전자선 6 MeV에서 25 MeV, 광자선 CO-60부터 25 MV까지 현재 우리가 임상에서 사용하는 모든 에너지의 방사선을 측정할 수 있는 광범위한 측정범위를 가지고 있다. 온도/기압을 보정할 필요가 없으며, 재현성이 우수한 장점을 가지고 있다.

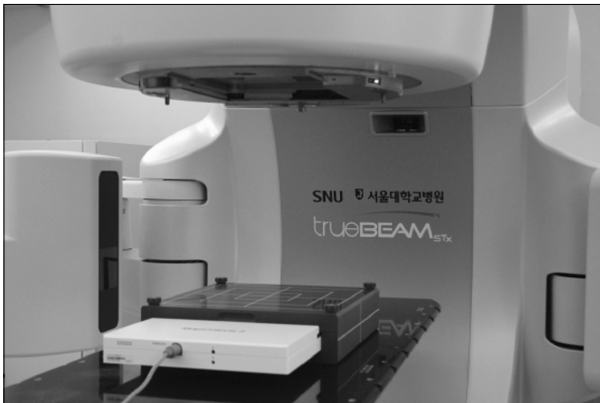


Fig. 1. A MapPHAN's view.

검출기로부터 build up까지의 물리적 깊이는 1.2 cm (물 등가 2 cm)이며 검출기로부터 뒷면은 1.83 cm (물 등가 2.75 cm)이다. 상대선량과 절대선량을 측정할 수 있으며 정기적인 Dose calibration을 시행하여 당일의 선형가속기 측정변화를 반영해 준다.

MapPHAN은 물등가의 팬텀으로 MapCHECK 2와 함께 사용하여, RapidArc를 포함한 VMAT 그리고 TomoTherapy에 사용할 수 있게 고안되었으며, 필드사이즈는 35.0 cm×38.0 cm이고 유효 깊이는 5.0 cm, 10 cm의 두 종류가 있다.

2) 감마(γ) 지수법

감마(γ) 지수 법은 선량 기울기가 낮은 영역과 높은 영역에 대해 이원화된 기준을 제시하여 선량차이 또는 선량분포의 거리 차에 대해 정의된 기준 값(통상 3% 선량차이와 3 mm의 거리)을 바탕으로 평가한다. 감마값이 기준 범위에 들어올 경우는 1보다 작은 값(적합), 기준범위를 벗어나는 경우 1보다 큰 값으로 표현된다.

2. 대상 및 장비

모든 측정은 TrueBeam STX (Varian, USA)를 이용하였으며, 전산화치료계획장비(Eclipse ver 10.0.39, Varian, USA, 이후 TPS)를 이용하여 각 에너지별, 조사조건별 선량분포파일을 산출하였다. Farmer-type chamber (TN30013, PTW, Germany)와 Solid water phantom 조합으로 MapCHECK 2의 기본 성능을 확인했으며, 이후 모든 측정은 MapCHECK 2와 MapPHAN의 조합(이후 MapPHAN)으로 선량값과 선량분포를 측정하고, 선량분석 프로그램 SNC Patient (Sun Nuclear Co., USA)을 이용하여 분석하였다.

3. 원인 분석

대체적으로 pass rate가 떨어지게 된 원인분석을 위해 다른 기관의 사례를 확인해 보면, MapPHAN은 VMAT 측정에 적합하다는 의견도 있었지만⁴⁾ MapPHAN의 HU 보정값에 의한 문제로 오차가 발생한다는 의견⁵⁾과 MapCHECK 2의 Gantry 방향의존성문제 때문이라는 의견⁶⁾ 등이 보고되었다. 우리도 이 문제를 확인해 보기로 하였으며, 이에 더해 본원에서 사용하던 IGRT couch HU 보정 값의 영향과 MapPHAN 직사각형 모서리에 대한 TPS계산의 정확도 등을 함께 확인해 보았다.

4. MapCHECK 2의 기본성능 확인 및 예상 원인별 측정 확인

모든 측정 위치잡이는 SSD 90 cm, Depth 10 cm을 기준으로 하여 선량 100 cGy를 조사한다.

