

난소전위술을 시행한 가임기 여성의 자궁경부암 방사선치료 시 난소선량 감소를 위한 Halcyon™ Fast kV CBCT의 유용성 평가 : Phantom study

서울아산병원 방사선종양학과

이성재 · 신충훈 · 최소영 · 이동형 · 유순미 · 송흥권 · 윤인하

목 적: 본 연구는 난소전위술을 시행한 가임기 여성의 자궁경부암 방사선치료 시 Halcyon™ Fast kV CBCT를 사용하였을 때 난소에 미치는 흡수선량과 영상의 품질을 분석하여 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법: 인체모형 팬텀(Alderson Rando Phantom, USA)의 전산화단층촬영 영상에 측정에 필요한 자궁경부와 난소의 윤곽묘사(contouring)를 하였고, 해당 장기 단면에 광자극발광선량계(Optically Stimulated Luminescence Dosimeter, OSLD, InLight system, Landauer, USA)를 각각 3개씩 부착하였다. True-beam™의 Pelvis mode(이하 TP)와 Halcyon™의 Pelvis mode(이하 HP) 그리고 Halcyon™의 Pelvis Fast mode(이하 HPF)에서 자궁경부와 난소에 들어가는 흡수선량을 측정하기 위해 촬영 범위를 17.5 cm와 12.5 cm로 촬영 범위를 축소한 영상을 촬영하였다. 총 10회의 누적선량을 합산하였고, 자궁경부암 치료 횟수인 23회의 값으로 치환하여 비교하였다. 또한 영상 장비 간의 CBCT 영상 품질을 비교하기 위해 Catphan 504 팬텀(The Phantom Laboratory, USA)을 이용하여 균일도(Uniformity), 저 대조도 가시(Low contrast visibility, LCV), 공간분해능(Spatial resolution), 기하학적 왜곡(Geometric Distortion)을 비교 분석하였다. 각각 3회 반복 측정하여 Doselab (Versions: 6.8, Mobius Medical Systems) 프로그램으로 분석 후 평균값을 구하였다.

결 과: CBCT에 의한 흡수선량을 OSLD로 측정된 결과 동일한 조건일 시 TP와 HP는 유의미한 결과를 얻지 못하였다. 가장 큰 감소 값을 보인 모드는 TP 대비 HPF였다. HPF는 17.5 cm의 촬영 범위에서 흡수선량이 TP보다 자궁경부가 약 39.82%, 난소에서 약 19.8% 감소 하였고, 12.5 cm으로 촬영 범위를 축소할 경우 자궁경부는 34.2%, 난소 50.5%로 감소 시킬 수 있었다. 또한 위 실험에서 사용된 영상의 품질을 평가한 결과 Geometric Distortion 1mm 이내(SBRT 기준), Uniformity HU, LCV 2.0% 이내 Spatial Resolution 3 lp/mm 이상으로 장비사의 기준치를 준수하였다.

결 론: 본 실험 결과에 따라 난소전위술을 시행한 가임기 여성의 방사선치료 시 CBCT로 인한 피폭선량을 낮추기 위해서는 Truebeam™ 보다 다양한 조건을 선택 할 수 있는 Halcyon™이 유용할 것으로 평가되며, 특히 낮은 mAs로도 영상의 품질을 유지하는 Halcyon™의 Fast kV CBCT를 권장한다. 다만 다른 치료 장비에서도 난소전위를 시행한 환자는 촬영 범위를 조정하는 것으로 저선량에 대한 추가적인 피폭 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

▶**핵심용어:** Halcyon™, Fast kV CBCT, 난소전위술, 흡수선량

서 론

책임저자: 이성재, 서울아산병원 방사선종양학과
서울특별시 송파구 올림픽로43길 88
Tel : 02) 3010-4429
E-mail: zxas1929@naver.com

국립 암센터에서 발표한 2019년 국가 암 등록 사업 보고서에 따르면 자궁경부암은 5년 생존율이 80.5%로 유방암, 갑상선암, 자궁체부암 다음으로 높은 생존율을 보인다. 또

