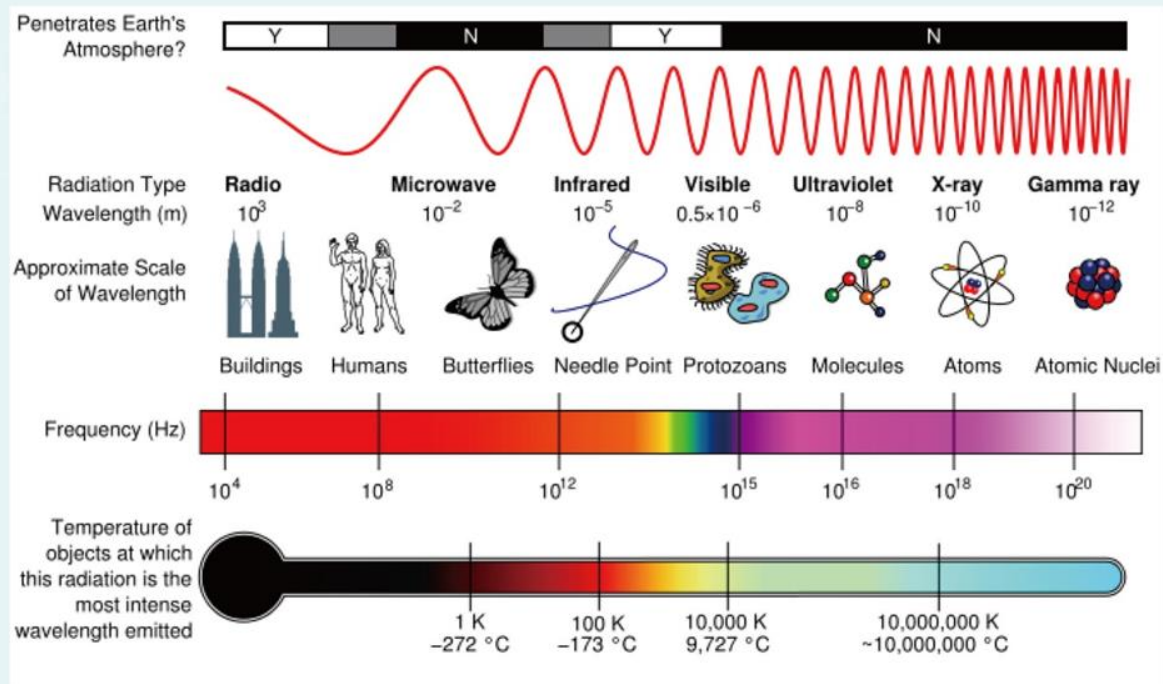




전공의를 위한 방사선안전교육

내용

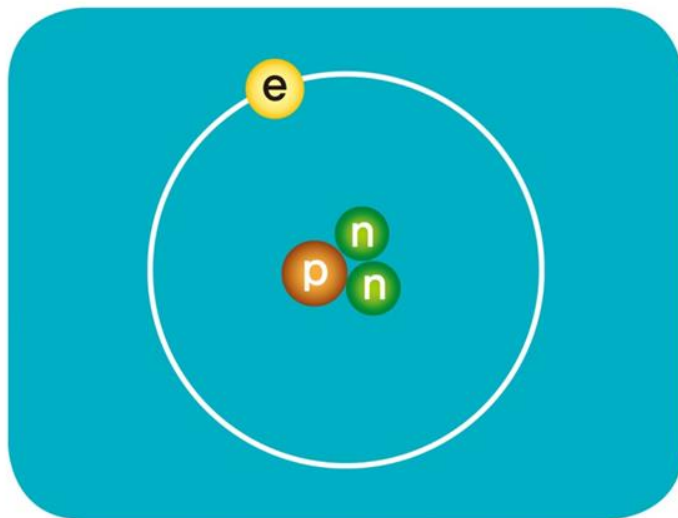
- 1) 방사선이란 무엇인가?
- 2) 방사선 분야에서 사용하는 단위
- 3) 방사능 및 방사선에 의한 피해 사례
- 4) 의료방사선피폭실태
- 5) 방사선이 인체에 미치는 영향
- 6) 임신과 방사선
- 7) 방사선 검사를 위한 원칙
- ▶ 8) 진단용방사선 안전관리 역사 및 법규
- 9) 방사선관계 종사자 선량 저감화



방사선이란 무엇인가?

방사선이란 무엇인가

- 어떤 한 점에서 모든 방향을 뻗쳐 나가는 특성을 가진 빛 또는 입자
 - 과도한 에너지를 가진 원자가 잉여 에너지를 방출하면서 나오는 것
 - 에너지가 높아 불안정한 물질이 안정한 상태를 찾기 위해 방출하는 입자 또는 에너지의 흐름



방사성(방사능, Radioactivity)

- 일정 물질로부터 자발적으로 방사선을 방출하는 성질, 방사선을 낼 수 있는 능력
- 우라늄, 코발트
- 불안정한 원자핵은 전자나 헬륨원자핵 등의 입자선을 방출하여 다른 원소로 변화, 감마선등을 끊임없이 방출하여 안정된 원소가 되려는 성질

방사선원-방사선을 방출하는 물체

방사성 물질

- 방사성 핵종을 일정수준 이상 함유한 물질
- 자발적, 지속적 방사선방출

방사선발생장치

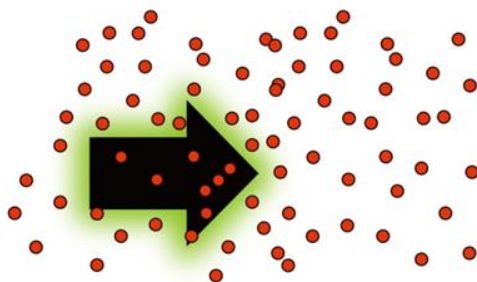
- 다른 형태의 에너지(예:전기)를 인공적으로 방사선에너지로 변환 방출(예: X-ray 발생장치)

방사선 피폭

- 물체가 방사선에너지를 흡수하는 것



방사선원



방사선 종류

◎ 방사선:

- > 매우 짧은 파장을 가진 전자기 에너지 (electromagnetic energy)
- > 파동의 형태로 어떤 공간이나 매체를 통해 전달되는 에너지

◎ 전리방사선

입자: α , β^- , β^+ , 중성자, π

전자파: γ (감마선), X(엑스선)

