

The background of the slide is a solid light green color. It is decorated with abstract geometric patterns consisting of various shades of green triangles and squares. These patterns are located in the top-left and bottom-right corners, creating a modern, architectural feel.

# 투시중재시술에서 방사선량 저감화

## 한 번 생각해 볼까요?

- 투시장비와 일반 X-선 장비의 차이점은 무엇인가?
- 인터벤션 시술시간이 길 경우, 투시를 오랫동안 받아도 괜찮을까요?
- 환자피폭을 줄이기 위해 시술 중 해야 할 일은 무엇일까요?

## 목차

- 투시장치의 구조와 투시 방사선 피폭의 특징
- 투시검사에서 방사선량 관련인자
- 환자 방사선 피폭을 저감할 수 있는 방법
- 투시동안 종사자 피폭관리

## 투시와 투시장치의 구조

Fluoroscopy (투시)

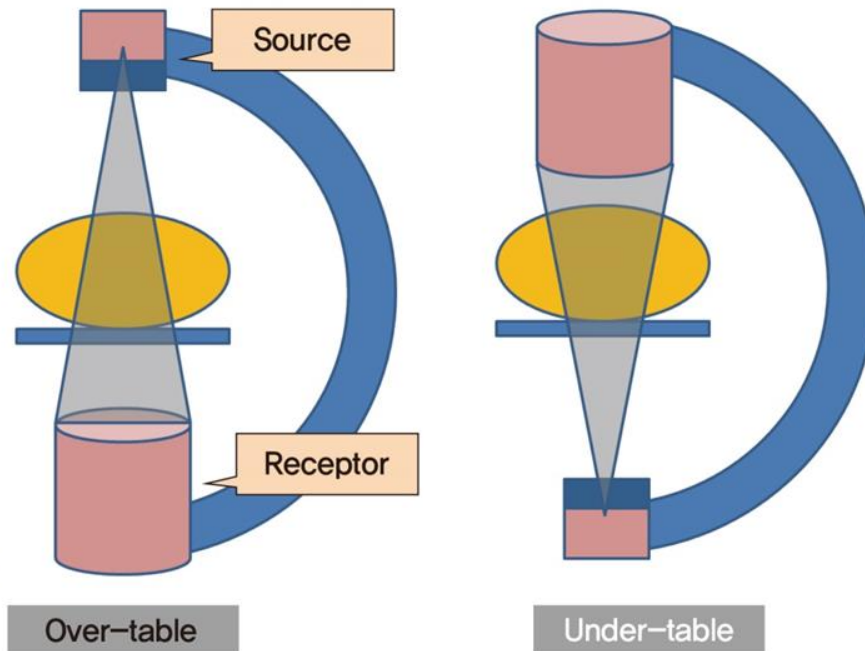
낮은  
X-선 사용

- 실시간 움직이는 영상
- 위장조영검사
  - 인터베션 시술
- 노출 시간이 다양

노출 시간이 길 수 있음



# 투시장치 구성



## 1 X-ray tube (source)

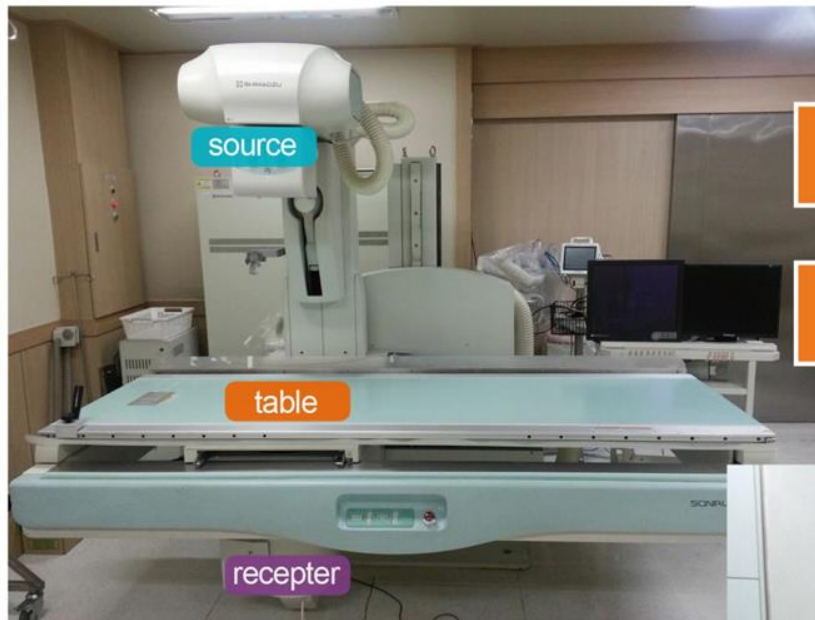
## 2 Detector

- Image intensifier
- Flat-panel detector

## 3 테이블 위치

- Over-table 장비
- Under-table 장비

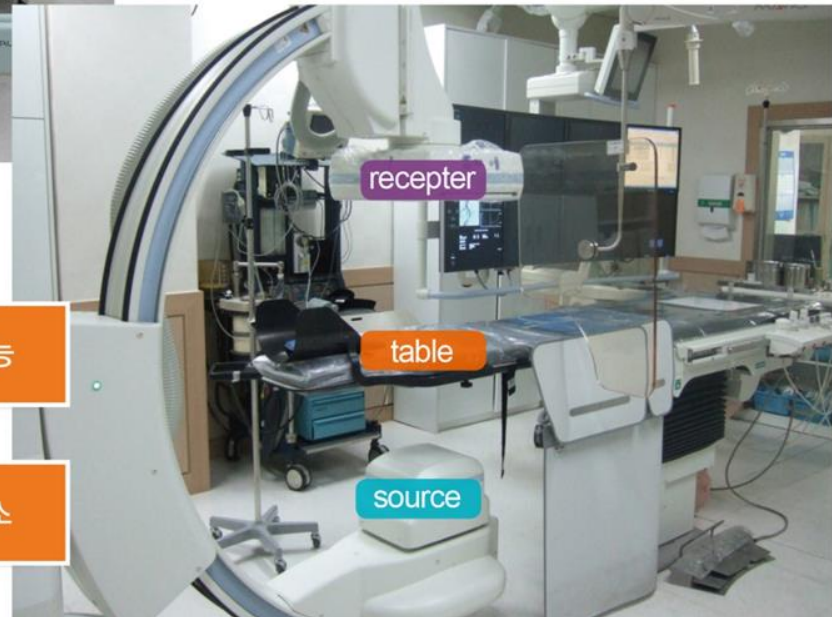




Over-table

위장조영검사에 사용

장시간 피폭을 필요로 하는  
중재시술에서는 적합하지 않음



Under-table

Receptor의 높낮이 조절 가능

산란선 차단되어 이차피폭 감소

# 의료방사선 안전관리 원칙

- 검사의 정당화 확보
  - 그 방사선검사가 진단에 꼭 필요한가?
  - 위험보다 이익이 많은지
  - 대체한 방법은 없는지
- 검사의 최적화
  - 정당화가 확보된 후
  - 최소한의 방사선 피폭을 주면서 진단에 적합한 영상 화질을 획득하여 필요한 결과를 얻어야 함





