

다엽 콜리메이터의 임상적용을 위한 엽측간 투과선량 및 엽종단간 투과선량 연구

가천의과대학교 방사선종양학과

이규찬 · 최진호

다엽 콜리메이터는 사용하기 편리하기 때문에 기존의 납합금 차폐물을 급속도로 대체하고 있는 실정이다. 그러나 조사야 단면의 모양이 계단식이라는 점과 반음영의 크기가 증가한다는 단점 외에도, 조사야 내에서의 투과선량이 발생할 수 있다는 문제를 안고 있다. 저자들은 미국 Varian사의 다엽 콜리메이터 엽측간 및 엽종단간 투과선량을 측정하여 임상적용 시의 안정성을 알아보고자 하였다. 폴리스티렌 팬텀 내에서의 점선량을 다엽 콜리메이터를 완전 개방한 상태와 완전 폐쇄한 상태에서 각각 측정한 후, 이를 서로 비교함으로써 다엽 콜리메이터의 엽측간 및 엽종단간 투과선량을 산출하였다. 이와 함께 투과 방사선의 선량분포를 물수조를 이용하여 측정하였다. 실험에 사용된 방사선의 에너지는 6 MV이었다. 엽측간 투과선량은 1.63~1.67%로 매우 미미하여 다엽 콜리메이터의 차폐 효과가 우수하였다. 그러나 엽종단간 투과선량은 18.4~18.7%로서 일반적인 차폐물의 허용 투과선량인 5%보다 훨씬 높게 나타났다. 엽종단간 투과방사선의 선량분포는 평탄도 10%, 조사야 경계부의 투과선량이 조사야 중심점에 비하여 80~90%로서, 조사야 경계에서도 14~17%의 투과선량이 존재함을 알 수 있었다. 다엽 콜리메이터는 우수한 차폐효과를 보이고 엽측간 투과선량도 허용범위 이내이므로 임상적으로 납합금 차폐물의 대용으로 사용하기에 문제가 없으나, 엽종단간 투과선량은 허용범위를 훨씬 넘어 과량의 방사선이 조사되므로, 임상에서 엽종단간 접합면이 조사야 내에서 위치하여 엽종단간 투과현상이 발생하지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다.

중심단어: 다엽 콜리메이터, 엽측간 투과선량, 엽종단간 투과선량

서 론

방사선치료에 있어서 임상적으로 다엽 콜리메이터(Multileaf Collimator, MLC)를 최초로 사용한 것은 1960년대 중반 일본의 Takahashi가 conformation therapy를 시도하기 위해 제작한 것으로 알려져 있다.¹⁾ 그러나 이러한 초기의 다엽 콜리메이터는 회전중심점(Isocenter)에 투영된 한 엽(leaf)의 폭이 2~3 cm로서 임상적으로 널리 사용되지 못하다가 1980년대 후반에 정밀하게 고안된 다엽 콜리메이터가 개발되어 임상에서 점차 많이 사용되기 시작하였다.²⁻⁴⁾

다엽 콜리메이터는 기존의 납합금 차폐물(lead alloy block)과 비교하여 차폐물을 조사야(radiation field) 마다 일

일이 제작할 필요가 없으므로 제작시간을 단축시키며, 매 조사야마다 방사선사들이 치료실내로 들어가 차폐물을 치료 기기에 교체 부착해야 하는 번거로움을 없애고 치료시간을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 납합금 차폐물 제작과정에서 발생할 수 있는 중금속 오염의 위험을 막고, 폐기물에 의한 환경오염을 사전에 방지할 수 있다는 점에서 매우 편리하고도 유용한 방법이라고 할 수 있다. 그러나 다엽 콜리메이터를 사용하면 장착된 매 엽의 크기에 따라 1.00~1.25 cm 단위의 계단모양의 단면을 만들 수밖에 없기 때문에 방사선 치료야(treatment field)의 형태를 납합금 차폐물을 사용할 때처럼 원하는 모양대로 정교하게 만들 수 없다. 또한 다엽 콜리메이터는 납합금 차폐물과는 달리 방사선의 확산(beam divergence)과 잘 부합되는 조사야를 만들 수 없으므로, 치료야의 크기와 모양에 따라 그 정도의 차이는 있지만 조사야의 경계에서 반음영(penumbra)의 크기가 증가할 수밖에 없는 단점을 가지고 있다. 따라서 다엽 콜리메이터를 임상에 적용하기 위해 조사야의 형태, 반음영의 크기 및 선량분포상의 특성을 알아보는 다양한 연구가 진행되었다.⁵⁻⁷⁾ 위의 문제들과 더불어 다엽 콜리메이터를 사용한 방사선치