한 15 ~ 34세의 여성에서 발생하는 암 중 3번째로 많이 발생하는 암으로 상대적으로 젊은 연령층에 호발 한다.⁽¹⁾ 높은 생존률과 젊은 연령층에 호발 한다는 특징을 가진 자궁경부암의 방사선치료 시 치료 범위 안에 난소가 위치 할 경우 방사선에 민감한 난모세포 손상으로 난소 기능 부전을 유발 할 수 있고, 이는 불임 및 골다공증 등 부작용을 초래해 환자의 삶의 질을 저하 시킬 수 있기 때문에 가임 여성의 경우 난소의 보호는 가장 중요하게 고려해야 할 사항이다.⁽²⁾ 이에 미국 종합 암 네트워크(National Comprehensive Cancer Network, NCCN)에서는 방사선치료에 의한 폐경을 피하기 위해 방사선 영역을 피해 난소의 위치를 옮기는 난소전위술(Ovarian Transposition)의 고려를 언급하였다.⁽³⁾

본원에서도 가임기 여성의 자궁경부암 방사선치료 시 난소전위술이 가능한 환자의 병기에 한해서 환자의 동의하에 난소전위술을 시행하고, 난소의 선량을 최소화한 치료계획으로 치료를 진행한다. 또한 치료 시행 전 방광의 용적 변화와 직장 내 가스 등으로 인한 변수를 줄이고 정확한 치료 부위의 위치를 확인하기 위해 콘빔씨티(Cone Beam Computed Tomography, CBCT)의 영상유도방사선치료(Image Guided Radiation Therapy, IGRT)를 시행한다.^(4, 5)

특히 Varian사의 최신 선형가속기인 Halcyon™(Version 3.0, Varian Medical System, USA)을 이용한 방사선치료 시에는 반드시 Image guide를 시행 해야만 치료를 진행 할 수 있으므로 이로 인한 피폭선량을 피할 수 없다. 이러한 Halcyon™은 기존 OBI(On-Board Imager)를 이용한 CBCT가 아닌 O-ring 형태의 선형가속기로 보어(Bore) 안에 갠트리(Gantry)가 위치하여 충돌 위험이 없어 갠트리 속도를 4 RPM(Rotation Per Minute)으로 증가시켜 기존 C-arm형 선형가속기인 TrueBeam™(Version 2.7, Varian Medical System, USA)의 1 RPM 보다 빠른 CBCT 영상을 획득할 수 있다. 또한 Halcyon™에서 새로 개발 된 Fast CBCT 모드는 Normal 모드에 비해 Total mAs를 낮게 설정하여 촬영 시간이 빠르며, CT 스캔 시 일정 구간의 선량을 나타내는 CTDIvol(The Volume CT dose Index)이 Normal 모드 보다 골반 스캔 최대 50%가량 낮출 수 있다는 장점이 있다.⁽⁷⁾(Fig. 1)

이에 본 연구는 난소전위술을 시행한 자궁경부암 환자의 방사선치료 시 Halcyon™의 새로운 기능인 Fast kV



(a)



(b)

Fig. 1. (a). Halcyon™, (b). TrueBeam™

CBCT를 이용하는 경우의 난소에 미치는 흡수선량을 동일 치료기의 normal 모드와 C-arm형 선형가속기인 Truebeam™의 normal 모드와 비교 평가 하고 다양한 촬영 조건에 따른 영상의 품질을 평가하여 Fast 모드의 유용성에 대해 확인 하고자 한다.

대상 및 방법

1-1. 흡수선량 측정용 전산화단층촬영 및 영상 획득

인체모형 팬텀(Alderson Rando Phantom, USA)을 CT simulator(Discovery CT 590 RT, GE, USA)이용하여 전산화단층촬영을 하였다. 영상 획득 조건은 관전압 120

kVp, 관전류 250 mA, 절편 두께 2.5 mm, 0.94 Pitch, Helical scan type, 0.5 sec/rotation 로 하였다. 획득 된 영상을 전산화치료계획시스템 Eclipse™(Version 15.6 Treatment Planning System, Varian, USA)을 사용하여 팬텀 표면 윤곽, 난소와 자궁경부를 묘사 하였고 선량 측정 부위를 확인 하였다. (Fig. 2)