## 투시검사 시 선량관련 인자

Last image hold	Filtration	Collimation
Automatic brightness control	Magnification	Pulsed fluoroscopy
관전압 & 관전류	Fluoroscopic time	환자자세/ Source-Image receptor Distance

# 투시시간과 방사선량

Comparison of radiation metrics  
between the USA and Korea survey

Procedures	USA (2003)				Korea (2008)			
	Fluoroscopic time (min)	No. of images	DAP (Gy-cm <sup>2</sup> )	Cumulative dose (mGy)	Fluoroscopic time (min)	No. of images	DAP (Gy-cm <sup>2</sup> )	Cumulative dose (mGy)
TACE	16.8 (2.1-69.5)	216 (16-586)	282 (17-904)	1,406 (61-6,198)	16.6 (1.4-48.6)	108 (19-409)	210 (26.8-714)	512 (44-4,346)
TIPS	38.7 (3.5-153.1)	231 (5-813)	335 (14-1364)	2,039 (104-7,160)				
AVF					18.8 (5.4-45.8)	55.3 (0-99)	27.7 (10.7-84.8)	31.8 (3.1-81.7)
PTBD	23.6 (1.1-174.4)	15 (2-53)	70.6 (3-386)	907 (21-4,831)	4.2 (0.8-17.8)	2.9 (0-11)	18.5 (1.7-18.5)	58.6 (5.4-243)
Cerebral angiography					9.3 (1.5-27.4)	345.6 (85.1,049)	226 (46.6-620)	405 (39.6-1,646)
GDC coil embolization	75.0 (15.2-401.3)	1070 (292-2,440)	283 (68-825)	3,767 (1,284-9,809)	51.1 (22.1-115.7)	272 (46-635)		2,264 (314-14,185)

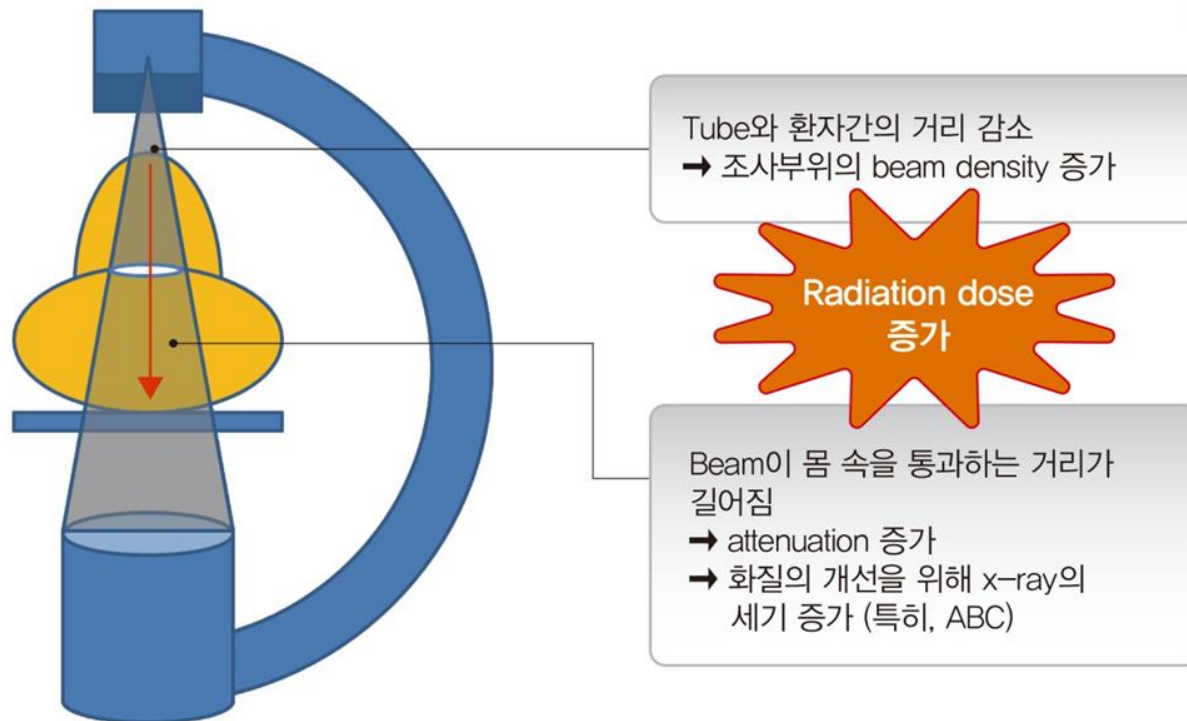
자료출처 : 정우경. 투시와 중재시술의 방사선 피폭과 저감화 방법.  
대한의사협회지 2011;54(12):1269-1276

