

다발성 전이암 환자의 방사선치료 시 저선량 영역 감소를 위한 용적조절 회전 방사선치료(Volumetric Modulated Arc Therapy) 기법의 유용성 평가

연세암병원 방사선종양학과

최윤원 · 정동민 · 김세영 · 박령황 · 김이지 · 조용완 · 권용재

박별님 · 유경민 · 문호경 · 장동재 · 이재영 · 임다영 · 이상규 · 백종걸*

목 적: 다발성 전이암 환자의 방사선치료 시 저선량 영역을 줄이기 위해 Non-Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy(NTF-VMAT)과 Treat Functionality VMAT(TF-VMAT)치료계획을 수립하고 비교하여 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법: Arccheck phantom에서 X, Y, Z 축에 2 cm, 4 cm, 6 cm 간격으로 치료계획용적 위치를 쌍(Pair)으로 설정하였다. 이를 바탕으로 NTF-VMAT와 TF-VMAT의 저선량 체적을 측정하여 비교·분석하였다.

결 과: 처방선량의 10% ~ 70% 범위 내에서 NTF-VMAT와 TF-VMAT의 18개 전산화 치료계획을 분석한 결과, 각 축에서 저선량 영역의 체적 차이는 X축에서는 최대 -47.6%, 최소 -2.2%, Y축에서는 최대 -17.5%, 최소 -7.3%의 차이가 나타났다. Z축에서는 최대 -39.7%의 차이를 보였으며, 가장 적은 차이는 -6.8%로 나타났다.

결 론: 다발성 전이암 환자의 방사선치료 시 TF-VMAT 치료계획이 NTF-VMAT에 비해 저선량 영역을 10~40% 줄일 수 있었다. 이는 Island block technique이 적용된 Treat Functionality를 이용하여 선량 분포를 개선하고, 부작용을 최소화하여 다발성 전이암 환자의 치료에 유용할 것으로 사료된다.

▶ **핵심용어:** Non-Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy, Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy, Island block technique

서론

전이암은 원발종양으로부터 원격으로 전이하여 발생하는 악성 종양으로, 종양의 부분 제거나 시스템적인 항암요법에도 불구하고 예후가 나쁘고 생존율이 낮다.⁽¹⁾ 방사선치료는 종양 치료에 많이 사용되는 치료 방법 중 하나로, 특히 전이암 환자들에게 증상 완화, 생존 기간 연장 및 생활의 질 향상을 목표로 하는 데 사용된다.⁽²⁾ 따라서 전이암

환자들을 대상으로 한 효과적인 치료 전략 개발은 중요한 과제이다.

다발성 전이암 환자들의 방사선치료 시 고려해야 할 요소들이 몇 가지 있다. 첫 번째, 주변 정상 장기와 조직에 대한 안전성을 유지하는 것이 중요하다. 두 번째, 여러 부위에서 발생한 복수 병변을 동시에 다루어야 하며, 이를 위해서는 병변의 위치와 크기를 고려하여 최적의 방사선치료 전략을 수립해야 한다.⁽³⁾

최근 연구들은 방사선치료에서 개별화된 접근법과 혁신적인 기술 개발에 초점을 맞추고 있다. 예를 들어, 영상 유도 방사선치료(Image Guided Radiation Therapy, IGRT), 정위체적부방사선치료(Stereotactic Body Ra-

책임저자: 백종걸, 연세암병원 방사선종양학과
서울특별시 서대문구 신촌동 123
Tel: 02) 2228-4396
E-mail: jgbaek@yuhs.ac

radiation Therapy, SBRT), 세기조절방사선치료(Intensity Modulated Radiation Therapy, IMRT), 용적조절 회전 방사선치료(Volumetric Modulated Arc Therapy, VMAT)와 같은 최신 기법은 다엽콜리메이터(MultiLeaf Collimator, MLC)를 이용하여 정확한 용량 분배와 함께 주변 건강한 조직(Orang At Risk, OAR)에 대한 부작용 감소와 효과적인 종양 제어를 가능하게 한다.^(4, 5)

IMRT와 비교했을 때 VMAT는 방사선을 360도 회전시키며 방사선의 강도와 방향을 동시에 조절하여 복잡하고 불규칙한 형태의 종양에 대한 치료를 더욱 정밀하게 수행할

