

안와 림프종 환자의 방사선치료를 위한 세기조절방사선치료와 용적세기조절회전치료의 전산화 치료계획에 대한 고찰

서울아산병원 방사선종양학과 / 동남보건대학 방사선과

유순미 · 반태준 · 유인하 · 백금문 · 권경태

목 적 : 안와 림프종(orbital lymphoma) 방사선치료를 IMRT(intensity-modulated radiotherapy)와 VMAT (volumetric modulated arc therapy)을 이용한 RapidArc로 비교 분석해 보고자 한다.

대상 및 방법 : 본원에서 치료받은 안와 림프종 환자 4명을 대상으로 IMRT, VMAT을 이용한 partial-single arc(SA)와 partial-double arc(DA)로 전산화치료계획을 수립하였다. 각 치료계획의 평가는 PTV의 CI(conform -ity Index)값과 PCI(Paddick's Conformity Index)값, HI(Homogeneity Index)값을 구하여 비교 평가하였으며 주변 정상조직의 선량평가를 시행하였다. 또한 각 치료계획의 MU(Monitor Unit)값을 비교하고 치료시간과 수정체의 선량을 측정해보았다.

결 과 : PTV의 CI값을 분석한 결과 각 0.88, 0.86, 0.92로 DA의 값이 가장 컸으며 PCI값은 1.41, 1.44, 1.33으로 DA에서 값이 가장 작게 나타났다. 또한 HI값은 1.18, 1.20, 1.15로 DA에서 가장 낮은 것을 확인할 수 있었다. 안와 림프종 주변 정상조직의 mean dose와 V30, V20, V10, V5의 값을 분석하였다. 그 결과 반대측 수정체, 눈물샘, 시신경, 안와의 선량이 SA에서 가장 높았고 IMRT에서 가장 낮게 나타났다. 평균 MU값과 치료시간은 IMRT가 SA에 비해 약 3배 정도 높게 나타났다.

결 론 : 안와 림프종 환자 IMRT 치료는 장애를 최소화하고 종양 내 선량 균등성을 높이기 위한 일반적인 치료법이다. 하지만 최근 시행하고 있는 RapidArc 치료계획에서 종양 내 선량 균등성이 IMRT 치료계획보다 우수한 결과 값을 보였고 정상조직의 선량 비교에서 큰 차이를 보이지 않았을 뿐만 아니라 MU와 치료시간 또한 약 1/3로 줄일 수 있었다. 이러한 이점은 안와 림프종 환자의 RapidArc 치료계획에 대한 지속적인 연구를 통해 치료의 효율성을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : 안와림프종, 세기조절방사선치료(IMRT), 용적세기조절회전치료(VMAT), RapidArc

서 론

비호즈킨 림프종(non-Hodgkin's lymphoma)의 안와 증상은 매우 드물며 모든 케이스의 1 %만이 차지하고 있고 초기 안와 림프종(orbital lymphoma)은 모든 비호즈킨 림프종의 0.01 %에 해당된다.¹⁾ 이러한 안와림프종 환자들은 방사선 치료를 시행함으로써 국소제어와 생존률을 높이는 데 중요한 역할을 하고 있다.^{2,3)} 안와 림프종 환자들의 국소 제어율을 높이기 위해서는 30-36 Gy의 처방선량이 전달되어야 하며,^{4,5)} 본원에서는 현재 일반적으로 30.6 Gy의 처방선량을 전달하고 있다. 전통적으로 안와 림프종의 방사선 치료는 단일 입사 전자선 또는 전후방향 조사를 이용하여 안와 공동(orbital cavity)의 정점(apex)에서 5-6 cm 깊이에 처

방하였고, 이러한 방법은 hotspot이 25 %이상 올라가게 되어 치료 조사범위 내에 선량 균질성이 떨어지는 큰 단점이 있었다.²⁾ 전통적인 방사선 치료의 급성부작용으로는 안구 건조증을 포함한 결막염이 많은 환자에게서 발생하였고 만성부작용으로는 백내장 형성을 포함한 수정체 궤양, 녹내장, 눈물 부작용등이 발생하게 되었다.^{2,3,4)} 이러한 단점을 보완하기 위해서 타겟 볼륨에 불균질한 빔 플루언스 가진 여러 개의 빔을 사용하여 최적화된 선량을 전달하는 세기조절 방사선치료(intensity-modulated radiation therapy, IMRT)가 시행되었다. IMRT는 각각의 많은 beamlet으로 분할된다. 이들 각 beamlet은 치명적인 구조물을 보호하는 동안 타겟의 볼륨에 의도한 선량이 전달되도록 beamlet의 패턴이 형성될 수 있게 수정되고 이것은 organ at risk(OAR) 주변을 보호하는 동안 방사선의 선량이 의도한대로 전달될 수 있게 해준다. 이런 장점을 바탕으로 안와 림프종의 IMRT 치료는 종양 내 선량을 더욱 균등하게 만들어주고 잠재적으로 주요한 장기의 방사선 독소(toxicity)를 최소화 시켜주어 최근

