▸원 저◂

ISSN 1226-2854

쐐기필터 사용 시 레디오크로믹 필름을 이용한 조직에 따른 선량분포 연구

– Dose Distribution According to the Tissue Composition Using Wedge Filter by Radiochromic Film –

춘해보건대학교 방사선과[1] · 건국대학교병원 방사선종양학과[2] · 인제대학교 상계백병원 방사선종양학과[3]
가톨릭대학교 의과대학 의공학교실[4] · 고려대학교 보건과학대학 보건과학연구소[5]

김연래[1,4] · 이정우[2,5] · 박병문[2] · 정재용[3,4] · 박지연[4] · 서태석[4]

— 국문초록 —

본 논문의 목적은 쐐기필터를 사용한 방사선조사면에서 다양한 조직전자밀도가 선량분포에 미치는 영향을 분석하고자 함이다. 구성된 물질에 따라 밀도가 다른 고체 팬텀, 코르크팬텀, 그리고 공기층에서 동적쐐기필터와 금속쐐기필터를 이용하여 선량분포의 변형정도를 평가하였다. 본 실험에서는 매질 내 삽입이 용이하고 우수한 선량특성을 가지고 있는 레디오크로믹 필름(Gafchromic EBT2, International Speciality Products, NJ)을 사용하였다.

선형가속기 6 MV 광자선을 이용해서 10×10 ㎠ 조사면에 400 MU를 조사하였다. 필름의 선량분포는 선량분석프로그램을 이용하여 조사면 내 영역과 반음영 영역을 분석하였다.

조직의 밀도가 같을 때 동적쐐기필터와 금속 쐐기필터의 선량분포는 금속 쐐기필터 선량이 동적쐐기필터 선량보다 높게 나타났다. 조직전자밀도가 다른 부위에 쐐기필터의 종류에 따른 선량분포는 고체팬텀과 코르크 팬텀에서 2% 이내 차이를 나타내고 있었다. 그러나 공기층에서 선량분포는 고체팬텀이나 코르크 팬텀의 선량분포와 큰 차이를 보이고 있다. 공기층에서 쐐기필터의 선량분포는 쐐기 사용 효과가 나타나지 않고 있다. 쐐기필터의 두꺼운 부분과 얇은 부분 밖에서 반음영의 크기는 1 ㎝에서 2 ㎝ 정도 크게 두꺼운 부분에서 크게 나타났다. 그리고 금속 쐐기필터에서 반음영이 동적쐐기필터 보다 평균 6.4%정도 높게 반음영이 나타났다

본 실험을 통해 공기층과 같이 조직전자밀도 현저히 작은 매질에서는 쐐기필터의 효과가 크게 떨어지는 것과 불균질 물질에 따라 흡수되는 선량분포가 크게 변형되는 것을 알 수 있었다. 따라서 조직전자밀도의 차이가 큰 부위의 방사선치료계획 시 쐐기필터의 적용에 따른 적절한 보정이 이루어져야 한다.

중심 단어 : 조직전자밀도, 금속쐐기필터, 동적쐐기필터, 레디오크로믹 필름, 선량분포

Ⅰ. 서 론

쐐기필터는 광자선 치료 시 인체 내 선량분포를 균등하게 만들어 주기 위해 사용한다. 금속쐐기(Physical Wedge) 필터는 선형가속기에 정해져 있는 쐐기각도 대로 선속의 중심에 장착해서 선량분포를 변화시킨다[1]. 금속쐐기의 선

* 접수일(2012년 4월 23일), 심사일(2012년 5월 10일), 확정일(2012년 6월 5일)

* 본 논문은 2011년도 춘해보건대학교 학술연구비 지원에 의한 것임

교신저자 : 서태석, (137-701) 서울시 서초구 반포대로 222
가톨릭대학교 의과대학 의공학교실
TEL: 02-2258-7232, FAX: 02-2258-7506
E-mail: suhsanta@catholic.ac.kr

량분포 측정은 물팬텀에서 전리함을 사용하여 측정하였고, 쐐기필터 계수도 전리함을 이용하여 측정한다[2]. 동적쐐기(Enhanced Dynamic Wedge)필터는 임의의 쐐기각을 만들 때 Y1 또는 Y2 콜리메이터가 방사선이 조사되는 동안 움직여서 쐐기각을 만든다. 쐐기각, 조사면, 그리고 모니터 유니트(MU)에 따라서 선량율과 콜리메이터의 속도가 변한다[3]. 동적쐐기의 선량분포 측정은 다중 24채널 전리함(CA 24, Wellhofer, Germany)을 이용해서 측정하고, 동적쐐기계수도 전리함을 이용해서 측정한다[4].

