

Dose Distribution of Wedge filter by Dose Rate in LINAC

Taehyeong Gwon*, Seunguk Kim**, Yonghak Yoon****, Doyeon Won**, Kyeonghwan Jeong**,
Jaeun Jung**, Juneho Cho***

Department of Administration team, Kangwon Natinal University*, Department of Radiological Science, Daegu Health
College**, Department of Radiopharmaceutical team, Carecamp(inc)***,
Department of Radiology, Chilgok Catholic University Hospital****

선형가속기의 선량율에 따른 췌기필터의 선량분포

*, **, ****, **, **, **, ***
*, **, (), ***, 가 ****

Abstract

This study is aimed at assessing whether dynamic wedge filters are appropriate to be used instead of physical wedge filters. The X-ray energy generated from linear accelerator is commercialize 6 MV and 10 MV. 15°, 30°, 45°, and 60° of physical wedge filter was irradiated by dose rate 100, 200, 300, 400, 500, and 600 MU/min for each angle and for comparison with a dynamic wedge filter, irradiate 96 times under the same conditions. The measurement conditions are as 100 cm source-film distance and 10 × 10 cm irradiated surface. A developed film was scanned and analyzed after a calibration through a dose analysis program and the dose rate was compared after calculating the standard deviation. Dynamic wedge filters make dose, scattered rays and treatment time reduced and very useful due to less irradiated doses to patients. The errors at each dose rate under the same conditions were irrelevant. Thus, treatment based on a high dose rate depending on the patient is expected to be feasible.

Keyword : radiation therapy, linear accelerator, wedge filter, dynamic wedge filter, physical wedge filter

요 약

이 연구는 금속췌기필터를 대신하여 동적췌기필터를 사용할 수 있을지에 대한 적정성 평가에 관한 것이다. 선형가속기에서 발생하는 엑스선 에너지는 6 MV, 10 MV로 상용화되어있다. 금속췌기필터의 15°, 30°, 45°, 60°에 각각 100, 200, 300, 400, 500, 600 선량율(MU/min)로 48번 조사하였고, 동적췌기필터와의 비교를 위해 같은 조건으로 총 96번 조사하였다. 측정조건은 선원필름간 거리 100cm, 조사면 10×10cm 로 측정하였다. 현상된 필름을 스캔하여 선량분석프로그램으로 교정 후 분석하였고, 표준편차를 구해 선량율을 비교하였다. 동적췌기필터는 선량, 산란선 및 치료시간을 감소시키며, 환자에 조사되는 선량이 적어 매우 유용하다. 동일한 조건에서 선량율에 따른 오차는 연관성이 없으므로 환자의 상황에 따라 고선량율의 치료를 사용하는 것도 가능할 것으로 생각된다.

중심단어 : 방사선치료, 선형가속기, 웨지필터, 동적췌기필터, 금속췌기필터

I. INTRODUCTION

방사선 치료에 있어서 비정형적인 종양의 모양과 위치에 따라서 등선량 분포에 변화를 주게 되는데 방사선이 종양에 닿기 전에 각도를 가지는 차폐물을 위치시킴으로서 그 등선량 분포의 변형이 가능하다. 그 중에서 가장 흔하게 사용되고 있는 차폐물이 췌기필터(wedge filter)이다[1]. 그 중 금속췌기필터(physical wedge filter, PW)는 선형가속기(linear accelerator, LINAC)의 콜리메이터 부분에 장착하며 철이나 납처럼 원자번호가 높은 물질을 사용하여 췌기모양을 만들어 낸다. 조직 내 방사선 등선량 분포곡선을 원하는 방향으로 기울여 췌기 모양의 등선량 분포를 얻는데 실질적으로 방사선치료에 있어서는 등선량 분포곡선의 기울기를 기준으로 제작된 15°, 30°, 45°, 60° 췌기필터가 사용되고 있다[2]. 또한 최근 들어 컴퓨터를 이용하여 제어되는 콜리메이터의 움직임을 통해 상기한 금속췌기필터에서와 같은 등선량 분포곡선을 얻을 수 있는 동적췌기필터(dynamic wedge filter, DW)가 소개되었다[3]. 이는 독립적인 조리개(independent jaw)가 움직이는 동안 선량율(dose rate)을 조절하는 것이다. 선량분포를 다양하게 줄 수 있으므로 여러 각도의 췌기필터 각을 만들어 낼 수 있다[4]. 1980년 마츠다(Matsuda)가 다엽조준기(multi leaf collimator, MLC)는 동적췌기필터를 위한 필수장비라고 발표한 바 있다. 이후 1990년 리비트(Leavitt)가 선형가속기(2100C, Varian, USA)에 동적췌기필터를 최초로 적용시켰다[5~7].