◎ 비전리방사선

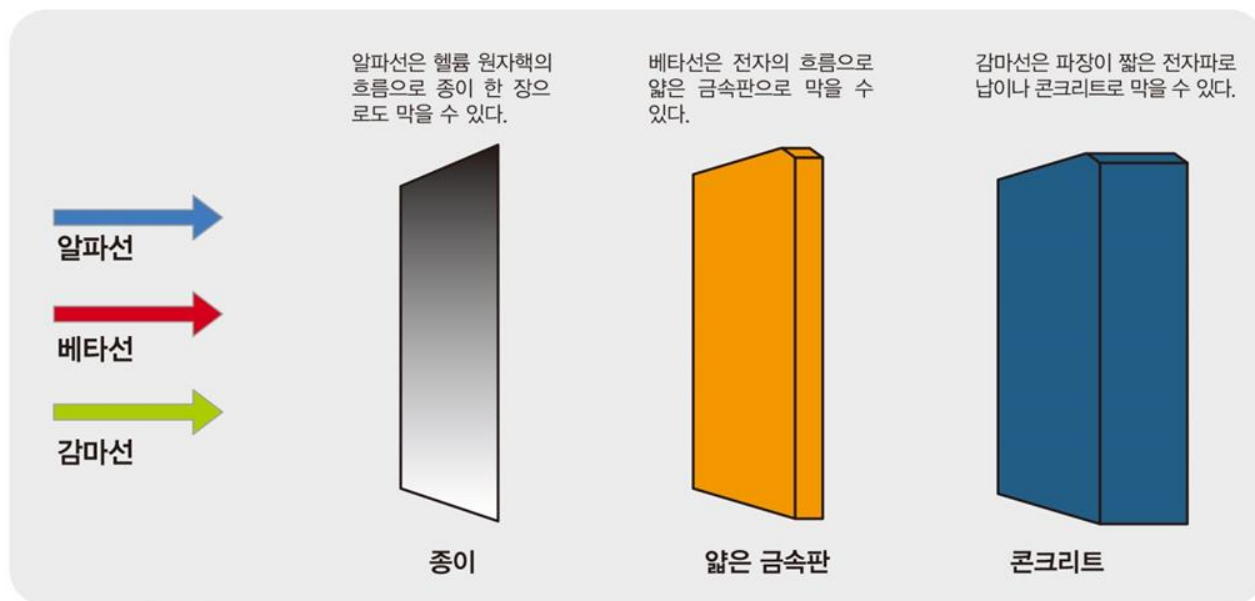
자외선, 가시광선, 적외선, 초단파, 단파, 중파, 저주파 등

방사선 종류

- 이온화 (전리) 방사선: 물질을 통과할 때 직접 또는 간접적으로 그 물질의 원자를 전리 시키는 능력을 가진 방사선
 - 직접 전리 방사선
 - 전하를 띠고 있어 물질을 통과할 때 그 물질의 원자를 직접 전리 시킴
 - α 선, β 선, 양성자
 - 간접 전리 방사선
 - 전하를 갖고 있지 않은 중성자 선과, 전자기 파인 X선, γ 선은 그 자체는 전리 능력은 없으나 물질과의 상호 작용 결과 2차적으로 생성된 고속 전자에 의해서 전리 능력을 갖게 된다.

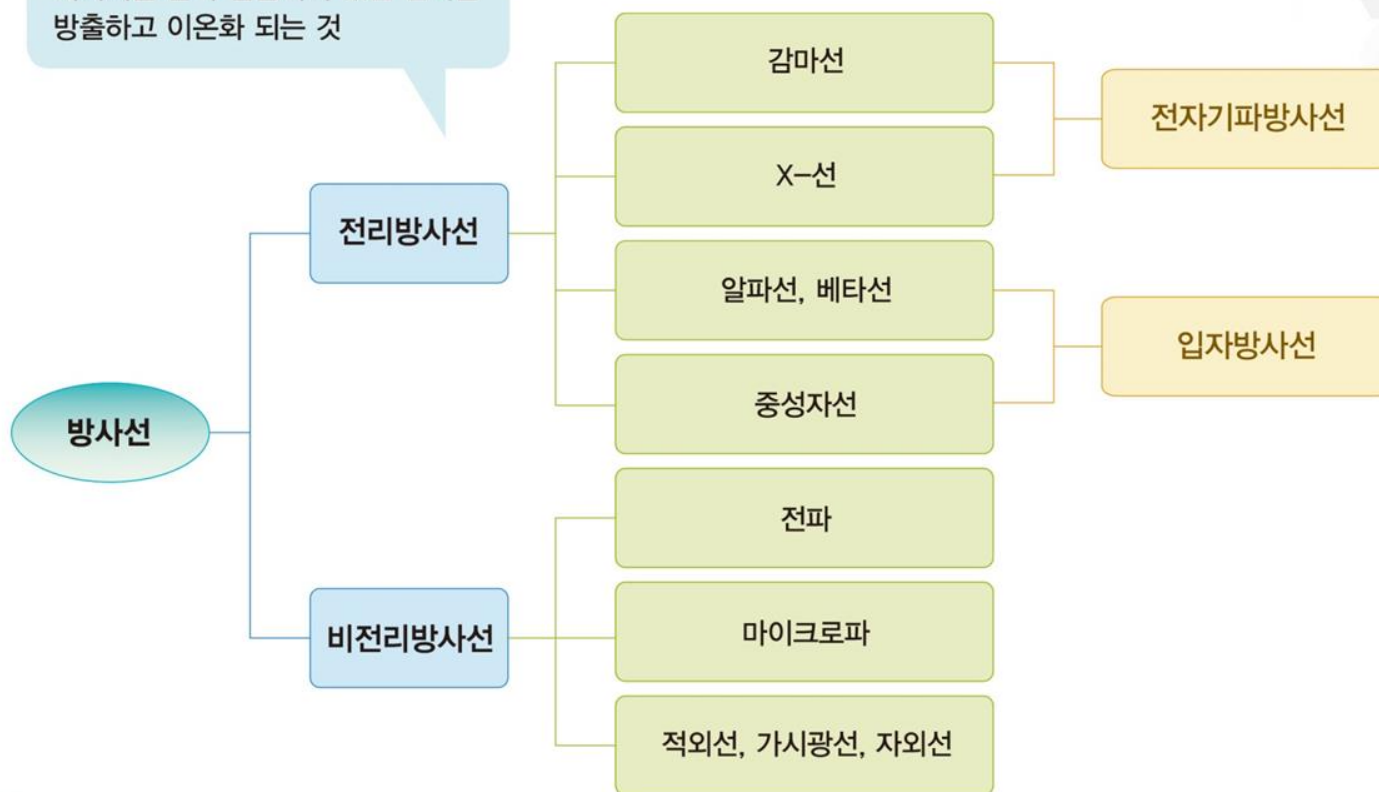
전리 방사선 종류

방사선	형태	전하	전리작용	투과력	상대적인 전리전력	차폐물질
알파	입자	+2	대	소	10000	종이, 피부, 옷
베타	입자	1	중	중	100	플라스틱, 유리, 경금속
X-선/감마	전자파	0	소	대	1	중금속, 콘크리트, 지각