본 연구는 과학기술부 원자력연구개발사업(M20330010001-03A0724-00111)의 일부 지원을 받아 수행되었음.
이 논문은 2004년 2월 14일 접수하여 2004년 2월 28일 채택되었음.
책임저자 : 최진호, (405-760) 인천광역시 남동구 구월동 1198번지
가천대학교 의과대학 길병원 방사선종양학과
Tel: 032)460-3874, 3030, Fax: 032)460-3029
E-mail: jinhoc@ghil.com

료에서 고려해야 할 점은 측면으로 인접한 엽과 엽 사이의 투과선량인 엽측간 투과선량(inter-leaf transmission)과 서로 마주보고 있는 엽 쌍이 조사야 내에서 닫힌 상태에서의 투과선량인 엽종단간 투과선량(cross-leaf transmission)의 영향이다. 조사야 내에서 이러한 투과선량이 허용범위 이상이라면 다엽 콜리메이터의 임상적용에 심각한 장애를 초래할 수 있다. 그러나 이러한 엽측간 및 엽종단간 투과 방사선에 대한 연구는 대부분 물리적 측면에서 진행되었고, 임상적용에 대한 연구는 아직 많이 보고되어 있지 않은 실정이다. 이에 저자들은 가천의과대학교 길병원에 도입된 신규 선형가속기에 부착된 다엽 콜리메이터의 엽측간 투과선량과 엽종단간 투과선량을 측정하고 그 영향을 평가하여 다엽 콜리메이터의 임상적 유용성을 알아보고자 한다.

재료 및 방법

1. 다엽 콜리메이터(Multileaf collimator)와 선형가속기(Linear accelerator)

본 연구에서 사용된 다엽 콜리메이터는 선형가속기 CLINAC 2100 C/D (Varian Associates Inc. Oncology Systems, Palo Alto, California, USA)에 장착된 기종으로, 하부 콜리메이터(collimator X jaw)에 평행하게 움직이게 고안되었다. 엽의 총 수는 80개로서, 정중선 좌우에 각 40개가 서로 마주보는 쌍으로 구성되어 있다. 선원축간거리(source axis distance, SAD) 100 cm의 회전중심점에 투영된 각 엽의 너비는 1 cm이다. 엽을 측면에서 보면 그 종단면은 한 개의 초점(single focusing)을 가진 곡선형태로 제조되었다(Fig. 1a).^{8,9)} 정면에서 바라본 엽의 측면은 일자형 평면으로 되어있지 않고, 요철(tongue and groove) 형태로 제작되어 인접 엽과 물린 상태에서 평행이동을 할 수 있게 고안되었다(Fig. 1b). 다엽 콜리메이터를 사용해서 만들 수 있는 조사면의 크기

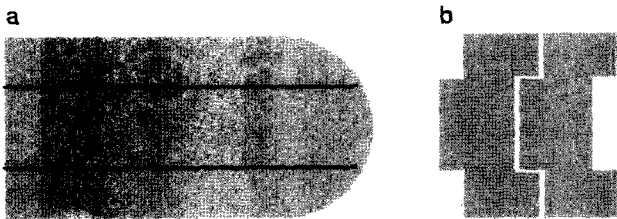


Fig. 1. Schematic illustrations of Multileaf collimator (MLC) shape. In side view, it's end to beam center is round with a single focus 8.0 cm radius sphere (a). In top view, each adjoined leaves are interlocked by tongue and groove pattern side wall (b).