본 논문은 2014년 11월 14일 접수하여 2014년 12월 2일 채택되었음.
책임저자 : 유순미, 서울아산병원 방사선종양학과
서울시 송파구 올림픽로 43길 88, 138-736
Tel : 02) 3010-2785
E-mail : daejang61@naver.com

가장 일반적으로 시행 되고 있다.⁶⁾ 그러나 IMRT의 단점으로 치료 횟수 당 전달 시간이 길고 이러한 현상은 intrafraction한 환자의 움직임이 증가하기 때문에 치료의 정확성을 떨어뜨리게 된다. 또한 MU(monitor unit)가 증가하고 낮은 방사선량이 정상 조직에 노출되는 볼륨이 더 커지게 되면 IMRT 치료 후에 방사선과 연관 된 이차성암(secondary malignancy)의 가능성이 증가하게 될 것이다.^{7,8)} RapidArc(RA)(Varian Medical System, Palo Alto, CA)는 1 또는 2 회전으로 선량율과 갠트리 속도를 변경함으로써 빔의 강도 변조를 달성한다. RapidArc는 Otto14 조사를 기반으로 하는 치료계획과 전달방법이며 단 한 번에 여러 개의 목적을 달성하는 목표로 하고 있다. Organ at risk(OAR)와 IMRT와는 다른 해결방안으로 정상조직의 보호를 향상시키고, 동일한 각도에서 선량 내 균등성을 유지 또는 향상시키며 치료 횟수 당 치료시간을 상당히 줄일 수 있다.⁹⁾ 이러한 장점들은 안와 림프종 환자에 있어 눈 깜빡임으로 인한 치료 부위의 움직임과 수정체의 움직임을 최소화하는데 도움을 줄 수 있고 MU의 감소로 인한 방사선과 연관된 2차적인 문제를 최소화할 수 있을 것 이라고 생각된다. 이로 인해 본 논문에서는 본원에서 치료받은 안와 림프종 4명의 환자를 대상으로 IMRT 치료계획과 용적세기조절회전치료(volumetric modulated arc therapy, VMAT)를 기반으로 한 RapidArc의 치료계획을 비교 분석해 보고자 한다.

대상 및 방법

1. 환자 대상 및 치료계획 준비

본 연구는 안와 림프종으로 방사선치료를 받는 4명의 환자를 대상으로 하였다. 모든 환자는 치료계획을 목적으로 3차원적인 해부학적 자료를 얻기 위해 CT-simulation을 시행하였다.

모의치료하는 동안 각 환자들은 CT 치료대(couch) 위에 양손을 옆으로 하고 바로 누운 자세로 머리 고정대에 머리를 올려놓은 뒤 편안한 자세를 취하였고 aquaplast mask를 준비하여 환자의 머리를 고정하고 치료 측 눈 주변부의 aquaplast mask를 도려낸 뒤 환자의 눈을 뜨고 정면을 응시하도록 하였다. CT 스캔은 2.5mm 두께 slice로 두 개부 영역의 영상을 획득하였다. Isocenter의 위치는 CTV(clinical target volume)의 중심에 위치하였고 주변 정상 장기로는 양측 수정체(lens), 양측 눈물샘(lacrimal gland), 시신경교차(optic chiasm), 반대측 시신경(optic nerve), 양측 안와(orbit)를 그렸다.