# 투시시간과 방사선량

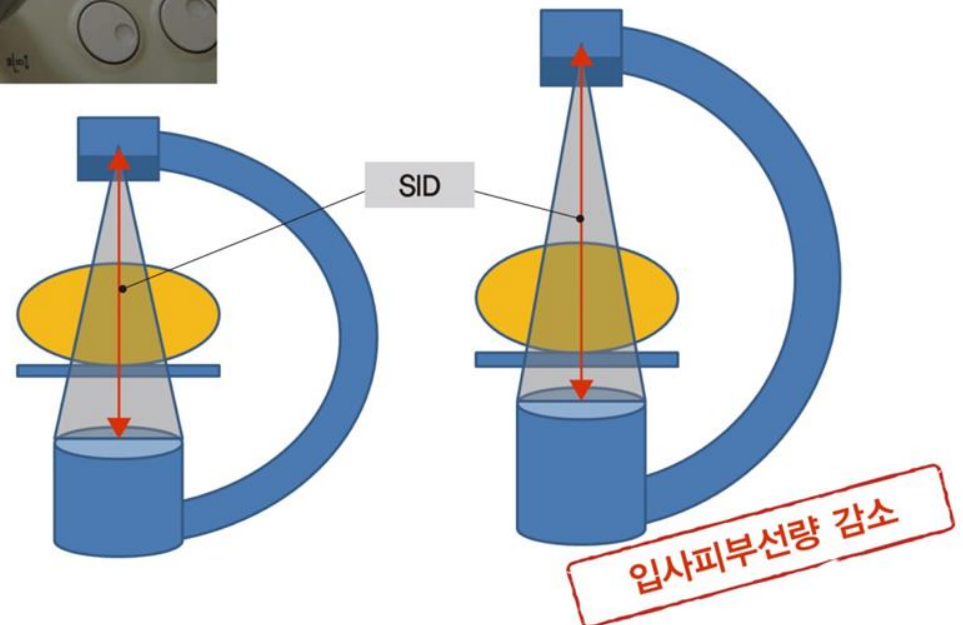


- Radiation dose  $\propto$  time
- Operator의 습관이 가장 중요
  - ↪ intermittent fluoroscopy

## 환자의 자세



# Source-image receptor distance (SID)

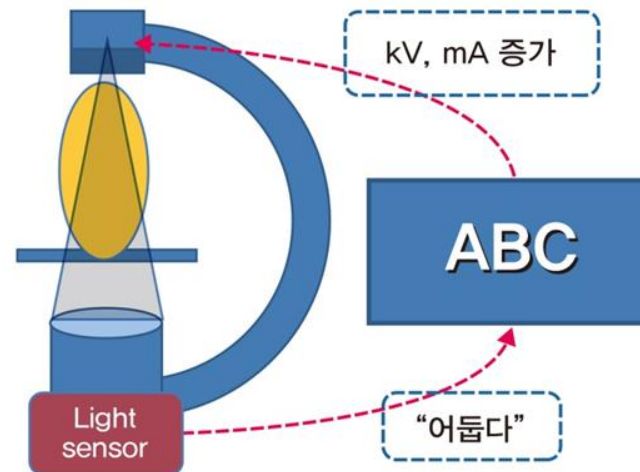




# 자동밝기조절



Automatic Exposure  
(Brightness) Control



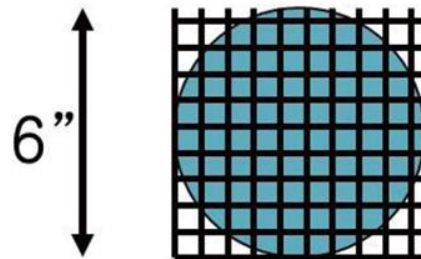
● Detector에 영상  
밝기에 대한 feedback  
loop 추가