는 최대 40×40 cm²이고, 각 엽은 정중선을 넘어 16 cm까지 진행될 수 있다. 엽의 최대이동속도는 1.5 cm/sec이고, 엽의 위치 정확도는 회전중심점에서 ±1 mm 이내이다. 회전중심점에서 다엽 콜리메이터 마운트(mount)까지의 거리는 41.5 cm 이다(Fig. 2).

2. 측정 방법

1) 다엽 콜리메이터를 투과한 방사선량의 측정

다엽 콜리메이터의 엽측간 및 엽종단간 투과선량은 폴리스티렌 팬텀(polystyrene phantom) 내에서의 점선량(point dose)을 다엽 콜리메이터를 완전 개방한 상태와 완전 폐쇄한 상태에서 각각 측정한 후, 이를 서로 비교함으로써 산출하였다. 선원표면간거리(source surface distance SSD)를 100 cm로 하고 조사야 크기는 40×40 cm²로 하여 선형가속기에서 6 MV X-선을 100 모니터단위(monitor units, MU) 조사하였다. 교정점 깊이인 5 cm 깊이에 이온전리함(Farmer type ion chamber 0.6 cc, Sun Nuclear)을 위치시켜 점선량을 측정하였다. 측정점의 수는 조사야 중심점 A를 포함하여 총 5개로 하였고, 각 측정점의 좌표(x cm, y cm)는 A (0, 0), B (0, -5), C (0, +5), D (-5, 0), E (+5, 0)로 하였다. 따라서 점 A, B, C에서의 투과선량은 엽종단간 투과선량이 주로 측정되고, 약간의 엽측간 투과선량이 기여하게 된다. 점 D, E에서는 엽측간 투과선량만 측정된다. 같은 측정을 5회 반복

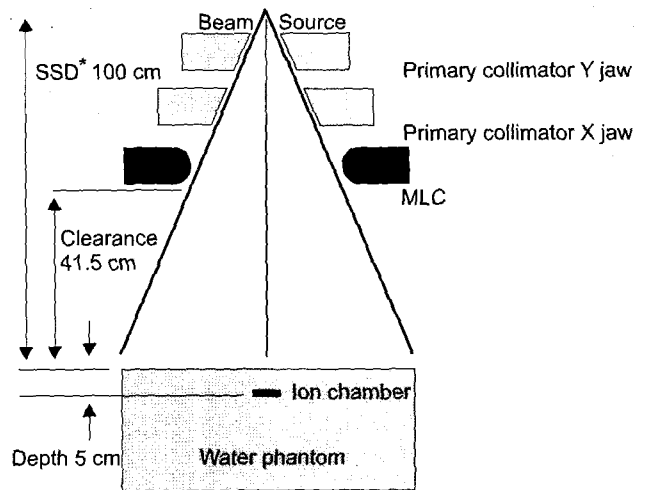


Fig. 2. Schematic diagram of beam profile measurement for inter-leaf and cross-leaf transmission using 6 MV X-ray. Farmer type ion chamber is located in 5 cm depth from the surface of the water phantom. Clearance from Multileaf collimator (MLC) interface mount to isocenter is 41.5 cm. *SSD: Source surface distance.

하여 평균을 구하였다.

2) **엽종단간 투과방사선의 선량분포 측정**

엽종단간 투과방사선의 선량분포를 측정하기 위하여 선원표면간거리 100 cm에 물수조(WP 700 Blue phantom, Wellhofer Dosimetrie, Germany)를 위치시키고 선형가속기에서 6 MV X-선을 발생시켰다(Fig. 2). 조사야를 40×40 cm²로 열고 다엽 콜리메이터의 모든 쌍의 엽들이 정중선(X=0)에서 서로 만나도록 폐쇄시킨 후, 수면으로부터 5 cm 깊이에서 이온전리함(IC 15, Wellhofer Dosimetrie, Germany)을 Y좌표는 0 cm에 고정하고 X축상을 따라 이동하여 선량분포를 측정하였다. 이후, 같은 조건에서 X 좌표는 0 cm에 고정된 상태로, Y축상을 따라 선량 분포를 측정하였다. 측정은 X, Y 축을 따라 각각 3회 반복하였다.