방사선의 종류

중성 상태의 원자가 외부로부터 강한 에너지를 받아 결합되어 있던 전자를 방출하고 이온화 되는 것





Wilhelm Conrad Roentgen

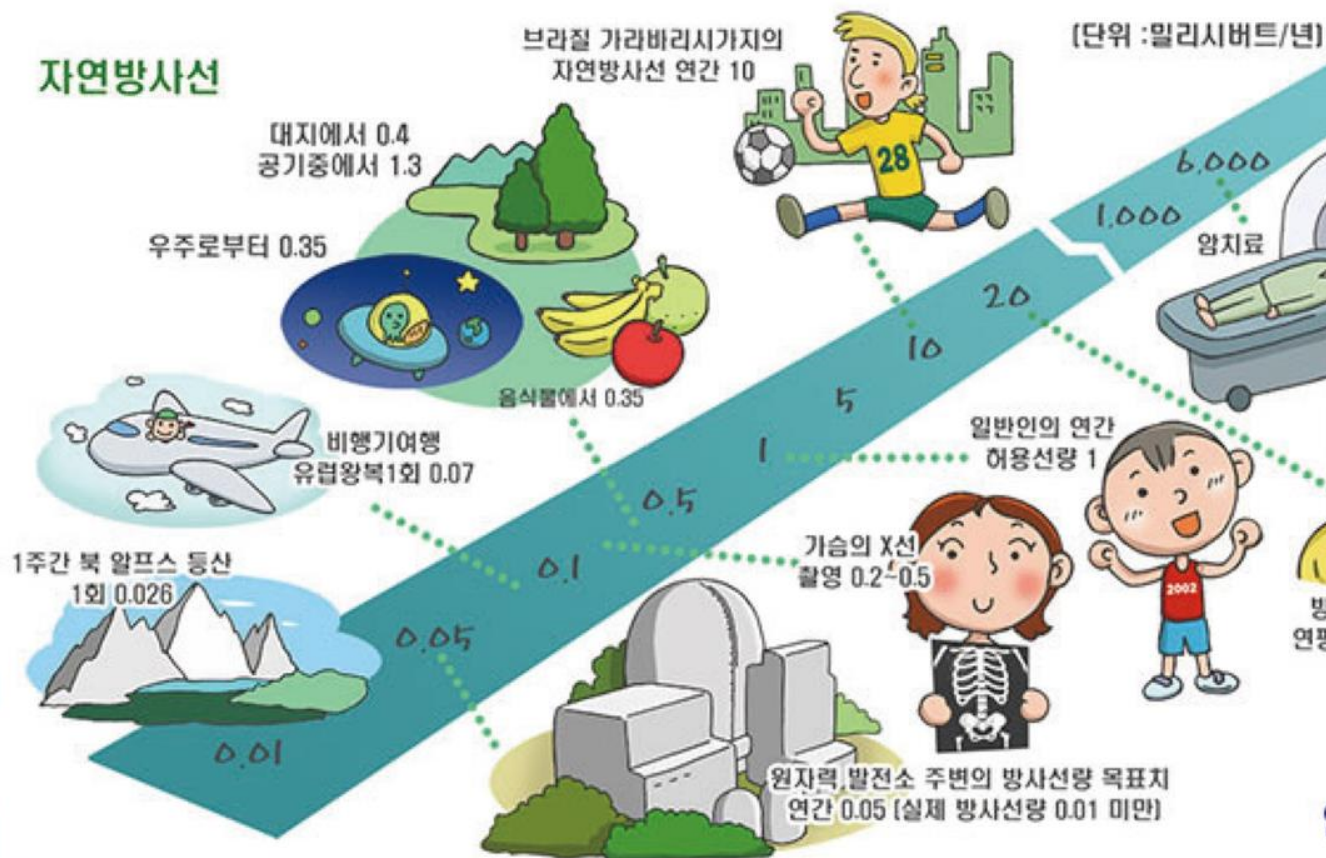
우리가 흔히 알고 있는 X-선의 역사는 뢰트겐 (W.K.Roentgen 1845-1923)이 실험 중에 우연히 미지의 광선을 발견한데서 시작한다. - 1895년



- 뢰트겐 박사
 - > 진공도가 높은 음극관을 이용한 실험 중 형광 작용이 미지의 광선에 의해 생기는 것을 확인
 - > X-ray로 명명
 - > 새로운 광선에 관하여(1895년 12월 28일)
- 제 1회 노벨물리학상
- 전 인류가 평화적으로 이용할 수 있도록 특허 신청하지 않음

자연 방사선 vs 인공방사선

자연방사선



인공방사선

연평균 자연방사선 피폭량이 높은 지역

📍 한국	- 충북 중원군 주덕면 성지사	4.85 mSv/yr
📍 브라질	- 가리바리	10 mSv/yr
📍 미국	- 콜로라도주 덴버	12 mSv/yr
📍 인도	- 켈라라 지방	28 mSv/yr



가리바리시: 브라질

방사능물질(Thorium)

온열효과

타지역과 유병율의 차이없음

방사선분야에서 사용하는 단위

- 조사선량(Exposure)
- 흡수선량(Absorbed dose)
- 등가선량(Equivalent dose)
- 유효선량(Effective dose)

조사선량 Exposure

- 어느 장소의 감마선 또는 X선에 의한 공기단위질량당 생성된 전하량
- 공기를 이온화하는 정도
- 뢰트겐(기호; R), C/kg
- 1 R은 1 kg의 공기에 $2.58 \times 10^{-4} \text{C}$ 의 전하량을 생기게 하는 방사선량

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

- 비가 얼마나 내리는가?

흡수선량 Absorbed dose

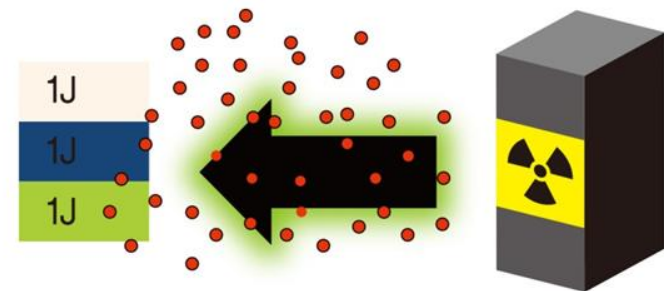
- 방사선에 피폭되는 물질의 단위질량에 흡수된 방사선 에너지
- 방사선의 종류나 물질의 종류에 관계없이 사용
- 물질 1 kg에 1 J의 에너지를 방사선으로부터 흡수 \rightarrow 1Gy ($= 1 \text{ J/kg}$)
- $1\text{Gy}=100 \text{ rad}$
- 내가 비를 얼마나 맞았는가?



833 Gy

1 Gy

0.4 Gy



등가선량 Equivalent dose

- 인체가 같은 흡수선량을 받더라도 방사선의 종류나 에너지에 따라 인체가 받는 영향의 정도는 다름
- 방사선이 인체에 주는 위험도를 같은 척도로 계산하여 방사선방어의 목적으로 비교하거나 계산하기 위해 등가선량이라는 단위를 고안(Sv)

$$\text{등가선량} = \text{흡수선량} \times \text{방사선가중치}$$

- ▶ > 감마선, X선, 베타 입자에 의한 피폭일 때는 조직 및 장기의 방사선 가중치가 1.0
이므로 흡수선량과 등가선량은 같은 값

유효선량 Effective Dose

- 등가선량을 인체 전체에 미치는 영향으로 환산하여 실용화한 양
- 방사선의 인체에 대한 영향은 신체의 어느 부위에 방사선을 받았는가에 따라 다르다.
- 신체를 몇 개의 부위로 나누어서 각 부위에 받은 등가선량에다 조직가중계수를 곱한 것을 모두 합하여 얻음(Sv)
- 내가 비를 맞아 감기에 걸릴 확률은?

방사선 단위

방사성 물질



공기

조사선량 (R, C/Kg)

X 선이 공기를 어느정도 전리 시키는가?

비가 얼마나 내리나?



물질 (인체를 포함한 모든 물질)

흡수선량 (Gy)

방사선의 에너지가 얼마나 물질에 흡수되었는가?

비가 얼마나 내리나?



인체

유효선량 (Sv)

전신에 대한 영향은 어느 만큼인가?

비를 맞아 감기에 걸릴 확률은?