수 있다는 장점을 가지고 있다. 이는 정상 조직에 대한 방사선 피폭을 최소화하고, 방사선 치료에 따른 부작용을 줄여 환자의 삶의 질을 향상시키는데 중요한 역할을 한다.⁽⁶⁾

또한, 다발성 전이암 방사선치료 시에는 콜리메터 각도의 최적화와 Island block technique를 이용하여 특정 영역에서의 선량을 제한하고 주변 OAR을 보호하면서 효과적인 종양제어 효과를 기대할 수 있다.⁽⁷⁾

방사선치료선량계획시스템(Raystation, ver. 11B)에서 지원하는 독립적 타겟팅 기능(Separated Beam Targeting)을 이용하여 치료용적을 분할 하여 치료계획을 한 경우(Treat Functionality VMAT, TF-VMAT), 각 Arc 별로 다른 target을 설정하고, 각각의 Target에 대한 margin 조절이 가능하다.

이에 본 연구에서는 다발성 전이암의 방사선치료 시 VMAT을 이용하여 전체 치료계획용적(Planning Target Volume, PTV)을 조사했을 경우(Non-Treat Functionality VMAT, NTF-VMAT)와 치료용적을 분할 하여 치료계획을 한 경우(Treat Functionality VMAT, TF-VMAT), 치료 부위의 위치와 타겟 간의 거리에 따라 저선량 영역을 최소화할 수 있는 치료 계획을 수립하고 이를 비교 분석하여, 그 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 실험재료

- Raystation (RaySearch Laboratories, ver. 11B, Sweden)
- CT simulator (Aquilion LB, TSX-201A, Toshiba, Japan)
- Arccheck phantom (Sun Nuclear, USA)
- MIM Software System (Maestro ver. 7.1.7, USA)
- Mobius 3D (ver. 4.0.1, Varian, USA)

2. 치료계획용적 설정

Arccheck phantom을 이용하여 1 mm CT(Computed Tomography, CT)영상을 획득한 후, MIM software를 통해 PTV를 설정하였다. 지름 3.5 cm인 원형 형태의 PTV를 X(Right-Left), Y(Superior-Inferior), Z(Anterior-Posterior)축으

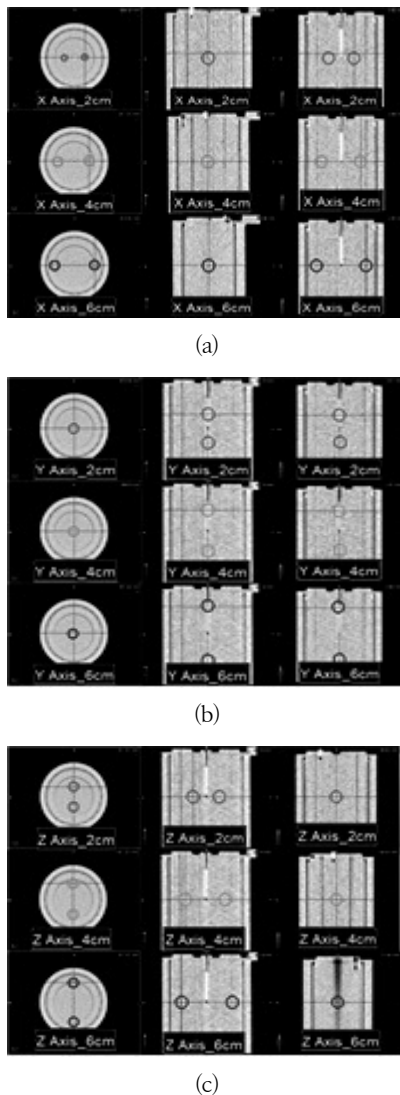


Fig. 1. (a) X axis of planning target volume, (b) Y axis of planning target volume, (c) Z axis of planning target volume

