

Conventional, IMRT, VMAT을 이용한 CSI 치료시, Setup 오차에 따른 각 Junction부의 선량변화측정을 통한 치료계획 비교

서울대학교병원 방사선종양학과

이호진 · 전창우 · 안범석 · 유숙현 · 박소연

목 적 : Conventional, IMRT, VMAT을 이용한 CSI치료 시, Setup 오차에 따른 각 Junction부의 선량변화측정을 통해 치료계획을 비교한다.

대상 및 방법 : 본원에서 CSI 치료환자를 대상으로 이클립스 10.0(Eclipse10.0, Varian, USA)를 이용하여 Conventional, IMRT, VMAT 치료계획을 세웠다. 또한 필름측정을 위하여 각 치료계획마다 IMRT QA phantom을 적용한 Verification plan을 생성하였다. 이때, 각 치료기법의 Setup 오차는 0, 머리방향으로 2, 4, 6mm, 다리방향으로 2, 4, 6mm로 적용하였다.(이하, '+'는 머리 방향, '-'는 다리방향을 의미한다.) IMRT QA Phantom과 EBT2 film을 이용하여, 각 치료기법별로 Junction부의 Setup 오차를 0, +2, +4, +6, -2, -4, -6mm로 이동하여 조사하였다. Film을 Scan하여 감마 지수(Gamma index, γ)를 도출하여, 측정된 Film과 치료계획상의 선량분포와의 일치성을 확인한 후, Setup 오차에 따른 Conventional, IMRT, VMAT 치료계획별 선량분포도를 비교하였고, Homogeneity Index(HI)를 계산하여 표적 내 선량분포의 균일성을 분석하였다.

결 과 : Film으로 측정하여 얻은 감마지수는 90.49%로 Film scan값과 치료계획상의 선량분포와의 일치성을 확인하였다. 또한, 거리에 따른 선량분포도에 따르면, Setup 오차를 머리 방향으로 2, 4, 6mm설정하면 Conventional의 *Diff(%)는 3.1, 4.5, 8.1, IMRT는 1.1, 3.5, 6.3, VMAT은 1.6, 2.5, 5.7으로 나타났다. 같은 방법으로 Setup 오차를 다리방향으로 2, 4, 6mm로 설정을 하면 Conventional의 *Diff(%)는 -1.6, -2.8, -4.4, IMRT는 -0.9, -1.6, -2.9, VMAT은 -0.5, -2.2, -2.5으로 나타났다. Homogeneity Index(HI)는 Conventional 1.216, IMRT 1.095, VMAT 1.069로 값을 얻었다.

결 론 : Dose homogeneity와 Junction 부위에 대한 완만한 Dose gradient의 장점을 가진 IMRT와 VMAT을 이용한 CSI치료는 Conventional 기법 보다 Setup 오차에 따른 Junction 부위의 선량의 변화가 적었고, 균일성 또한 좋게 나타났다. 이러한 적은 선량의 변화는 CSI치료 시 발생하는 Setup 오차에도 환자에게 위험성이 적음을 의미한다.

핵심용어 :

서 론

뇌척수조사(Cranial Spinal Irradiation, CSI)는 뇌척수 축(Craniospinal axis)에 침습된 고위험도의 뇌종양 치료에 일반적으로 이용되는 복합적 치료방법이다. 수아세포종(Medulloblastoma), 중앙신경계백혈병(Central nervous system leukemia), 배아세포종(Germ cell tumors), 상의신경교종(High grade Ependymomas), 다중심적 중앙신경계백혈병(Multicentric CNS lymphomas)등에 효과가 높다. 기존 Conventional CSI치료는 두 개의 Brain lateral field와 Spine posterior field로 이뤄진다.¹⁾ 그러나 이 기법은 서로

다른 Isocenter를 가진 다수의 조사면 일치의 어려움을 가지고 있다. 이로인해, Junction부에서 overdose, underdose 현상이 발생한다. 결정장기(Organ At Risk, OAR)가 받는 선량이 높다. 또한, 환자 setup시 발생하는 오차에 따라 Dose Homogeneity가 큰 영향을 받는다.