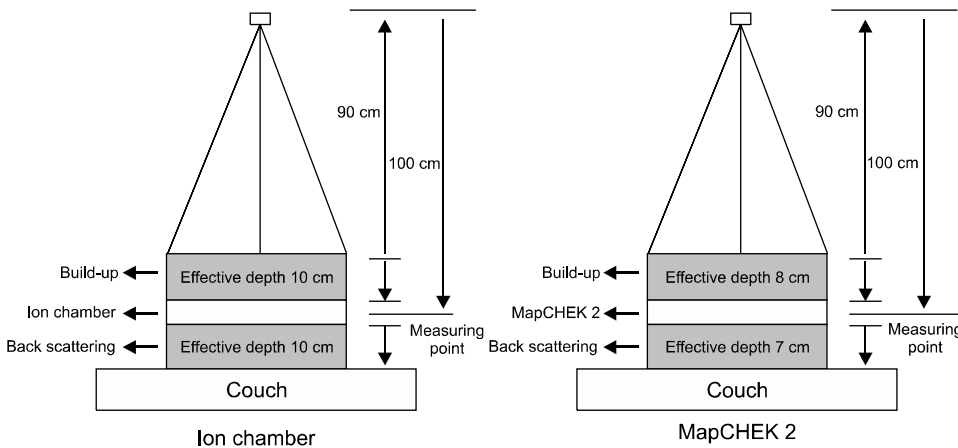


Fig. 2. A setup of ion chamber and MapCHECK 2.

1) Ion-chamber와 solid water phantom 조합으로 MapCHECK 2의 교차 검증(Fig. 2)

빌드업과 후방산란선에 대한 보정과 절대선량측정을 위해 farmer type chamber의 위, 아래로 Solid water phantom 10 cm 썩을 위치시켜 SSD 90 cm, Depth 10 cm으로 위치시킨다. 같은 조건에서의 측정을 위해 MapCHECK 2 자체의 특성을 고려하여, Reference point가 표면 아래로 1.20 cm (=물등가 2 cm)의 깊이를 가지고 있으므로 실제로는 MapCHECK 2위 Solid water phantom (8 cm)을 놓고 최종 SSD 90.8 cm으로 위치잡이 하였다. 그리고 MapCHECK 2 밑에 후방산란을 고려하여 7 cm의 팬텀을 놓았다(Fig. 2). 이때 측정지점에서의 선량 100 cGy로 하였다. 기본적인 성능 Test를 하기위해 각 에너지 6X, 6X-FFF, 10X, 10X-FFF, 15X에서 조사야 10×10 cm으로 측정하였다.

2) Couch에 의한 감약 측정

기준에 TPS에서 IGRT Couch의 보정을 위해 할당한 CT No. 값은 Point Dosimetry를 사용하여 산출한 것이었다 (surface: -800 HU/interior: -950 HU). 이에 대해 장비 업체에서 제시한 couch의 surface 두께(물 등가 8.4 mm)가 되도록 surface: -190 HU (0.8398 g/cm²)/interior: -993 HU (0.0012 g/cm²)로 할당하여 TPS에서 비교했다. 또 실제로 대표 에너지 6X-FFF와 15X에 대해 조사야 10×10 cm의 조건으로 전방(0°) 후방(180°), 양측 사방향(135°, 225°)에서 측정을 시행하여 TPS 계산값과 비교하였다.

3) MapPHAN에 할당된 HU 값 확인

MapPHAN에 MapCHECK 2를 삽입한 상태로 CT scan을 하면 심한 metallic artifact가 발생한다. 이는 TPS 상에서 심각한 계산 오류를 유발할 수 있다. 이에 대한 보정으로 생산 업체에서는 1.05 g/cm²를 강제 할당하도록 제시하고 있다. 하지만 TPS 상에서 확인한 결과 이 경우 물등가 깊이(Water

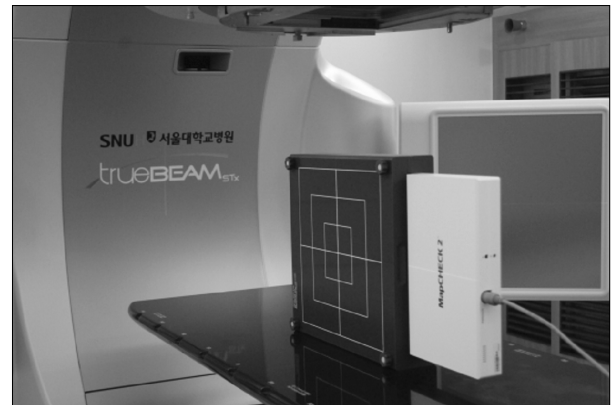


Fig. 3. A MapPHAN's vertical setting.

Equivalent Depth. WED)는 4.25 cm로 나왔다. 실제 RTP 상에서 WED 5.0 cm이 되도록 찾은 값은 1.2861 g/cm²며 이를 적용하여 계산을 수행하였다. 또 MapPHAN 대신 Solid water phantom 3 cm을 얹어 실측하여 정확성을 비교하였다.