금속쐐기는 철, 구리, 납, 알루미늄과 같은 고밀도 물질로 만들어져 있다. 그러므로 방사선속이 쐐기 투과 시 선량 감쇄와 산란선이 많이 발생한다. 따라서 금속쐐기의 사용은 치료시간과 환자 피부선량을 증가시킨다. 동적쐐기는 콜리메이터를 움직여서 쐐기각을 형성하므로 금속쐐기만큼 치료시간과 환자피부선량이 증가하지 않는다. 그리고 금속쐐기 보다 쐐기각을 많이 만들 수 있으므로 다양한 선량분포의 변화를 줄 수 있다. 그러므로 동적쐐기가 편리하게 환자에게 사용할 수 있으므로 임상에서 많이 사용되고 있다.

쐐기필터는 광자선 치료 시 의체의 여러 부위에 사용되고 있다. 특히 인체의 심부에 위치한 종양보다는 표재성 종양에 많이 사용된다. 광자선을 이용한 종양 치료 시 일반조직 내에 위치한 종양은 불균질 보정 없이 일정한 선량분포를 나타낸다. 그러나 공기층이나 폐에 종양이 위치해 있다면 흡수와 산란의 양이 변해서 선량분포가 변하게 된다. 그러므로 공기, 폐 내에 종양이 위치할 때, 흡수와 산란의 양이 변하기 때문에 치료계획상에서 불균질 보정된 선량분포는 실제 환자 치료에서 선량분포와 차이를 보인다[5]. 쐐기필터가 치료 시에 사용되면 방사선 투과와 산란선 때문에 조직의 종류에 따라서 선량분포에 변화가 나타날 것이다. 그러므로 본 논문의 목적은 조직의 밀도가 다른 고체팬텀, 코르크팬텀, 그리고 공기층에서 동적쐐기필터와 금속 쐐기필터가 사용 될 때 선량분포를 비교하였다. 그리고 금속쐐기필터와 동적쐐기필터가 사용될 때 반음영 영역에서 선량분포를 분석하였다. 2차원적 선량분포 측정에 가장 적합하고, 간편하게 사용할 수 있는 필름을 사용해서 측정하였다.

선량분포 측정 필름은 최근에는 레디오그래픽 필름(EDR2)을 사용하지 않고, 레디오크로믹 필름(Gafchromic EBT2, Internation Specialty Products, Wayne, NJ)을 사용하였다[6]. 레디오그래픽 필름은 조직등가 물질로 만들어지지 않고 현상이 필요하다. 그러므로 현상이 필요 없고 조직등가 물질로 만들어진 레디오크로믹 필름을 사용한다. 레디오크로믹 필름은 공간적인 선량분포측정에서 전리함보다 우수한 공간 해상력을 보인다. 그래서 레디오크로믹 필름은 방사선치료 분야인 선형가속기, 근접치료, 양성자장치, 정위적 방사선 수술 장치 등에 많이 사용되고 있다[7-10]. EBT2 필름은 EBT 필름의 단점인 조사 후 선량의 변화, 자외선과 높은 열에 대한 민감도, 낮은 선량에서 광학 농도 포화가 개선되었다.[11] 그러므로 본 논문에서는 보다 정확한 공간적 선량분포 측정을 위해 EBT2 필름을 사용하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 실험은 쐐기각 기준 깊이에서 선량분포 측정을 위해 Gafchromic EBT2(International Speciality Products, Wayne, NJ) 필름을 사용하였다. EBT2 필름의 활동층(Active layer)은 노란색으로 염색되어 있다. 노란색 염색은 필름의 유제가 균일하게 도포되어 있지 않아서 두께의 차이로 농도가 다르게 측정될 때 일정한 농도를 유지 할 수 있도록 한다. EBT2 필름은 EBT 필름과 다르게 활동층이 한쪽 면에만 도포되어 있다. 그리고 앞쪽 50 ㎛ 폴리에스터 층은 충격이나 액체로부터 보호하는 역할을 한다. EBT2 필름은 EBT 필름보다 52 ㎛ 두껍다[12]. 두께가 두껍기 때문에 스캐너에서 스캔 시 빛의 산란 영향을 조금 줄여줄 수 있다. EBT2 필름의 특징은 조사 후 광학농도 변화가 적고, 자외선과 온도에 영향을 받지 않으며, 40 Gy까지 농도 포화 없이 측정이 가능하다[11].

쐐기필터를 사용하였을 때 선량분포는 선형가속기(21EX, Varian, Palo Alto) 6 MV 에너지를 사용하였다. 쐐기필터는 금속쐐기와 동적쐐기 15°, 60°를 사용하였다. 그리고 측정조건은 SSD 90 ㎝, 조사면 10×10 ㎠에서 측정하였다. 측정 깊이는 50 % 선량분포 깊이에서 측정하지 않고 ICRU 24(1776)에 따라 10 ㎝ 깊이에서 측정하였다.(Fig. 1) 인체 내에서 조직의 밀도가 다를 때 선량분포를 측정하기 위해 다음과 같은 조건으로 선량분포를 측정하였다.