3) **엽측간 투과방사선의 선량분포 측정**

위 2)의 조건에서 X 좌표를 5 cm 및 -5 cm에서 Y축상을 따라 선량분포를 각각 3회 측정하였다.

위의 모든 측정은 동일한 날에 진행되어 기압과 기온이 동일한 조건이었다.

결과 및 고찰

1. **다엽 콜리메이터의 투과선량비**

엽측간 투과선량만이 측정되는 점 D, E에서의 투과선량은 1.63%와 1.67%로서 다엽 콜리메이터의 차폐효과가 매우 우수하였다. 그러나 엽종단간 투과선량이 주로 측정되는 점 A, B, C에서는 각각 18.72%, 18.42%, 18.67%로서 일반적인 차폐물의 허용 투과선량인 5%보다 훨씬 높게 나타났다(Table 1).

Table 1. Transmission ratio of the 5 points which were measured in the polystyrene phantom using the Farmer type ion chamber. In each measurement, 100 MU were delivered with 6 MV X-ray. The source surface distance and measurement depth from the surface were 100 cm and 5 cm, respectively.

Location of measurement point (x cm, y cm)	Reading with MLC* opening (nC)	Reading with MLC* closure (nC)	Transmission ratio (%)
A (0, 0)	15.87	2.971	18.72
B (0, -5)	15.96	2.941	18.42
C (0, +5)	15.95	2.979	18.67
D (-5, 0)	16.08	0.262	1.63
E (+5, 0)	16.01	0.267	1.67

*MLC: Multileaf collimator

2. **엽종단간 투과방사선의 선량분포**

X축을 따라 측정한 엽종단간 투과방사선의 선량분포는 조사야 중심점(0 cm, 0 cm)의 투과선량을 100%로 할 때 13%의 기본선(base line)을 가진 피크 형태의 빔 측면도 (beam profile)로 나타났으며, 이의 Full-width at half-maximum distance (FWHM)는 1.0 cm이었다(Fig. 3). 여기에서 13%의 기본선은 엽측간 투과방사선의 영향이며, 따라서 엽측간 투과선량에 비해 엽종단간 투과선량이 최대 7.69배까지 증가할 수 있다는 것을 의미한다.

Y축을 따라 측정한 엽종단간 투과방사선의 선량분포는 일정한 변화폭을 가진 파동형태(최대치 105%와 최소치 85%)로 나타났다(Fig. 4). 조사야 중심점의 투과선량을 기준으로, 인접 파동간의 차이는 10% 내외를 보이고 있으며, 이 빔측면도의 전체적 평탄도(flatness)는 10.4%였다.

3. **엽측간 투과방사선의 선량분포**

엽측간 투과방사선의 선량분포는 엽종단간 투과방사선의 선량분포와 유사하게 인접 파동간의 선량변화가 10% 내외인 파동형태의 선량분포를 보였으나, 조사야의 가장자리 부위로 갈수록 선량감약이 매우 심하게 나타나, 전체적인 평탄도가 15.1%를 보였다(Fig. 5). 이는 조사야 중심점에서 멀어질수록 X-선의 다엽 콜리메이터를 투과하는 길이가 길어지므로 상대적인 차폐율이 높아져 투과선량이 감소하는 것으로 판단된다.

