

C-arm 각도 변화에 따른 피폭선량 비교

Comparison of Exposure dose according to the C-arm Angle Change

신성규

동아대학교병원 영상의학과

Seong-Gyu Shin(ssg200@yahoo.co.kr)

요약

본 연구는 C-arm의 각도 변화에 따라 술자의 피폭선량의 변화를 알아보고자 시행 하였다. 실험방법은 101kvp, 4.9mA로 고정하고 조사시간을 3초와 5초로 나누어 시행 하였으며 C-arm Tube를 under와 over로 위치시켜 각각 -30도에서 0, 30, 60, 90도로 변화를 주어 5회 측정하여 평균값을 구하였다. 검출기는 C-arm을 조작하는 방사선사의 위치에서 지면으로부터 160cm의 높이에서 측정하였다. 결과는 -30도에서 측정치가 가장 높았고 0, 30, 60, 90도 순으로 낮았으며 under보다 over tube 방식에서 높았다. 그러므로 방사선사의 피폭선량 저감을 위해서는 over tube 방식보다는 under tube 방식을 사용하고 각도에 변화를 줄 때에는 tube가 술자로부터 멀어지는 각도를 사용하고 가능하다면 조사시간을 단축하는 것이 같은 영상을 만들 수 있으면서도 피폭을 줄일 수 있는 방안이다.

■ 중심어 : | C-arm | 조사시간 | 검출기 | 피폭 |

Abstract

This study aimed to figure out the change of exposure dose to the radiologist according to the C-arm angle change. For the exam it was fixed with 101 kvp and 4.9mA for the exposure time with 3 seconds and 5 seconds respectively. C-arm Tube was located both under and over, then the average was taken after performing for 5 times with the change of angle from -30 degree to 0, 30, 60 and 90 degree. The detector measured in 160cm high from the position of the radiologist who operates the C-arm. The measurement was shown its highest result at -30 degree followed by 0, 30, 60, 90 from the highest order. Over tube method is higher than under tube method. Therefore, to reduce the exposure dose of the radiologist, it is required for using under tube method instead of over tube method. When the angle change is made, it is recommended to use the angle that tube is growing further apart from the radiologist. And it is also necessary to shorten exposed time as much as possible to create the same quality image and also to reduce the exposure dose.

■ keywords : | C-arm | Exposure Time | Detector | Exposure Dose |

1. 서론

C-arm은 X-ray tube support가 C 형으로 생겨서 붙여진 이름이다. C-arm의 구성을 살펴보면 한쪽 C는 X-ray tube이며 다른 한 쪽 C는 image receptor로 이루어져 있다. 일반적으로 노출은 automatic pulsed

fluoroscopy mode로 이루어지기 때문에 conventional fluoroscopy에 비하여 방사선 노출량을 줄여줄 수 있고 [1], 기구 조작을 하면서 즉시 영상으로 확인 가능하기 때문에 film processing 등의 과정이 필요 없고 저장 가능한 영상을 제공하며 수술 시간도 줄일 수 있는 장점이 있어[2] 수술시 없어서는 안 될 X선 투시 및 촬영

장치이다. 또한 C-arm을 통해 병변의 유무 및 크기, 위치 등을 손쉽게 알 수 있으며 또한 수술 중 언제라도 TV모니터를 통해 수술 과정의 확인과 정확한 술기를 가능하게 하여 수술시간을 단축시키는 등 수술에 많은 도움을 주고 있고 정형외과뿐만 아니라 신경외과, 비뇨기과를 비롯하여 마취통증의학과로 사용 범위가 점점 넓혀지고 있어 이용률이 매년 증가하고 있는 추세이다 [3], 그러나, X선은 양면성을 가지고 있어서 C-arm의 사용횟수와 시간이 증가함에 따라 수술실내의 방사선사의 직업적 피폭이 증가되고 있으므로 그 위험을 간과해서는 안되며[4], ICRP의 새로운 권고안에서는 직업상 피폭을 연간 50mSV에서 5년간 100mSV를 초과하지 않는 범위 내에서 연간 최대 20mSV로 선량 한도를 조정하여 공고 하고 있어[5] 피폭에 더 많은 주의가 요구된다. 현재로서는 많은 술자들이 C형 투시장치를 이용하여 나사못을 삽입하고 있으며[6] 정면 투시 외에 깊이와 수술부위의 정확한 확인을 위해서는 C-arm의 각도를 변경하며 사용하는 것이 불가피 하다. 따라서 본 연구에서는 C-arm장치의 각도 변경에 따른 피폭선량을 알아보고 방사선사의 불필요한 피폭을 줄이고자 실시하였다.