방사능 및 방사선에 의한 피해 사례

체르노빌 원자력발전소 4호 원자로 폭발

체르노빌 사고 개관

- 1984. 4. 26. 우크라이나 체르노빌 원전4호기 폭발

■ 피해

사고당시 발전기 엔지니어 소방대원 등 31명 사망. 2005년 현재 사망자 총 56명
암으로 인한 총 사망자 4,000명 (2005, IAEA · WHO · 체르노빌 포럼)

- 당시 현장수습에 동원된 인원 80만명 중 30만명이 기준치의 500배에 달하는 방사선 노출
- 벨로루시 국토의 21%, 우크라이나 5%, 러시아 0.6%가 오염(UN)
- 현재 이들 세 국가의 오염지역에만 5백만~8백만명이 거주
- 체르노빌 폭발물로 유럽의 지표면 40%가 오염

■ 예상 사망자 논란

- 당시 현장수습에 동원된 인원 80만명 중 30만명이 기준치의 500배에 달하는 방사능 노출.
- UN: 직접적인 방사능 누출로 4,000명 사망 예상
- 세계보건기구 산하 국제 암센터: 향후 60년간 4만1천여명이 암에 걸리고 이중 1만 6천명이 사망.
- 그린피스: 암환자만 27만명, 이중 9만명이 사망.
- 토치(TORCH, 체르노빌 20주기 보고서): 유럽에서만 암환자 3만~5만명







CT 한번 촬영은 방사능 오염된 시금치 3kg

방사능 오염 우유를 3~5년 마시는 결과

트위터 페이스북 미투데이 싸이월드공감

입력일 F 2011.03.24 10:28 | 수정일 2011.03.24 14:59



일본 대지진 이후 후쿠시마에서 일어난 원전 폭발로 인해 방사능 피폭에 대한 불안이 높아지고 있다. 일본의 식품과 수돗물, 심지어 공항을 통해 국내로 들어오던 입국자에게서도 방사선이 검출됐다는 뉴스도 잇따라 보도됐다. 일본 후쿠시마 인근의 우유와 시금치, 도쿄 지역의 썬갓과 카놀라 등의 식품에서 방사성 물질이 나와 출하가 금지됐다.

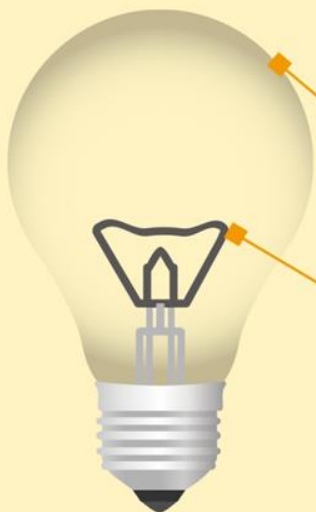
그러나 일본에서 방사능에 피폭된 식품이나 공기 중의 방사능보다 몇 배나 강력한 방사능이 우리 주변생활과 가까이 있다는 사실은 잘 모른다. 이 강력한 방사능은 일본 정부가 우유, 시금치 등 방사능이 검출된 식품과 비교하는데 기준으로 삼은 컴퓨터단층촬영(CT)이다.

일본 정부에 따르면 CT촬영을 한 번 했을 때 몸에 흡수되는 **방사능**은 오염된 우유 1ℓ를 마셨을 때의 8배, 오염된 시금치 1kg을 먹었을 때의 3배에 이른다.

고가의 건강검진도 **방사능 피폭량**을 늘리는 데 한 몫을 한다. 종합병원의 기본형 건강검진을 받으면 가슴CT촬영과 치과 X선까지 합쳐 약 10mSv의 피폭을 받는다. 하지만 고가형 건강검진을 받을 때는 선택에 따라 가슴CT촬영에 관상동맥CT와 복부골반CT, PET-CT촬영까지 합쳐져 약 32~50mSv에 이르러 피폭량은 더욱 늘어난다.

이는 방사능에 오염된 우유를 3~5년 동안 마시거나 오염된 시금치를 15~25년 동안 꾸준히 먹었을 때 **몸 속에 쌓이는 방사능의 양**과 비슷하다.

방사선 vs. 방사능



방사선과 방사능

방사선: 전구에서 나오는 환한 빛처럼 보이지 않는 광선

방사능: 빛을 내는 전구처럼 방사선을 내뿜는 능력

방사선과 방사능의 차이점

방사선

합법적

저준위 방사선

(60-140kVp)

X선

피폭선량의 예측 가능

부분피폭

외부피폭(일과성)

On/Off 가능

방사능(동위원소)

사고

고준위(MeV)

핵종 미상

불가능

전신피폭

내부피폭(장기간)

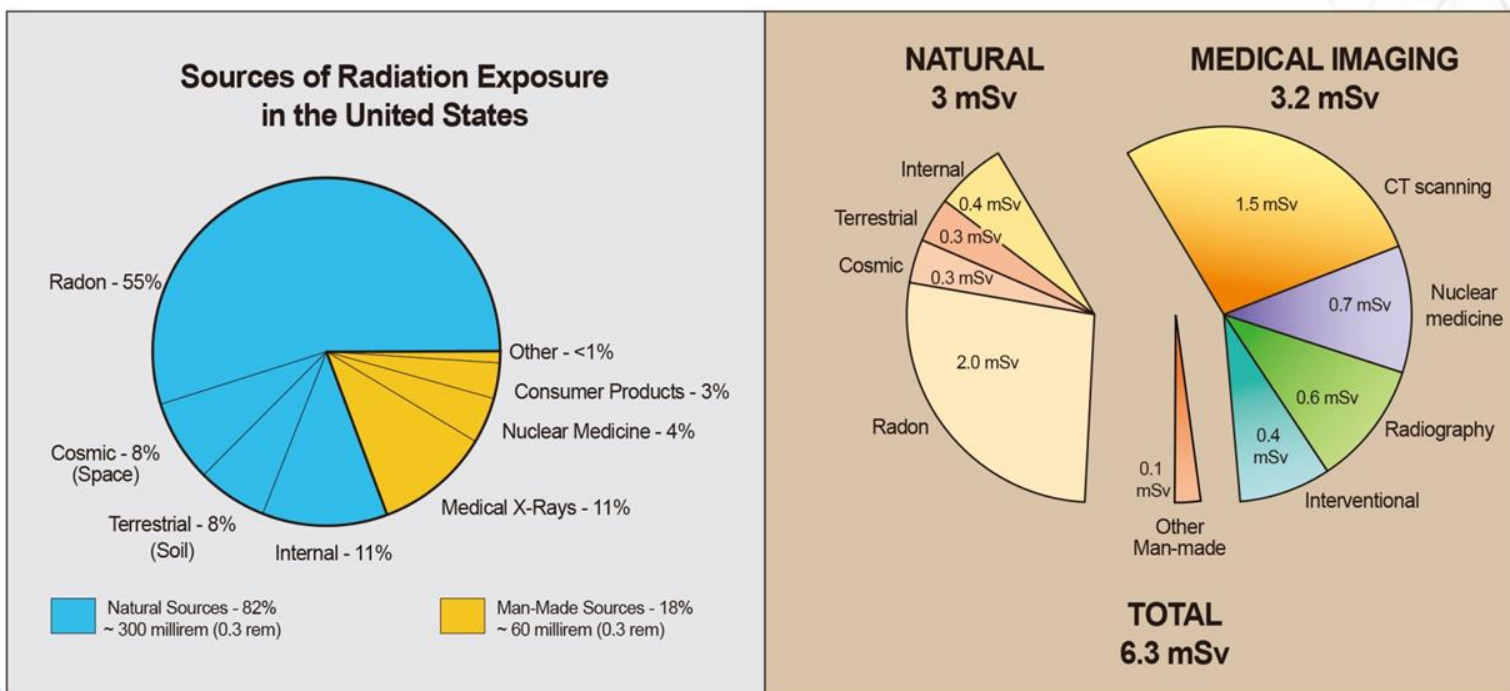
On/Off 불가능

의료방사선피폭실태

의료방사선 사용 실태 (세계)

- 방사선 검사의 사용 빈도 증가
 - ▶ NCRP (미국방사선방어위원회, 의료방사선)
 - > 1980년대 초 : 11%
 - > 2000년 : 35%
 - > *개인당 조사되는 방사선 : 500배 증가 (1982년부터)*
- 중재 시술 (Intervention) 의 증가
- MDCT, PET-CT 등의 이용 증가
 - > 의료방사선의 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 이 CT에서 발생