➡ x-ray tube가  
자동으로  
kV/mA를 조절

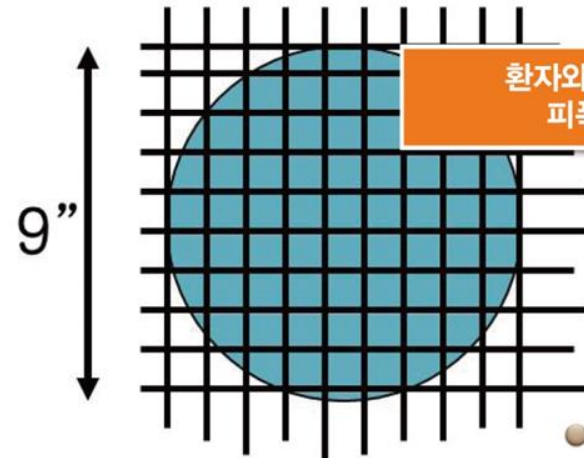
# Magnification (확대)



Magnification  
: image intensifier size



0.15 mm / pixel

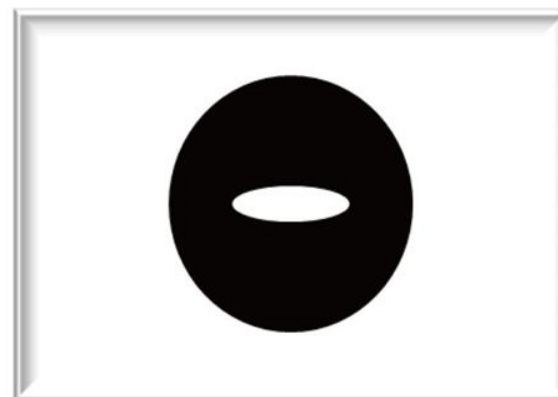
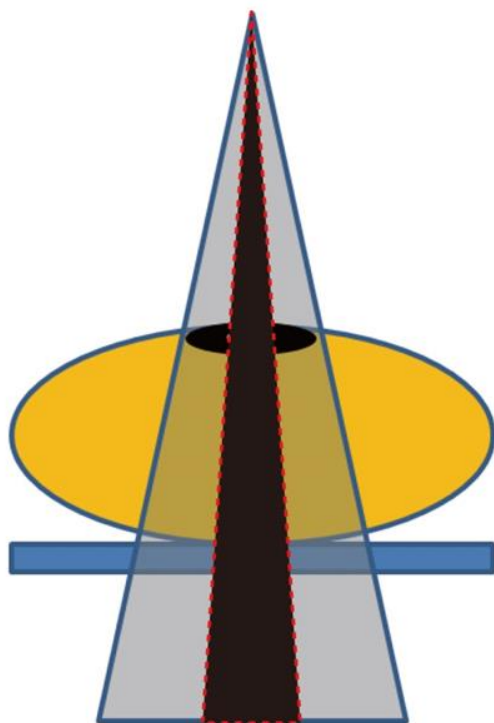


환자와 시술자의  
피폭 증가

0.23 mm / pixel

- Smaller FOV
- ➔ pixel이 나타내는 크기 감소
- ➔ 해상도 증가

# Magnification



Display 화면 밝기 유지  
자동밝기조절장치 가동  
X-ray intensity 증가  
환자 선량 증가

## 확대에 따른 방사선량의 변화

$$\text{Exposure Rate change} \\ = (\text{old FOV})^2 / (\text{new FOV})^2$$

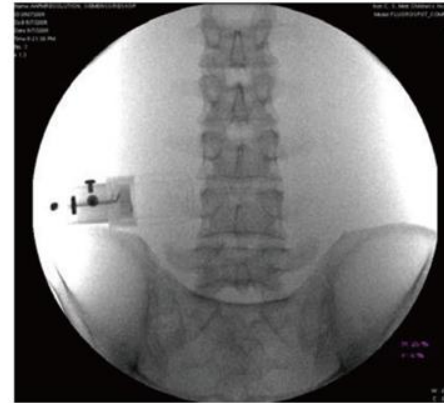
go from 9 in to 6 in

$$9^2/6^2 = 2.25 \text{ 배}$$

작은 FOV는 약 2.25배 방사선량이  
증가해야 비슷한 밝기를 얻을 수 있다.



Normal, 40 cm FOV, 1 dose unit



MAG 1, 33 cm FOV, 1.46 dose units



MAG 2, 23 cm FOV, 3.0 dose units



MAG 3, 17 cm FOV, 5.5 dose units

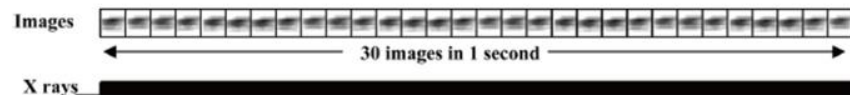
자료출처: IAEA Training Course on Radiation Protection for Doctors (non-radiologists, non-cardiologists) using Fluoroscopy L04, *Anatomy of Fluoroscopy & CT Fluoroscopy Equipment*