1. 인체 정상조직 내에서 쐐기필터를 사용하였을 때 선량분포는 고체팬텀(SP33, IBA, Gremany)를 사용하여 측정하였다. EBT2 필름은 10 ㎝ 깊이에 위치시키고 10×10 ㎠ 조사면에서 400 MU를 조사하였다.

2. 인체 폐조직 내에서 쐐기필터를 사용하였을 때 선량분포는 자체 제작한 코르크 팬텀(0.3 g/㎤)을 사용하여 측정하였다. 표면에서 3 ㎝ 깊이까지 고체팬텀을 위치시키

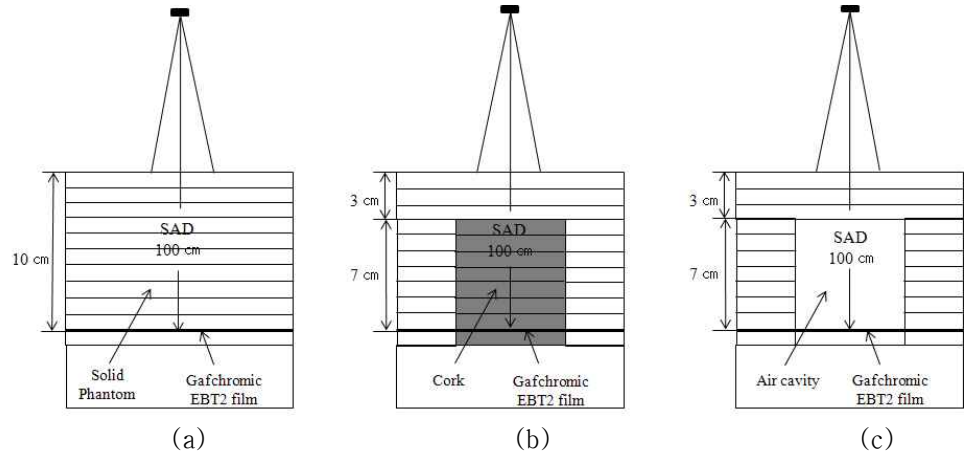


Fig. 1 Schematic of experimental setup. SSD(Source Skin Distance) is fixed on 90 ㎝, and field size 10×10 ㎠. Gafchromic EBT2 film was located at 10 ㎝ depth a) solid phantom, b) 3 ㎝ solid phantom and 7 ㎝ cork phantom, c) 3 ㎝ solid phantom and 7 ㎝ air cavity.

고, 두께 7 ㎝ 코르크팬텀을 놓았다. 그리고 코르크팬텀 아래 EBT2 필름을 위치시키고 10×10 ㎠ 조사면에서 400 MU를 조사하였다.

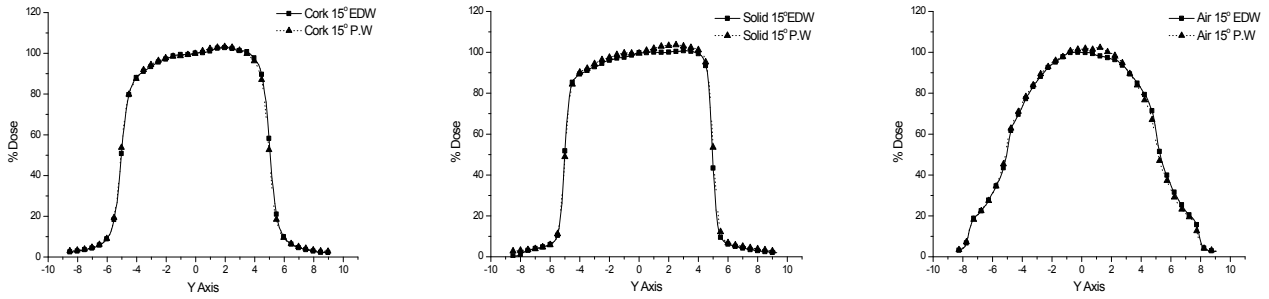
3. 인체 공기층 내에서 쐐기필터를 사용하였을 때 선량분포는 임의로 공기층을 만들어서 측정하였다. 표면에서 3 ㎝ 깊이까지 고체팬텀을 위치시키고 두께 7 ㎝ 공기층을 만들었다. 그리고 공기층 아래 EBT2 필름을 위치시키고 10×10 ㎠ 조사면에서 400 MU를 조사하였다.

조사 후 필름농도의 안정화를 위해 24시간 동안 필름을 보관한 다음 EBT2 필름은 스캐너(Dosimetry Pro, Vidar, VA)를 사용하여 가로방향으로 스캔하였다. EBT2 필름은 스캔방향에 따라 농도치가 달라지므로 필름의 방향성에 영향을 받지 않기 위해 가로방향으로 스캔하였다. 그리고 선량분석 프로그램(OmniPro-IMRT, Wellhofer, Germany)을 이용하여 Y축 방향 중심에서 선량분포를 측정하였다. 인체 조직전자밀도가 다른 부위에 쐐기필터가 사용되었을 때 쐐기필터의 종류에 따른 선량분포의 변화를 분석하였다. 그리고 인체 조직전자밀도가 같은 부의에 동적쐐기필터와 금속쐐기필터를 사용하였을 때 선량분포의 변화를 분석하였다. 쐐기필터를 사용하면 표면선량이 증가 할뿐만 아니라 측방산란선도 증가한다[4]. 그러므로 동적쐐기필터와 금속쐐기필터가 사용될 때 쐐기의 두꺼운 쪽과 얇은 쪽의 반음영 차이에 대해 분석하였다. 그리고 조직전자밀도와 쐐기필터의 종류에 따른 반음영에 대해 분석하였다.