이로서 3차원입체조형치료(three dimensional conformal radiotherapy)나 방사선이 조사되는 도중 다엽조준기가 각각 움직이며 치료하는 강도조절 방사선치료(intensity modulated radiation therapy, IMRT)와 같은 치료법을 이용하여 정상조직에는 방사선의 피폭을 최소화하고 종양에 최적의 선량을 조사하는 치료가 가능하게 되었다[8~10]. 뿐만 아니라 방사선이 금속췌기필터를 투과하는 것과 달리 콜리메이터에 의해 등선량 분포곡선이 변하므로 선량의 감쇄현상이 적고, 물리적으로 장착하지 않으므로 노동과 시간이 절약되며 기술자의 부주의로 인한 사고를 예방할 수 있다[2].

이처럼 다엽조준기를 비롯한 췌기필터를 사용하기

에 앞서 선량측정(dosimetry)이 중요한 요소이다[11,12].

이에 본 연구에서는 평탄도를 중점으로 동일한 조건하에 선형가속기의 선량율의 변화에 따른 금속췌기필터와 동적췌기필터의 평탄도를 비교분석하여 동적췌기필터의 임상 적용 타당성을 확보하고자 한다.

II. EXPERIMENTAL AND METHOD

1. 실험장비 및 실험방법

선형가속기를 이용하여 6 MV, 10 MV 에너지의 X 선을 상용화되어있는 금속췌기필터의 15°, 30°, 45°, 60°에 각도 당 100, 200, 300, 400, 500, 600 선량율(MU/min)로 48번 조사하였고, 동적췌기필터와의 비교를 위해 같은 조건으로 총 96번 조사하였다. 측정조건은 선원필름간 거리 100cm, 조사면 10×10cm로 측정하였다[Fig. 1,2].

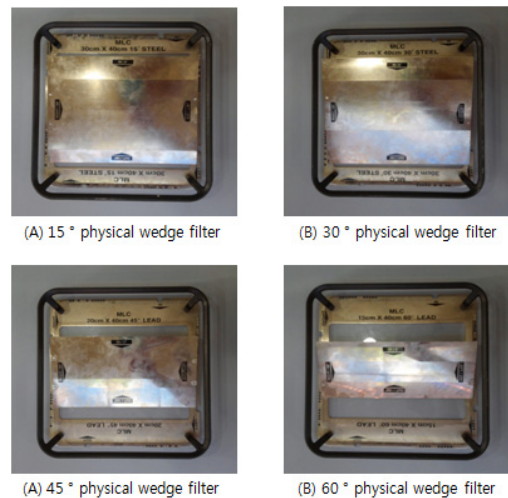


Fig. 1. Type of physical wedge filter.

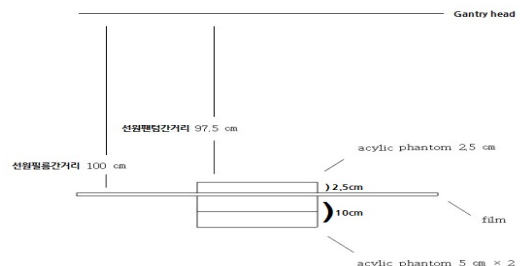


Fig. 2. Schematic diagram by source film distance.

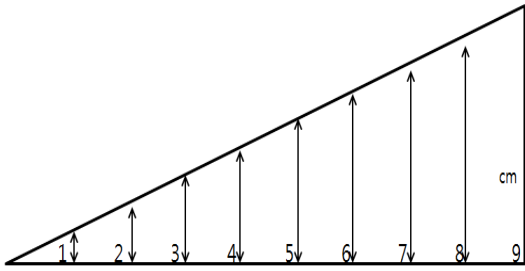


Fig. 3. Cross section of a physical wedge filter.

[Fig. 3]에서와 같이 조사면 세로 10cm에서 얇은 쪽에서 두꺼운 쪽으로 스캔을 하였으며 조사면은 1cm 간격으로 측정된 값을 나타내었다. 방사선을 조사한 필름(X-OMAT V, Kodak, USA)을 현상(QX-130 II, Konica, Japan) 후 스캐너(express Ion 10000 XL, Epson, USA)를 이용하여 전문가 모드(48비트컬러, 75해상도)로 스캔하였다. 사용된 필름은 1cGy ~ 150cGy까지 측정이 가능하다. 본 실험에서는 50모니터 단위(monitor unit, MU)의 동일한 선량으로 조사하였다. 선량분석 프로그램(OmniPro-IMRT, Wellhofer, Germany)은 25 단계 필름을 이용하여 교정 후 분석하였고, 최대값을 100%로 설정하여 선량을 비교하고 모집단의 표준편차를 구하였다.