II. 연구방법

1. 실험 기기

C-arm장치 : phillips BV pulsera 12

방사선검출기 : handheld digital radiation alert
detector inspector-SE international.

팬텀 : ART-300A

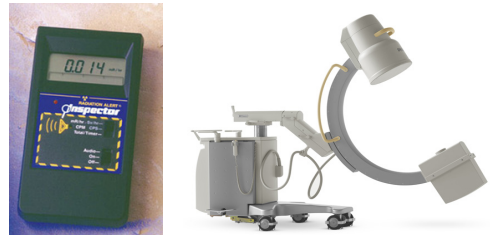


그림 1. 검출기와 C-arm 장치

2. 실험방법

수술 테이블위에 팬텀을 올려놓고 C-arm을 팬텀 좌측에 위치시키고 Lumbar Spine에 center를 맞춘다. 검출기는 환자가 위치한 수술용 침대를 기준으로 삼아 C-arm 콘솔 뒤 150cm 떨어진 위치에서 방어용 apron을 착용할 수 없고 다른 부위보다 차폐가 잘 되지 않는 안면부를 기준으로 하기 위해 지면으로부터 160cm 높이에 설치하였다. 측정 방법은 under와 over tube 방식으로 나누어 각각 -30도, 0도, 30도, 60도, 90도로 변경하여 각 5회씩 측정하여 평균값을 구하였고 노출 조건은 101Kvp에 4.9mA로 고정하고 조사 시간을 3초와 5초로 변경하여 각각 측정 하였다.



그림 2. 팬텀과 C-arm 장치 설치

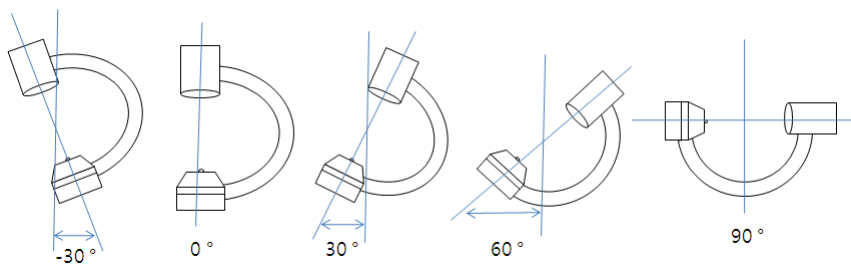


그림 3. under tube -30° , 0° , 30° , 60° , 90°

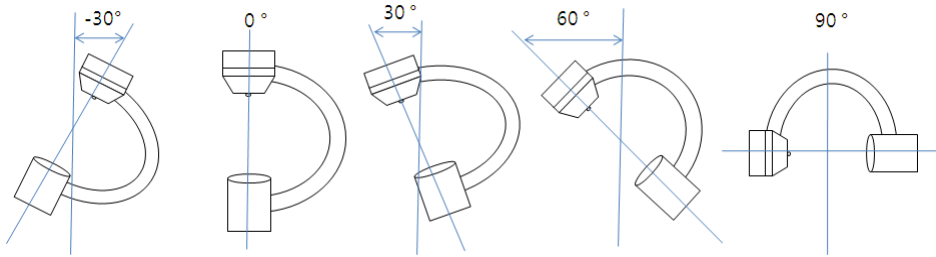


그림 4. over tube -30°, 0°, 30°, 60°, 90°

III. 결과

1. C-arm tube 각도에 따른 측정치(3초)

C-arm tube의 각도에 따라 5회 측정된 값의 평균이 다음과 같이 나타났다. 조사 시간을 3초로 고정하고 under tube 방식으로 사용하여 측정 하였을 시 tube 각도가 -30°일때 45 μ Sv, 0°일때 36 μ Sv, 30°일때 25 μ Sv, 60°일때 20 μ Sv, 90°일때 18 μ Sv로 순차적으로 감소하였다. over tube 방식에서는 -30°일때가 67 μ Sv, 0°일때 55 μ Sv, 30°일때 50 μ Sv, 60°일때 42 μ Sv, 90°일때가 18 μ Sv로 각도가 증가 할수록 측정치가 감소하였다. 모든 측정값에서 under tube가 over tube 방식보다 낮았다. 30°일때 under tube의 측정치가 25 μ Sv, over tube의 측정치가 50 μ Sv로 2배의 차이가 있었다[표 2].