세기조절방사선치료(Intensity Modulated Radiotherapy, IMRT)는 치료부위를 크기와 모양, 개수와는 상관없이 표적용적(Target Volume)에는 고선량을 집중하고 정상 조직의 손상은 최소로 할 수 있게 고안이 된 기술이다. 최근에는 다엽콜리메이터(Multi Leaf Collimator, MLC) 모양, 선량을, 갠트리 속도를 동시에 최적화하여 표적용적에 방사선을 조사할 수 있는 체적조절회전방사선치료(Volumetric Modulated Arc Therapy, VMAT)가 개발되었다. IMRT와 VMAT을 이용한 치료기법은 기존 Conventional CSI보다 표적 내에서의 우수한 Dose Homogeneity와 OAR의 보호효

본 논문은 2014년 9월 30일 접수하여 2014년 12월 2일 채택되었음.

책임저자 : 이호진, 서울대학교병원 방사선종양학과
서울시 중로구 연건동 28-21번지, 110-744
Tel : 02) 2072-4948
E-mail : 21218@snuh.org

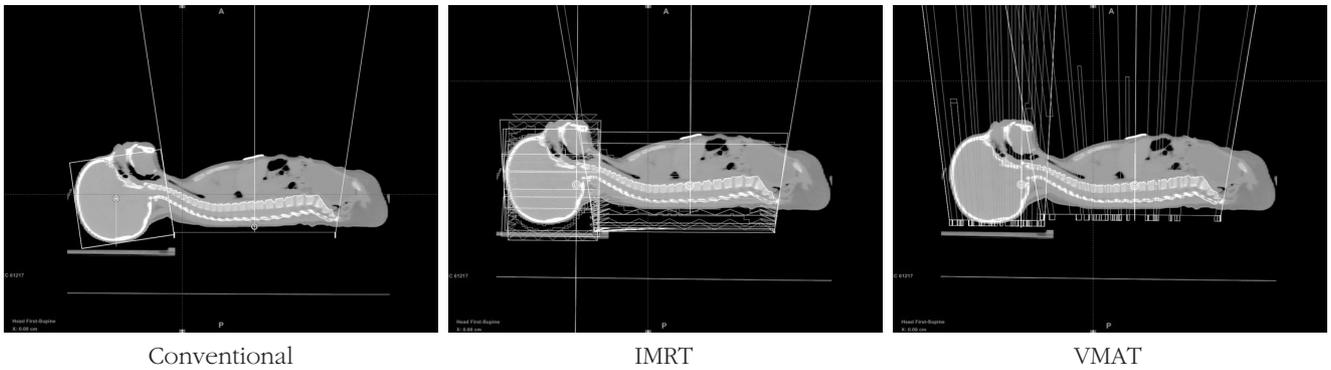


Fig 1. Conventional, IMRT, VMAT plan

과라는 장점을 가진다.”

따라서 이 논문에서는 Conventional, IMRT, VMAT 기법을 이용한 CSI 치료 시, Setup 오차에 따른 각 Junction부의 선량변화를 측정, 비교하여 IMRT, VMAT기법의 유용성을 평가하려고 한다.

대상 및 방법

1. Conventional, IMRT, VMAT 치료계획

본원에서 치료받은 CSI환자를 대상으로 이클립스 10.0(Eclipse10.0, Varian ,USA)를 이용하여 Conventional, IMRT, VMAT 치료계획을 세웠다. 또한 필름측정을 위하여 각 치료계획마다 IMRT QA phantom을 적용한 verification plan을 생성하였다. 이때, 각 치료기법의 Setup 오차는 0, 머리방향으로 2, 4, 6mm, 다리방향으로 2, 4, 6mm로 적용

하였다. (이하, ‘+’는 머리 방향, ‘-’는 다리방향을 의미한다.) Fig.1

먼저 두경부 양측면 조사면(갠트리 각도:85°, 275°)과 척추부 후면 조사면 총 3개 조사면으로 Conventional 치료계획을 세웠다. 두경부 양측면 조사면은 척추부 후면 조사면과의 겹침을 최소화하기 위하여 콜리메이터 각도를 각각 351.5°, 8.5° 만큼 회전시켰다. 환자 머리의 측방 두께를 측정하여 치료깊이를 정하였고, 등 쪽에서 척수강 앞쪽까지 경추, 흉추, 요추 부위에서 각각 3 지점의 거리를 측정하고 평균값을 내어 치료깊이를 정하였으며, 본원에서 자체 개발한 MU 계산 프로그램을 이용하여 MU를 구하였다. 또한 실제 치료 시와 마찬가지로 jaw를 이용하여 두경부와 척추부 조사면 간 Junction 이동을 반영하였다.