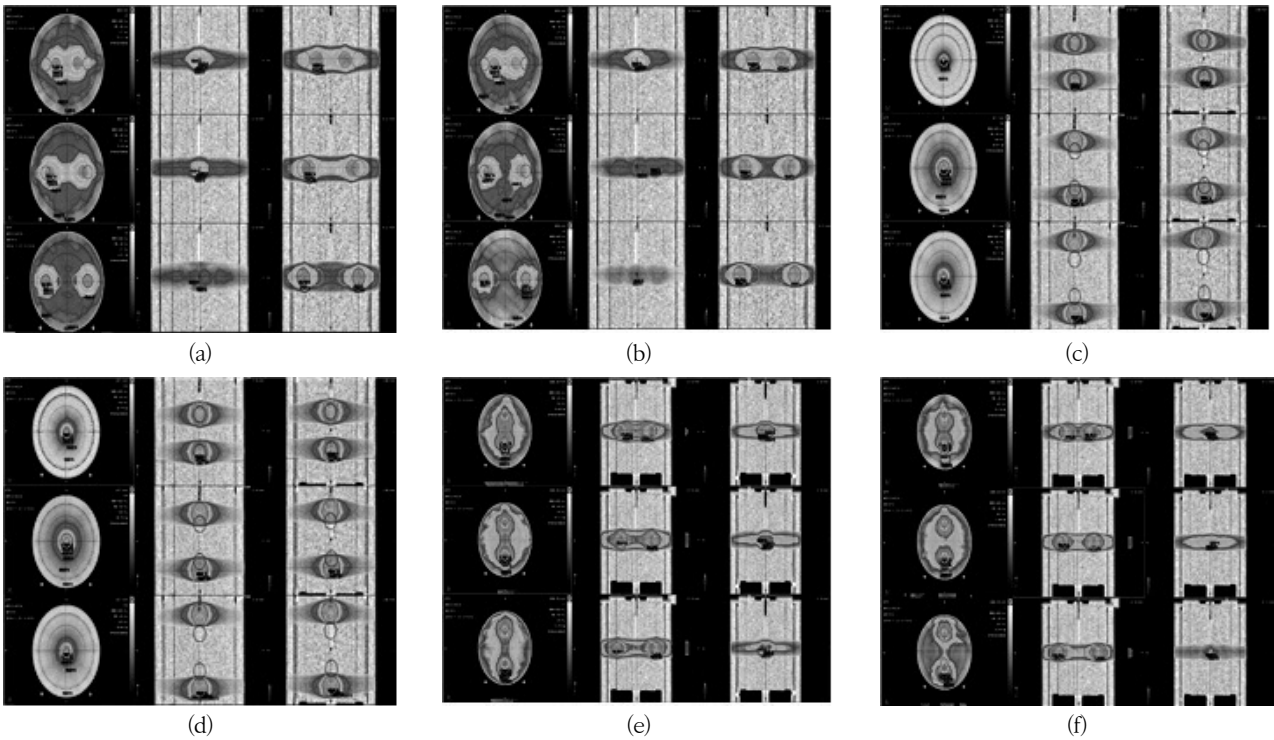


Fig. 2. (a) NTF-VMAT of X Axis, (b) TF-VMAT of X Axis, (c) NTF-VMAT of Y Axis, (d) TF-VMAT of Y Axis, (e) NTF-VMAT of Z Axis, (f) TF-VMAT of Z Axis

로 각각 2 cm, 4 cm, 6 cm 간격의 쌍(pair)으로 위치시켰고 체적은 44.89 cc로 동일하게 설정하였다(Fig 1).

3. 연구방법

1) 전산화 치료계획

전산화 치료계획 시 PTV의 총 처방선량은 30 Gy(6 Gy/fx)로 처방하였으며 치료계획은 총 처방선량 100% 중 치료계획용적이 95% 이상, 그리고 최대선량(Maximum Dose)이 처방선량의 110%가 넘지 않도록 설정하였다.

NTF-VMAT와 TF-VMAT를 비교하기 위하여 X, Y, Z 축에 따라 각 상황에 맞게 미리 설정된 PTV에 Raystation의 Collapsed Cone(Ver5.6) 알고리즘을 사용하여 전산화 치료계획을 수립하였으며, 18개의 치료계획에 대해 비교하였다(Fig. 2).

6 MV의 에너지를 이용하여 회전반경이 360°인 2개의 Arc Beam을 설정하였고, 누설 선량을 최소화하기 위해 PTV의 위치 관계를 고려하여 X, Z축은 콜리메터를 90°로, Y축은 0°로 설정하였다(Fig. 3).