표 2. C-arm tube 각도에 따른 측정치(3초)

각도	-30°	0°	30°	60°	90°
Over tube	67	55	50	42	18
Under tube	45	36	25	20	18
차이	22	19	25	22	0

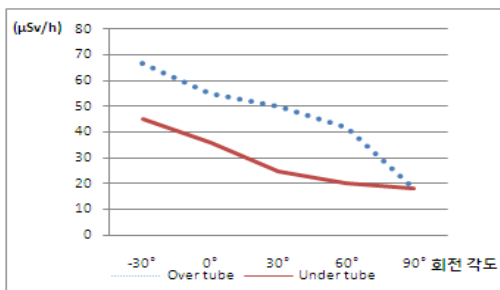


그림 5. C-arm tube 각도에 따른 측정치(3초)

2. C-arm tube 각도에 따른 측정치(5초)

조사 시간을 5초로 고정하고 under tube 방식으로 사용하여 측정 하였을 시 tube 각도가 -30°일때 325 μ Sv, 0°일때 242 μ Sv, 30°일때 233 μ Sv, 60°일때 213 μ Sv, 90°일때 165 μ Sv로 순차적으로 감소하였다. over tube 방식에서는 -30°일때가 525 μ Sv, 0°일때 420 μ Sv, 30°일때 321 μ Sv, 60°일때 282 μ Sv, 90°일때가 165 μ Sv로 각도가 증가 할수록 측정치가 감소하였다[표 3].

표 3. C-arm tube 각도에 따른 측정치(5초)

각도	-30°	0°	30°	60°	90°
Over tube	525	420	321	282	165
Under tube	325	242	233	213	165
차이	200	178	88	69	0

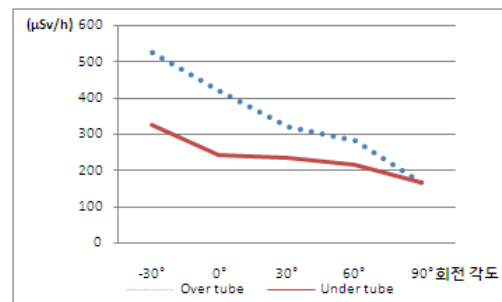


그림 6. C-arm tube 각도에 따른 측정치(5초)

3. 노출시간과 각도별 under tube와 over tube 방식의 측정치 변화 비교

3초에서 5초로 조사 시간을 증가 시켰을 때의 측정치 값의 변화는 over tube 방식시 -30°일때 458 μ Sv, 0°일

때 365 μ Sv, 30°일때 271 μ Sv, 60°일때 240 μ Sv, 90°일때 147 μ Sv만큼 측정치가 증가 하였고[표 4], under tube 방식일 경우 조사시간 3초와 5초의 측정치의 차이는 -30°일때 280 μ Sv, 0°일때 206 μ Sv, 30°일때 208 μ Sv, 60°일때 194 μ Sv, 90°일때 147 μ Sv로 나타나[표 5] over tube 방식으로 측정 했을 경우가 under tube 방식으로 측정 했을 경우보다 각도 변화에 따른 3초와 5초간의 측정치 차이 값이 더 크게 나타났다.

표 4. 조사시간과 각도별 측정치 차이(over tube)

각도	-30°	0°	30°	60°	90°
3초	67	55	50	42	18
5초	525	420	321	282	165
차이 값	458	365	271	240	147

표 5. 조사시간과 각도별 측정치 차이(under tube)

각도	-30°	0°	30°	60°	90°
3초	45	36	24.8	20	18
5초	325	242	233	214	165
차이 값	280	206	208	194	147