전산화 치료계획은 Eclipse Treatment Planning System(Version 10.0, Varian Medical system, Palo Alto, CA, USA)을 이용하였으며 True Beam STx(Varian, USA)에서 발생하는 6 MV 에너지의 광자선으로 치료계획을 시행하였다. True Beam에 장착 되어 있는 Millennium multileaf collimator(MLC)는 120개의 엽으로 구성되어 있으며 isocenter를 중심으로 중앙부에 2.5 mm의 엽이 64개, 그 위, 아래에 5 mm의 엽이 56개로 구성되어 있어 모든 치료계획은 2.5 mm의 엽으로 이루어진 구간에서 치료계획 되었다. IMRT와 VMAT 모두 dose rate 600 MU/min으로 치료계획 하였으며, anisotropic analytical algorithm (AAA, version 10.0) 광자선량 계산 알고리즘을 이용하였다.¹⁰⁻¹³⁾ 환자의 처방선량은 일일 1.8 Gy씩 총 30.6 Gy의 선량이 전달될 수 있도록 치료계획 하였다.

2. 치료계획 방법 및 분석

고정된 갠트리의 sliding window 전달 방식으로 IMRT를 치료계획 하였으며 갠트리 회전각은 치료 반대 측 40°에서 치료 측 120°까지로 선택하여 20°의 등 간격으로 9개의 동일평면상의(coplanar) 필드를 이용하여 각각의 필드를 최적화하였다. RapidArc는 요구하는 변조의 원하는 레벨을 달

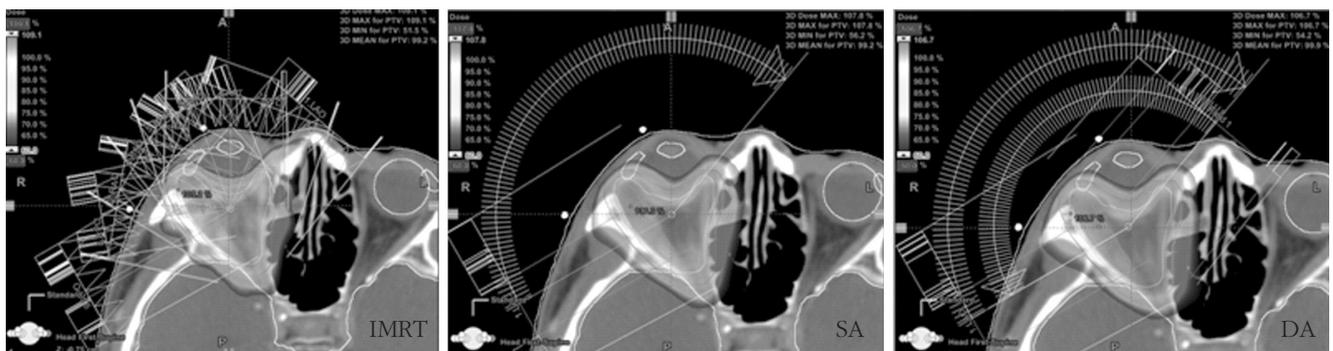


Fig 1. Gantry rotation angle for IMRT, SA and DA

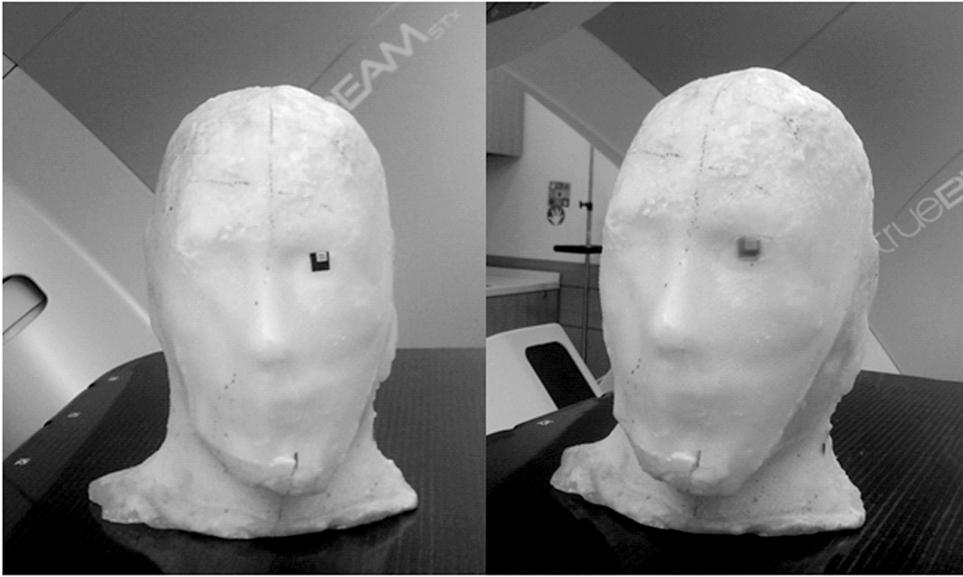


Fig 2. Head phantom made of paraffin wax.