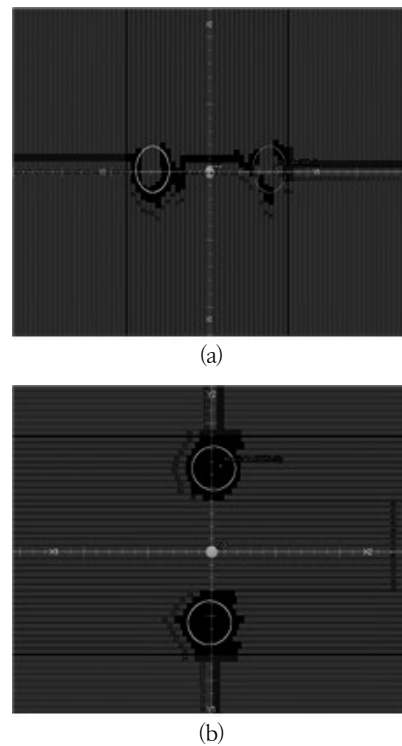


Fig. 3. (a) X, Z Axis Collimator 90°
(b) Y Axis Collimator 0°

Table 1. Results of Gamma Index Measurements

(Unit in ratio : %)

Case	NTF-VMAT	TF-VMAT
X_2 cm	100.0	98.7
X_4 cm	99.9	97.6
X_6 cm	99.9	99.2
Y_2 cm	100.0	99.8
Y_4 cm	100.0	100.0
Y_6 cm	100.0	100.0
Z_2 cm	100.0	99.3
Z_4 cm	99.7	98.6
Z_6 cm	99.0	99.0

*NTF-VMAT:Non-Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy

†TF-VMAT:Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy

2) 감마지수(Gamma Index)

18개의 전산화 치료 계획을 선형가속기(Linac Accelerator, Versa-HD, Elekta, Sweden)로 Delivery Quality Assurance작업을 진행하였으며, 다엽콜리메이터(Multi-Leaf Collimator, MLC)

log file 기반 분석 시스템인 Mobius 3D를 이용하여 감마지수를 분석하였다.^(8, 9) American Association of medical Dosimetrists의 TG-119 따라 감마지수는 3%, 3 mm의 허용오차의 통과율을 95%로 설정하였다(Fig. 4).⁽¹⁰⁾

3) 저선량 영역

MIM software의 ‘Create contours from isodose curves’ 기능을 이용하여 전산화 치료 계획의 선량 분포(Dose Distribution)를 처방선량의 10 ~ 70% 까지, 10% 간격의 윤곽(Contouring)으로 변환하였으며 체적을 구하여 비교하였다.

4) 처방선량지수, 선량균질지수

PTV의 선량분포와 균질성을 분석하는 지표인 처방선량지수(Conformity Index, CI)[식 1],

선량균질 지수 (Homogeneity Index, HI) [식 2]를 구하였다.^(11, 12) 이는 CI 값과 HI 값 모두 1.0에 가까울수록 표적에 이상적인 선량 분포임을 나타낸다.

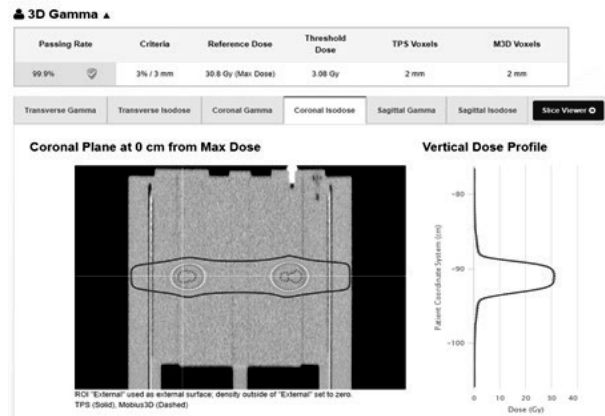


Fig. 4.