# Pulse Fluoroscopy



Alternating switch on and off during pedaling

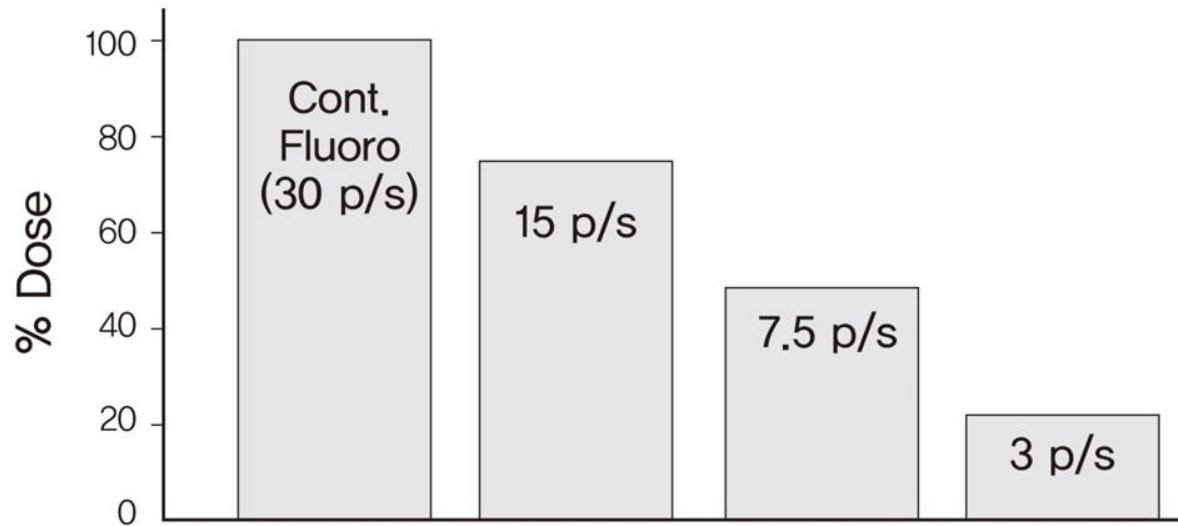


Continuous fluoroscopy: Continuous stream of x rays produces blurred images in each frame



Pulsed fluoroscopy produces sharp appearance of motion because each of 30 images per second is captured in a pulse or snapshot (e.g., 1/100th of a second).

# Frame rate



# Last image hold

- 투시영상의 마지막 장을 저장하여 보는 것
- 스팟 촬영 대체

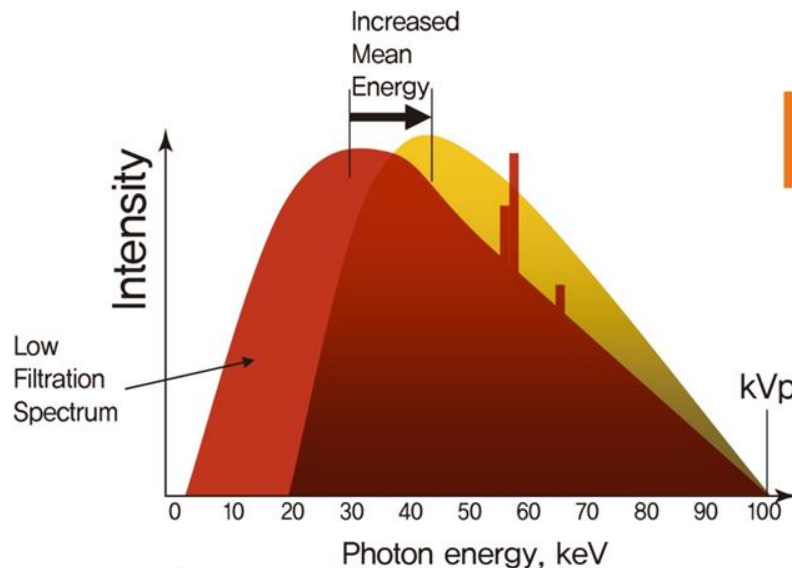


	Fluoroscopy	Image Acquisition
화질	낮음	높음
선량	적음	많음

스팟촬영은 꼭 필요할 때만 얻을 것

# Beam filtration

- X-선관 앞에 장착하여 환자에 X-선이 닿기 전에 X-선의 스펙트럼을 효율적으로 가다듬은 역할
- 저에너지 광자를 미리 흡수
- 고에너지 광자들로 구성된 X-선 스펙트럼 구성



동일한 kVp

더 효율적인 x선

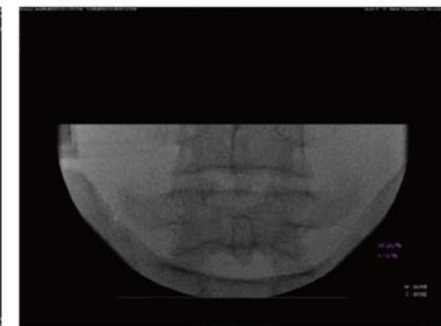
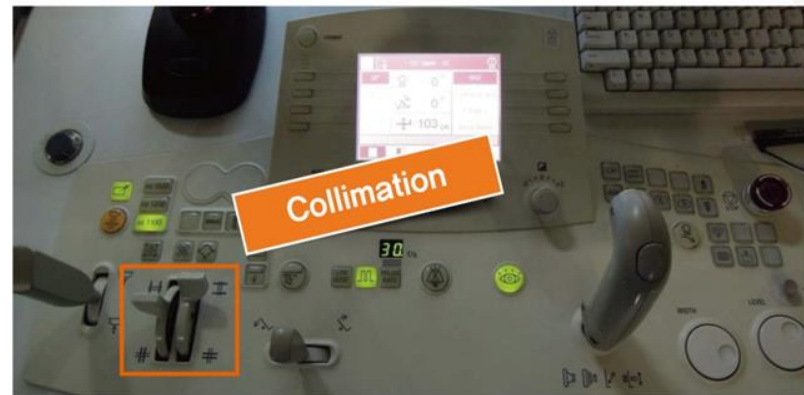
# Effects of filtration