IMRT는 두경부 조사 갠트리 각도를 0, 65, 100, 123, 230, 257, 290°, 척추부 조사 갠트리 각도를 180, 145, 215° 로 총 10개의 조사면을 이용하여 치료계획을 세웠다. 2 cm 만큼 두경부와 척추부 조사면 간에 겹치도록 설정하여

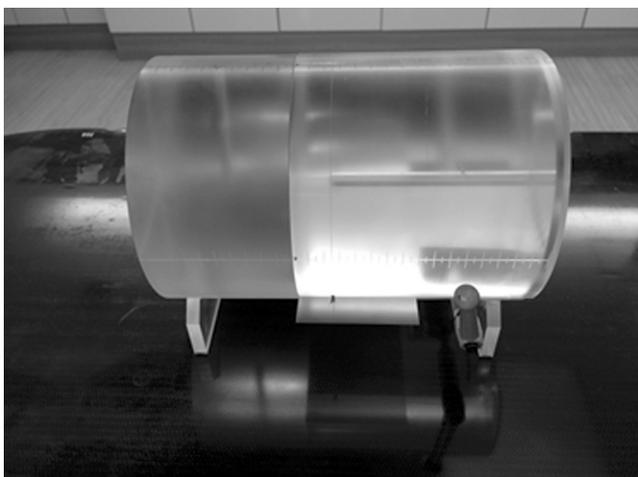


Fig 2. IMRT QA Phantom and EBT2 Film

optimize 시 겹치는 구간의 dose gradient를 완만하게 하였다. 처방선량의 95%가 표적용적의 100%를 포함할 수 있도록 plan normalization을 조절하였다.

VMAT은 두경부 조사를 위한 360° Arc 2개(시계방향과 반시계방향 포함)와 척추부분 조사를 위한 360° Arc 2개(시계방향과 반시계방향 포함)로 계획을 세웠다. IMRT 치료계획과 마찬가지로 각 부위의 arc를 2 cm 만큼 겹치도록 하였고, 표적 마진은 0.5 cm 으로 설정하였다. 두경부 조사를 위한 2개의 arc에 50° 부터 310° 까지 Avoidance sectors 로 설정하여 수정체에 직접 조사되지 않도록 하였고, 척추부 조사를 위한 2개의 arc 에 120° 부터 20° 까지, 340° 부터 240° 까지 Avoidance sectors 로 설정하여 팔을 통과해 조사되지 않도록 하였다. 처방선량의 95%가 표적용적의 100%를 포함할 수 있도록 plan normalization을 조절하였다.

2. Film Dosimetry

Gaf-chromic film(EBT2, ISP)를 이용하여 Film Calibration 하였다. Film을 1cm2 크기의 조각으로 잘라서 각각 20cGy씩 0cGy에서 300cGy까지 일정량 조사하였고,(Exposure) 이 때, Solid water phantom사이에 Film조각을 놓고 MU계산을 통해 산출된 선량을 조사하였다.

조사된 Film은 스캔 후 Verisoft 프로그램을 사용하여 각 Film별 Optical Density값을 획득하였고, Optical Density 값과 Dose 값의 Correlation을 구하였다.

Film 조사를 위해 선형가속기(Clinac, Trilogy, Varian, USA)의 MV에 너 지 를 이 용 하 였 다 . Composite measurement를 위하여 서울대학교병원에서 개발된 phantom인 IMRT QA Phantom(SNUH MP Phantom)를 사용하였다. EBT2 Film은 IMRT QA Phantom에 수평하게 삽입하였으며, 치료계획상 두경부와 척추부 사이 조사 점점 부위에 위치시켰으며, 각각의 Conventional, IMRT, VMAT의 치료기법에 따라 Setup 오차를 각각 0, ±2, ±4, ±6 mm로 변화 시키면서 방사선을 조사하였다. Fig.2.

조사된 Film의 scan은 평판스캐너 EPSON Expression 10000XL를 이용하였으며, Verisoft 프로그램 분석을 통해 감마지수(Gamma index, γ)를 산출하였다. 얻어진 감마지수로 방사선이 조사된 Film과 치료계획의 선량분포와의 일치성을 확인하였다.