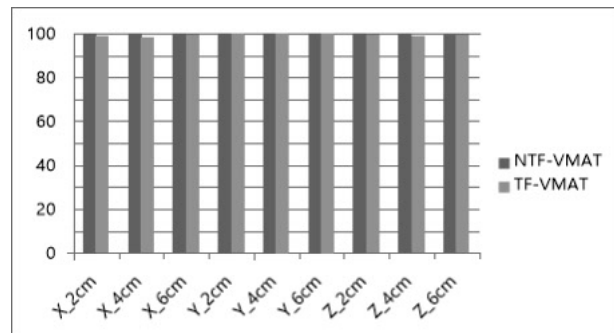


Fig. 5.

$$CI = \frac{V_{RI}}{TV} \text{ ----- [식1]}$$

V_{RI} = Volume of the reference isodose (cm³)

TV = Target Volume (cm³)

$$HI_{RTOG} = \frac{I_{max}}{RI} \text{ ----- [식2]}$$

I_{max} : Maximum isodose in the target (Gy)

RI : Reference isodose (Gy)

결과

1. 감마지수

Mobius 3D를 통해 NTF-VMAT와 TF-VMAT의 DQA 측정값을 얻었다. 총 18개의 전산화 치료 계획의 감마지수는 97% 이상으로 3%, 3 mm의 허용오차의 통과율을 95%를 충족하였다(Table 1, Fig 5).

2. 저선량 영역 (10 ~ 70% Isodose Curve)

NTF-VMAT과 TF-VMAT의 전산화 치료 계획에서 처방 선량의 10% ~ 70%의 선량을 윤곽화 하여 체적을 구하고 분석하였다(Table, 2).

1) X축(Righ-Left)

X축_2 cm에서 가장 큰 차이를 보였던 21 Gy(70%) 영역은 -18.6%, 가장 적은 차이를 보인 6 Gy(20%) 영역은 -4.7%로 나타났다. X축_4 cm에서는 처방선량 15

Table 2. Comparison of Low dose Volume(cc) between NTF-VMAT and TF-VMAT in X,Y,Z Axes

(Unit in radio : cc)

	Case	21 Gy (70%)	18 Gy (60%)	15 Gy (50%)	12 Gy (40%)	9 Gy (30%)	6 Gy (20%)	3 Gy (10%)
X_2 cm	NTF-VMAT	169.7	233.9	330.2	519.4	968.6	1804.9	2660.2
	TF-VMAT	138.0	196.9	285.9	457.7	856.1	1718.6	2494.9
	Difference(%)	-18.6	-15.8	-13.4	-11.8	-11.6	-4.7	-6.2
X_4 cm	NTF-VMAT	145.6	208.4	340.1	548.0	1156.1	1918.6	2707.4
	TF-VMAT	130.7	173.0	252.9	464.1	1084.1	1875.3	2611.6
	Difference(%)	-10.2	-16.9	-25.6	-15.3	-6.2	-2.2	-3.5
X_6 cm	NTF-VMAT	148.2	202.6	294.9	477.4	1126.1	2110.2	3112.8
	TF-VMAT	118.2	152.9	214.4	335.9	589.4	1415.8	2387.9
	Difference(%)	-20.2	-24.5	-27.2	-29.6	-47.6	-32.9	-23.2
	Case	21 Gy (70%)	18 Gy (60%)	15 Gy (50%)	12 Gy (40%)	9 Gy (30%)	6 Gy (20%)	3 Gy (10%)
Y_2 cm	NTF-VMAT	144.3	186.6	256.5	392.6	710.2	1724.6	4655.6
	TF-VMAT	123.0	156.6	213.7	326.5	594.0	1532.5	3837.6
	Difference(%)	-14.7	-16.0	-16.6	-16.8	-16.3	-11.1	-17.5
Y_4 cm	NTF-VMAT	143.1	185.0	252.5	382.6	681.3	1618.6	4478.9
	TF-VMAT	122.4	154.9	210.3	318.3	568.0	1376.9	3890.1
	Difference(%)	-14.4	-16.2	-16.7	-16.7	-16.6	-14.9	-13.1
Y_6 cm	NTF-VMAT	140.6	180.6	246.1	371.1	656.8	1535.6	4393.8
	TF-VMAT	129.0	163.3	221.3	334.3	594.8	1422.8	3912.0
	Difference(%)	-8.2	-9.5	-10.0	-9.9	-9.4	-7.3	-10.9
	Case	21 Gy (70%)	18 Gy (60%)	15 Gy (50%)	12 Gy (40%)	9 Gy (30%)	6 Gy (20%)	3 Gy (10%)
Z_2 cm	NTF-VMAT	172.3	257.9	370.8	581.4	1094.4	1984.9	2803.1
	TF-VMAT	136.1	182.9	278.5	500.8	1019.5	1794.1	2492.3
	Difference(%)	-21.0	-29.0	-24.9	-13.8	-6.8	-9.6	-11.0
Z_4 cm	NTF-VMAT	168.1	242.2	389.3	666.5	1375.9	2172.7	2963.1
	TF-VMAT	135.1	180.0	270.1	523.5	1179.1	1973.2	2567.5
	Difference(%)	-19.6	-25.6	-30.6	-21.4	-14.3	-9.1	-13.3
Z_6 cm	NTF-VMAT	158.1	224.1	348.1	618.0	1289.3	2082.4	2852.4
	TF-VMAT	128.1	167.5	239.5	392.5	777.0	1753.6	2503.4
	Difference(%)	-18.9	-25.2	-31.1	-36.4	-39.7	-15.7	-12.2