$$\text{모집단의 표준편차} = \sqrt{\frac{\sum(x - \mu)^2}{n}} \quad (1)$$

III. RESULT

6 MV, 10 MV X선, 15~60°금속폐기필터와 동적폐기필터의 백분율은 선량을 100~600 MU/min에서 1~9지점까지의 측정값은 [Tab. 1~8]과 같이 나타났다.

Table 1. Distance from percent of 15° dynamic and physical wedge filter for 6 MV X-ray by dose rate

MU / cm	100		200		300		400		500		600	
	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW
1	99.7	98.9	99.6	99.0	98.9	98.8	99.3	99.1	99.4	99.2	99.3	98.9
2	99.6	98.8	99.4	98.9	99.1	98.7	99.2	98.9	99.1	98.9	99.4	98.8
3	99.3	98.4	99.1	98.8	98.7	98.4	99.2	98.7	99.1	98.6	98.9	98.7
4	99.0	98.3	99.0	98.3	98.3	98.1	98.9	98.6	98.9	98.2	98.6	98.5
5	98.7	97.9	98.9	97.9	98.2	97.9	98.4	98.0	98.7	97.9	98.0	98.0
6	98.4	97.8	98.4	97.5	98.2	97.9	98.3	97.9	98.3	97.7	98.3	97.9
7	98.5	97.4	98.6	97.4	97.9	97.5	98.0	97.6	98.5	97.4	98.1	97.9
8	98.	96.8	98.2	97.0	97.6	96.8	97.9	97.4	98.0	97.3	98.0	97.4
9	97.7	96.8	97.4	96.7	97.3	96.6	97.4	96.8	97.4	96.8	97.3	97.0

6 MV X선, 15° 동적폐기필터의 지점에 따른 표준편차는 식 1에 의해서 1지점부터 9지점까지 0.256, 0.182, 0.197, 0.254, 0.292, 0.068, 0.274, 0.188, 0.134로 나타났다. 금속폐기필터의 지점에 따른 표준편차는 0.134, 0.074, 0.152, 0.169, 0.047, 0.146, 0.179, 0.260, 0.121로 나타났다.

6 MV에서 15° 동적폐기필터와 금속폐기필터의 비교에서 1cm에서 0.1%, 2cm에서 0.4%, 3cm에서 0.3%, 4cm에서 0.2%, 5cm에서 0.3%, 6cm에서 0.3%, 7cm에서 0.4%, 8cm에서 0.8%, 9cm에서 0.7%의 차이를 나타냈다 [Fig. 4].

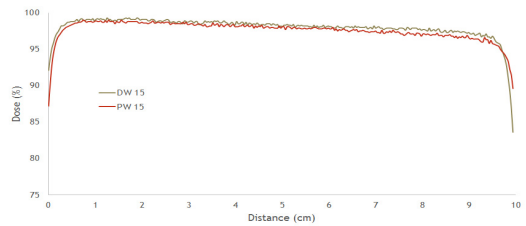


Fig. 4. Compare 15° dynamic and physical wedge filter for 6 MV X-ray in the dose rate of 300 MU/min.

Table 2. Distance from percent of 30° dynamic and physical wedge filter for 6 MV X-ray by dose rate

MU / cm	100		200		300		400		500		600	
	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW
1	99.5	99.1	99.5	99.3	99.4	99.3	99.4	99.7	99.5	99.3	99.4	99.2
2	98.8	99.1	99.2	99.2	98.8	99.2	99.2	98.9	98.9	99.0	99.0	98.7
3	98.4	98.6	98.5	98.2	98.3	98.4	98.5	98.3	98.2	98.5	98.6	98.7
4	97.9	98.0	97.6	97.7	97.8	98.2	98.2	97.8	97.8	98.0	98.0	98.3
5	97.2	96.8	97.0	96.8	97.4	97.5	97.5	97.1	97.2	97.4	97.4	97.3
6	96.6	96.4	96.7	96.2	97.0	96.8	97	96.5	96.8	96.9	96.9	96.8
7	96.3	95.8	96.1	96.0	96.4	96.1	96.5	96.0	96.1	96.0	96.4	96.5
8	95.8	94.8	95.4	95.0	95.9	95.3	96.4	95.2	95.6	95.6	96.2	95.4
9	95.	93.5	94.9	94.2	94.9	94.6	95.6	94.0	94.9	94.7	95.2	94.8

6 MV X선, 30° 동적폐기필터의 지점에 따른 표준편차는 1지점부터 9지점까지 0.050, 0.167, 0.134, 0.186, 0.167, 0.149, 0.152, 0.338, 0.251로 나타났다. 금속폐기필터의 지점에 따른 표준편차는 0.186, 0.177, 0.170, 0.208, 0.275, 0.251, 0.213, 0.260, 0.454로 나타났다.