성하기 위하여 최적화(optimizer)가 순간의 선량율과 MLC 엽의 위치뿐만 아니라 갠트리 회전 속도를 계속적으로 변화하여 성취할 수 있다.¹⁴⁾ 본 논문에서는 partial -single arc(SA)는 치료대 회전각을 0°로 맞추고 갠트리 회전각이 IMRT와 동일한 조건인 치료 반대 측 40°에서 치료 측 120°까지로 선택하여 시계방향으로 160°의 회전각을 설정하였으며 콜리메이터는 아크가 회전하는 동안 tongue and groove 영향을 최소화하기 위해서 30°로 회전하였다. Partial-double arc(DA)의 경우 SA와 동일한 콜리메이터와 치료대의 회전각으로 120°의 시계방향과 반시계방향으로 설정하였다.[그림 1] PTV와 정상조직 그리고 OAR의 최적화에서의 제약(constraint)은 모든 치료계획에서 동일한 조건으로 실행하였다.

치료계획의 정량분석은 표준 선량 체적 히스토그램(dose volume histogram, DVH)을 이용하였으며 PTV의 CI(conformity Index)값 [식 1]과 PCI(Paddick's Conformity Index)값 [식 2], HI(Homogeneity Index)값 [식 3]을 구하여 비교 평가하였다.

$$CI_{ICRU62} = \frac{V_{TV}}{V_{PTV}} \quad [식 1]$$

V_{TV} : 처방선량이 포함하는 부피,

V_{PTV} : PTV의 총 부피

$$PCI = \frac{D_{5\%}}{D_{95\%}} \quad [식 2]$$

$$HI = \frac{D_{5\%} - D_{95\%}}{D_{50\%}} \quad [식 3]$$

$D_{5\%}$: PTV의 5 % 부피가 받는 선량

$D_{95\%}$: PTV의 95 % 부피가 받는 선량

주변 정상조직은 mean dose와 정상조직이 받는 5

Gy(V5), 10 Gy(V10), 15 Gy(V15), 20 Gy(V20), 30 Gy(V30)의 퍼센트 볼륨으로 평가하였다.

3. 측정 방법

- 1) IMRT, SA, DA 각각의 치료를 빔이 들어가는 시간으로 시작으로 마지막 빔이 들어가는 시간까지 (beam-on time)를 측정하고 총 MU를 기록하였다.
- 2) 파라핀 왁스(paraffin wax)를 이용하여 만든 두 개부 팬텀에 수정체 사이즈의 광자극 발광 선량계(optically stimulated luminescent dosimeter, OSLD)를 삽입하고 그 위에 3 mm 볼루스를 덮어 눈과 동일한 조건을 재현한 뒤 3회씩 반복 측정하여 수정체에 들어가는 선량을 측정하였다. [그림 2]

결 과

환자의 대표적인 선량분포는 [그림 3]과 같다. IMRT, SA, DA로 치료계획하여 PTV의 CI, PCI, HI의 평균값과 표준오차를 분석하였다.[표 1] CI값을 분석한 결과 각 0.88, 0.86, 0.92로 DA의 값이 가장 컸으며 PCI값은 1.41, 1.44, 1.33으로 DA에서 값이 가장 작게 나타났다. 또한 HI값은 1.18, 1.20, 1.15로 DA에서 가장 낮은 것을 확인할 수 있었다.

안와 림프종 주위의 양측 렌즈, 양측 눈물샘, 시신경교차, 반대 측 시신경, 양측 안와의 mean dose와 표준오차를 구하고,[표 2] V30, V20, V10, V5의 평균값을 분석하였다.[표 3] 그 결과 반대 측 수정체, 눈물샘, 시신경, 안와의 mean

Table 1. Summary of the dosimetric results for the PTV

PTV	IMRT (Mean ± SD)	SA (Mean ± SD)	DA (Mean ± SD)
CI	0.88 ± 0.007	0.86 ± 0.015	0.92 ± 0.005
PCI	1.41 ± 0.037	1.44 ± 0.021	1.33 ± 0.016
HI	1.18 ± 0.011	1.20 ± 0.019	1.15 ± 0.015