*NTF-VMAT:Non-Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy

†TF-VMAT:Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy

Gy(50%) 영역이 -25.6% 로 가장 큰 차이를 보였고, 6 Gy(20%)에서 -2.2%로 가장 적은 차이를 나타내었다. 마지막으로 X축_6 cm에서는 처방선량 9 Gy(30%)에서 -47.6%로, 21 Gy(70%)에서 -20.2%로 나타났다.

2) Y축(Superior-Inferior)

Y축_2 cm에서 가장 큰 차이를 보였던 3 Gy(10%) 영역은 -17.5%, 가장 적은 차이를 보인 6 Gy(20%) 영역은 -11.1%로 나타났다. Y축_4 cm에서는 처방선량 12 Gy(40%) 영역이 -16.7% 로 가장 큰 차이를 보였고, 3 Gy(10%)에서 -13.1%로 가장 적은 차이를 나타내었다. 마지막으로 Y축_6 cm에서는 처방선량 3 Gy(10%)에서 -10.9%로, 6 Gy(20%)에서 -7.3%로 나타났다.

3) Z축(Anterior-Posterior)

Z축_2 cm에서 가장 큰 차이를 보였던 18 Gy(60%) 영역은 -29.0%, 가장 적은 차이를 보인 9 Gy(30%) 영역은 -6.8%로 나타났다. Z축_4 cm에서는 처방선량 15 Gy(50%) 영역이 -30.6% 로 가장 큰 차이를 보였고, 6 Gy(20%)에서 -9.1%로 가장 적은 차이를 나타내었다. 마지막으로 Z축_6 cm에서는 처방선량 9 Gy(30%)에서 -39.7%로, 3 Gy(10%)에서 -12.2%로 나타났다.

4) 처방선량지수, 선량균질지수

CI 값은 NTF-VMAT에서 X, Y, Z축 각각 평균 0.96, 0.97, 0.97, TF-VMAT는 X, Y, Z축 각각 평균 0.97, 0.96, 0.97 이었으며, HI 값은 NTF-VMAT에서 X, Y, Z축으로 각각 평균 1.03, 1.03, 1.03, TF-VMAT에서 X, Y, Z축 각각 평균 1.04, 1.03, 1.04이었다(Table 3).

고안 및 결론

전이암은 종양이 원발부위에서 다른 부위로 전이하여 발생하는 악성 종양으로, 이러한 전이암이 발병한 환자들은 종종 심각한 합병증을 겪게 되고 삶의 질이 저하되는 것은 물론 생존 기간도 단축될 수 있다.⁽¹²⁾ 다발성 전이암 환자의 방사선치료 시 저선량 영역 감소를 통해 건강한 주변 조

직에 대한 부작용을 최소화하고, 저선량 영역 감소로 인해 합병증 발생률도 줄일 수 있으며 치료 과정에서 발생하는 불편함 및 부작용의 감소 효과를 기대할 수 있다.⁽¹⁴⁾

이에 본 연구는 Arc check phantom에 다발성 전이암의 환경을 임의로 조성한 뒤 NTF-VMAT와 TF-VMAT의 치료 계획을 비교하여 유용성을 평가하였다.