감마(γ) 지수법은 선량기울기가 낮은 영역과 높은 영역에 대해 이원화된 기준을 제시하여 선량차이 또는 선량분포의 거리 차에 대해 정의된 기준값 (통상 3% 선량차이와 3mm의 거리)을 바탕으로 평가한다. 감마값이 기준범위에 들어

올 경우는 1보다 작은값(적합), 기준 범위를 벗어나는 경우 1보다 큰 값으로 표현된다.^{3),4),5)}

3. Film Analysis - Dose Profile

Verisoft 프로그램을 통해 얻어진 Film을 Dose(cGy) 단위로 변환 및 normalization하고, IMRT QA Phantom(SNUH MP Phantom)의 Reference 지점을 기준으로 횡축 -60mm에서 60mm, 장축 15mm에서 -50mm까지 ROI(Region of Interest)를 설정하였다. 두경부와 척추부의 Junction을 나타낼 수 있는 장축을 기준으로 Dose profile을 획득하였다. 각 치료계획별로 얻어진 Dose profile의 임의의 Junction slice를 지정하여 상대적 선량 변화율(*Diff.(%))을 계산하였고, Junction부위에서 setup 오차에 따른 Conventional, IMRT, VMAT의 선량변화정도를 비교분석하였다.

$$*Diff.(%) = \frac{(D_{shift} - D_{no-shift})}{D_{no-shift}} \times 100 \quad \text{----- [식 1]}$$

Dshift : 임의의 setup 오차를 주고 얻은 Dose(%)

Dno-shift : setup 이동을 하지 않은 reference Dose(%)

4. Homogeneity Index (HI) Analysis

선량 변화율(*Diff.(%))을 이용한 치료계획간 선량변화 비교 외에도 표적부피(Target Volume)내에서 선량분포의 균일성을 분석하는 지표인 Homogeneity Index (HI) 이용하여 Conventional, IMRT, VMAT 치료계획을 비교분석하였다. HI의 가장 이상적인 값은 1이며, 1에서 값이 커질수록 표적 부피 내 선량분포의 균일성이 떨어진다.