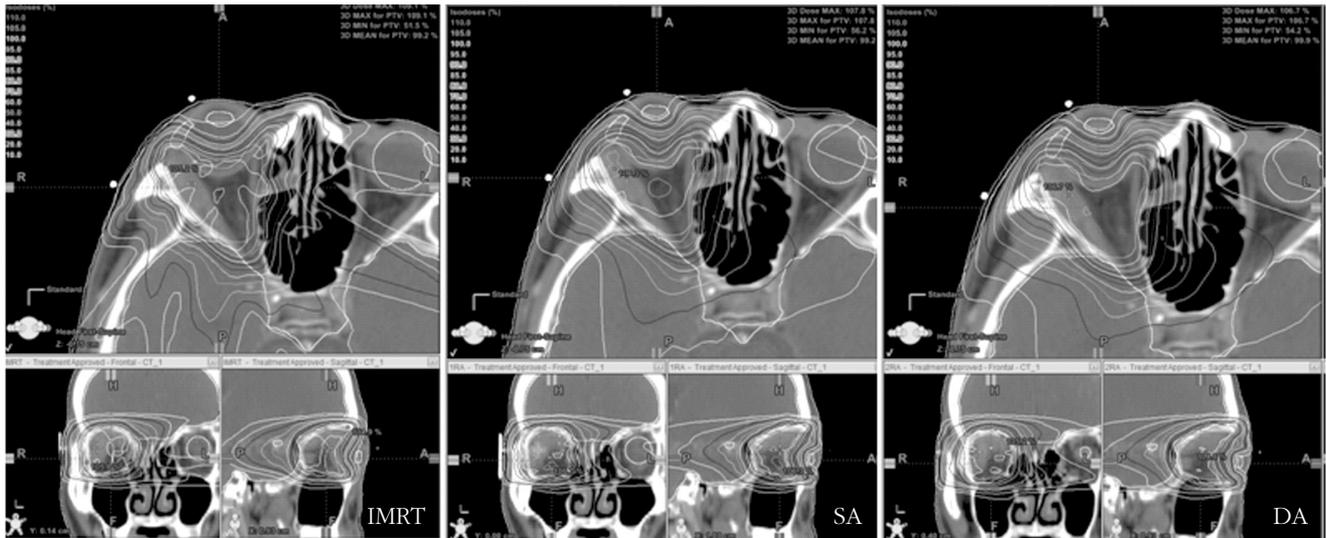


Fig 3. Isodose curves on axial, coronal, and sagittal views for one representative case.

dose값이 SA에서 가장 높았고 IMRT에서 가장 낮게 나타났다. 정상 조직의 V30, V20, V10, V5의 평균값은 반대 측 시신경의 V5값에서만 IMRT가 가장 낮게 나왔으며 이를 제외한 나머지 값에서는 유의할만한 차이를 보이지 않았다.

일일 1.8 Gy의 선량을 전달하였을 때 평균 MU값은 IMRT가 1009, SA가 343, DA가 349로 나타나 IMRT가 평균 약 3배 정도 높은 결과를 나타냈다. 평균 치료시간 또한

TrueBeam의 automation기능을 이용했을 때 IMRT는 3분 9초, DA는 1분 2초, SA는 37초로 나타나 DA에 비해 IMRT의 치료시간이 약 3배정도 더 소요되었다. TrueBeam의 Automation기능을 사용하지 못하는 경우에도 DA 1분 50초, IMRT는 6분 1초로 나타나 IMRT치료 시 치료시간이 3.3배 더 소요됨을 확인할 수 있었다.[표 4]

마지막으로 파라핀 왁스의 두 개부 팬텀에 OSLD를 삽입

Table 2. summary of the dosimetric results for the OARs

parameter	IMRT (Mean ± SD)	SA (Mean ± SD)	DA (Mean ± SD)
Ipsilateral lens (cGy)	352 ± 27	331 ± 22	334 ± 23
Contralateral lens(cGy)	87 ± 5	173 ± 15	155 ± 15
Ipsilateral Lacrimal gl.(cGy)	2707 ± 248	2768 ± 200	2878 ± 200
Contralateral Lacrimal gl.(cGy)	84 ± 10	319 ± 51	277 ± 51
Optic chiasm(cGy)	833 ± 81	950 ± 85	1033 ± 85
Contralateral optic nerve(cGy)	348 ± 10	823 ± 41	797 ± 41
Ipsilateral orbit(cGy)	1926 ± 92	2102 ± 113	2113 ± 113
Contralateral orbit(cGy)	114 ± 12	317 ± 27	268 ± 27