6 MV에서 30° 동적폐기필터와 금속폐기필터의 비교에서 1cm에서 0.1%, 2cm에서 0.4%, 3cm에서 0.1%, 4cm에서 0.4%, 5cm에서 0.1%, 6cm에서 0.2%, 7cm에서 0.3%, 8cm에서 0.6%, 9cm에서 0.3%의 차이를 나타냈다 [Fig. 5].

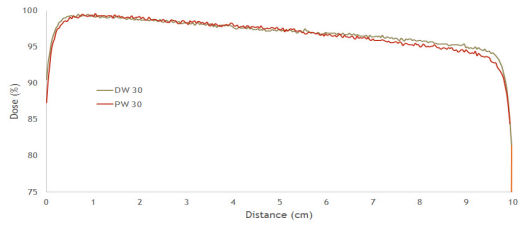


Fig. 5. Compare 30° dynamic and physical wedge filter for 6 MV X-ray in the dose rate of 300 MU/min.

Table 3. Distance from percent of 45° dynamic and physical wedge filter for 6 MV X-ray by dose rate

MU/min cm	100		200		300		400		500		600	
	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW
1	99.2	99.2	99.5	99.3	99.3	99.5	99.3	99.4	99.5	99.5	99.6	99.3
2	98.5	98.4	98.7	98.7	98.5	98.6	98.6	98.7	98.9	98.4	98.6	98.5
3	97.6	97.3	97.9	97.8	97.5	97.8	97.5	97.7	97.7	97.8	97.8	97.7
4	96.7	96.3	97.0	96.6	96.4	96.4	96.2	97.0	96.6	96.5	96.8	96.6
5	95.2	95.1	95.9	95.8	95.5	95.4	95.0	95.6	95.9	95.8	95.6	95.8
6	94.5	94.5	94.9	95.0	94.5	94.6	94.0	94.9	94.6	94.7	94.7	94.9
7	93.7	93.9	94.1	94.0	93.3	93.3	93.2	94.0	93.9	93.6	93.5	94.0
8	92.4	92.6	93.0	93.3	92.4	92.2	92.0	93.2	92.6	92.6	92.7	93.1
9	91.3	91.3	91.7	91.7	90.8	90.8	91.2	91.9	91.6	91	91.5	92.1

6 MV X선, 45° 동적췌기필터의 지점에 따른 표준편차는 1지점부터 9지점까지 0.141, 0.137, 0.149, 0.260, 0.333, 0.274, 0.318, 0.307, 0.298로 나타났다. 금속췌기필터의 지점에 따른 표준편차는 0.110, 0.125, 0.177, 0.221, 0.260, 0.179, 0.264, 0.394, 0.471로 나타났다.

6 MV에서 45° 동적췌기필터와 금속췌기필터의 비교에서 1cm에서 0.2%, 2cm에서 0.1%, 3cm에서 0.3%, 4cm에서 0%, 5cm에서 0.1%, 6cm에서 1%, 7cm에서 0%, 8cm에서 0.2%, 9cm에서 0%의 차이를 나타냈다[Fig. 6].

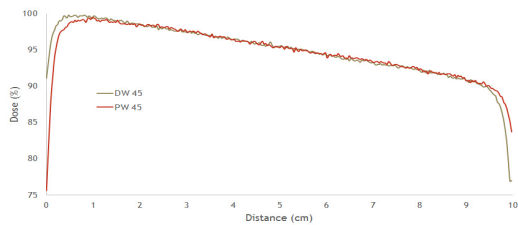


Fig. 6. Compare 45° dynamic and physical wedge filter for 6 MV X-ray in the dose rate of 300 MU/min.

Table 4. Distance from percent of 60° dynamic and physical wedge filter for 6 MV X-ray by dose rate

MU/min cm	100		200		300		400		500		600	
	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW
1	99.4	98.7	99.4	99.1	99.2	98.6	99.3	99.0	99.5	98.6	99.5	98.7
2	98.3	97.1	98.0	97.1	98.3	96.6	98.2	96.8	98.0	96.5	98.1	96.4
3	96.7	95.1	96.6	95.3	96.9	94.7	96.6	94.9	96.8	94.4	96.7	94.5
4	95.1	93.0	95.1	93.3	94.9	92.5	95.0	93.0	95.4	93.0	95.1	92.4
5	93.3	91.2	93.5	91.1	93.3	90.5	93.2	90.9	93.7	90.3	93.6	90.2
6	91.6	88.8	91.6	89.0	91.4	88.1	91.4	88.4	91.9	87.9	92.0	88.0
7	89.7	86.8	89.5	86.9	89.7	86.3	89.7	86.7	90.1	86.2	90.1	85.8
8	87.6	84.5	87.9	85.0	87.7	84.0	87.6	84.7	88.0	83.8	88.2	84.2
9	85.4	82.5	85.8	82.8	85.2	82.2	85.6	82.7	86.2	82.0	86.0	81.9