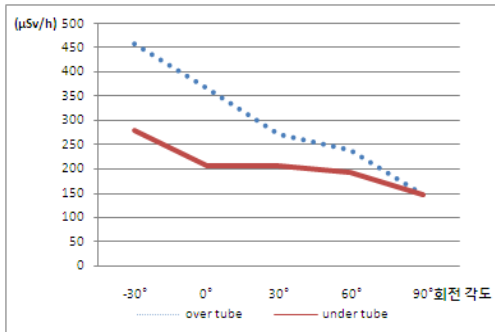


그림 7. 3초에서 5초로 증가 시 over tube와 under tube 방식의 측정치 차이 비교

IV. 고찰

병원의 방사선평폭 환경에 근무하는 방사선사는 직업상 만성 피폭이 될 가능성이 있고[7] 수술 참여 인원 중 방사선사는 C-arm의 조정자로서 X선 조사 중에 산란선의 범위 내에 검사자가 있어야 하기 때문에 다른

어떤 검사보다도 피폭선량에 신경을 써야 할 것이다[8]. 또한 apron을 착용하지 않는 안면부 쪽에는 더 많은 피폭을 받을 것으로 예상되고 특히 수술 중에는 다양한 각도로 C-arm을 사용하고 있으므로 본 연구에서는 C-arm tube의 각도 변화에 따라 방사선사에게 미치는 피폭선량의 변화에 대해 알아보았다.

먼저 over tube 와 under tube를 비교해본 결과 각도를 주지 않는 0°에서는 over tube 방식의 측정치가 3초 조사시 55 μ Sv, 5초 조사시 420 μ Sv이고 under tube 방식의 측정치가 3초일때 36 μ Sv, 5초일때 242 μ Sv로 나타나 over tube 방식이 under tube 방식보다 3초간 조사할 경우에 19 μ Sv 만큼 증가했고 5초일 경우에는 88 μ Sv 만큼 더 증가해 under tube 방식 보다 더 많은 측정치의 증가를 나타냈다. 이런 결과는 문헌[9]에서도 밝힌 내용과 같으며 C-arm 사용 시 over tube 방식 보다는 under tube 방식으로 사용하는 것이 apron을 착용하지 않는 방사선사의 안면부 쪽 피폭 선량을 조금이라도 줄일 수 있을 것이다. 각도에 따른 측정치에서는 over tube 방식일 경우 -30°가 67 μ Sv, 0°가 55 μ Sv, 30°가 50 μ Sv, 60°가 42 μ Sv, 90°가 18 μ Sv로 측정되어 -30°에서 가장 높은 측정치를 나타냈고 tube가 술자로부터 가장 멀어지는 90°에서 가장 낮은 측정치를 나타내었다. under tube 방식에서는 -30°가 45 μ Sv, 0°가 36 μ Sv, 30°가 25 μ Sv, 60°가 20 μ Sv, 90°가 18 μ Sv로 over tube와 같은 결론을 나타내어 각도가 늘어나면서 tube가 술자로부터 멀어질수록 측정치도 낮아지는 결과를 나타내었고 각도 변화에 따른 over tube 방식과 under tube 방식의 측정치 차이는 -30°일때 22 μ Sv, 0°일때 19 μ Sv, 30°일때 25 μ Sv, 60°일때 22 μ Sv로 각 각도 모두 over tube 방식에서 높은 측정치를 나타내어 역시 각도를 변화 시킬 때도 under tube 방식으로 사용하는 것이 술자의 안면부 피폭선량을 줄일 수 있을 것이고, over tube -30°도와 under tube 30°의 경우 유사한 영상을 얻을 수 있음에도 3초 조사 시 over tube의 측정치가 under tube방식 보다 42.1 μ Sv 정도 늘어나 두 배 이상 증가 하였으며 5초 조사시에도 292 μ Sv정도 늘어나 두 배 이상 증가하는 결과를 나타냈다. 이는 각도를 주었을 때 도 술자의 안면부에 피폭되는 선량이 under tube 방식

이 over tube 방식 보다 적음을 명확하게 나타내며 C-arm tube 각도가 -30° 에서 90° 로 각도가 증가함에 따라 측정치가 줄어드는 것은 각도가 증가함에 따라 C-arm의 tube가 술자로부터 멀어지는데 원인이 있다고 할 수 있으며 특히, over tube에서는 under tube 방식 보다 각도가 증가함에 따라 측정치의 감소가 급격했다. 따라서 수술중 C-arm을 사용하는 경우 under tube 방식으로 사용할 것을 권장하며 각도를 변화 시킬 때는 tube가 술자로부터 멀어지는 방향으로 각도 변화를 주어야 할 것이며 부득이 하게 over tube 방식으로 각도를 사용해야 하는 경우에도 술자로부터 멀어지는 방향으로 사용하여 방사선사의 안면부 피폭선량을 감소시켜야 할 것이다.