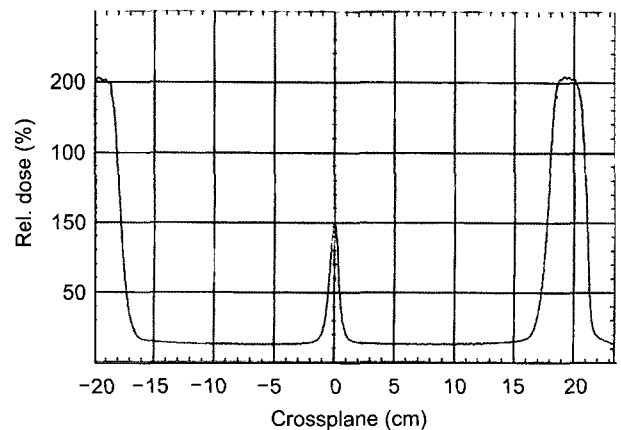


Fig. 3. Cross-leaf transmission of a pair of the leaf for 6 MV X-ray, measured along the X-axis at Y=0 using the water phantom and the Farmer type ion chamber. All the multileaf collimator (MLC) leaves were completely closed. Field size was 40×40 cm² and the depth of measurement was 5 cm. Full-width at half-maximum distance of the beam profile is 1.0 cm.

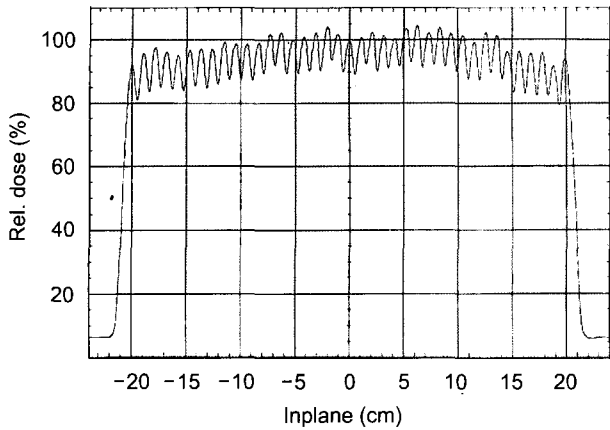


Fig. 4. Cross-leaf transmission for 6 MV X-ray measured along the Y-axis at X=0 using the water phantom and the Farmer type ion chamber. All the multileaf collimator (MLC) leaves were completely closed. Field size was $40 \times 40 \text{ cm}^2$ and the depth of measurement was 5 cm. The shape of the beam profile is wavy because of the contribution of the inter-leaf transmission.

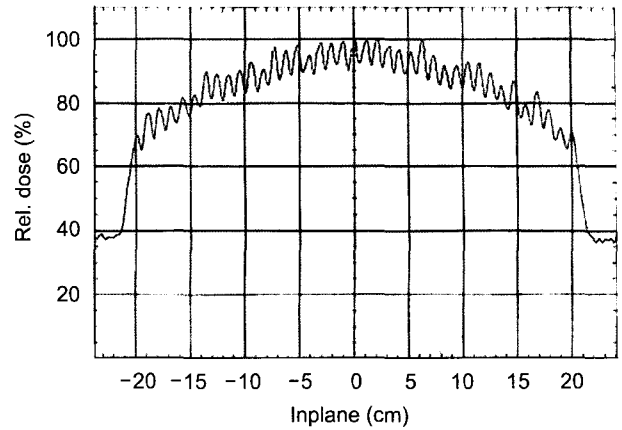


Fig. 5. Inter-leaf transmission for 6 MV X-ray measured along the Y-axis at X=5 cm using the water phantom and the Farmer type ion chamber. All the multileaf collimator (MLC) leaves were completely closed. Field size was $40 \times 40 \text{ cm}^2$ and the depth of measurement was 5 cm. The shape of the beam profile is wavy indicating only 10% inter-leaf transmission. In the peripheral region, the transmission decrease gradually.