6 MV X선, 60° 동적췌기필터의 지점에 따른 표준편차는 1지점부터 9지점까지 0.106, 0.125, 0.106, 0.152, 0.179, 0.229, 0.223, 0.221, 0.341로 나타났다. 금속췌기필터의 지점에 따른 표준편차는 0.195, 0.275, 0.318, 0.314, 0.387, 0.410, 0.386, 0.410, 0.340로 나타났다.

6 MV에서 60° 동적췌기필터와 금속췌기필터의 비교에서 1cm에서 0.6%, 2cm에서 1.7%, 3cm에서 2.2%, 4cm에서 2.4%, 5cm에서 2.8%, 6cm에서 3.3%, 7cm에서 3.4%, 8cm에서 3.7%, 9cm에서 3%의 차이를 나타냈다 [Fig. 7].

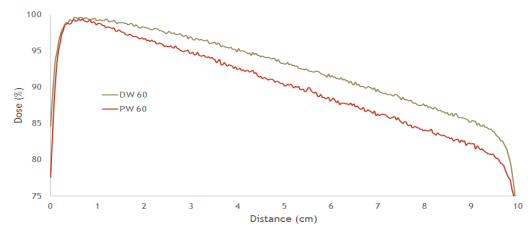


Fig. 7. Compare 60° dynamic and physical wedge filter for 6 MV X-ray in the dose rate of 300 MU/min.

Table 5. Distance from percent of 15° dynamic and physical wedge filter for 10 MV X-ray by dose rate

MU/min cm	100		200		300		400		500		600	
	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW
1	99.4	99.1	99.5	99.5	99.3	99.3	99.2	99.3	99.4	99.1	99.2	99.5
2	99.4	99.4	99.4	99.6	99.3	99.4	99.1	99.3	99.4	99.2	99.4	99.5
3	99.2	98.9	99.2	99.0	99.3	99.2	98.6	99.2	99.2	98.8	99.1	99.0
4	98.8	98.4	99.1	98.9	98.9	98.8	98.4	99.0	99.0	98.6	99.2	98.7
5	98.7	98.4	98.7	98.5	98.7	98.5	98.6	98.9	98.9	98.4	98.5	98.6
6	98.4	98.3	98.3	98.4	98.4	98.3	98.2	98.4	98.7	98.2	98.6	98.6
7	98.2	98.2	98.4	98.2	98.1	98.1	98.2	98.1	98.2	97.9	98.5	98.1
8	98.0	97.6	97.9	98.2	98.2	97.5	97.8	98.1	97.9	97.7	98.0	97.9
9	97.7	97.1	97.9	97.7	98.0	97.1	97.9	97.7	97.8	97.2	98.0	97.6

10 MV X선, 15° 동적췌기필터의 지점에 따른 표준 편차는 1지점부터 9지점까지 0.110, 0.110, 0.230, 0.258, 0.121, 0.169, 0.137, 0.124, 0.106로 나타났다. 금속췌기필터의 지점에 따른 표준편차는 0.163, 0.129, 0.146, 0.197, 0.170, 0.124, 0.100, 0.256, 0.270로 나타났다.

10 MV에서 15° 동적췌기필터와 금속췌기필터의 비교에서 1cm에서 0%, 2cm에서 0.1%, 3cm에서 0.1%, 4cm에서 0.1%, 5cm에서 0.2%, 6cm에서 0.1%, 7cm에서 0%, 8cm에서 0.7%, 9cm에서 0.9%의 차이를 나타냈다[Fig. 8].

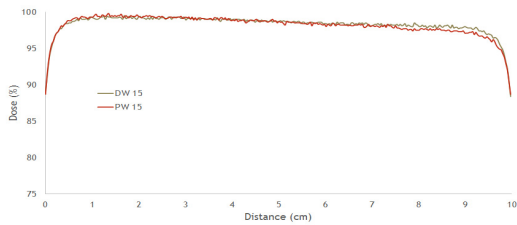


Fig. 8. Compare 15° dynamic and physical wedge filter for 10 MV X-ray in the dose rate of 300 MU/min.