Ⅲ. 결 과

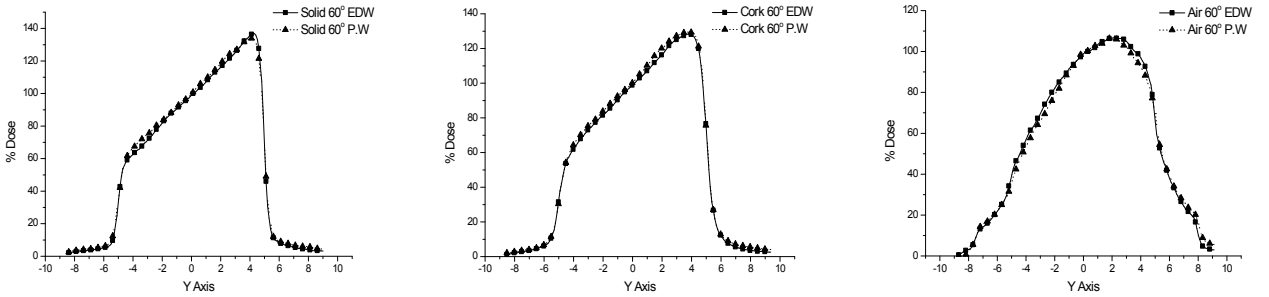
1. 조직전자밀도가 같을 때 동적쐐기필터와 금속쐐기필터의 선량분포

인체 조직의 종류가 같을 때 15°동적쐐기필터와 금속쐐기필터의 사용에 따른 선량분포를 비교하였다. 고체 팬텀에서 선량분포는 금속 쐐기필터의 선량이 동적쐐기필터에서의 선량보다 높게 분포하였다. 선량분포의 차이는 최대 10.1 %, 평균 1.6 %의 차이를 보였다. 그리고 기하학적 본영 범위 90% 선량분포 내에서 1.7% 선량 차이가 나타났으며, 기하학적 조사면 50 % 선량분포 내에서 1.9 % 선량 차이가 나타났다(Fig. 2a). 인체 폐부위에서 선량분포 분석을 위해 코르크를 사용한 팬텀에서 선량분포는 금속쐐기필터의 선량이 동적쐐기필터 선량보다 약간 높게 분포하였다. 선량분포의 차이는 최대 8.5 %, 평균 0.9 %의 차이를 보였다. 그리고 기하학적 본영 범위 90 % 선량분포 내에서 0.7 % 선량 차이가 나타났으며, 기하학적 조사면 50 % 선량분포 내에서 1.0 % 선량 차이가 나타났다(Fig. 2b). 인체 공기층에서 선량분포 분석을 위해 공기층을 이용한 선량분포는 금속 쐐기필터 선량이 동적쐐기필터 선량보다 높게 분포하였다. 공기층에서의 쐐기필터 선량분포는 쐐기필터 각을 형성하지 못하고 둥근 모양의 선량분포를 형성하였다(Fig. 2c). 선량분포의 차이는 최대 6 %, 평균 1.5 %의 차이를 보였다. 그리고 기하학적 본영 범위 90% 선량분포 내에서 1.5 % 선량 차이가 나타났으며, 기하학적 조사면 50 % 선량분포 내에서 1.7 % 차이가 나타났다.



(a) Solid phantom (b) Cork phantom (c) Air cavity

Fig. 2 Dose profiles of 15° Enhanced Dynamic Wedge(EDW) and Physical Wedge(PW) at (a) solid phantom, (b) cork phantom, (c) air cavity



(a) Solid phantom (b) Cork phantom (c) Air cavity

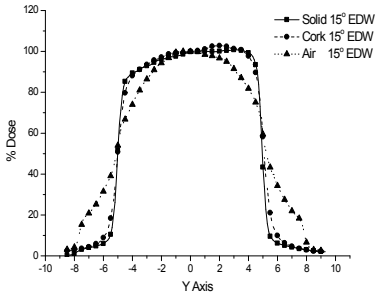
Fig. 3 Dose profiles of 60° Enhanced Dynamic Wedge(EDW) and Physical Wedge(PW) at (a) solid phantom, (b) cork phantom, (c) air cavity