- 구리로 이루어진 부가필터 사용
  - 피부선량의 70% 이상 감소 가능
- 부가필터를 선택할 수 있는 경우
  - 환자의 체형, 몸무게, 환자자세에 따라 자동으로 필터 선택



# Collimation

가림막 역할



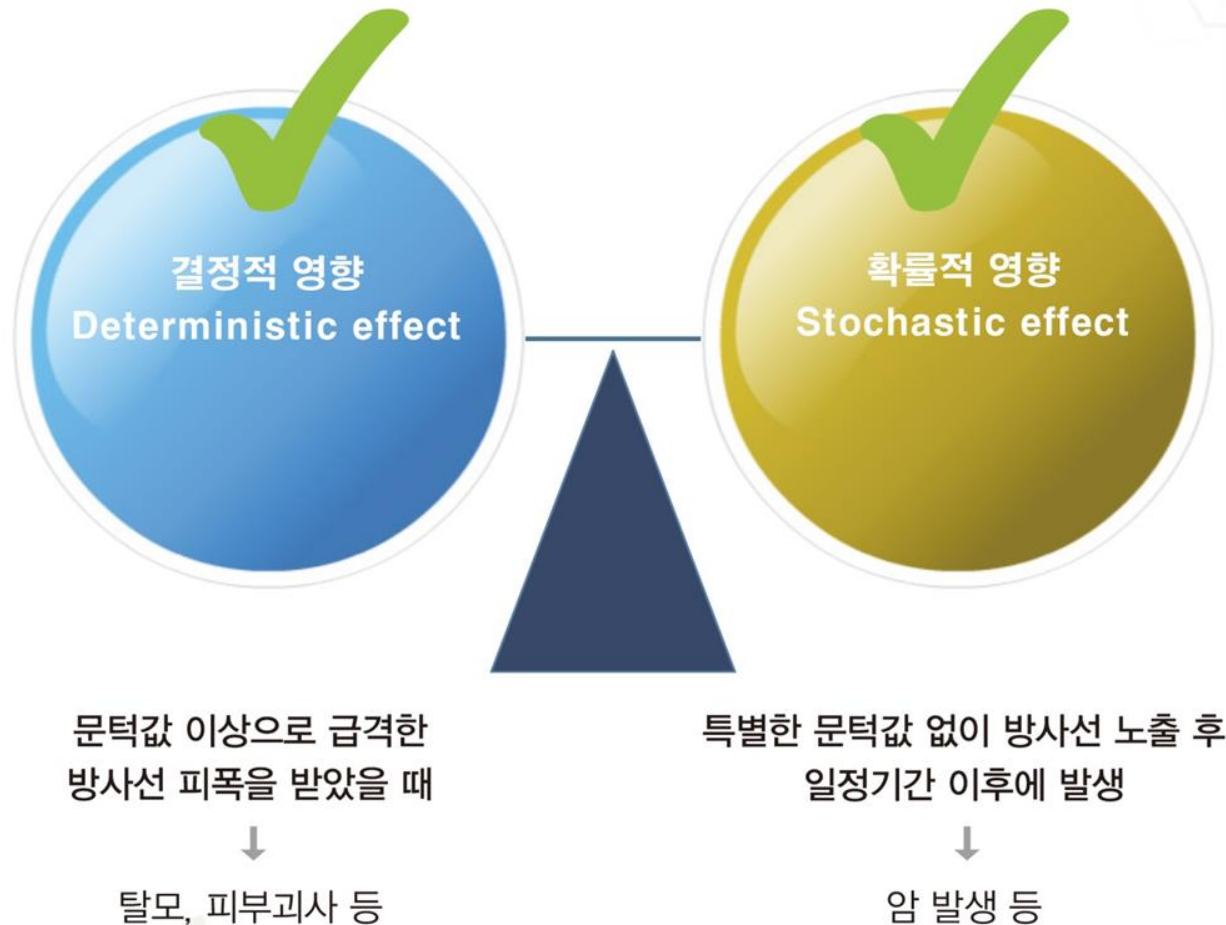
- X-선을 비추는 범위를 조절 → 필요없는 부위를 향하는 X-선 차단
- ▶ 원하지 않는 부위의 X-선 투과 차단 → 방사선에 민감한 부위에 불필요한 조사 차단 가능
- X-선 노출범위 감소하여 산란선을 차단하고 이로 인해 영상의 대조도 증가하고 시술자 피폭도 감소