의료방사선 피폭의 증가



UNSCEAR 2000

자연 방사선: 2.4 mSv

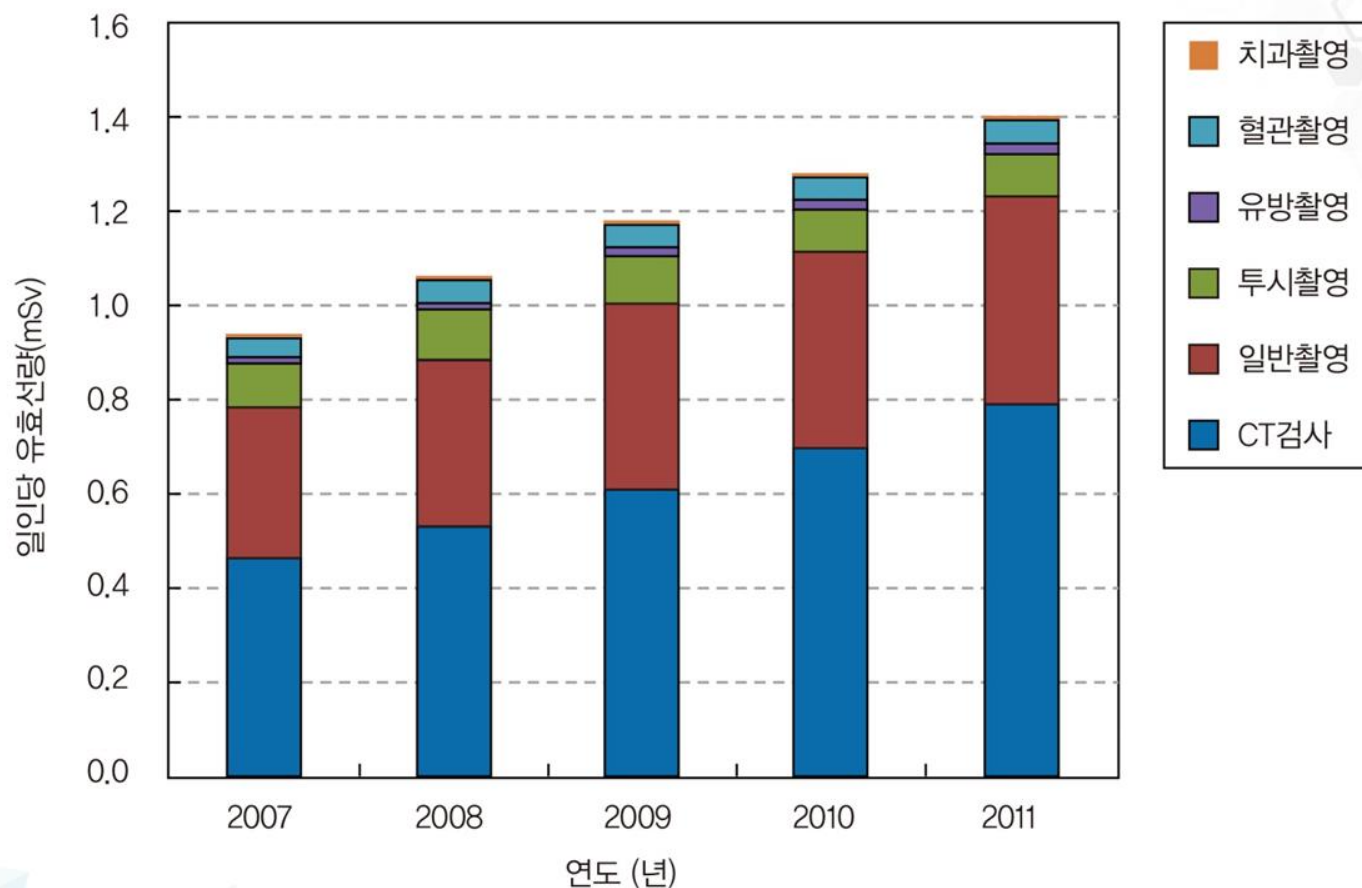
의료방사선 : 0.4 mSv

NCRP 160 (2009)

자연 방사선: 3.0 mSv

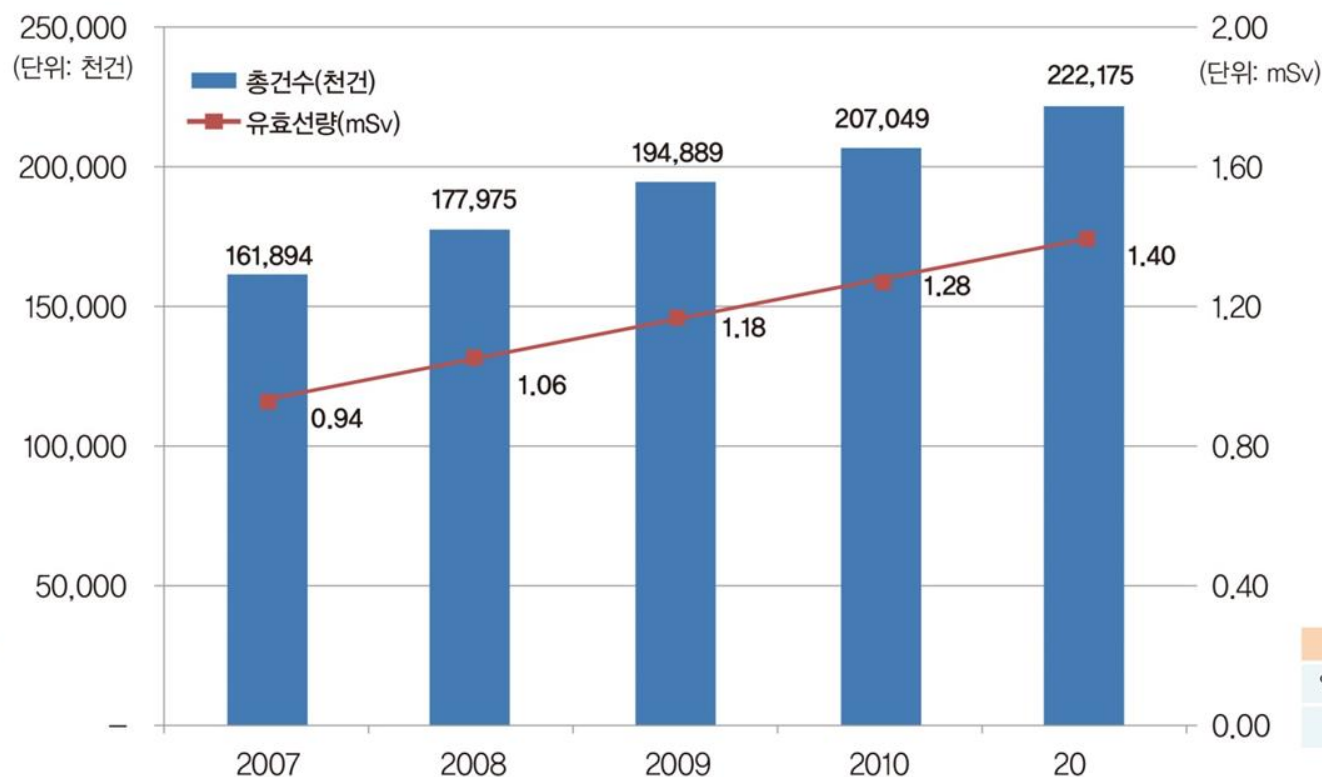
의료방사선 : 3.2 mSv

우리나라 일인당 유효선량 변화 추이



국내 의료방사선의 증가

국내 최근 5년간(2007~2011) 진단용 방사선 검사 현황



	건수(%)	피폭량
일반X-ray	78	32
CT	2.8	56

식약처 보고 (2014)