1-2. 영상의 품질 평가용 영상획득

영상의 품질의 정량적 평가를 위해 미국의학물리학회 (American Association of Physicists in Medicine, AAPM)에서 제시한 Task Group No.179를 참고하였으며 (AAPM TG-179 Report) 보고서에 따르면 각각의 설치된 CBCT 장비의 특성에 맞게 제작사의 권고나 고객 인수 검사(Customer Acceptance Test : CAT)시에 측정된 성능을 기준으로 정한다.⁽¹¹⁾ 본원의 경우 제작사인 Varian의 권고치를 기준삼아 평가 하고 있다. (Table 1) 영상의 품질을 평가하기 위해 제작된 Catphan504 팬텀을 사용하였으며 균일도, 저 대조도 가시성, 공간분해능, 기하학적 왜곡의 네 가지 항목을 평가하였다. (Fig. 3) Truebeam™은 hlaf-Fan으로 Pelvis mode(이하 TP), Halcyon™은 Pelvis mode(이하 HP) 그리고 Pelvis Fast mode(이하 HPF)로 촬영 하였으며, 두 장비 모두 난소를 포함한 촬영 범위인 17.5 cm와 난소를 제외하기 위해 12.5 cm로 줄여 각각 3회씩 촬영하였다. 촬영조건은 장비사의 권장 사항인 관전



Fig. 2. Contoring with Eclipse™

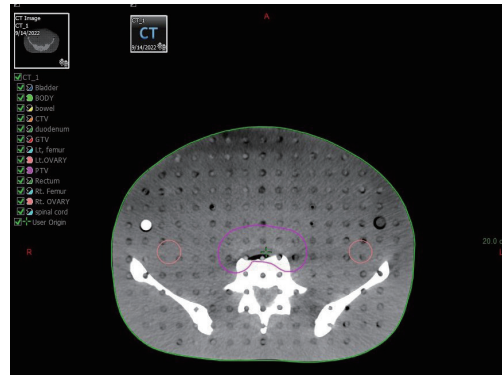


Fig. 3. Catphan 504

Table 1. Image Quality Guidelines for TG-179 and Varian

Parameter	TG -179	Varian TrueBeam™
Geometric distortion	<2 mm for non-SRS/SBRT <1 mm for SRS/SBRT	N/A
HU uniformity	Baseline	± 40 HU
Low Contrast Visibility	Baseline	2.0%
Spatial resolution (half fan)	Baseline	≥4 lp/mm (Head) ≥ 3 lp/mm (Thorax & Pelvis)

Table 2. Varian recommendations for Pelvis CBCT

Mode	Voltage[kV]	Default Exposure [mAs]	Scan Time[sec]
TrueBeam™ Pelvis	125	1080	60
Halcyon™ Pelvis	125	1080	36.7
Halcyon™ Pelvis Fast	125	560	21.2

압 125kVp, 관전류량 TP와 HP는 1080 mAs, HPF 560 mAs로 측정하였다. 영상 획득 시간은 각각 TP 60 초, HP 36.7 초, HPF 21.2초 이다 (Table 2) 또한 연속적인 CBCT 촬영은 중앙부에 낮은 HU(Housefield unit)의 원통형 아티팩트(artifact)를 발생시켜 균일성에 영향을 줄 수 있다.⁽¹²⁾ 이에 재촬영 시 10분간의 간격을 주어 촬영하였다.

2-1. 선형가속기별 흡수선량 측정 및 평가

흡수선량 측정을 위해 광자극발광선량계(Optically Stimulated Luminescence Dosimeter, OSLD)를 사용하였다. OSLD는 지름 7 mm 두께 0.2 mm 크기로 가로 10 mm, 세로 10 mm, 두께 2 mm인 디스크에 동봉되어 있어 기계적 강도가 안정적이며 열, 습기 등 환경적 요소에 강하고 수차례 재판독 할 수 있다는 장점이 있다.^(8, 9) 하지만 OSLD의 정확도는 ± 5% 이내로⁽¹⁰⁾ 알려져 있기에 측정 편차를 최소화하기 위해 측정 부위에 OSLD를 각각 3개씩 부착하였고 OSLD는 판독기(inLight™ microstar reader, landauer)를 사용하여 교정 1회당 5회 판독을 실시하였다.(Fig. 4) 윤곽 묘사한 인체모형팬텀은 CBCT를 통해 자궁경부와 난소의 위치를 파악하여 OSLD를 각각 3개씩 부착 후, 인체모형팬텀의 등중심점(isocenter)에 레이저 중심점이 오게 설치하였다. 두 장비 모두 Truebeam™ Half-Fan의 최대 촬영 범위인 17.5 cm와 난소를 제외하기 위해 촬영 범위를 12.5 cm로 줄여 각각 10회 씩 촬영하였고(Fig. 3), 본원의 자궁경부암 방사선치료 횟수인 23회를 기준으로 CBCT에 의한 흡수선량을 평가하기 위해 10회의 누적선량을 평균하여 23회의 총 흡수선량을 계산하였다. (Fig. 5)