# 투시에 의한 방사선 피폭과 피폭 저감화

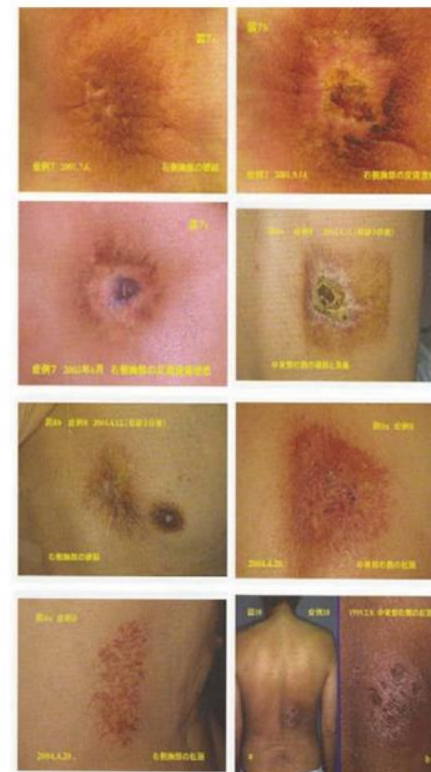
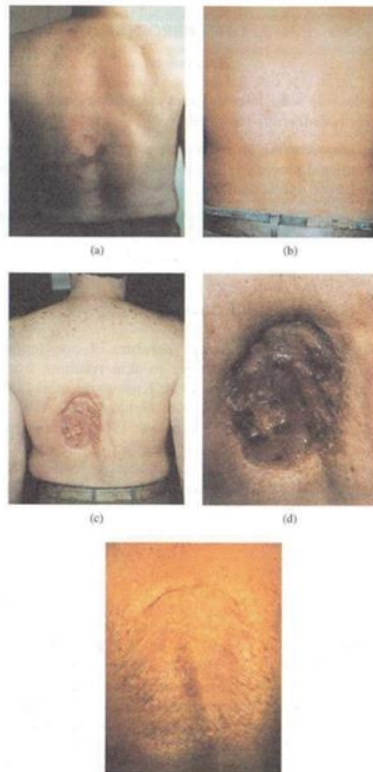


## 방사선에 의한 신체 영향



# Interventional Radiology

ICRP Publication 85

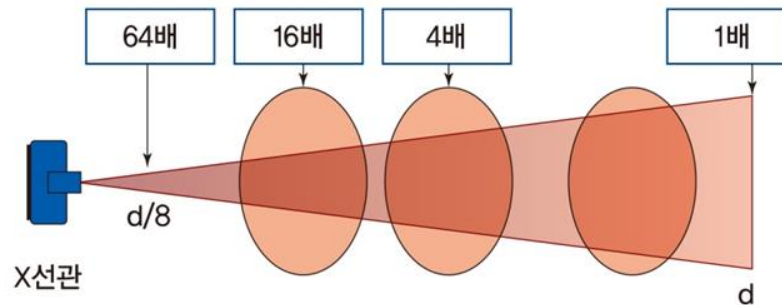


Case report, ICRP Publication 85

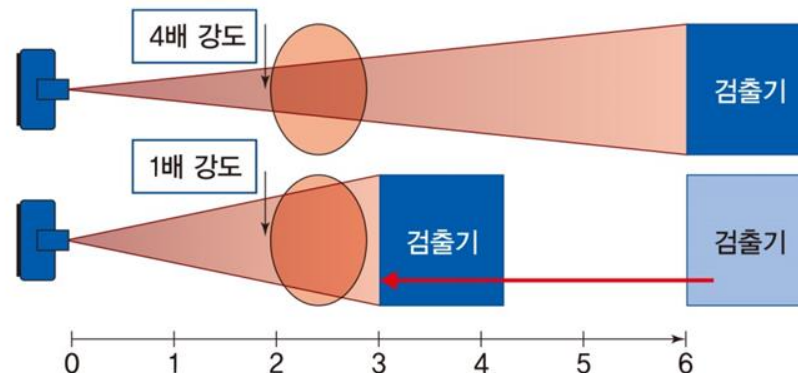
IVR에 따른 방사선피부장애방지에 관한 가이드라인  
일본 의료방사선방호연합회의