Table 3. Averaged percent volume of structure receiving various doses for IMRT, SA and DA

parameter	V5[%]			V10[%]			V15[%]			V20[%]		
	IMRT	SA	DA	IMRT	SA	DA	IMRT	SA	DA	IMRT	SA	DA
Ipsilateral lens	1.6	2.1	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contralateral lens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ipsilateral Lacrimal gl.	98.3	100	100	93.1	98.7	99.4	82.3	94.8	96.3	82.2	86.7	88.7
Contralateral Lacrimal gl.	0	10.2	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Optic chiasm	95.4	99.9	100	23.8	33.6	47.8	1.09	2.75	4.6	0.2	0.3	0.3
Contralateral optic nerve	2.4	98.0	97.5	6.1	19.0	19.5	0	0	0	0	0	0
Ipsilateral orbit	82.6	89.4	90.3	68.4	78.4	79.5	60.0	69.1	70.1	52.0	59.0	59.7
Contralateral orbit	0.4	9.4	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 4. Measurement results for MU and beam-on time

	IMRT	SA	DA
Average MU	1009	343	349
Average Beam-on time	6m 1s(3m 9s)*	37s	1m 50s(1m 2s)*

*Automation function only TrueBeam measure of beam as the value in brackets.

하여 일일 1.8 Gy의 선량을 전달하였을 때의 치료 측 수정체 선량을 측정된 결과 IMRT가 20.85 cGy, SA는 19.95 cGy, DA는 20.61 cGy로 나타나 큰 차이를 보이지 않았다. [표 5]

결론

안와 림프종 환자의 전산화 치료계획을 IMRT, SA, DA로 나누어 비교 평가한 결과 첫 번째 종양 내 선량 균등성은 CI, PCI, HI값을 이용한 결과 값에서 DA에서의 선량 균등성이 가장 좋다는 것을 알 수 있었다. 두 번째 정상조직의 선량을 비교 평가한 결과 반대 측 수정체, 눈물샘, 시신경, 안와의 mean dose값이 IMRT, DA, SA순으로 높게 나타나 동일한 조건으로 치료계획 했을 경우 IMRT에서 반대 측 정

상조직의 보호가 더 잘 됨을 확인할 수 있었지만 그 선량이 매우 낮아 치료에 큰 영향 미치지 않는 것으로 판단되었다. 또한 정상 조직의 V30, V20, V10, V5의 평균값 비교에서 반대 측 시신경의 V5값만이 IMRT에서 유의할만한 차이를 보였으며 이를 제외한 나머지 값에서는 유의할 만한 차이를 보이지 않아 이 또한 치료에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. 세 번째 MU값과 치료시간을 비교 평가한 결과 IMRT에서 약 3배 정도 높은 결과 값을 나타내었고 이 결과 값은 치료 후에 방사선과 연관된 이차성암(secondary malignancy)의 가능성이 증가하게 되며 수정체의 움직임과 눈 깜빡임으로 인한 치료 부위의 움직임이 증가할 수 있는 결과를 얻어 낼 수 있었다.

마지막으로 치료 측 수정체의 선량을 측정해본 결과 세 가지 치료계획에서 모두 비슷한 값으로 나타나 치료계획에서 얻어진 선량 값과 측정된 값이 동일함을 확인할 수

Table 5. OSLD dose measures into the ipsilateral lens

	OSLD dose (cGy)	Standard Deviation	Mean dose (cGy)
IMRT	20.61	0.72	21.4
SA	19.95	0.34	23.2
DA	20.85	0.43	23.6

있었다.