건강검진과 방사선 피폭

A 종합병원

가격	방사선 노출 검사	1회 피폭량(단위:mSv)
기본 약 60만원	저선량폐CT, 치과X선	10,005
350~370만원	기본+3D관상동맥CT+복부골반CT	30,005~32,005
530만원 이상	기본+3D관상동맥CT+복부골반CT+PET-CT	45,005~50,005

방사능

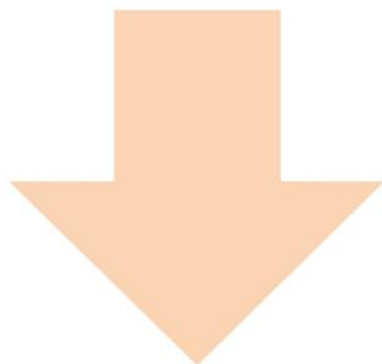


안전관리 교육의 필요성



방사선은 해롭다

- WHO 산하 국제 암학회 (IARC) 유해물질 Group 1 분류



방사선 검사는 필요하다

- 환자에게 이득이 있다

방사선 종사자: 위험성 인지, 안전 염두에 둘 수 있도록

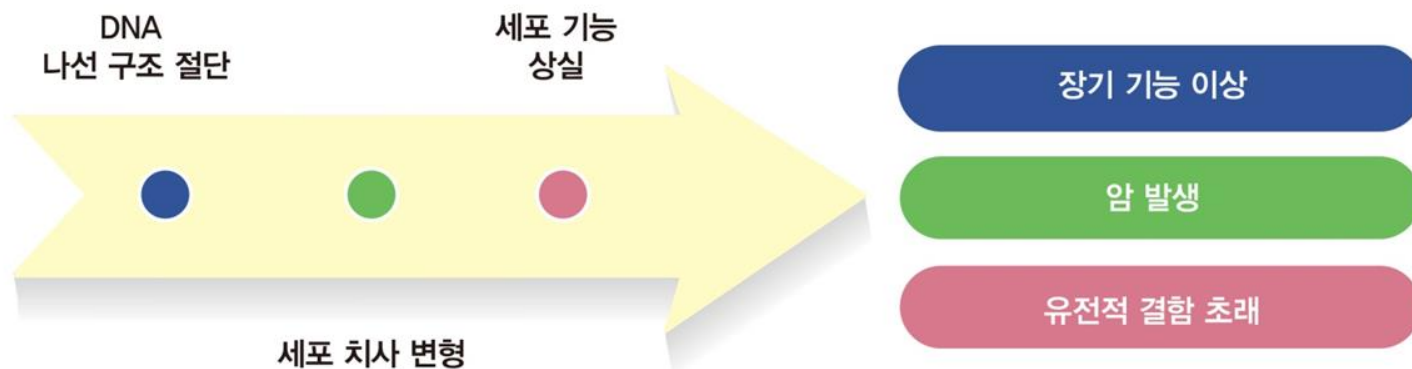
환자 및 보호자: 위험성 보다는 안전성과 이득에 대해 인지 시킴

The background features a light blue gradient with decorative geometric elements. At the top, there is a row of dark blue triangles pointing downwards. On the left side, there is a cluster of white hexagons of varying sizes. In the bottom right corner, there is a complex pattern of overlapping light blue triangles and lines, resembling a molecular or network structure.

방사선이 인체에 미치는 영향

방사선이 인체에 미치는 영향

- 직접 작용
 - 조사된 방사선에 의한 직접적인 DNA 손상
 - 이온화 과정에서 방출된 전자가 DNA 손상
- 간접 작용
 - 방사선이 세포 안의 다른 원자나 분자 (특히 물)와 작용하여 생성된 유리기 (활성산소)가 DNA 손상



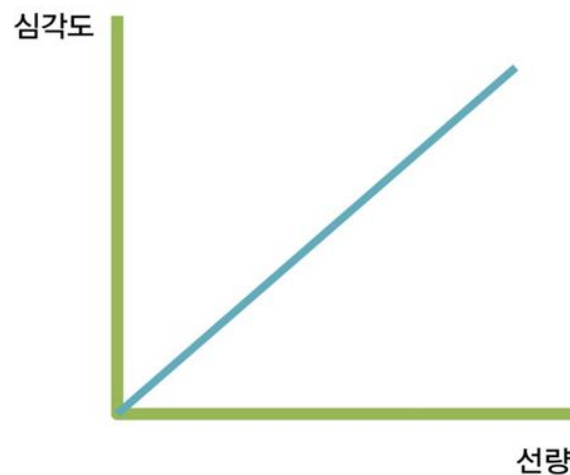
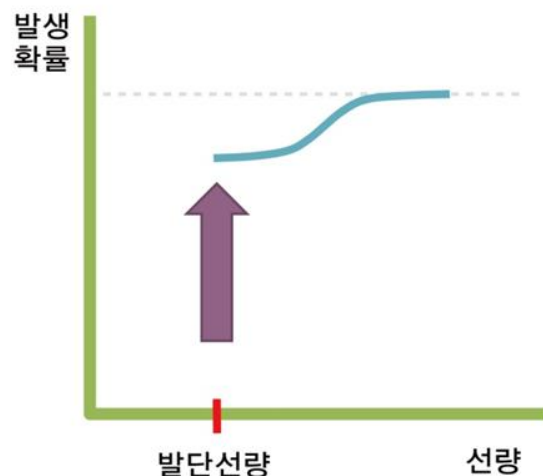
방사선이 인체에 미치는 영향



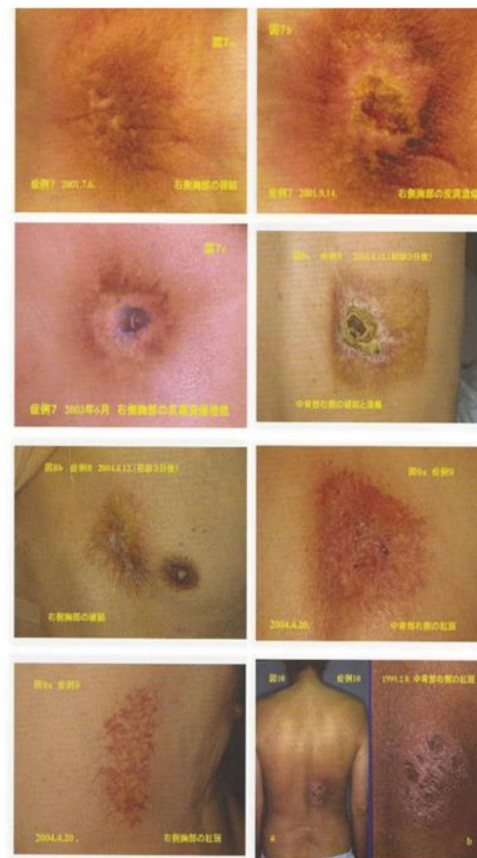
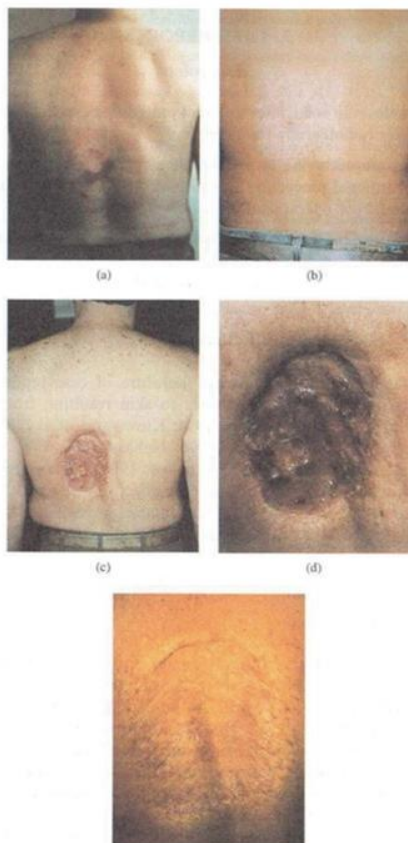
> 진단용 방사선에서는 유전적 영향은 고려하지 않아도 됨.