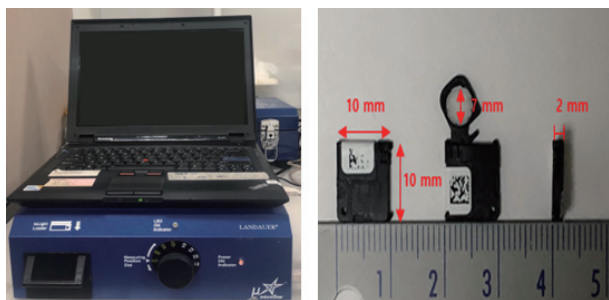


Fig. 4. inlight™ microstar reader and Reader and nanoDot OSLD

2-2. 영상의 품질 평가

각각 3회씩 촬영한 데이터를 Eclipse™를 통해 의료용 디지털 영상 및 통신 표준(Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM) 형식으로 변환 하였다. 변환된 데이터를 Doselab 6.8 프로그램으로 영상 분석 하였다. 평가 항목은 다음과 같다.(Fig. 6)

1) 균일도(Uniformity)

Catphan504 팬텀의 CTP486(Fig. 7) 구간에서 획득한 CBCT 영상의 단면 중앙에 넓이 1 cm² 안의HU 값을 측정 한 뒤, 임의의 세 지점에 HU값을 측정하였다. 총 네 지점의 측정값을 다음 [식 1]에 대입하여 균일성을 구하였다.

$$\begin{aligned}
 A - b &= C < \pm 40 \\
 \text{Uniformity} &= \frac{A - HU \text{ Value}}{B = HU \text{ Value center}} \quad \text{----- [식 1]} \\
 C &= \text{Uniformity}
 \end{aligned}$$

2) 저 대조도 가시(Low contrast visibility, LCV)

Catphan504 팬텀의 CTP404(Fig. 7) 구간에서 획득한 CBCT 영상의 단면 중 polystyrene과 LDPE(low density polyethylene)의 0.16 cm²의 사각형안의 평균 픽셀 값 (mean pixel value) 과 표준편차(standard deviation) 를 측정 후 [식 2]을 통하여 LCV를 계산하였다.

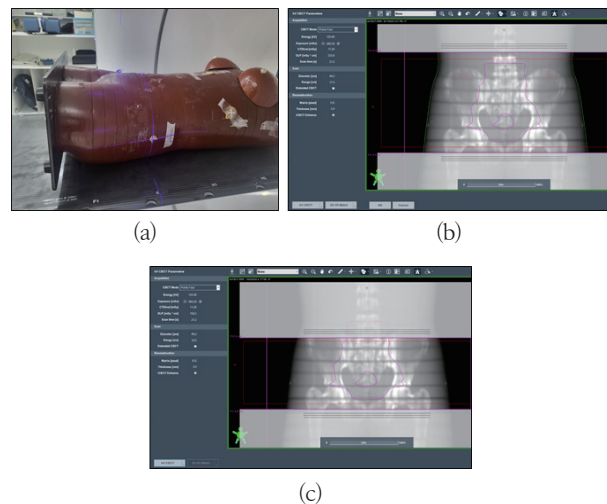


Fig. 5. (a) Rando Phantom with laser alignment set-up (b) Halcyon™ Scan range setting: 17.5 cm (c) Halcyon™ Scan range setting: 12.5 cm