Table 6. Distance from percent of 30° dynamic and physical wedge filter for 10 MV X-ray by dose rate

cm	100		200		300		400		500		600	
	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW
1	99.5	99.3	99.2	99.5	99.1	99.4	99.6	99.3	99.4	98.8	98.8	99.8
2	99.1	99.4	99	99.3	98.8	99.2	99.3	99.1	99.1	99.1	98.5	99.2
3	98.4	98.8	98.6	98.9	98.6	98.9	99.0	98.9	98.5	98.8	98.1	98.9
4	97.9	98.3	97.8	98.4	98.1	98.3	98.5	98.4	98.2	97.7	97.5	98.1
5	97.3	97.7	97.3	97.6	97.6	97.5	98.0	97.8	97.7	96.9	97.1	97.6
6	96.7	97.1	97.0	97.2	97.1	97.3	97.5	96.9	97.3	96.6	96.9	97.1
7	96.4	96.6	96.8	96.6	96.9	96.8	97.1	96.6	97.0	96.1	96.6	96.5
8	95.8	96.4	96.2	96.1	96.3	96.1	97.0	96.0	96.7	95.6	96.0	96.3
9	95.3	95.3	95.8	94.9	95.5	95.0	96.2	95.1	96.1	94.5	95.6	95.3

10 MV X선, 30° 동적췌기필터의 지점에 따른 표준 편차는 1지점부터 9지점까지 0.268, 0.256, 0.268, 0.316, 0.300, 0.260, 0.238, 0.406, 0.320로 나타났다. 금속췌기필터의 지점에 따른 표준편차는 0.298, 0.106, 0.047, 0.244, 0.291, 0.228, 0.213, 0.254, 0.273로 나타났다.

10 MV에서 30° 동적췌기필터와 금속췌기필터의 비교에서 1cm에서 0.3%, 2cm에서 0.4%, 3cm에서 0.3%, 4cm에서 0.2%, 5cm에서 0.1%, 6cm에서 0.2%, 7cm에서 0.1%, 8cm에서 0.2%, 9cm에서 0.5%의 차이를 나타냈다 [Fig. 9].

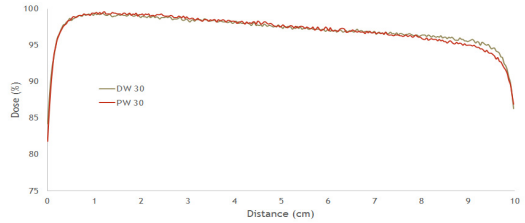


Fig. 9. Compare 30° dynamic and physical wedge filter for 10 MV X-ray in the dose rate of 300 MU/min.

Table 7. Distance from percent of 45° dynamic and physical wedge filter for 10 MV X-ray by dose rate

cm	100		200		300		400		500		600	
	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW
1	99.5	99.1	99.7	99.3	99.3	99.3	99.5	99.3	99.4	99.1	99.6	99.4
2	98.6	98.3	99.0	98.8	98.7	98.7	99.0	98.5	98.8	98.5	99.1	98.8
3	97.7	97.3	98.3	97.8	98.2	97.8	98.4	97.6	98.2	97.8	98.1	97.8
4	96.9	96.2	97.1	96.7	97.2	96.3	97.5	96.4	97.3	96.7	97.2	97.2
5	95.7	95.3	95.9	95.5	96.5	95.6	96.5	95.6	96.4	95.8	96.5	96.0
6	95.3	94.2	95.1	94.4	95.7	94.4	95.9	94.6	95.4	94.9	95.7	95.2
7	94.0	93.0	94.5	93.4	94.7	93.1	94.8	93.7	94.8	93.9	95.1	94.5
8	93.4	92.2	93.8	92.5	93.6	92.0	94.2	92.7	93.8	93.1	94.2	93.6
9	92.2	90.4	92.9	90.9	92.6	90.7	93.3	91.2	92.9	91.6	93.2	92.0

10 MV X선, 45° 동적췌기필터의 지점에 따른 표준 편차는 1지점부터 9지점까지 0.129, 0.179, 0.221, 0.182, 0.325, 0.273, 0.340, 0.292, 0.368로 나타났다. 금속췌기필터의 지점에 따른 표준편차는 0.111, 0.182, 0.186, 0.333, 0.221, 0.338, 0.509, 0.539, 0.540로 나타났다.

10 MV에서 45° 동적췌기필터와 금속췌기필터의 비교에서 1cm에서 0%, 2cm에서 0%, 3cm에서 0.4%, 4cm에서 0.9%, 5cm에서 0.9%, 6cm에서 1.3%, 7cm에서 1.6%, 8cm에서 1.6%, 9cm에서 1.9%의 차이를 나타냈다[Fig. 10].

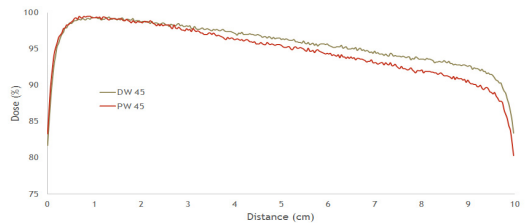


Fig. 10. Compare 45° dynamic and physical wedge filter for 10 MV X-ray in the dose rate of 300 MU/min.