모든 NTF-VMAT와 TF-VMAT 경우 처방 선량이 PTV에 95% 포함하도록 치료 계획을 수립하였으며, CI 값은 최대 2%, HI 값은 최대 0.97% 차이를 보여 PTV에 대한 선량 분포의 오차가 크지 않았다. 감마지수는 NTF-VMAT와 TF-VMAT 치료 계획에서 각각 평균 99.8%, 99.1%로 나타났으며, 이는 계획된 대로 실제 방사선 조사가 잘 이루어질 수 있음을 시사한다.

저선량 영역은 NTF-VMAT과 TF-VMAT 비교 플랜에서 처방 선량의 10 ~ 70% 선량을 윤곽으로 생성하여 체적을 구하여 분석하였다. 비 동일 CT 단면에 PTV가 위치해 있는 Y축 치료 계획은 Y축_2 cm 치료 계획에서 3 Gy(10%) 영역이 NTF-VMAT 치료 계획보다 TF-VMAT 치료 계획에서 최대 -17.5%로 감소하였다. 반면 동일 CT 단면에 PTV가 위치해 있는 X, Z축의 경우, X축_6 cm 치료 계획에서 9 Gy(30%) 영역이 -47.6%, Z축_6 cm 치료 계획에서 -39.7% 감소하였다. 이를 통해 비 동일 CT 단면

Table 3. Comparison of CI and HI between NTF-VMAT and TF-VMAT

Case	NTF-VMAT		TF-VMAT		Difference(%)	
	CI	HI	CI	HI	CI	HI
Z_6 cm						
X_2 cm	0.97	1.03	0.98	1.04	1.03	0.97
X_4 cm	0.96	1.03	0.97	1.04	1.04	0.97
X_6 cm	0.97	1.03	0.97	1.04	0.00	0.97
Y_2 cm	0.97	1.03	0.95	1.03	-2.06	0.00
Y_4 cm	0.97	1.03	0.96	1.03	-1.03	0.00
Y_6 cm	0.97	1.03	0.97	1.03	0.00	0.00
Z_2 cm	0.98	1.04	0.98	1.04	0.00	0.00
Z_4 cm	0.97	1.03	0.97	1.04	0.00	0.97
Z_6 cm	0.98	1.03	0.97	1.04	-1.02	0.97

*NTF-VMAT:Non-Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy

†TF-VMAT:Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy

§ CI:Conformity index

※HI:Homogeneity index

의 타겟에서는 거리가 멀어질수록 저선량 영역의 감소 폭이 줄어들고, 동일 CT 단면에 있는 타겟의 거리가 멀수록 저선량 영역 감소의 폭이 증가하는 것을 확인하였다. 더불어 동일 CT 단면에 타겟이 배열된 경우 타겟 간의 거리가 멀어질수록 독립적 타겟팅 기능의 유용성이 커진다는 것을 확인하였고 이는 PTV 간의 위치 및 거리를 고려하여 콜리메터의 최적화와 Island block technique을 적용한 TF-VMAT은 각각의 PTV에 맞춰 조사면의 크기를 조절하여 jaw가 MLC(Multi Leaf Collimator)의 움직임에 맞춰서 MLC 끝부분으로 이동하여 MLC leaf 사이로 누설되는 방사선 차폐하여 정상조직에 방사선 노출을 최소화하는데 도움이 된다.⁽⁷⁾