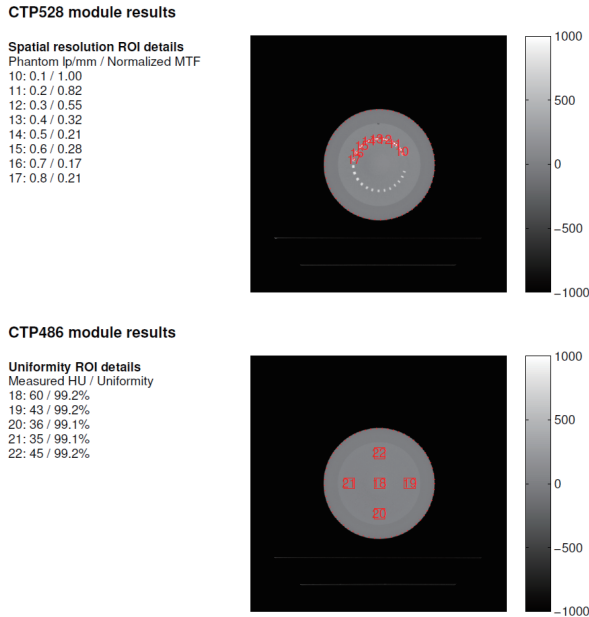


Fig. 6. Analysis using Doselab 6.8

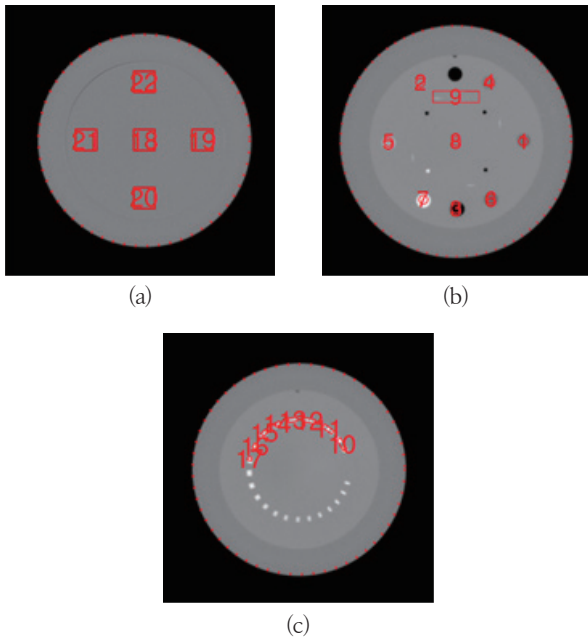


Fig. 7. Analysis of Catphan504 phantom using doselab 6.8
CTP 486 – Uniformity measurement image
CTP 404 – Low contrast visibility measurement image
CTP 528 – Spatial resolution measurement image

$$LCV = \frac{2.75 * (SD_{PS} + SD_{LDPE})}{MEAN_{(PS)} - MEAN_{(LDPE)}} \quad \text{----- [식 2]}$$

2.75는 Polystyrene과 LDPE의 CT numbers의 계수 차이이며, LCV가 작을수록 작은 밀도와 픽셀을 구분할 수 있다.⁽¹⁰⁾

3) 공간분해능(Spatial resolution)

Catphan504 팬텀의 528(Fig. 7) 구간에서 line pair가 가장 잘 보이는 slice를 선택 후 MTF (Modulation transfer Function)차트를 구하였다.

4) 기하학적 왜곡(Geometric Distortion)

기하학적 왜곡은 CT영상의 각 영역이 실제 거리를 정확하게 표현하는가를 나타내는 지수로 팬텀이 원통형이라고 가정 후 팬텀의 반경을 1° 단위로 계산한 뒤 97번째 백분위수와 3번째 백분위수 반지름의 차이를 찾아 기하학적 왜곡을 구하였다.

결과

1. Halcyon™과 Truebeam™의 흡수선량에 대한 평가 결과

TP의 난소를 포함한 촬영 범위인 17.5 cm일 때 CBCT 흡수선량은 자궁경부 254.1 cGy, 난소 170.9 cGy, 난소를 제외한 12.5 cm의 CBCT 흡수선량은 자궁경부 221.9 cGy, 난소 84.7 cGy로 측정되었다.