Table 8. Distance from percent of 60° dynamic and physical wedge filter for 10 MV X-ray by dose rate

MU/min	100		200		300		400		500		600	
	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW	DW	PW
1	99.5	99.1	99.7	99.4	99.6	99.2	99.6	99.2	99.6	98.7	99.4	99.6
2	98.7	97.3	98.9	97.8	98.9	98.0	98.6	97.3	98.8	97.2	98.9	97.4
3	97.5	95.3	97.7	96.0	97.7	95.7	97.6	95.6	97.8	95.4	97.8	95.9
4	96.1	93.6	96.3	94.0	96.4	93.8	96.6	93.4	96.8	93.3	96.7	93.3
5	94.8	91.9	94.9	92.2	95.3	91.8	95.4	91.6	95.5	91.1	95.3	91.4
6	93.4	89.6	93.6	89.8	93.9	89.6	93.6	89.5	94.2	89.2	94.0	89.4
7	91.9	87.5	92.2	87.9	92.2	87.4	92.3	87.8	92.9	86.8	93.2	87.5
8	90.5	85.7	90.5	86.5	91.0	85.9	90.9	85.7	91.5	85.3	91.7	86.1
9	88.6	83.4	88.6	84.5	88.9	83.7	89.2	83.9	89.8	83.1	89.7	83.8

10 MV X선, 60° 동적췘기필터의 지점에 따른 표준편차는 1지점부터 9지점까지 0.094, 0.115, 0.106, 0.240, 0.258, 0.273, 0.450, 0.456, 0.481로 나타났다. 10 MV X선, 60° 금속췘기필터의 지점에 따른 표준편차는 0.276, 0.294, 0.250, 0.262, 0.354, 0.186, 0.353, 0.372, 0.434로 나타났다.

10 MV에서 60° 동적췘기필터와 금속췘기필터의 비교에서 1cm에서 0.4%, 2cm에서 0.9%, 3cm에서 2%, 4cm에서 2.6%, 5cm에서 3.5%, 6cm에서 4.3%, 7cm에서 4.8%, 8cm에서 5.1%, 9cm에서 5.2%의 차이를 나타냈다[Fig. 11].

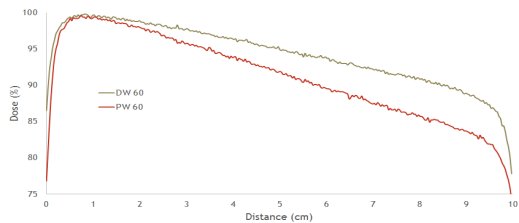


Fig. 11. Compare 60° dynamic and physical wedge filter for 10 MV X-ray in the dose rate of 300 MU/min.

세로 5cm 지점에서 표준편차는 10 MV X선, 60° 동적췘기필터에서의 선량이 높았고 6, 10 MV X선, 60° 금속췘기필터의 선량이 다소 낮게 나타났다[Fig. 12, 13].

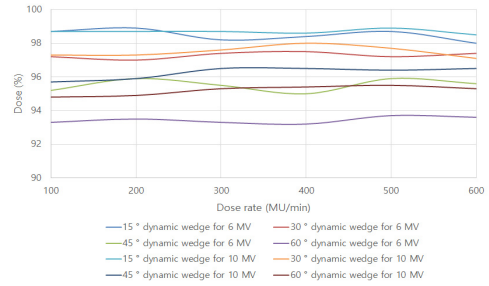


Fig. 12. Curve of dynamic wedge filter in the dose rate of 100, 200, 300, 400, 500, 600 MU/min at 5cm.

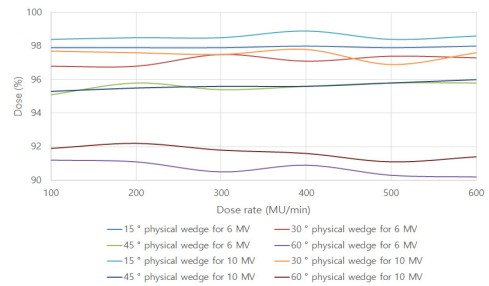


Fig. 13. Curve of physical wedge filter in the dose rate of 100, 200, 300, 400, 500, 600 MU/min at 5cm.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