4) MapPHAN의 각진 모서리에 대한 계산 정확도 확인
현재 생산되는 VMAT용 QA 장비는 검출부 자체가 원통형 배열이거나, 기존의 평면 검출기를 그대로 사용하기 위해 결합되는 팬텀이라도 원통형을 취하고 있다. 생산업체 측에서는 RapidArc를 포함한 VMAT, Tomotherapy QA에 대응할 수 있다고 하지만 해당 업체에서도 원형의 ArcCHECK이 따로 판매되고 있다. 따라서 MapPHAN은 직사각의 모서리가 어떤 영향을 주는지 TPS의 계산 값과 측정값을 비교하였다.

5) MapCHECK 2의 Gantry 방향 의존성 확인

MapCHECK 2의 gantry 입사각 의존성을 알아보기 위해 3 가지 방법으로 측정하였다. 첫 번째로 COUCH의 영향을 제거하기 위해 MapPHAN을 세로로 세팅(Fig. 3) 한 후에 각 에너지 6X-FFF, 15X를 gantry 90° (상대적 180°), 270° (상대적



Fig. 4. A MapPHAN's horizontal setting.

0°방향에서 각각 측정하였다(Fig. 4).

두 번째 측방향에서 들어오는 빔에 대한 입사각 의존성을 확인하기 위해 couch위에 측정기를 가로로 세팅(Fig. 2) 시킨 후, 에너지 6X-FFF, 15X를 필드사이즈 10×10 cm에 90°, 270°의 방향에서 각각 측정하였다.

세 번째로 빔 세기변조를 하지 않는 상태에서 open arc를 조사하였다.

Table 1. The comparison ion-chamber and MapCHECK 2

Energy	Ion-chamber			MapCHECK 2		
	Measurement	Calculation	Difference (%)	Measurement	Calculation	Difference (%)
6X-FFF	74.72	74.70	0.03	74.27	74.70	-0.58
6X	78.87	78.70	0.22	78.78	78.70	0.10
10X	89.22	88.80	0.47	88.90	88.80	0.11
10X-FFF	85.31	84.60	0.84	83.74	84.60	-1.02
15X	91.50	91.80	-0.33	91.58	91.80	-0.24

Unit (cGy).

Table 2. Couch attenuation measurement

	HU (-800/-950)				HU (-190/-993)			
	0	180	135	225	0	180	135	225
6X-FFF								
Gantry angle	0	180	135	225	0	180	135	225
Measurement	74.72	73.50	60.20	59.98	74.72	73.37	60.12	59.76
Calculation	74.70	73.40	60.60	60.70	74.70	73.20	59.80	59.80
Difference (%)	0.03	0.14	-0.66	-1.19	0.03	0.23	0.54	-0.07
15X								
Gantry angle	0	180	135	225	0	180	135	225
Measurement	91.50	90.80	80.97	80.70	91.50	91.30	81.36	80.74
Calculation	91.80	91.00	81.30	81.40	91.80	90.00	80.70	80.70
Difference (%)	-0.33	-0.22	-0.41	-0.86	-0.33	1.44	0.82	0.05

Unit (cGy), HU (Hounsfield unit).

Table 3. Assigned MapPHAN's HU value test

Energy	Solid water phantom	MapPHAN 1.05 (48 HU)	Difference (%)	MapPHAN 1.28 (455 HU)	Difference (%)
6X-FFF	94.02	94	-0.02	93.2	0.88
15X	103.04	104.2	1.13	103.6	-0.54

Unit (cGy), HU (Hounsfield unit).

결 과

1. Ion-chamber와 solid water phantom 조합으로 MapPHAN의 교차 검증

각 에너지별로 조사야 10×10 cm, 깊이 10 cm에서의 중심 선량은 ion-chamber와 MapCHECK 2 모두 유효 범위 안에 들어왔다. 따라서 이후로는 교차검증 없이 MapPHAN만을 이용하여 측정하였다(Table 1).

2. Couch에 의한 감약 측정

본원에서 직접 측정한 CT No. 값을 이용하여 보정한 couch와 업체에서 제시한 CT No. 값으로 보정한 Couch를 0°를 기준으로 비교해 보았을 때 측정치가 유효한 범위 안에 들어오므로 Couch에 의한 영향이 없음을 확인 할 수 있다 (Table 2).

3. MAP-PHAN에 할당하는 HU값 확인

Solid water phantom을 기준으로 MapPHAN에 할당된 CT No. 값을 비교해 보면 다른 기관에서의 사례와 마찬가지로 각 에너지 모두 유효 범위 안에 들어오므로 영향이 없음을 확인 할 수 있다(Table 3).