HP의 난소를 포함한 촬영 범위인 17.5 cm일 때 CBCT 흡수선량은 자궁경부 250.6 cGy, 난소 167.8 cGy, 난소를 제외한 12.5 cm의 CBCT 흡수선량은 자궁경부 217.9 cGy, 난소 61.6 cGy로 측정되었다. HPF의 난소를 포함한 촬영 범위인 17.5 cm일 때 CBCT 촬영 시 흡수선량은 자궁경부 153.0 cGy, 난소 137.1 cGy, 난소를 제외한 12.5 cm의 CBCT 흡수선량은 자궁경부 146.1 cGy, 난소 41.9 cGy로 측정 되었다. (Table 3.), [Fig. 8]

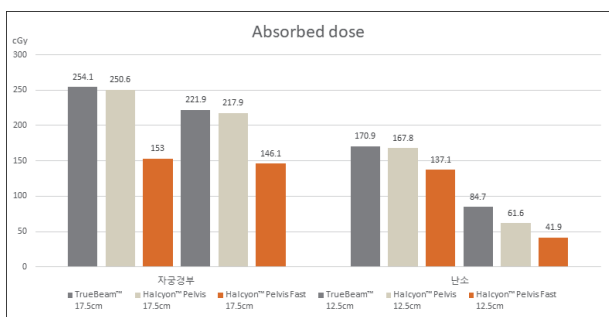


Fig. 8. Results of measurement of absorbed dose using OSLD

2. Halcyon™과 Truebeam™의 CBCT 영상의 품질 평가 결과

촬영 범위가 17.5 cm일 때 TP는 Geometric Distortion 0.13 mm Uniformity 25 HU, LCV 0.59%, Spatial Resolution 3.23 lp/mm이었으며, 촬영 범위가 12.5 cm인 경우 TP는 Geometric Distortion 0.2 mm Uniformity 15.3 HU, LCV 0.57%, Spatial Resolution 3.86 lp/mm으로 평가 되었다. 촬영 범위가 17.5 cm일 때 HP는 Geometric Distortion 0.1 mm, Uniformity 14.33 HU, LCV 0.73%, Spatial Resolution 3.73 lp/mm이었으며, 촬영 범위가 12.5 cm인 경우 HP는 Geometric Distortion 0.1 mm, Uniformity 8.3 HU, LCV 0.663%, Spatial Resolution 3.60 lp/mm으로 평가 되었다. 촬영 범위가 17.5 cm일 때 HPF는 Geometric Distortion 0.2 mm, Uniformity 16.33 HU, LCV 0.93%, Spatial Resolution 3.86 lp/mm이었으며, 촬영 범위가 12.5 cm인 경우 HPF는 Geometric Distortion 0.13 mm, Uniformity 10.33 HU, LCV 0.63%, Spatial Resolution 3.86 lp/mm로 측정 되었다. [Table 4]

Table 3. Comparison of CBCT Absorbed dose of Truebeam™ and Halcyon™ Using OSLD

단위: cGy	자궁경부	표준편차(SD)	난소	표준편차(SD)
TP (17.5 cm)	254.1	0.644	170.9	0.326
HP (17.5 cm)	250.6	0.510	167.8	0.355
HPF (17.5 cm)	153.0	0.298	137.1	0.451
TP (12.5 cm)	221.9	0.571	84.7	0.641
HP (12.5 cm)	217.9	0.353	61.6	0.077
HPF (12.5 cm)	146.1	0.353	41.9	0.050

고찰 및 결론

본 연구에서는 난소전위술을 시행한 가임기 여성의 자궁경부암 방사선치료 시 CBCT에 의한 난소의 피폭선량을 Halcyon™의 새로운 기능인 Fast kV CBCT을 이용하여 최소화 하고자 하였다. 이에 같은 Halcyon™의 Normal모드와 기존의 C-arm형 Truebeam™을 각각 비교하여 흡수선량을 평가하였다. 흡수선량을 OSLD로 측정된 결과 동일한 조건일 시 Truebeam™ Pelvis모드와 Halcyon™ Pelvis 모드의 흡수선량은 2% 이내의 차이로 유의미한 결과를 얻지 못하였다. 다만 촬영 범위를 축소한 12.5 cm로 촬영 시 Halcyon™ Pelvis 모드가 Truebeam™ Pelvis 모드 보다 흡수선량이 27.2% 감소되었다. 가장 큰 감소를 보인 결과값은 Truebeam™ Pelvis모드 대비 Halcyon™