동적췘기필터와 금속췘기필터에 대한 각도별 선량율에 따른 차이를 표준편차를 통하여 비교 분석하였을 때 동적췘기필터보다 금속췘기필터가 낮은 각도보다 높은 각도에서 거리에 따른 선량의 오차가 크게 나타났다. 이는 금속췘기필터로 인한 선량의 감소현상이라고 생각되며, 췘기필터의 각이 증가할 때마다 일정한 비율의 감소가 이뤄지는 것이 이상적이나 췘기필터의 각이 클수록 두께가 두꺼워지므로 선량감소가 큰 것으로 나타났다. 팬텀으로 동적 췘기필터와 고정 췘기필터의 조직 내 방사선량 분포특성 비교에서 고정 췘기필터의 경우 심도 선량 깊이가 깊어질수록 경화 현상이 뚜렷하였으나 동적 췘기필터의 경우 상대적으로 정도가 적었다. 조직 내 등선량 분포 곡선에서 동적 췘기필터의 경우 고정 췘기필터와 달리 원하는 조사면에서 췘기필터각도를 얻을 수 있었고, 췘기필터각도를 이루는 등선량 분포 곡선이 직선적이었으며 그래서 동적 췘기필터 기법은 고정 췘기필터를 대체

할 수 있으며, 그 단점을 보완하여 더욱 다양한 유용성을 가치를 보고하였다[1]. 선량율에 따른 동적췌기필터와 금속췌기필터의 선량분포의 비교검토에서 금속췌기필터를 대신해서 동적췌기필터가 환자에게 적용가능함을 검증할 수 있었다. 동적췌기필터는 시술자가 직접 췌기필터를 장착하지 않아도 되므로 시간이 절약된다. 장시간 치료는 육체적, 정신적으로 환자를 힘들게 하므로 시간단축은 여러모로 장점이 된다. 동일한 조건에서 선량율에 따른 오차는 연관성이 없었으므로 고선량율의 치료를 사용하는 것도 시간단축에 도움이 되리라 예상된다. 조사시간의 단축과 선량율의 증가는 방사선치료에서 정상조직에 대한 우수한 보호효과가 입증되었다.

Reference

- [1] Oh YT, Keum KC, Chu SS, Kim GE, "Dosimetric Characteristics of Dynamic Wedge Technique", J Korean Soc Ther Radiol Oncol, Vol. 14, No. 4, pp. 323-332, 1996
- [2] Kim BK, Kim JK, "Characteristics of dose distribution for virtual wedge", KSMP, Vol. 12, No. 2, pp. 125-131, 2001.
- [3] S.J. Thomas and K.R. Foster, " Radiotherapy treatment planning with dynamic wedges - An algorithm for generating wedge factors and beam data", Phys. Med., Vol. 40, No. 1, pp. 1421-1433, 1995.
- [4] Oh SA, Kim SK, Kang MK, Yea JW, Kim EC, "Dosimetric verification of enhanced dynamic wedges by a 2D ion chamber array", J Korean Phys Soc., Vol. 63, No. 11, pp. 2215-2219, 2013.
- [5] Mstuda T, Inamura K, "Computer controlled multileaf conformation radiotherapy", Nippon Act. Radiol., Vol. 41, pp. 965-974, 1981.
- [6] McGinley PH, "Shielding Techniques for Radiation Oncology Facilities-2nd ed", Medical physics publishing, Madison, pp. 184, 2002.
- [7] Chang SX, Gibbons JP, "Clinical Implementation of Non-Physical Wedges", 1999 AAPM Refresher Course, pp. 1-13, 1999
- [8] Yi BY, Kim JH, Ahn SD, Kim MH, Chang HS, "The Clinical effectiveness and the radiation safety of newly developed Multileaf Collimator", J. of KOSOMBE, Vol. 1996, No. 5, pp. 157-160, 1996.
- [9] Ezzell GA, Galvin JM, Low D, Palta JR, Rosen I, Sharpe MB, et.al, "Guidance document on delivery, treatment planning, and clinical implementation of IMRT:report of the IMRT Subcommittee of the AAPM Radiation Therapy Committee", Med Phys, Vol. 30, No. 8, pp. 2089-2115, 2003.
- [10] Kang SM, Jang ES, Lee BK, Jung BJ, Shin JS, Park CW, "Evaluation of the dose distribution in Mapcheck using Enhanced Dynamic Wedge", J. Korean Soc. Radiol, Vol. 6, No. 5, pp. 343-349, 2012
- [11] Kim YL, Lee JW, Park BM, Jung JY, Park JY, Suh TS, "Dose Distribution According to the Tissue Composition Using Wedge Filter by Radiochromic Film", J Korean Soc Radiol Tech., Vol. 35, No. 2, pp. 157-164, 2012.
- [12] Yun SM, Kim SK, "A Study on Dose Distribution using Virtual Wedge in Breast Cancer", Korean J Med Phys., Vol. 18 No.1, pp. 7-12, 2007.