인체 조직의 종류가 같을 때 60 동적쐐기필터와 금속 쐐기필터의 사용에 따른 선량분포를 비교하였다. 15 쐐기필터와 비슷하게 고체 팬텀에서 선량분포는 금속 쐐기필터의 선량이 동적쐐기필터에서의 선량보다 높게 분포하였다. 선량분포의 차이는 최대 6.4 %, 평균 1.8 %의 차이를 보였다. 그리고 기하학적 본영 범위 90 % 선량분포 내에서 1.9 % 선량 차이가 나타났으며, 기하학적 조사면 50% 선량분포 내에서 2.2 % 선량 차이가 나타났다(Fig. 3a). 인체 폐부위에서 선량분포 분석을 위해 코르크를 사용한 팬텀에서 선량분포는 금속 쐐기필터의 선량이 동적쐐기필터 선량보다 높게 분포하였다. 선량분포의 차이는 최대 4.1%, 평균 1.7%의 차이를 보였다. 그리고 기하학적 본영 범위 90% 선량분포 내에서 2.3 % 선량 차이가 나타났으며, 기하학적 조사면 50 % 선량분포 내에서 2.3 % 선량 차이가 나타났다(Fig. 3b). 인체 공기층에서 쐐기필터 선량분포는 약간의 각을 형성하고, 15°쐐기필터와 비슷하게 둥근 모양의 선량분포를 형성하였다(Fig. 3c). 선량분포 차이는 최대 6.6 %, 평균 2.0 %의 차이를 보였다. 그리고 기하학적 본영 범위 90 % 선량분포 내에서 1.5 % 선량 차이가 나타났으며, 기하학적 조사면 50% 선량분포 내에서 2.3 % 차이가 나타났다. 같은 조직 내에서 선량분포는 60°쐐기필터가 15°쐐기필터 보다 큰 차이를 보여주었다.

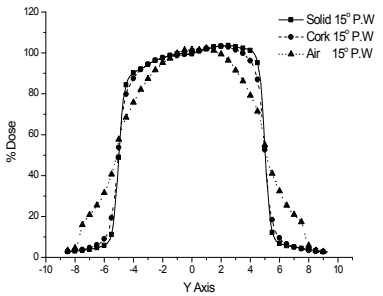
2. 조직전자밀도가 다를 때 쐐기필터의 종류에 따른 선량분포

조직전자밀도가 다를 때 15°동적쐐기필터와 금속 쐐기필터의 사용에 따른 선량분포를 비교하였다. 15°동적쐐기필터가 고체팬텀에서 사용될 때 선량분포를 기준으로 분석하면, 코르크팬텀에서 선량 차이는 평균 2.2 %, 공기층에서 선량 차이는 평균 10.8 % 나타났다(Fig. 4a). 코르크팬텀에서 선량분포는 고체팬텀 선량분포와 ±2 % 이내의 차이를 보이고 있지만, 공기층 선량분포는 ±10 % 차이로 쐐기필터를 사용한 선량분포를 만들어 낼 수 없었다.

15° 금속 쐐기필터가 고체팬텀에서 사용될 때 선량분포를 기준으로 분석하면, 코르크팬텀에서 선량 차이는 평균 1.7%, 공기층에서 선량 차이는 평균 10.4 % 나타났다(Fig. 4b). 금속 쐐기필터에서 선량분포는 동적쐐기필터를 사용했을 때와 비슷하게 공기층에서는 쐐기필터를 사용한 선량분포를 만들어 낼 수 없었다.



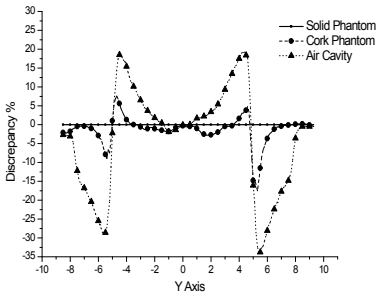
(a) 15° Enhanced Dynamic Wedge



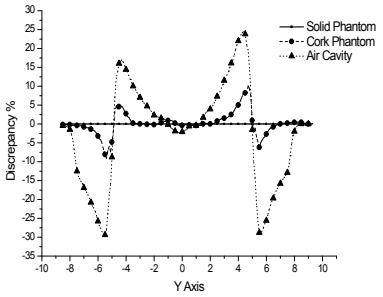
(b) 15° Physical Wedge

Fig. 4 Dose profiles at solid phantom, cork phantom, and air cavity under the (a) 15° enhanced dynamic wedge, (b) 15° physical wedge

15°동적쐐기필터를 사용하였을 때 고체팬텀에서 선량분포를 기준으로 조사면 내에서 선량분포는 코르크팬텀에서 최대 약 8 %, 공기층에서는 최대 약 20 % 정도의 차이가 나타났다. 15°동적쐐기필터를 사용하였을 때 고체팬텀에서 선량분포를 기준으로 조사면 밖 반음영 영역에서 선량분포는 코르크팬텀에서 최대 약 16 %, 공기층에서는 최대 약 34% 정도의 차이가 나타났다(Fig. 5a). 15°금속 쐐기필터를 사용하였을 때 고체팬텀에서 선량분포를 기준으로 조사면 내에서 선량분포는 코르크팬텀에서 최대 약 10 %, 공기층에서는 최대 약 25 % 정도의 차이가 나타났다. 15°금속 쐐기필터를 사용하였을 때 고체팬텀에서 선량분포를 기준으로 조사면 밖 반음영 영역에서 선량분포는 코르크팬텀에서 최대 약 8 %, 공기층에서는 최대 약 30 % 정도의 차이가 나타났다(Fig. 5b).