# 투시 검사 시 환자의 방사선 방어 10가지 원칙

- ① 진단이나 시술이 가능한 수준에서 X선관과 환자간의 거리를 최대화 할 것



- ② 환자와 검출기 간 거리를 최소화 할 것





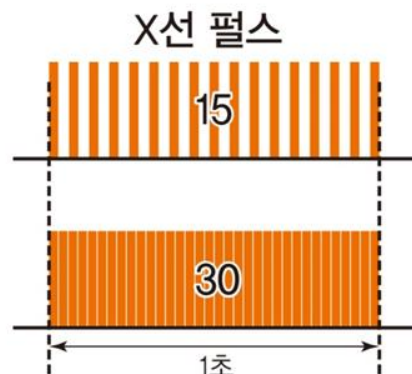
# 투시 검사 시 환자의 방사선 방어 10가지 원칙

## ③ 투시검사 시간을 최소화 할 것



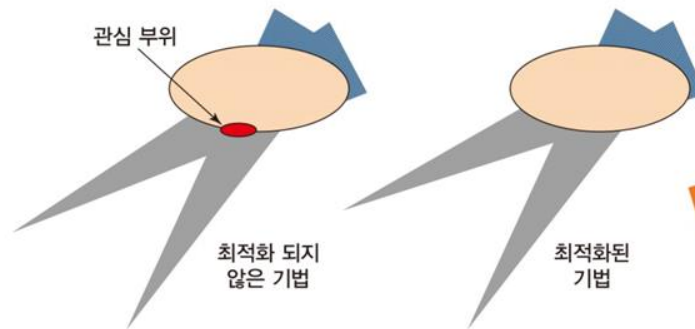
면적선량값(DAP/KAP)에  
대한 기록 유지

## ④ 진단 가능한 품질의 영상을 얻을 수 있는 가장 최소의 화면율을 가진 펄스투시검사를 사용할 것



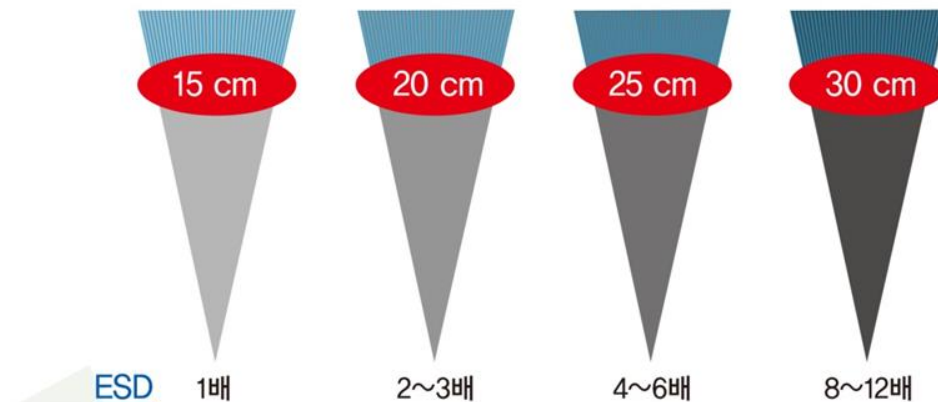
# 투시 검사 시 환자의 방사선 방어 10가지 원칙

- ⑤ X선 조사 시 동일한 피부 부위를 중복해서 노출시키는 것을 피할 것



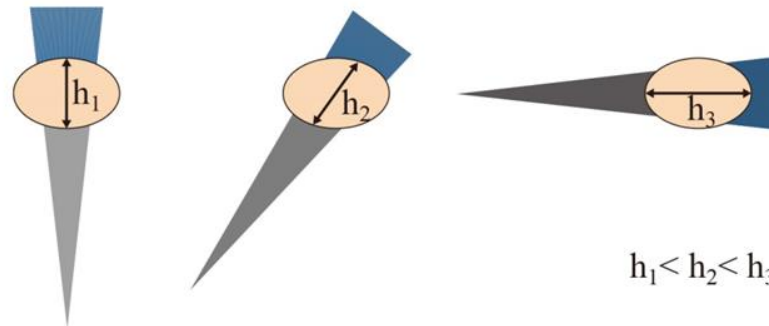
환자주변으로 X선관 회전시켜  
입사방향 변경할 것

- ⑥ 큰 환자 또는 두꺼운 신체부위는 입사표면선량 증가를 유발함



# 투시 검사 시 환자의 방사선 방어 10가지 원칙

## 7 기울임방향(사각) 투시도 입사표면 선량을 증가시킴



증가된 입사표면선량은  
피부손상의 확률을 높임

## 8 영상확대촬영기법 사용을 피할 것

	영상증배관 관심영역 (FOV)	상대 환자입사 선량률
●	12" (32 cm)	100
●	9" (22 cm)	177
●	6" (16 cm)	400
●	4.5" (11 cm)	711

영상범위 절반으로 줄이면  
선량을 4배로 증가

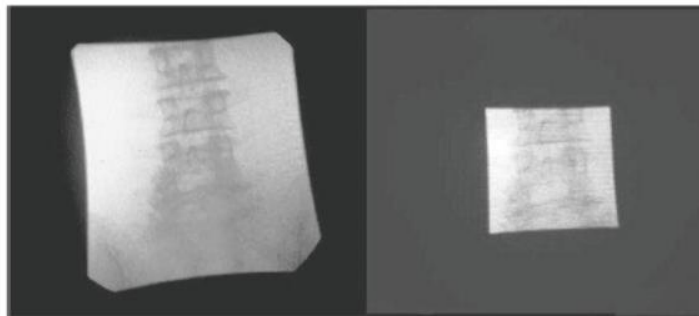
# 투시 검사 시 환자의 방사선 방어 10가지 원칙

- 9 임상적으로 허용 가능한 수준으로 프레임수와 씨네 투시검사법 사용을 최소화 할 것



기록을 위한 스팟 영상은 씨네 동영상인 아닌 최종 투시영상고정 (Last image hold)에서 얻을 것

- 10 조준기를 사용해 X선을 관심영역에 조준할 것





## 정리

- 투시장치의 구조는 일반 X선 장비와 비슷하지만 실시간 영상을 구현하기 위해 영상증배관 혹은 평면검출기를 사용하며, X선의 강도는 약하지만 피폭시간에 의해 방사선량이 많아질 수 있다.
- 투시검사에서 가장 중요한 선량관련인자는 투시시간이며 그외 관전압, 관전류, 촬영횟수, 환자자세, 펄스투시, 확대, 자동밝기조절, 투시영상 고정, 여과, 조준 등이 있다.
- 투시에 의한 방사선 피폭의 영향으로는 확정적 영향과 확률적 영향이 있으며 단시간 내 많은 양의 방사선 피폭으로 발생하는 피부 괴사나 탈모와 같은 결정적 영향을 주의해야 한다.