안와 림프종 환자 IMRT 치료는 장애를 최소화하고 종양 내 선량 균등성을 높이기 위한 일반적인 치료법이다. 하지만 최근 시행하고 있는 RapidArc 치료계획에서 종양 내 선량 균등성이 IMRT 치료계획보다 우수한 결과 값을 보였고 정상조직의 선량 비교에서 큰 차이를 보이지 않았을 뿐만 아니라 MU와 치료시간 또한 약 1/3로 줄일 수 있었다. 이러한 이점은 안와 림프종 환자의 RapidArc 치료계획에 대한 지속적인 연구를 통해 치료의 효율성을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Fitzpatrick PJ, Macko S. Lymphoreticular tumors of the orbit. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1984;10:333-40.
2. Bolek TW, Moyses HM, Marcus RB Jr, Gordon L 3rd, Maiese RL, Almasri NM, et al. Radiotherapy in the management of orbital lymphoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;44:31-6.
3. Chao CK, Lin HS, Devineni VR, Smith M. Radiation therapy for primary orbital lymphoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995;31:929-34.
4. Bhatia S, Paulino AC, Buatti JM, Mayr NA, Wen BC. Curative radiotherapy for primary orbital lymphoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;54:818-23.
5. Zhou P, Ng AK, Silver B, Li S, Hua L, Mauch PM. Radiation therapy for orbital lymphoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005;63:866-71.
6. Sharad Goyal, Alan Cohler, Jayne Camporeale, Venkat Narra, Ning J. Yue. Intensity-modulated radiation therapy for orbital lymphoma. *Radiat Med(2008)* 26:573-581
7. Wang, J.Z.; Li, X.A.; D' Souza, W.D. et al. Impact of prolonged fraction delivery times on tumor control probability: A note of caution for IMRT. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 57:543-52; 2003
8. Hall, E. Intensity-modulated radiation therapy, proton, and the risk of second cancers. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 65:1-7; 2006
9. Yong Yin, Changsheng Ma, Min Gao, Jinhua Chen, Yidong Ma, Tonghai Liu, JIE Lu, Jinming Yu. Dosimetric comparison of rapidArc with Fixed gantry intensity-modulated radiotherapy treatment for multiple liver metastases radiotherapy. *Medical Dosimetry*, Vol. 36, No. 4, pp. 448-454, 2011
10. Bragg, C.; Windate, K.; Conway, J. Clinical implications of the anisotropic analytical algorithm for IMRT treatment planning and verification. *Radiother. Oncol.* 86:276-84; 2008
11. Fogliata, A.; Vanetti, E.; Albers, D.; et al. On the dosimetric behaviour of photon dose calculation algorithms in the presence of simple geometric heterogeneities: Comparison with Monte Carlo calculations. *Phys. Med. Biol.* 52:1363-85; 2007
12. Kno ¨ s, T.; Wieslander, E.; Cozzi, L.; et al. Comparison of dose calculation algorithms for treatment planning in external photon beam therapy for clinical situations. *Phys. Med. Biol.* 51:5785-07; 2006
13. Ulmer, W.; Pyyry, J.; Kaissl, W.A. 3D photon superposition/convolution algorithm and its foundation on results of Monte Carlo calculations. *Phys. Med. Biol.* 50:1767-0; 2005
14. Otto, K. Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single arc. *Med. Phys.* 35:310-7; 2008

Abstract

A comprehensive comparison of IMRT and VMAT plan quality for orbital lymphoma

Department of Radiation Oncology, Asan medical center, Seoul, Korea
Department of Radiology, Dongnam Health University, Suwon, Korea

Soon Mi Yoo · Tae Joon Ban · In Ha Yun · Geum Mun Baek · Kyung Tae Kwon

Purpose : The purpose of this study is to compare the plan quality of volumetric-modulated arc therapy (VMAT) and intensity-modulated radiation therapy (IMRT) for the treatment of orbital lymphoma. IMRT, partial single arc(SA) and partial-double arc(DA) VMAT plans for four patients with orbital lymphoma treated at our institution were used for this study. Conformity Index(CI), Paddick's Conformity Index(PCI) and Homogeneity Index(HI) of planning target volume(PTV) were used to evaluate dosimetric quality of each plan. The Monitor Unit (MU), treatment time and dose of ipsilateral lens from each type of plan were measured for comparison.

Materials and Methods : The CI of PTV for IMRT, SA and DA were measured as 0.88, 0.86, 0.92. The PCI of DA was the lowest as 1.33. Also HI of DA was the lowest in measured plans as 1.15. Mean dose of lens, lacrimal gland, optic chiasm, the opposite optic nerve and both orbit was analyzed with V30,V20,V10,V5. The result showed that the lowest dose in IMRT highest in SA in opposite lens, lacrimal gland, optic nerve, orbit.

Results : Treatment time and average MU of IMRT was about three times higher than SA.

Conclusion : Considering the superior plan quality as well as the delivery efficiency of VMAT compared with that of IMRT, VMAT may be the preferred modality for treating orbital lymphoma.

Keyword : Orbital lymphoma, IMRT, VMAT, RapidArc