$$HI = \frac{D_{5\%}}{D_{95\%}} \quad \text{----- [식 2]}$$

D5% : 표적부피 5%의 선량

D95% : 표적부피 95%의 선량

결 과

1. 감마지수

측정하여 얻은 film scan 값과 치료계획상 동일한 면을 선택 비교하여 감마지수(Gamma Index, γ)를 계산한 결과

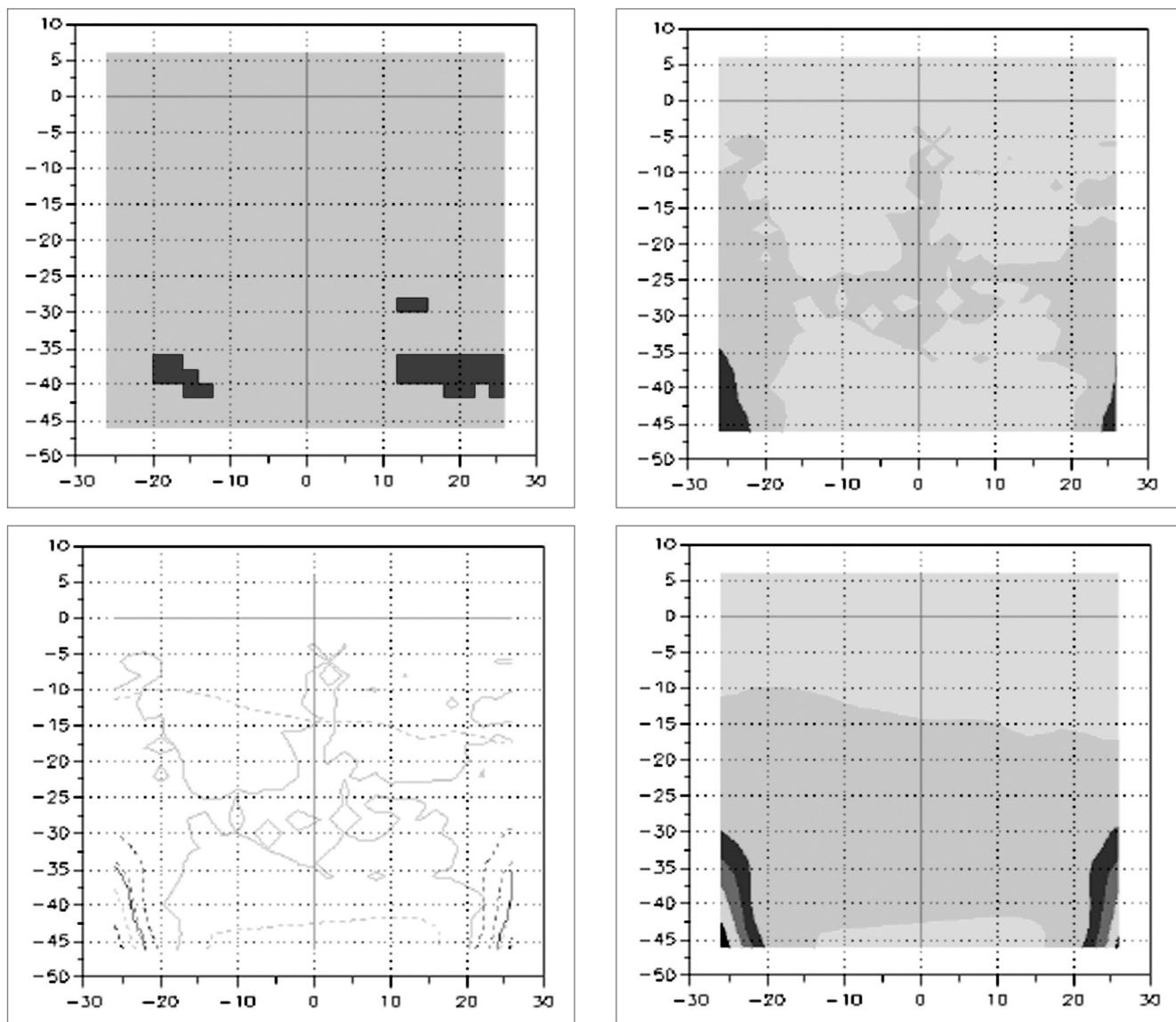


Fig 3. Gamma Index(γ)

Table 1

SPINE field shift	Conv.		IMRT		VMAT	
	Dose(%)	*Diff.(%)	Dose(%)	*Diff.(%)	Dose(%)	*Diff.(%)
No shift(Reference)	92.7	-	97.9	-	99.1	-
Head 2mm	95.6	3.1	100	1.1	100.7	1.6
Foot 2mm	91.2	-1.6	97	-0.9	98.6	-0.5
Head 4mm	96.9	4.5	101.3	3.5	101.6	2.5
Foot 4mm	90.1	-2.8	96.3	-1.6	96.9	-2.2
Head 6mm	97.4	8.1	103	5.2	102.5	3.4
Foot 6mm	88.6	-4.4	95.5	-2.5	96.6	-2.5

Diff.(%)=100(Dshift-Dnoshift)/Dnoshift

※ Conventional = Conv.

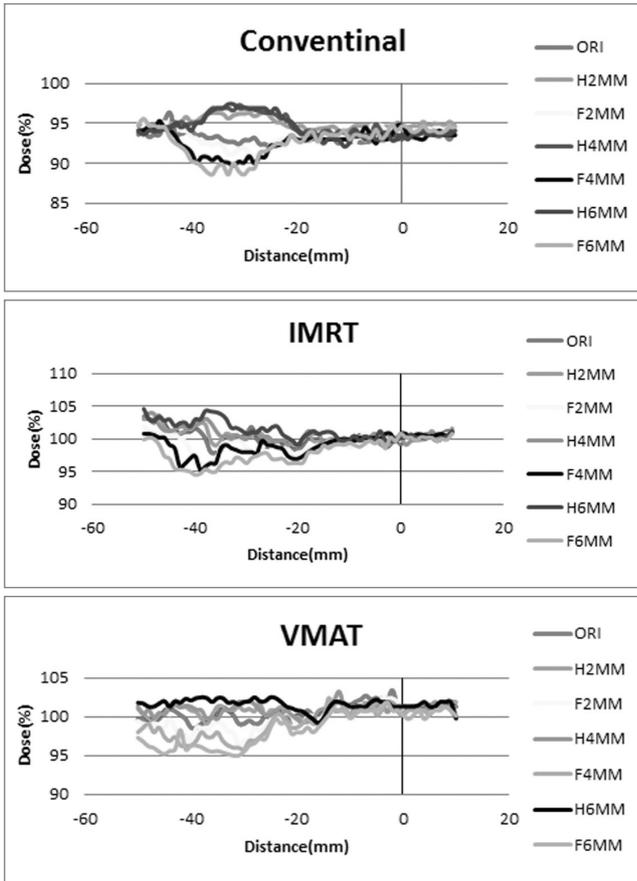


Fig 4. Dose(%) followed by Distance(mm)

90.49% (3mm / 3%)의 일치성을 보였으며 감마값이 기준 값 안에 들어움을 확인하였다.⁶⁾ Fig 3.