4. 고찰

선량계획 컴퓨터와 연동된 다엽 콜리메이터는 단순히 납 합금 차폐물의 대용으로 사용되던 차원을 넘어, 3차원 입체조형 방사선치료(3 dimensional conformal radiation therapy, 3D CRT) 및 강도변조 방사선치료(intensity modulated radiation therapy, IMRT)의 실현을 가능케 하는 필수적인 요소로 자리잡아가고 있는 실정이다.^{10,11)} 다엽 콜리메이터가 가지고 있는 계단 모양의 조사야 단면과 상대적으로 증가되는 반음영의 문제는 회전중심점에 투영된 엽의 두께가 5 mm인 미세 다엽 콜리메이터(micro MLC)가 개발되어 많이 개선되었다.¹²⁾

다엽 콜리메이터를 사용하여 원하는 모양의 치료 조사야를 만들 경우, 인접한 엽과 엽 사이에서 발생될 수 있는 투과선량이 문제될 수 있다. 엽측간 투과선량을 최소화하기 위해서는 인접한 엽과 엽을 최대한 밀착시켜야 하고, 또한 그 인접면도 단순한 평면으로 하지 않고, 요철 면으로 제작하여 면과 면이 서로 물려있는 형태를 취하여 방사선이 직접 투과하지 못하도록 하고 있다. 다엽 콜리메이터 제조회사에서는 이와 같은 디자인을 통하여 통상적인 차폐물의 투과선량 허용한계인 5%보다 작은 4% 이내의 엽측간 투과선량을 제시하고 있다. Huq MS 등은 요철 면으로 제작된 다엽 콜리메이터를 사용하여 엽측간 투과선량을 측정한 결과 6 MV X-선에서 2.5%로 보고하였다.¹³⁾ 저자들의 결과에

서도 엽측간 투과선량은 1.63~1.67%로서 다엽 콜리메이터의 차폐율이 매우 우수함을 확인할 수 있었다. 또한 선량분포가 비록 파동형태를 취하였으나 급격한 변화 없이 15.1%의 평탄도를 보이고, 조사야 가장자리로 갈수록 선량이 많이 감소하므로, 안정적인 차폐효과를 보인다. 따라서 다엽 콜리메이터를 사용한 조사야는 실제 임상 적용 시 문제가 없고, 오히려 통상적 납합금 차폐물보다 우수한 차폐효과를 보인다는 결론을 얻었다.

엽중단간의 투과선량의 경우 제작사별 MLC의 기하학적 특성에 따라 다를 것으로 예상되나 아직 이를 체계적으로 측정하여 보고된 바 없으며, 다엽 콜리메이터 제조 회사에서도 이에 대한 근거자료를 제시하지 않고 있다. 미국 Varian사의 MLC에 대한 엽중단간 투과선량의 측정결과는 18.42~18.72%로서 임상 허용 범위인 5%를 훨씬 초과하는 것으로 나타났다. 선량분포의 평탄도는 10.4%였고 조사야 경계부위의 투과선량도 중심점에 비하여 80~90%의 선량을 보이므로, 조사야 경계에서도 14~17%의 상당한 투과선량이 존재함을 알 수 있었다(Fig. 4). 이와 같은 투과선량은 임상적으로 수용할 수 없을 정도의 과도한 양이다. 그러나 실제 다엽 콜리메이터를 사용하는 각 병원에서는 이를 간과하고 사용할 우려가 있기 때문에 주의를 요한다. 이와 같이 과도한 엽중단간 투과선량 현상의 실례를 들어보면 다음과 같다. 유방암 환자의 방사선 치료에서 액와부 치료를 위한 후면 조사야는 쇄골상부와 액와부를 함께 포함