결정적 영향 Deterministic effect

- 일정량 이상 받으면 모두 나타남
- 많이 받을수록 변화가 심해짐
- 발단선량(threshold dose)이 있고 그 이하에서는 가시적 변화 없음
- 변화의 종류에 따라 발단선량 차이



Interventional Radiology



Case report, ICRP Publication 85 IVR에 따른 방사선피부장애방지에 관한 가이드라인
일본 의료방사선방호연락협의회

결정론적 영향 - 사고 상황

HOME PAGE | TODAY'S PAPER | VIDEO | MOST POPULAR | TIMES TOPICS

The New York Times

Health

WORLD | U.S. | N.Y. / REGION | BUSINESS | TECHNOLOGY | SCIENCE | HEALTH | SPORTS | OPINION

Get the most powerful TRADING TOOL for FREE

Search Health 3,000+ Topics

Go

THE RADIATION BOOM

After Stroke Scans, Patients Face Serious Health Risks


By WALT BOGDANICH
Published: July 31, 2010

When Alain Reyes's hair suddenly fell out in a freakish band circling his head, he was not the only one worried about his health. His co-workers at a shipping company avoided him, and his boss sent him home, fearing he had a contagious disease.

Only later would Mr. Reyes learn what had caused him so much physical and emotional grief: he had received a radiation overdose during a test for a stroke at a hospital in Glendale, Calif.

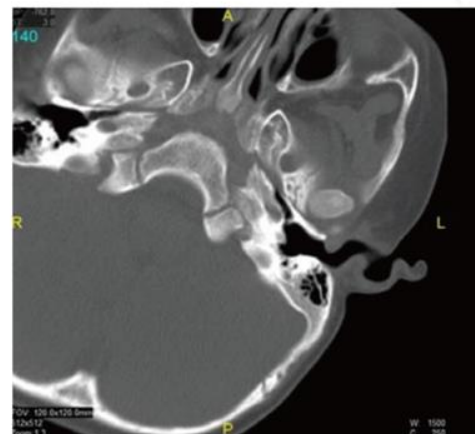
Other patients getting the procedure, called a CT brain perfusion scan, were being overdosed, too — 37 of them just up the freeway at Providence Saint Joseph Medical Center in Burbank, 269 more at the renowned Cedars-Sinai Medical Center in Los Angeles and dozens more at a hospital in Huntsville, Ala.

[Enlarge This Image](#)



RECOMMEND
TWITTER
COMMENTS (191)
SIGN IN TO E-MAIL
PRINT
REPRINTS
SHARE

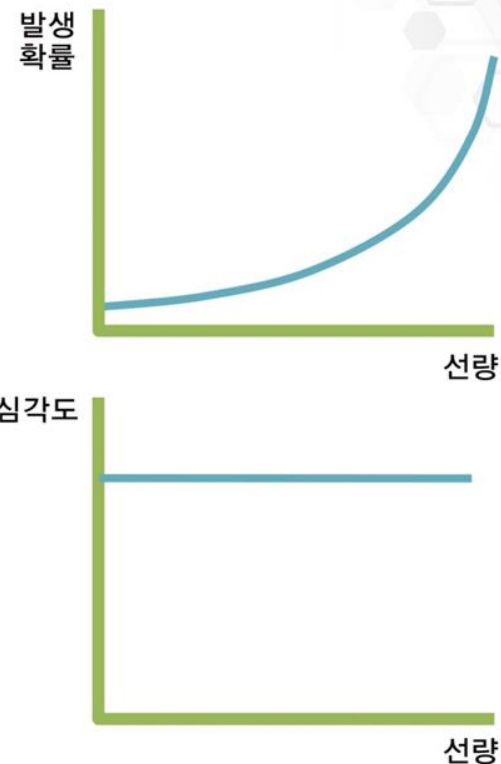
BLACK SWAN
DEC. 1



Roth family

확률적 영향 Stochastic Effect

- 암의 발생과 유전적 영향
 - 양에 관계 없이 나타날 수도, 아닐 수도 있음
 - 양이 증가하면 확률도 증가, 심각성은 선량과 무관
 - 발단 선량 없음
 - 변화의 정도도 양과 관계 없음
 - 다른 원인의 암과 구별 불가능
 - 고형암은 대개 받은 장소에서 발생
(방사선치료를 받은 환자)



방사선과 암의 발생

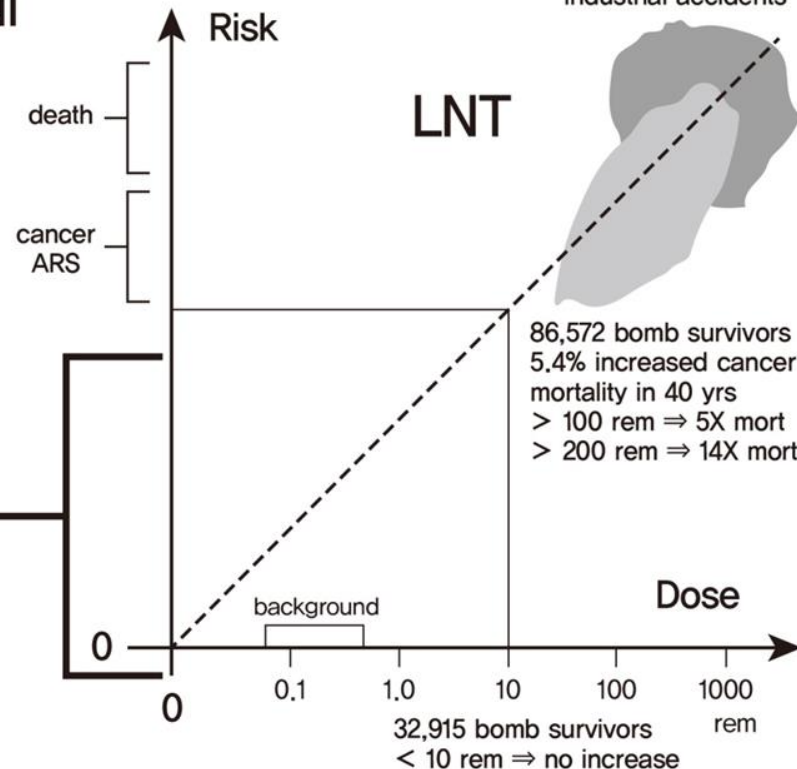
- 방사선의 발암성
 - 다량의 방사선을 이용한 동물실험
 - 방사선치료 환자
 - 원폭, 원자로 사고 피폭자
 - 유방암 검진환자에 대한 역학 조사
- 방사선 방어의 주목적

저선량 방사선 (< 100 mSv)의 암발생 모델

Linear-no-threshold hypothesis:
even the smallest amounts of
radiation are harmful

- cancer risk doubles when dose doubles
- it triples when dose triples
- it halves when dose halves

Few, if any,
long-term
health effect
ever observed



CT Typical Effective Dose Values

Examination	Effective Dose (mSv)
Head CT	1-2
Chest CT	5-7
Abdomen CT	5-7
Pelvis CT	3-4
Abdomen & Pelvis CT	8-14
Coronary artery Calcium CT	1-3
Coronary CT angiography	5-15