4. MapPHAN의 각진 모서리에 대한 계산 정확도 확인

6X-FFF, 15X 에너지 모두 45°, 315°에서 1% 내외의 선량

을 나타내므로 감약에 대한 영향이 없는 것을 확인 할 수 있다(Table 4).

5. MapCHECK 2의 Gantry 방향의존성 확인

3가지 측정 방법을 비교해 보면

1) 측정기를 세로로 위치

Gantry 270° (상대적 0°), 90° (상대적 180°)에서 6X-FFF, 10X에서 각각 -1.51, 0.83%와 -0.63, -0.22%를 나타내어 AP/PA 방향에 의한 영향이 없음을 나타낸다(Table 5-1).

2) 측정기를 가로로 위치

Gantry 90°, 270°에서 에너지 6X-FFF 4.37, 2.84%, 15X에서는 -9.63, -13.32%의 차이가 측정되었다. Gamma pass rate 3%의 값보다 큰 값을 나타내므로 MapPHAN에 의한 측 방향 측정값이 유효범위 안에 들지 못하는 것을 확인 할 수 있었다(Table 5-2).

3) Open arc

6X-FFF, 15X 에너지를 필드사이즈 10×10 cm에 360° 회전 상태에서의 선량분포를 보면 pass rate가 90% 가까이 나오는 것을 확인 할 수 있다(Table 6).

위의 측정을 토대로 MapCHECK 2의 기본적인 성능문제, IGRT Couch 감약에 의한 문제, MAP-PHAN에 할당하는 HU 값에 의한 문제, MapPHAN의 각진 모서리에 의한 문제는 유의한 오차의 원인이 없는 것으로 판단하였으며, 가장 의심이 되는 것은 MapCHECK 2의 gantry 방향의존성이다. 하지만,

Table 4. MapPHAN edge effect test

	Energy			
	6X-FFF		15X	
Gantry angle	45	315	45	315
Measurement	85.60	85.50	98.50	98.40
Calculation	86.10	86.30	99.30	99.40
% difference	0.58	0.94	0.81	1.02

Unit (cGy).

Table 5-2. MapPHAN lateral effect test

	Energy			
	6X-FFF		15X	
Gantry angle	Gantry 90	Gantry 270	Gantry 90	Gantry 270
Measurement	56.88	55.84	69.31	66.4
Calculation	54.5	54.3	76.7	76.6
% difference	4.37	2.84	-9.63	-13.32

Unit (cGy).

Table 5-1. MapPHAN test without couch

	Energy			
	6X-FFF		15X	
Gantry angle	Gantry 270 (Relative 0)	Gantry 90 (Relative 180)	Gantry 270 (Relative 0)	Gantry 90 (Relative 180)
Measurement	91.5	92.53	102.85	103.47
Calculation	92.9	93.3	103.5	103.7
% difference	-1.51	-0.83	-0.63	-0.22

Unit (cGy).

Table 6. Open arc test

Energy	Field size 10×10 cm			Pass (%)
	Set 1	Set 2	Set 1-Set 2	
6X-FFF	377.95	378.10	-0.15	91.5
15X	455.74	461.38	-5.64	89.70

Unit (cGy), Set1: measurement value, Set2: calculation value.



Fig. 5. A IMF's view.

이 또한 다른 종류의 측정기와 교차 검증으로 확인 할 사항으로 여겨지지만, 현재 본원에 이를 대신할 측정 장비가 갖추어져 있지 못하여 확인하지 못했다.

고안 및 결론

위 결과를 토대로 MapPHAN은 상대적등선량분포의 감마 값 측정 방법에는 적합하다는 결론을 얻을 수 있었고, 원인으로 제기되었던 문제점 중 couch와 MapPHAN의 할당된 HU값과 각진 보서리에 의한 문제는 측정 장비에 영향이 없고, MapPHAN의 측방향 빔에 대한 gantry 방향의존성에 의하여 절대 선량에서는 정확한 측정을 할 수 없는 것으로 판

단되어진다. 하지만 회전 조사시 환자에게 조사되어지는 선량분포를 보면 gantry 방향의존성에 의한 영향이 있더라도 실제 치료에서의 영향은 미미한 것으로 생각되어진다. 본원에서의 기존 2d array를 이용한 IMRT QA시 전립선 VMAT는 98%, 두정부 VMAT는 최소 93~95% 이상의 일치성을 나타내는데 MapPHAN을 이용한 측정에서는 90%에 미치지 못하는 결과를 나타내고 있으므로 더욱 정확한 치료계획 확인을 위해서 VMAT 같은 회전조사시 측방향에 대한 오차를 줄이고 정확한 절대선량을 측정하기 위해서 MapCHECK 2와 IMF (Isocentric Mounting Fixture)의 조합(Fig. 5)을 사용하여 Gantry 방향의존성에 의한 영향을 최소화 할 수 있을 것이라 판단된다.