(a) 15° Enhanced Dynamic Wedge



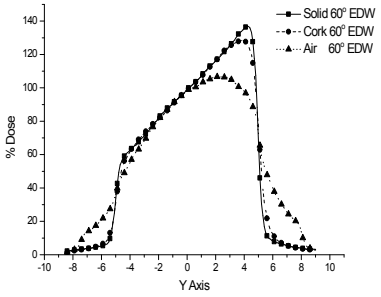
(b) 15° Physical Wedge

Fig. 5 Discrepancy(%) of cork phantom and air cavity dose profile subtracted from solid phantom under the (a) 15° enhanced dynamic wedge, (b) 15° physical wedge

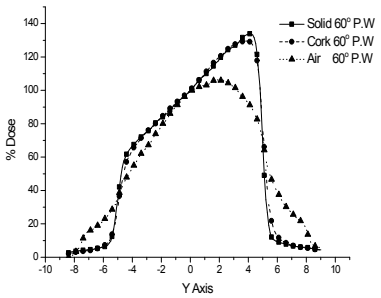
조직전자밀도가 다를 때 60°동적쐐기필터와 금속 쐐기필터의 사용에 따른 선량분포를 비교하였다. 60°동적쐐기필터가 고체팬텀에서 사용될 때 선량분포를 기준으로 분석하면, 코르크팬텀에서 선량 차이는 평균 2.2%, 공기층에서 선량 차이는 평균 11.9 % 나타났다(Fig. 6a). 코르크팬텀에서 선량분포는 고체팬텀 선량분포와 ±2% 정도의 차이를 보이고 있지만, 공기층 선량분포는 약 ±12% 차이로 쐐기필터를 사용한 효과가 나타나지 않았다. 60°고정형 쐐기필터가 고체팬텀에서 사용될 때 선량분포를 기준으로 분석하면, 코르크팬텀에서 선량 차이는 평균 1.8 %, 공기층에서 선량 차이는 평균 13.5 % 나타났다(Fig. 6b). 금속 쐐기필터에서 선량분포는 동적쐐기필터를 사용했을 때와 비슷하게 공기층에서는 쐐기필터를 사용한 선량분포를 만들어 낼 수 없었다.

60°동적쐐기필터를 사용하였을 때 고체팬텀에서 선량분포를 기준으로 조사면 내에서 선량분포는 코르크팬텀에서 최대 약 13 %, 공기층에서는 최대 약 450 % 정도의 차이가 나타났다. 15°동적쐐기필터를 사용하였을 때 고체팬텀에서 선량분포를 기준으로 조사면 밖 반음영 영역에서 선량분포는 코르크팬텀에서 최대 약 15 %, 공기층에서

는 최대 약 35% 정도의 차이가 나타났다(Fig. 7a). 60° 금속 쐐기필터를 사용하였을 때 고체팬텀에서 선량분포를 기준으로 조사면 내에서 선량분포는 코르크팬텀에서 최대 약 10 %, 공기층에서는 최대 약 25 % 정도의 차이가 나타났다. 60°금속 쐐기필터를 사용하였을 때 고체팬텀에서 선량분포를 기준으로 조사면 밖 반음영 영역에서 선량분포는 코르크팬텀에서 최대 약 15 %, 공기층에서는 최대 약 35% 정도의 차이가 나타났다(Fig. 7b).



(a) 60° Enhanced Dynamic Wedge

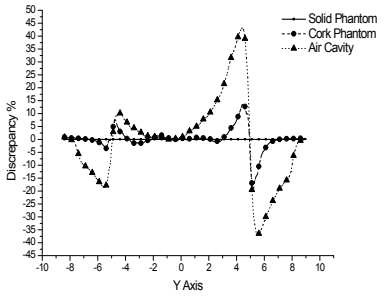


(b) 60° Physical Wedge

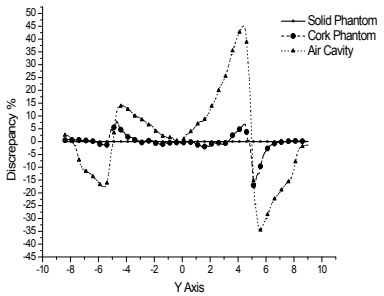
Fig. 6 Dose profiles at solid phantom, cork phantom, and air cavity under the (a) 60° enhanced dynamic wedge, (b) 60° physical wedge