본 논문에서는 C-arm tube 각도에 따른 술자의 안면부 피폭선량 변화를 관찰 할 수 있었으나 C-arm 장비의 특성상 각도 변화의 한계성 때문에 부득이하게 -30° 이상은 사용할 수 없어 측정이 불가능 하였던 점이 아쉬움으로 남았다.

V. 결론

C-arm tube의 각도 변화에 따라 방사선사에게 미치는 피폭선량의 변화를 알아보고자 현재 본원에서 구동 중인 C-arm장비를 사용하여 각도의 변화에 따라 under tube와 over tube 방식으로 나누고 조사시간은 3초와 5초를 사용하여 측정한 결과는 다음과 같다. C-arm의 각도 변화에 따라서는 under tube 방식과 over tube 방식 모두 술자로부터 tube가 멀어지는 90° 에 가까워질수록 측정치가 낮아지는 결과를 나타냈고 over tube 방식이 under tube 방식 보다 측정치가 높았고 각도 변화에 따른 영향을 더 많이 받았다. 조사시간이 3초에서 5초로 증가할 경우에도 under tube 방식 보다 over tube 방식에서 측정치의 급격한 증가가 있었다. 같은 영상을 만들 수 있는 under tube 방식 30° 와 over tube 방식 -30° 의 측정치를 비교 했을 경우 over tube 방식이 under tube 방식에 비해 두 배 이상 측정치의 증가가 있었고, tube가 시술자에게 가까워지는 각도

변화에 따라서도 under tube 방식 보다 over tube 방식에서 측정치가 높았으며 조사시간 3초보다는 5초에서 급격한 증가를 나타냈다. 따라서 over tube 방식보다는 under tube 방식을 사용하고 각도에 변화를 줄 때에는 tube가 술자로부터 멀어지는 각도를 사용하며 가능하다면 조사시간을 단축하는 것이 방사선사의 안면부 피폭선량을 감소시킬 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 서미현, 천강용, 윤준용, 유충규, 이은경, 이원덕, 서제덕, “관골궁 골절의 정복시 수술 중 C-Arm 사용의 유용성: 증례보고”, 대한악안면성형재건외과학회, 제32권, 제4호, pp.359-362, 2010.
- [2] S. J. Badjate and K. M. Cariappa, C-Arm for Accurate Reduction of Zyzomatic Arch Fracture-A case Report, Br dent J, 2005.
- [3] 배서영, 김종호, 유재두, 윤성용, 정진원, “정형외과적 수술중 형광 투시에 의한 피폭선량”, 대한골절학회지, 제14권, 제4호, pp.792-793, 2001.
- [4] K. Geterud, A. Larsson, and S. Mattsson : Radiation dose to patients and personnel during fluoroscopy at percutaneous renal stone extraction, Acta Radiol. Vol.30, No.2, pp.201-205, 1989.
- [5] ICRP Report 60, Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, 1990.
- [6] 황창주, 이춘성, 안영준, 강석중, 김지효, 정경일, 김영태, 이동호, “측만증 교정술에서 흉추경 나사못의 삽입 술기; 후전방 C형 투시 장치 회전 방법”, 대한정형외과학회지, 제42권, 제1호, pp.98-105, 2007.
- [7] 김정구, 정홍량, “방사선사의 지역별 피폭선량에 관한 연구”, 한국콘텐츠학회논문지, 제5권, 제5호, pp.281-286, 2005.
- [8] 안성민, 오정환, 김성철, “수술중 C-arm 장치의

사용에 따른 공간선량 분포에 관한 연구”, 한국방사선기술학회지, 제23권, 제2호, 2000.

[9] 방사선 영상학 편찬위원회, 방사선 영상학, 도서출판정담, 2009.

저 자 소 개

신 성 규(Seong-Gyu Shin)

정회원



- 2009년 2월 : 고신대학교 보건대학원 의료복지행정학과(보건학 석사)
- 2011년 2월 : 고신대학교 의학대학원 예방의학과(의학박사)
- 2010년 ~ 현재 : 동의과학대 의

래교수, 고신대학교 보건대학원 외래교수

- 1991년 ~ 현재 : 동아대학교병원 영상의학과
- 2009년 ~ 현재 : 방사선과학회 회원

<관심분야> : 보건의료, 방사선, 통계관리