2. Film Analysis - Dose Profile

Fig.4.을 보면 각각의 치료계획에 대하여 거리에 따른 선량을 백분율로 표시하였고, Setup 오차 간격별로 색을 달리

하여 표시하였다. (+) 에 해당하는 부분은 머리쪽이며 (-)에 해당하는 부분은 다리쪽이다. 두 치료부위의 Junction에 해당하는 부분은 -20mm에서 -40mm 정도이며 충분한 여유를 두어 측정된 선량분포를 백분율로 얻었다.

Conventional, IMRT, VMAT 치료계획에서 Setup 오차가 증가할수록 선량변화 폭이 Conventional 기법의 경우 Head 2mm, 4mm, 6mm일 때 95.6, 96.9, 97.4(%)로 커졌으며 반대로 Foot 2mm, 4mm, 6mm 일 때 91.2, 90.1, 88.6(%)로 감소하였다. 2mm씩 증가할 때마다 그 변화폭은 No shift 값을 기준으로 Head 2mm, 4mm, 6mm일 때 2.9, 4.2, 4.7 더 커졌음을 확인 하였다. (Table.1)

치료계획 간 측정하여 얻어진 절대 값이 다르기 때문에 상대적 변화폭을 비교하였으며 *Diff(%)값을 계산하여 치료 계획별 Junction부 선량변화의 차이를 확인하였다. *Diff(%) 값이 클수록 변화폭이 크음을 의미하는데 척추부위를 이동하지 않은 기준 치료계획 값에서 머리 쪽으로 이동할수록 Dose(%)가 커졌으며 *Diff(%)값 또한 증가하였고, 반대로 다리쪽으로 Setup 을 이동할수록 반대로 Dose(%)값과 *Diff(%)값이 감소하였다.(Table.1,2)

Conventional에서 Head 2mm, 4mm, 6mm이동에 대한 *Diff(%)값은 3.1, 4.5, 8.1 IMRT에서는 2.1, 3.5, 5.2 , VMAT에서는 1.6, 2.5, 3.4이 나왔으며 같은 이동 값에 대해 IMRT와 VMAT이 Conventional보다 상대적으로 적은 *Diff(%)값을 보였다. 다리 쪽 방향 이동에 대한 *Diff(%)값 역시 같은 양상을 보였다. (Table.2)

3. Homogeneity Index (HI) Analysis

HI가 낮을수록 표적내의 선량분포가 균일함을 의미한다. Table.3에서 No shift일 경우, Conventional, IMRT, VMAT 의 HI는 각각 1.216, 1.0946 1.069 으로 감소함을 알 수 있었다. 이는 Conventional 기법을 이용한 CSI 치료 보다는

Table 2

SPINE field shift	Conv.	IMRT	VMAT
	*Diff. (%)	*Diff. (%)	*Diff. (%)
Head 2mm	3.1	2.1	1.6
Head 4mm	4.5	3.5	2.5
Head 6mm	8.1	5.2	3.4
Foot 2mm	-1.6	-0.9	-0.5
Foot 4mm	-2.8	-1.6	-2.2
Foot 6mm	-4.4	-2.5	-2.5

※ Conventional = Conv.

Table 3

	Conv.	IMRT	VMAT
No shift(Reference)	1,216	1,0946	1,069
Foot 2mm	1,313	1,218	1,110
Foot 4mm	1,4823	1,417	1,209
Foot 6mm	1,734	1,637	1,319
Head 2mm	1,283	1,135	1,129
Head 4mm	1,398	1,224	1,202
Head 6mm	1,508	1,317	1,273

※ HI = D5% / D95%

※ Conventional = Conv.