3. 조직전자밀도 및 쐐기필터의 종류에 따른 반음영 분석

같은 쐐기필터 각을 사용했을 때 동적쐐기필터와 금속 쐐기필터 반음영(20 %~80 %)을 분석하였다. 금속 쐐기필터가 최소 1.2 %에서 최대 14.7 %까지 동적쐐기필터보다 반음영의 크기가 높게 나타났으며, 평균 6.4 %정도 높게 반음영이 나타났다. 조직의 밀도가 다를 때 반음영의 크기는 공기층에서 반음영의 크기가 고체팬텀에 비해 1.3배에서 7배 정도 크게 나타났다. 쐐기필터가 두꺼운 부분 반음영의 크기가 얇은 부분 반음영의 크기보다 1 ㎝에서 2 ㎝ 정도 크게 나타났다. 그리고 15°쐐기필터보다 60°쐐기필터의 차이가 크게 나타났다(Table 1).



(a) 60° Enhanced Dynamic Wedge



(b) 60° Physical Wedge

Fig. 7 Discrepancy(%) of cork phantom and air cavity dose profile subtracted from solid phantom under the (a) 60° enhanced dynamic wedge, (b) 60° physical wedge

Table 1 The penumbra of heel and toe at solid phantom, cork phantom, and air cavity by 15°, 60° enhanced dynamic wedge and physical wedge

(unit:㎝)

		15° EDW	15° P.W	60° EDW	60° P.W
Heel (Thick)	Solid phantom	0.61	0.7	2.94	2.99
	Cork phantom	0.95	1.01	2.93	2.98
	Air cavity	3.53	3.45	3.96	4.39
Toe (Thin)	Solid phantom	0.5	0.57	0.4	0.43
	Cork phantom	0.81	0.82	0.65	0.67
	Air cavity	3.07	3.19	2.73	3.1

Ⅳ. 고찰 및 결론

조직의 밀도가 같을 때 동적쐐기필터와 금속 쐐기필터의 선량분포는 금속 쐐기필터 선량이 동적쐐기필터 선량보다 높게 나타났다. 고에너지 광자선 치료에서 선량분포 변화를 위해 금속 쐐기필터가 사용되면 산란선이 증가하게 된다. 그러므로 금속 쐐기필터가 사용되면 산란선의 영향으로 동적쐐기필터보다 선량이 증가하게 된다. 본 연구에서는 10 ㎝에서 선량분포가 측정되었는데 금속 쐐기필터의 선량분포가 높게 형성되었다. 피부 쪽에서 선량은 산란선의 영향을 더 많이 받으므로 피부선량이 더 증가한다[13]. 그러므로 피부선량을 줄이기 위해서는 동적쐐기필터 사용을 권고하고 있다.

쐐기필터의 두꺼운 부분과 얇은 부분 밖에서 반음영의 크기는 두꺼운 부분에서 크게 나타났다. 그리고 금속 쐐기필터에서 반음영이 동적쐐기필터 보다 크게 나타났다. 두꺼운 부분에서 산란선이 많이 발생하므로 반음영이 크기가 증가 하였다. 그리고 금속 쐐기필터에서 산란선이 많이 발생하므로 반음영이 크기가 증가하였다.

조직전자밀도가 다른 부위에 쐐기필터의 종류에 따른 선량분포는 고체팬텀과 코르크 팬텀에서 2 % 이내 차이를 나타내고 있었다. 그러나 공기층에서 선량분포는 고체팬텀이나 코르크 팬텀의 선량분포와 큰 차이를 보이고 있다. 공기층에서 선량분포는 쐐기필터를 사용한 선량분포 형성이 되고 있지 않다. 공기층에서 2차전자의 발생이 고체나 코르크팬텀에서 발생과 다르기 때문에 나타난다. 종양의 위치가 공동에 위치하고 있을 때, 쐐기필터를 사용하면 선량분포가 일반조직과 다르게 분포하리라 예상할 수 있다. 인체 조직 밀도가 연조직, 폐, 공기와 같이 다를 때, 고에너지 방사선 치료에서 방사선의 투과, 흡수, 산란이 변한다. 그러므로 치료계획 장치에서 조직의 밀도가 다른 부위 방사선치료는 불균질 보정이 이루어 져야한다.[5] 쐐기필터를 사용하였을 때 선량분포는 물팬텀에서 측정한 선량분포와 쐐기필터 인자를 사용한다. 그러므로 치료계획 시에 폐나, 공기가 포함된 치료영역에서 쐐기필터가 사용될 때, 불균질 보정이 되었는지 확인해야 한다. 쐐기필터를 이용한 불균질 부분의 방사선치료가 시행된다면, 실험적 선량분포와 치료계획상 선량분포에 대한 비교가 연구되어야 할 것이다. 실험적 선량분포의 분석은 필름을 사용하므로 간편하고, 정확하게 공간적 선량분포를 얻을 수 있다.