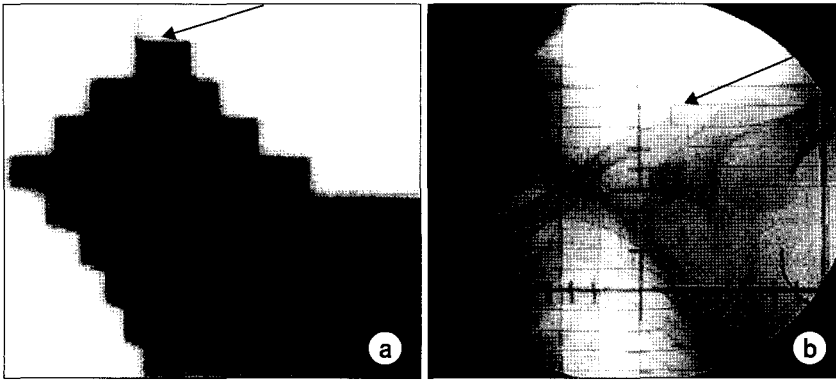


Fig. 6. Posterior axillary port in the breast cancer simulation (a). When field shaping includes the closed ends of the pair of the leaf (arrow), unacceptably high dose are given because of the cross-leaf transmission. Cross-leaf transmission (arrow head) is recognized in the portal vision image of the same patient (b).

한 전면 조사야와 같은 크기의 조사야로 콜리메이터를 개방하고, 대신 치료하고자 하는 부위 이외의 넓은 부위에 대하여 차폐물을 사용하게 된다(Fig. 6a). 이 경우 통상적인 납합금 차폐물을 사용하면 원하는 치료야 이외의 부위에도 높게는 5%까지의 투과 선량이 조사된다. 다엽 콜리메이터를 사용하면 본 연구 결과에 따라,엽축간 투과선량은 2% 이내이므로 문제될 것이 없으나, 조사야 내에서 서로 마주 보는 쌍의 리프가 접합하게 되면 과도한 양의 투과선량이 정상조직에 조사되게 된다. 이와 같은 현상은 치료야를 확인하는 조사문영상(Portal Vision, MK2, Varian Associates Inc. Oncology Systems, USA)을 사용하여 육안적으로도 쉽게 발견될 수 있다(Fig. 6b). 이외에도 두개 내 배세포종(germinoma) 혹은 수아세포종(medulloblastoma)의 방사선치료에서처럼 치료 부위가 척수와 같은 결정장기(critical organ)를 포함할 경우, 조사야 내의 결정장기 차폐 시 엽중단간 접합부가 있으면 예기치 못한 심각한 부작용과 후유증을 유발할 수 있으므로, 다엽 콜리메이터의 임상적 사용에 주의를 요한다. 따라서 임상에서 다엽 콜리메이터를 사용할 때에는 조사야 내에서 엽중단간 투과 방사선이 발생하지 않도록 방사선종양학과 의사가 습관화하는 것이 안전하다고 할 수 있다. 조사야 내에서의 엽중단간 투과 현상을 배제하는 방법으로는 첫째, 콜리메이터의 독립턱(independent jaw)을 닫아 조사야 크기 자체를 조절하여 엽중단간 접합부가 조사야 밖에 위치하도록 하는 것이다. 둘째, 독립턱의 조절이 불가능할 경우 엽 쌍을 조사야 밖으로 수평 이동시켜 엽중단간의 접합부가 조사야 밖에서 일어나고, 대신 치료야 내에서는 엽 자체만으로 차폐가 이루어지도록 하는 방법이다. 이와 같은 방법은 쉽게 임상에 적용할 수 있으면서도 정상조직의 차폐를 효과적으로 시행할 수 있는 방법이다.

결론

미국 Varian사의 다엽 콜리메이터 엽축간 투과선량은 2% 이내로서 일반적인 차폐물의 허용치인 5%의 절반에도 미치지 않는 우수한 차폐효과를 보이므로 임상적으로 사용하기에 문제가 없었다. 그러나 엽중단간 투과선량은 조사야 중심점에서 18~19%이고, 경계면에서도 14~17%로서 상당히 많아 임상적으로 허용하기에 부적절하였다. 그러므로 엽중단간 접합면이 조사야 내에서 발생하지 않도록 세심한 주의가 요하며, 이를 수행하는 방법은 독립턱을 사용하여 조사야의 크기를 조절하거나, 엽 쌍의 위치를 수평 이동시켜 엽중단간의 접합점이 조사야 밖으로 위치하도록 해야 한다는 결론을 얻었다.