참고문헌

1. Henriquez FC, Castrillon SV: A probability approach to the study on uncertainty effects on gamma index evaluations in radiation therap. Comoutational and Mathematical Methods in Medicine 2011;2011:10
2. Low DA, Harms WB, Mutic S, et al.: A technique for quantitative evaluation of dose distributions. Mallinckrodt Institute of Radiology. Med Phys 1998;25:656-661
3. Ezzel GA, Burmeister JW, Dogan N, et al.: IMRT commissioning: Multiple institution planning and dosimetry comparisons, a report from AAPM Task Group 119. Med Phys 2009;36:5359-5373
4. Iftimia I, Cirino ET, Xiong L, et al.: Quality assurance methodology for Varian RapidArc treatment plans. Med Phys 2010;11:130-143
5. Comsal D, Barnettl E, Moseley D, et al.: Use of MAPPHAN for patient specific VMAT plan verification. Med Phys 2011;38:3591
6. Zhou H, Wu C: Quantitative evaluation and correction of the gantry angular dependence of MapCheck2 for patient QA measurement. Med Phys 2011;38:3525

Abstract

Evaluation of the Usefulness of MapPHAN for the Verification of Volumetric Modulated Arc Therapy Planning

Heon Woo, Jang Pil Park, Jae Soon Min, Jae Hee Lee, Suk Hyun Yoo

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

Purpose: Latest linear accelerator and the introduction of new measurement equipment to the agency that the introduction of this equipment in the future, by analyzing the process of confirming the usefulness of the preparation process for applying it in the clinical causes some problems, should be helpful.

Materials and Methods: All measurements TrueBEAM STX (Varian, USA) was used, and a file specific to each energy, irradiation conditions, the dose distribution was calculated using a computerized treatment planning equipment (Eclipse ver 10.0.39, Varian, USA). Measuring performance and cause errors in MapCHECK 2 were analyzed and measured against. In order to verify the performance of the MapCHECK 2, 6X, 6X-FFF, 10X, 10X-FFF, 15X field size 10×10 cm, gantry 0°, 180° direction was measured by the energy. IGRT couch of the CT values affect the measurements in order to confirm, CT number values: -800 (Carbon) & -950 (COUCH in the air), -100 & 6X-950 in the state for FFF, 15X of the energy field sizes 10×10, gantry 180°, 135°, 275° direction was measured at, MapPHAN allocated to confirm the value of HU were compared, using the treatment planning computer for, Measurement error problem by the sharp edges MapPHAN Learn gantry direction MapPHAN of dependence was measured in three ways. GANTRY 90°, 270° in the direction of the vertically erected settings 6X-FFF, 15X respectively, and Setting the state established as a horizontal field sizes 10×10, 90°, 45°, 315°, 270° of in the direction of the energy-6X-FFF, 15X, respectively, were measured. Without intensity modulated beam of the third open arc were investigated.

Results: Of basic performance MapCHECK confirm the attenuation measured by Couch, measured from the measured HU values that are assigned to the MAP-PHAN, check for calculation accuracy for the angled edge of the MapPHAN all come in a range of valid measurement errors do not affect the could see. three ways for the Gantry direction dependence, the first of the meter built into the value of the Gantry 270° (relative 0°), 90° (relative 180°), 6X-FFF, 15X from each -1.51, 0.83% and -0.63, -0.22% was not affected by the AP/PA direction represented. Setting the meter horizontally Gantry 90°, 270° from the couch, Energy 6X-FFF 4.37, 2.84%, 15X, -9.63, -13.32% the difference. By-side direction measurements MapPHAN in value is not within the valid range can not, because that could be confirmed as gamma pass rate 3% of the value is greater than the value shown. You can check the Open Arc 6X-FFF, 15X energy, field size 10×10 cm 360° rotation of the dose distribution in the state to look at nearly 90% pass rate to emerge.

Conclusion: Based on the above results, the MapPHAN gantry direction dependence by side in the direction of the beam relative dose distribution suitable for measuring the gamma value, but accurate measurement of the absolute dose can not be considered is. this paper, a more accurate treatment plan in order to confirm, Reduce the tolerance for VMAT, such as lateral rotation investigation in order to measure accurate absolute isodose using a combination of IMF (Isocentric Mounting Fixture) MapCHEK 2, will be able to minimize the impact due to the angular dependence.

Key words: MapCHECK 2, MapPHAN, VMAT