Table 4. Results of CBCT Image Quality Assessment for Halcyon™ and Truebeam™

Geometric Distortion(mm)		Uniformity(HU)		Low Contrast Visibility(%)		Spatial Resolution(lp/mm)	
TP(17.5 cm)	0.13	TP(17.5 cm)	25	TP(17.5 cm)	0.59	TP(17.5 cm)	3.23
HP(17.5 cm)	0.1	HP(17.5 cm)	14.33	HP(17.5 cm)	0.73	HP(17.5 cm)	3.73
HPF(17.5 cm)	0.2	HPF(17.5 cm)	16.33	HPF(17.5 cm)	0.93	HPF(17.5 cm)	3.86
TP(12.5 cm)	0.2	TP(12.5 cm)	15.33	TP(12.5 cm)	0.57	TP(12.5 cm)	3.86
HP(12.5 cm)	0.1	HP(12.5 cm)	8.3	HP(12.5 cm)	0.66	HP(12.5 cm)	3.6
HPF(12.5 cm)	0.13	HPF(12.5 cm)	10.33	HPF(12.5 cm)	0.63	HPF(12.5 cm)	3.86

의 Fast 모드였다. 흡수선량을 비교해 보았을 때 17.5 cm의 촬영 범위에서 Halcyon™ Fast 모드는 Truebeam™ Pelvis모드 보다 자궁경부가 39.8%, 난소에서 19.8% 감소하였고, 12.5 cm 으로 촬영 범위를 축소할 경우 자궁경부는 34.2%, 난소 50.5%로 감소 시킬 수 있었다.

영상의 조건에 따른 차이는 Truebeam™ Pelvis와 Halcyon™ Pelvis 모드는 125 kVp, 1080 mAs의 동일 조건을 사용하지만 Halcyon™ Fast 모드는 동일 관전압에서 관전류량이 580mAs로 약 48.2% 가량 낮기에 이로 인한 영상의 품질 저하가 있는지 평가하였다. 평가 결과 실험에 사용된 모든 영상의 품질은 Geometric Distortion 1mm 이내(SBRT 기준), Uniformity HU, LCV 2.0% 이내 Spatial Resolution 3 lp/mm 이상으로 모든 영상이 장비사의 권고치를 준수하였다.

이러한 실험 결과에 따라 난소전위술을 시행한 가임기 여성의 자궁경부암 방사선치료는 Truebeam™ 보다 다양한 조건을 선택 할 수 있는 Halcyon™이 유용할 것으로 평가 되며, 특히 낮은 mAs로도 영상의 품질을 유지하는 Halcyon™의 Fast kV CBCT 모드를 사용하고 촬영 범위를 제한하여 치료를 진행하는 것이 난소의 흡수선량을 최소화할 수 있는 방법이다. 또한 다른 치료 장비에서도 난소전위술을 시행한 환자는 촬영 범위를 조정하는 것으로 저선량에 대한 난소의 추가적인 피폭 감소시켜, 피폭선량에 대한 기준값이 마련되어 있지 않은 CBCT의 사용을 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)에 근거하여 방사선 방호의 최적화를 달성할 수 있기에 필히 권장한다.

참고문헌

1. Seri Hong, Young-Joo Won, Jae Jun Lee et al. Cancer Statistics in Korea: Incidence, Mortality, Survival, and Prevalence in 2018
2. JY Wo, AN. Viswanathan. Impact of radiotherapy on fertility, pregnancy, and neonatal outcomes in female cancer patients Int J Radiat Oncol Biol Phys, 73 (2009), pp. 1304-1312
3. Lina Yin, Saiquan Lu, et al. Ovarian transposition before radiotherapy in cervical cancer patients: functional outcome and the adequate dose constraint
4. Michael JZ, Zvi Fuks, Margie Hunt, et al.: High-dose intensity modulated radiation therapy for prostate cancer: early toxicity and biochemical outcome in 772 patients. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002;53(5):1111-6
5. Choi So Young, Kim Tae Won, Kim Min Su, et al. : Phantom Study = Comparative evaluation of dose according to changes in rectal gas volume during radiation therapy for cervical cancer : Phantom Study The journal of the korean society for radiotherapeutic technology 33(-), 89-97.
6. D. W. Kim, W. K. Chung, M. G. Yoon, "Imaging doses and secondary cancer risk from kilovoltage cone-beam CT in radiation therapy," Health physics, Vol. 104, No. 5, pp. 499-503, 2013.
7. Bin Cai 1, Eric Laugeman 1, Thomas R Mazur, et al : Characterization of a prototype rapid kilovoltage x-ray image guidance system designed for a ring shape radiation therapy unit 2019 Mar;46(3):1355-1370
8. E.G. Yukihara, S.W. McKeever. Optically stimulated luminescence (OSL) dosimetry in medicine. Phys Med Biol, 53 (2008), pp. R351-R379
9. Zhenia Gopalakrishnanm, Raghuram K.Nair, Saju Bhasi et al: Verification of treatment planning algorithms using optically stimulated luminescent dosimeters in a breast phantom. J med Phys. Vol 43(4) 2018:264-269
10. Su Chul Han, Kum Bae Kim, Sang Hyoun Choi et al.: Changes of Optically Stimulated Luminescence Dosimeter Sensitivity with High Dose. Vol 27(2) 2016:98