참고 문헌

1. Kitabatake T, Yamamoto C, Makino S, Nagai K, Takahashi S: Development of a telecobalt therapy unit with a new collimator for conformation radiotherapy (A study on conformation radiotherapy 16). Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi 26:192-200 (1966)
2. Brahme A: Design principles, beam properties, and clinical possibilities of a new generation of radiotherapy equipment. Acta Oncol 26:403-412 (1987)
3. Galvin JM, Smith AR, Lally B: Characterization of a multileaf collimator system. Int J Radiation Oncol Biol Phys 25:181-192 (1993)
4. Jordan TJ, Willams PC: The design and performance characteristics of a multileaf collimator. Phys Med Biol 39: 231-251 (1994)
5. LoSasso T, Chui CS, Kutcher GJ, Leibel SA, Fuks Z, Ling CC: The use of a multi-leaf collimator for conformal radiotherapy of carcinomas of the prostate and naso-

- pharynx. *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 25:161-170 (1993)
6. Powlis WD, Smith AR, Cheng E, et al: Initiation of multileaf collimator conformal radiation therapy. *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 25:171-179 (1993)
 7. 이병용, 조병철, 장혜숙: Multileaf collimator의 적정폭에 관한 연구. *의학물리* 5:49-55 (1994)
 8. Galvin JM, Smith AR, Moeller RD, et al: Evaluation of multileaf collimator design for photon beam. *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 23:789-801 (1992)
 9. Boyer AL, Ochran TG, Nyerick CE, Waldron TJ, Huntzinger CJ: Clinical dosimetry for implementation of a collimator. *Med Phys* 19:1255-1261 (1992)
 10. Brewster L, Mohan R, Mageras G, Burman C, Leibel S, Fuks Z: Three dimensional conformal treatment planning with multileaf collimators. *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 33:1081-1089 (1995)
 11. Partridge M, Evans PM, Mosleh-Shirazi A, Convery D: Independent verification using portal imaging of intensity-modulated beam delivery by the dynamic MLC technique. *Med Phys* 25:1872-1879 (1998)
 12. Cheung KY, Choi PH, Chau RM, Lee LK, Teo PM, Ngar YK: The roles of multileaf collimators and micro-multileaf collimators in conformal and conventional nasopharyngeal carcinoma radiotherapy treatment. *Med Phys* 26:2077-2085 (1999)
 13. Huq MS, Yu Y, Chen ZP, Suntharalingam N: Dosimetric characteristics of a commercial multileaf collimator. *Med Phys* 22:241-247 (1995)

A Study on Inter-leaf Transmission and Cross-leaf Transmission for Clinical Applications of the Multileaf Collimator

Kyu Chan Lee, and Jinho Choi

Department of Radiation Oncology, Gachon Medical School

Multileaf collimator (MLC) is now rapidly replacing the lead alloy block to shape the radiation treatment field. In addition to its defect of rectangular field shaping and increased penumbra width, it has another possible problem, and that is of radiation transmission between leaves, which needs to be maintained at as low a level as is permissible. The authors measured and analyzed the inter-leaf and cross-leaf transmissions of MLC by Varian Associates Inc. before its clinical application. The inter-leaf and cross-leaf transmissions were calculated by comparing the measured point doses in the polystyrene phantom in the open field and in a total closure of MLC. The beam profile of the inter-leaf and cross-leaf transmissions were depicted by using a water phantom. A photon beam of 6 MV was used in the measurement. The inter-leaf transmission was 1.63~1.67%, indicating that the shielding effect of MLC is excellent. However, the cross-leaf transmission in the central area was 18.4~18.7% and this is well over the clinically acceptable limitation of 5%. The beam profile of cross-leaf transmission displayed 80~90% transmission near the field edge, so that the cross-leaf transmission was 14~17% in this area. The multileaf collimator has an excellent shielding effect and the inter-leaf transmission is negligible so that it can be used in clinic as a good replacement of the conventional lead alloy block. However, care must be taken to avoid the cross-leaf transmission in the radiation field.

Key Words: Multileaf collimator, Inter-leaf transmission, Cross-leaf transmission