IMRT, VMAT기법이 표적내의 선량분포가 더 균일함을 알 수 있었다. 위와 마찬가지로 Head 2mm, 4mm, 6mm 이동에 따른 HI 값 역시 Conventional 기법의 경우 1,283, 1,398, 1,508, IMRT기법의 경우 1.135, 1.224, 1.317, VMAT 기법의 경우 1.129, 1.202, 1.273으로 증가하였으며, Foot 2mm, 4mm, 6mm 이동에 따른 HI값도 증가하였다. Setup를 이동할수록 선량분포 균일성은 떨어지며, 같은 이동 값에 대해서도 Conventional 기법을 이용한 CSI 치료보다는 IMRT, VMAT기법이 표적 내의 선량분포가 더 균일함을 알 수 있었다.(Table.3)

고안 및 결론

우리는 본 연구를 통해 Setup 오차에 따른 Junction부의 선량변화를 Conventional, IMRT, VMAT 이 세 가지 치료계획을 통해 비교하였다. 앞서 언급했듯이 여러 조사면의 일치의 어려움과 낮은 주변장기의 보호라는 기존의 Conventional CSI치료의 단점을 보완하여 IMRT와 VMAT을 이용한 CSI치료가 최근에 많이 이용되고 있는 가운데 우리는 기존 Conventional 기법에서 두경부와 척추부 Junction부위의 Setup 오차에 초점을 맞춰 위의 실험을 진행하였고, Conventional에서 Head 2mm, 4mm, 6mm이동에 대한 *Diff(%)값은 3.1, 4.5, 8.1 IMRT에서는 2.1, 3.5, 5.2, VMAT에서는 1.6, 2.5, 3.4이 나왔으며 같은 이동 값에 대해 IMRT와 VMAT이 Conventional보다 상대적으로 적은 *Diff(%)값을 보였고, HI는 역시 각각 1,216, 1,0946 1,069으로 IMRT와 VMAT이 Conventional보다 상대적으로 HI가 낮음을 알 수 있었다.

*Diff(%)값이 낮을수록 Setup 오차에 따른 Junction 부위

의 선량변화가 상대적으로 적음을 나타내고, HI값이 1에 가까울수록 상대적으로 더 균일한 값을 나타낸다. 이러한 점에서 VMAT을 이용한 치료계획이 Setup 오차에 따른 Junction 부위의 선량 변화가 가장 적고, 가장 높은 균일성을 가지고 있음을 확인할 수 있었다. VMAT을 이용한 치료계획이 Setup 오차에 가장 영향을 덜 받는 것으로 실험 결과 나타났다. 이는 Conventional 치료계획의 경우 단순히 치료 깊이만 측정하여 계획을 세웠기 때문에 Junction 부위에 대한 dose gradient가 가파르는데 비해, IMRT와 VMAT 치료계획은 두경부와 척추부 조사면을 겹치도록 하고 optimize 시에 이를 반영하여 표적에 치료선량이 균일하게 분포할 수 있도록 하여 오차에 대한 의존성이 상대적으로 적고, 더 많은 control points를 갖는 VMAT 치료계획에서 Junction 부위에 대한 dose gradient가 더 완만하기 때문인 것으로 사료된다.

최근 CSI 치료 시 환자들 모두 Supine 자세로 치료를 받았고, Conventional기법으로 치료받은 환자들은 Prone 자세 세웠기 때문에 실험계획 당시 Conventional기법과 Supine 자세 치료했던 CSI 환자를 산출해 내는데 많은 어려움이 있었다. 또한 setup 오차에 따른 선량 측정엔 높은 대조도와 공간분해능, 그리고 높은 민감도의 장점을 가진 EBT2 Film을 이용하였는데 Film 측정의 불확정성 때문에 치료계획간 절대적인 선량 값을 비교하지는 못했으나 이 실험 자체가 상대적인 선량변화를 비교하는데 중점을 두었기에 큰 무리가 없다고 판단된다.

Dose homogeneity와 Junction 부위에 대한 완만한 dose gradient의 장점을 가진 IMRT와 VMAT을 이용한 CSI 치료는 Conventional 보다 Setup 오차에 따른 Junction 부위선량의 변화가 적고, 표적 부위 내 균일성이 더 나음을 알 수 있었다.

환자 치료 시 발생하는 Setup 오차는 치료의 정확성을 저해하는 인적오류 중 하나이다. setup 오차에 대한 본 논문의 연구는 CSI 환자 치료 시 같은 setup 오차를 가정했을 때 IMRT와 VMAT기법이 Conventional 기법을 이용한 CSI 치료보다 setup 오차에 대해 상대적으로 위험성이 낮음을 확인한 부분에 의의를 두며 향후 CSI 환자 치료 시 참고할 수 있는 좋은 기준이 될 것이라 사료된다.

et al. : Volumetric modulated arc therapy planning method for supine craniospinal irradiation. Journal of Radiation Oncology September 2012, Volume 1, Issue 3 : 291-297