참 고 문 헌

1. F. G. Abrath, J. A. Purdy : Wedge design and dosimetry for 25 MV X ray, Radiology, 136, 757-762, 1980
2. E. C. McCullough, Janet Gortney, C Robert Blackwell : A depth dependence determination of the wedge transmission factor for 4-10 MV pho-ton beams, Med. Phys., 15, 621, 1988
3. D. Fontanarosa, L. C. Oriandini, I. Andriani, L. Bernardi : Commissioning Varian enhanced dy-namic wedge in the PINNACLE treatment plan-ning system using Gafchromic EBT film, Med. Phys., 36, 4504-4510, 2009
4. JW Lee, S Hong, TS Suh, et al. : Comparison of enhanced dynamic wedge with physical metal wedge based on the basic dosimetry parameters, KSMP, 16(2), 70-76, 2005
5. 김연래, 서태석, 고신관, 이정우 : 공동의 존재시 실험적 선량분포와 치료계획상의 선량분포 비교, 방사선기술과학, 33(3), 261-268, 2010
6. E. E. Wilcox, G. M. Daskalov, L. Nedialkova : Comparison of the Epson Expression 1680 flatbed and the Vidar VXR-16 Dosimetry PRO film scanners for use in IMRT dosimetry using Gafchromic and radiographic film, Med. Phys., 34, 41-48, 2007
7. S. Chiu-Tsao, J. Munro, L. Harrison : Radiochormic film dosimetry for a new type of I-125 seed: Determination of TG-43 parameters, Med. Phys., 33, 2133-2140, 2006
8. S. Chiu-Tsao, D. Medich, J. Munro : The use of new Gafchromic EBT film for 125I seed dosim-etry in solid water phantom, Med. Phys., 35, 3787-3799, 2008
9. S. M. Vatnitsky : Radiochromic film dosimetry for clinical proton beam, Appl. Radiat. Isot., 48, 643-651, 1997
10. E. E. Wilcox, G. M. Daskalov : Evaluation of Gafchromic EBT film for Cyberknife dosimetry, Med. Phys., 34, 1967-1974, 2007
11. C. Andres, A. del Castillo, R. Tortosa, D. Alonso : A comprehensive study of the Gafchromic EBT2

radiochromic film. A comparison with EBT, Med. Phys., 37, 2671-2678, 2010
12. Gafchromic EBT2 Technical Brief Revision 1, International Speciality Products, Wayne, NJ, 2009
13. R. Shih, X. Allen Li, James C. H. Chu : Dynamic wedge versus physical wedge: A Monte Carlo study, Med. Phys., 28, 612-619, 2001

• Abstract

Dose Distribution According to the Tissue Composition Using Wedge Filter by Radiochromic Film

Yon-Lae Kim[1,4] · Jeong-Woo Lee[2,5] · Byung-Moon Park[2] · Jae-Yong Jung[3,4]
Ji-Yeon Park[4] · Tae-Suk Suh[4]

[1] *Department of Radiologic Technology, Choonhae College of Health Sciences*
[2] *Department of Radiation Oncology, Konkuk University Hospital*
[3] *Department of Radiation Oncology, Sanggye Paik Hospital*
[4] *Department of Biomedical Engineering, The Catholic University*
[5] *Research Institute of Health Science, Korea University*

The purpose of this study is to analyze the dose distribution when wedge filter is used in the various tissue electron density materials. The dose distribution was assessed that the enhanced dynamic wedge filter and physical wedge filter were used in the solid water phantom, cork phantom, and air cavity. The film dosimetry was suitable simple to measure 2D dose distribution. Therefore, the radiochromic films (Gafchromic EBT2, ISP, NJ, USA) were selected to measure and to analyze the dose distributions.

A linear accelerator using 6 MV photon were irradiated to field size of 10×10 ㎠ with 400 MUs. The dose distributions of EBT2 films were analyzed the in-field area and penumbra regions by using dose analysis program.

In the dose distributions of wedge field, the dose from a physical wedge was higher than that from a dynamic wedge at the same electron density materials. A dose distributions of wedge type in the solid water phantom and the cork phantom were in agreements with 2%. However, the dose distribution in air cavity showed the large difference with those in the solid water phantom or cork p

hantom dose distributions. Dose distribution of wedge field in air cavity was not shown the wedge effect. The penumbra width, out of the field of thick and thin, was observed larger from 1 ㎝ to 2 ㎝ at the thick end. The penumbra of physical wedge filter was much larger average 6 % than the dynamic wedge filter.

If the physical wedge filter is used, the dose was increased to effect the scatter that interacted with photon and physical wedge. In the case of difference in electron like the soft tissue, lung, and air, the transmission, absorption, and scattering were changed in the medium at high energy photon. Therefore, the treatment at the difference electron density should be inhomogeneity correction in treatment planning system.

Key Words : tissue electron density, physical wedge filter, enhanced dynamic wedge filter, radiochromic film, dose distribution