11. Jung Seong Ahn A study of Peripheral Area Image Quality in CBCT of Medical Linear Accelerator Department of Health Science, Graduate School, Eulji University

12. Sameer Taneja 1, David L Barbee 1, Anthony J Rea et al.: CBCT image quality QA: Establishing a quantitative program J Appl Clin Med Phys. 2020 Nov;21(11):215-225.

Evaluation of Halcyon™ Fast kV CBCT effectiveness in radiation therapy in cervical cancer patients of childbearing age who performed ovarian transposition

Department of Radiation Oncology, Asan Medical Center, Seoul, Korea

**Lee Sung Jae, Shin Chung Hun, Choi So Young, Lee Dong Hyeong,
Yoo Soon Mi, Song Heung Gwon, Yoon In Ha**

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of reducing the absorbed dose to the ovaries and the quality of the CBCT image when using the Halcyon™ Fast kV CBCT of cervical cancer patients of childbearing age who performed ovarian transposition

Materials and Methods: Contouring of the cervix and ovaries required for measurement was performed on the computed tomography images of the human phantom (Alderson Rando Phantom, USA), and three Optically Stimulated Luminescence Dosimeter(OSLD) were attached to the selected organ cross-section, respectively. In order to measure the absorbed dose to the cervix and ovaries in the Truebeam™ pelvis mode (Hereinafter referred to as TP), The Halcyon™ Pelvis mode (Hereinafter referred to as HP) and The Halcyon™ Pelvis Fast mode (Hereinafter referred to as HPF), An image was taken with a scan range of 17.5 cm and also taken an image that reduced the Scan range to 12.5cm. A total of 10 cumulative doses were summed, It was replaced with a value of 23 Fx, the number of cervical cancer treatments, and compared In additon, uniformity, low contrast visibility, spatial resolution, and geometric distortion were compared and analyzed using Catphan 504 phantom to compare CBCT image quality between equipment. Each factor was repeatedly measured three times, and the average value was obtained by analysing with the Doselab (Mobius Medical Systems, LP. Versions: 6.8) program.

Results: As a result of measuring absorbed dose by CBCT with OSLD, TP and HP did not obtain significant results under the same conditions. The mode showing the greatest reduction value was HPF versus TP. In HPF, the absorbed dose was reduced by 39.8% in the cervix and 19.8% in the ovary compared to the TP in the scan range of 17.5 cm. the scan range was reduced to 12.5 cm, absorbed dose was reduced by 34.2% in the cervix and 50.5% in the ovary. In addition, result of evaluating the quality of the image used in the above experiment, it complied with the equipment manufacturer's standards with Geometric Distortion within 1mm (SBRT standard), Uniformity HU, LCV within 2.0%, Spatial Resolution more than 3 lp/mm..

Conclusion: According to the results of this experiment, Halcyon™ can select more various conditions than Truebeam™ in treatment of fertility woman who have undergone ovarian Transposition , because it is important to reduce the radiation dose by CBCT during radiation therapy. So finally we recommend Halcyon™ Fast kV CBCT which maintains image quality even at low mAs. However, it is consider that the additional exposure to low doses can be reduced by controlling the imaging range for patients who have undergone ovarian transposition in other treatment machines.

▶ **Key words:** Halcyon™, Fast kV CBCT, Ovarian Transposition, Absorbed dose