결론적으로 TF-VMAT 치료 계획이 NTF-VMAT 치료 계획보다 저선량 영역이 10 ~ 40% 정도 감소하였다는 걸 알 수 있었으며, 다발성 전이암 환자의 방사선치료 시 저선량 영역을 줄일 수 있는 독립적 타겟팅 기능을 통해 선량적으로 유용한 결과를 얻어낼 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Ganesh K, Massague J : Targeting metastatic cancer. Nat Med,2021;27(1):34-44.
- Macedo F, Ladeira K, Pinho F, et al.: Bone Metastases: An Overview. Oncol Rev,2017;11(1):321.
- Biagioli MC, Harvey M, Roman E, et al.: Intensity-Modulated Radiotherapy With Concurrent chemotherapy for Previously Irradiated, Recurrent Head and Neck Cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys,2007;15;69(4):1067-73.
- Mark F, Alnsour A, Penfold SN, et al.: Volumetric modulated arc therapy (VMAT) comparison to 3D-conformal technique in lung stereotactic ablative radiotherapy (SABR).J Med Radiat Sci, 2023;70(1):72-80.
- Qi XS, Albuquerque K, Bailey S, et al.: Quality and Safety Considerations in Image Guided Radiation Therapy: An ASTRO Safety White Paper Update. Pract Radiat Oncol,2023;13(2):97-111.
- Verbajek WFAR, Cuijpers JP, Hoffmans D, et al.:Volumetric Intensity-Modulated Arc Therapy Vs. Conventional IMRT in Head-and-Neck Cancer: A Comparative Planning and Dosimetric Study.Int J Radiat Oncol Biol Phys,2009;74(1):252-9.
- Pudsey LMM, Cutajar D, Wallace A, et al.: The use of collimator angle optimization and jaw tracking for VMAT-based single-isocenter multiple-target stereotactic radiosurgery for up to six targets in the Varian Eclipse treatment planning system.J Appl Clin Med Phys,2021;22(9):171-182.
- Shin DJ, Jung DM, Cho KC, et al.: The Study on the Effect of Target Volume in DQA based on MLC log file. The journal of the korean society for radio-therapeutic technology,2020;32(1):53-59.
- Thongsawad S, Srisatit S, Fuangrod T. Predicting gamma evaluation results of patient-specific head and neck volumetric-modulated arc therapy quality assurance based on multileaf collimator patterns and fluence map features: A feasibility study.J Appl Clin Med Phys,2022;23(7):e13622.
- Ezzell 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(11):5359-5373.
- Kataria T, Sharma K, Subramani V. et al.: Homogeneity Index: An objective tool for assessment of conformal radiation treatments.J Med Phys,2012;37(4):207-213.
- Menon SV, Paramu R, Bhasi S. et al.: Evaluation of Plan Quality Metrics in Stereotactic Radiosurgery/Radiotherapy in the Treatment Plans of Arteriovenous MalformationsJ Med Phys,2018;3(4):214-220.

13. Gerstberger S, Jiang Q, Ganesh K. Review Metas-
tasis,Cell,2023;186(8):1564-1579.

14. Brekey FJ : Managing the Adverse Effects of Radia-
tion Therapy,Am Fam Physician,2010;82(4):381-388.

Usefulness assessment of the Volumetric Modulated Arc Therapy technique for reducing low-dose areas during radiotherapy for patients with multiple metastatic cancers

Department of Radiation Oncology, Yonsei University Yonsei Cancer Center

Yun-won Choi, Dong-min Jeong, Se-young Kim, Ryeong-hwang Park, I-ji Kim, Yong-wan Cho, Yong-jae Kwon, Byeol-nim Park, Gyeong-min Yoo, Ho-kyung Moon, Dong-jae Jang, Jae-young Lee, Da-young Lim, Sang-gyu Lee, Jong-geol Baek*

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the usefulness of Non-Treat Functionality Volumetric Modulated Arc Therapy(NTF-VMAT) and Treat Functionality VMAT(TF-VMAT) treatment plans in reducing the low-dose area during radiation therapy for patients with multiple metastatic cancers.

Materials and Methods: The study was conducted on an Arccheck phantom, treatment planning target locations were set in pairs at intervals of 2 cm, 4 cm, and 6 cm on the X, Y, and Z axes. Based on these location settings, the volume of the low-dose area in NTF-VMAT and TF-VMAT was measured and compared.

Results: The results of the study showed that, within a prescription dose range of 10% ~ 70%, the difference in low-dose area volumes across each axis was as follows: On the X-axis, there was a maximum difference of -47.6% and a minimum difference of -2.2%. On the Y-axis, there was a maximum difference of -17.5% and a minimum difference of -7.3%. The Z-axis showed a maximum difference of -39.7%, with the smallest difference being -6.8%.

Conclusion: In radiation therapy for patients with multiple metastatic cancers, the TF-VMAT treatment plan was able to reduce the low-dose area by 10-40% compared to NTF-VMAT. This suggests that utilizing Treat Functionality, which includes the Island block technique, improves dose distribution and minimizes side effects, making it beneficial for the treatment of patients with multiple metastatic cancers.

► **Key words:** Non-Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy, Treat Functionality-Volumetric Modulated Arc Therapy, Island block technique