참고문헌

1. 이충일 김희남 오택열 등 : 전산화 단층 촬영 장치를 이용한 뇌척수 조사의 치료 계획. The journal of the korean radiotherapeutic technology, v.11 no.1, 1999년 : 53-59
2. Matthew T. Studenski, Ph.D.,* Xinglei Shen, M.D. et al : Intensity-modulated radiation therapy and volumetric-modulated arc therapy for adult craniospinal irradiation-A comparison with traditional techniques. Medical Dosimetry 38 (2013) : 48-54
3. Tejinder Kataria, Kuldeep Sharma, Vikraman Subramani, K. P. Karrthick, and Shyam S. Bisht : Homogeneity Index: An objective tool for assessment of conformal radiation treatments. J Med Phys. 2012 Oct-Dec; 37(4): 207-213
4. Myonggeun Yoon, Sung Yong Park, Dongho Shin, et al. : A new homogeneity index based on statistical analysis of the dose-volume histogram. J Appl Clin Med Phys. 2007 Mar 20 : 9-17
5. 우현, 박장필, 민제순, 이제희, 유숙현 : 용적세기조절회전치료 치료계획 확인에 사용되는 MapPHAN의 유용성 평가. 대한방사선치료학회지 제 5권 제호 2013 : 115-121
6. Daniel A. Low, William B. Harms, Sasa Mutic, and James A. Purdy : A technique for the quantitative evaluation of dose distributions. Medical Physics, Vol. 25, No. 5, May 1998 : 656-661
7. William A. Parker, Carolyn R. Freeman : A simple technique for craniospinal radiotherapy in the supine position. Radiotherapy and Oncology 78 (2006) : 217-222
8. ROLAND B. HAWKINS, M.D., PH.D. : A simple method of radiation of radiation treatment of craniospinal fields with patient supine. Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 49, No. 1, 2001 : 261-264
9. Jianzhou Chen, Chuangzhen Chen, Todd F. Atwood,

Abstract

Comparison treatment planning with the measured change the dose of each Junction section according to the error of setup CSI Treatment with Conventional, IMRT, VMAT

Department of Radiation Oncology, Seoul University hospital, Seoul, Korea

Ho Jin Lee · Chang Woo Jeon · Bum Suk Ahn · Sook Hyeon Yu · So Yeon Park

Purpose : Conventional, IMRT, at CSI treatment with VMAT, this study compare the treatment plan with dose changes measured at Junction field according to the error of Setup.

Materials and Methods : This study established Conventional, the IMRT, VMAT treatment planning for CSI therapy using the Eclipse 10.0 (Eclipse10.0, Varian, USA) and chose person in Seoul National University Hospital. Verification plan was also created to apply IMRT QA phantom for each treatment plan to the film measurements. At this time, the error of Setup was applied to the 2, 4, 6mm respectively with the head and foot direction. (“+” direction of the head, “-” means that the foot direction “.) Using IMRT QA Phantom and EBT2 film, was investigated by placing the error of Setup for each Junction. We check the consistency of the measured Film and plan dose distribution by gamma index (Gamma index, γ). In addition, we compared the error of Setup by the dose distribution, and analyzing the uniformity of the dose distribution within the target by calculating the Homogeneity Index (HI).

Results : It was figured out that 90.49%-gamma index we obtained with film is agreement with film scan score and dose distribution of treatment plan.

Also, depend on the dose distribution on distance, if we make the error of Setup 2, 4, 6mm in the head direction, it showed that 3.1, 4.5, 8.1 at *Diff(%) of Conventional, 1.1, 3.5, 6.3 at IMRT, and 1.6, 2.5, 5.7 at VMAT. In the same way, if we make the error of Setup 2, 4, 6mm in the foot direction, it showed that -1.6, -2.8, -4.4 at *Diff(%) of Conventional, -0.9, -1.6, -2.9 at IMRT, and -0.5, -2.2, -2.5 at VMAT. Homogeneity Index(HI)s are 1.216 at Conventional, 1.095 at IMRT and 1.069 at VMAT.

Discussion and Conclusion : The dose-change depend on the error of Setup at the CSI RT(radiation therapy) using IMRT and VMAT which have advantages, Dose homogeneity and the gradual dose gradients on the Junction part is lower than that of Conventional CSI RT.

This a little change of dose means that there is less danger on patients despite of the error of Setup generated at the CSI RT.

Keyword :