AAPM report No. 96, The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT, 2008, Available from: www.aapm.org/pubs/reports/rpt_96.pdf

Examination	Effective Dose (mSv)	Valued reported in literature (mSv)
Head	2	0.9-4.0
Neck	3	
Chest	7	4-18
Chest (pulmonary embolism)	15	13-40
Abdomen	8	3.5-25
Pelvis	6	3.3-10
Three-phase liver	15	
Spine	6	1.5-10
Coronary angiography	16	5-32
Calcium scoring	3	1-12
Virtual colonoscopy	10	4-13.2

Mettler FA, Huda A, Yoshizumi TT, et al. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: A catalog. Radiology 2008; 248:254-263

Comparable Non-Radiation Risks

- Assume 10 mSv CT scan
 - Smoking 140 cigarettes in a lifetime (lung cancer)
 - Spending 7 months in New York City (air pollution – lung cancer)
 - Driving 4,000 miles in a car (accident)
 - Flying 250,000 miles in a jet (accident)

소아 환자의 특수성

같은 조건으로 검사 시 성인보다 유효선량 높음

성인기에도 반복된 검사 가능성

방사선 유발 암 발생 가능성 증가

발달중인 (활발한 세포분열) 조직

다음 세대에 방사선에 의한
변형을 물려줄 가능성

작은몸의 크기

선량의 축적

긴 기대 여명

방사선에 민감한 조직

유전적 위험성

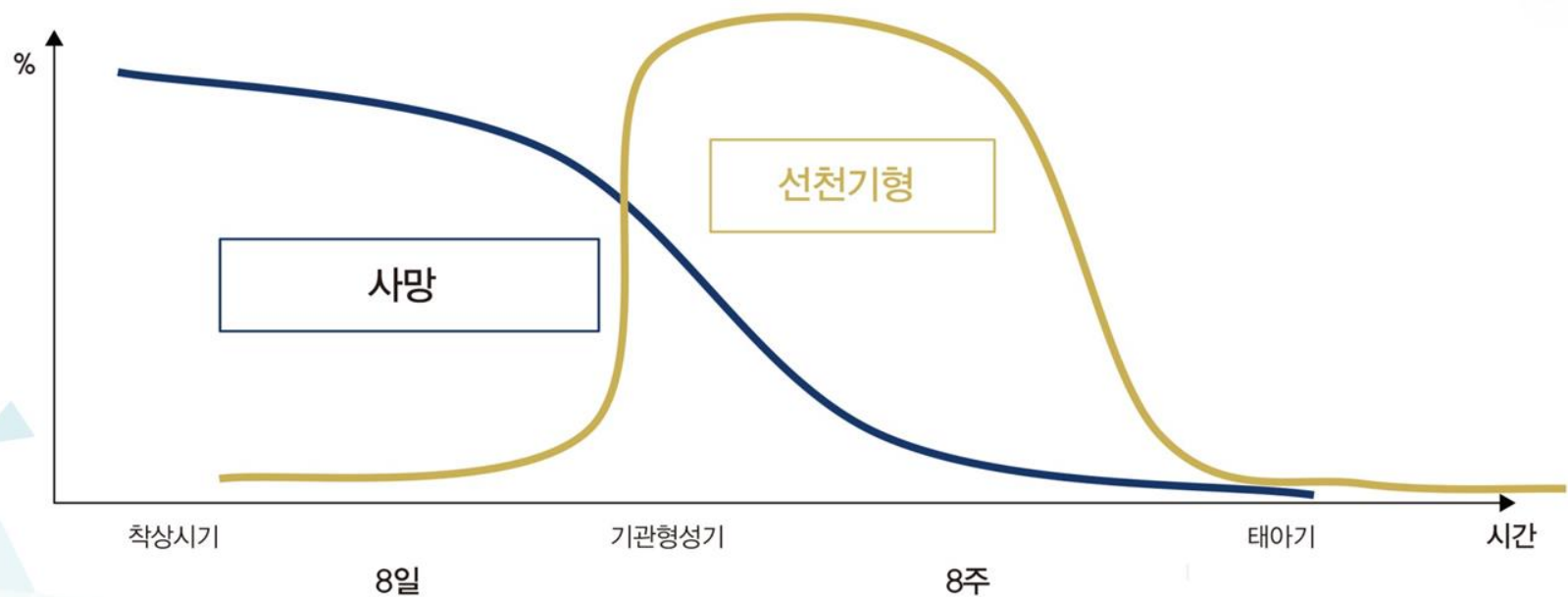


임신과 방사선



임신 중 방사선 피폭

- 결정적 영향 (발암 제외)
 - 임신 시기와 피폭량에 의해 위험도가 증가
 - Organogenesis와 임신 제 1기가 가장 위험



임신과 방사선

Table 3: Summary of Suspected In-Utero Induced Deterministic Radiation Effects*

Menstrual or gestation age	Conception age	<0.05 Gy	0.05-0.1 Gy	>0.1 Gy
0-2 weeks	Prior to conception	None	None	None
3rd and 4th weeks	1st - 2nd weeks	None	Probably none	Possible spontaneous abortion
5th - 10th weeks	3rd - 8th weeks	None	Potential effects are scientifically uncertain and probably too subtle to be clinically detectable	Possible malformations increasing in likelihood as dose increase
11th - 17th weeks	9th - 15th weeks	None	Potential effects are scientifically uncertain and probably too subtle to be clinically detectable	Increased risk mental retardation or deficits in IQ that increase in frequency and severity with increasing dose
18th - 27th weeks	16th - 25th weeks	None	None	IQ deficits not detectable at diagnostic doses
>27 weeks	>25 weeks	None	None	None applicable to diagnostic medicine

*Taken from "ACR Practice Guideline for imaging Pregnant or Potentially Pregnant Adolescents and Women with Ionizing Radiation", derived from ICRP Publications 84 (2001) and 90 (2004).

임신 중 피폭에 의한 태아 선량

표1. 영국에서 일반적 진단절차에 의한 대략적인 태아 선량(Sharp, Shrimpton, Buiy 1998의 자료에서 인용)

촬영종류	평균	최대값(mGy)
재래식 X선 검사		
복부	1.4	4.2
흉부	<0.01	<0.01
정맥요조영술	1.7	10
요추	1.7	10
골반	1.1	4
두개골	<0.01	<0.01
흉추	<0.01	<0.01
투시검사		
바륨식(상부위장관, UGI)	1.1	5.8
바륨관장	6.8	24
전산화단층촬영		
복부	8.0	49
흉부	0.06	0.96
머리	<0.005	<0.005
요추	2.4	8.6
골반	25	79

방사선에 의한 태아 기형 발육 이상 (ICRP)

- 태아 기형은 100–200 mGy 의 높은 선량에 의해 나타날 수 있으며, 주로 중추신경계의 이상이 온다.
 - 태아 피폭 100 mGy 는 3 번의 pelvic CT 이나 20번의 일반촬영에서도 나타나지 않는다. 그러나 투시, 중재시술에서는 도달할 수 있는 수치이다.
- 산모에게 시술 시 주의
- 태아 피폭 100 mGy 는 개인에 따라 방사선에 의한 암 발생할 수 있으나 99%에서 문제가 없다.

X선 검사 별 영향



- 골반/복부 중재 시술 등
- 투시시간 중요
- 투시시간이 7분 이상이면 50 mGy 에 이를 수 있음.

임신과 태아에 미치는 영향

- 방사선 피폭에 의한 임신 중절
 - 100 mGy 이하: 임신 중절 비정당화
 - 500 mGy 이상: 심각한 태아의 손상
 - 100 ~ 500 mGy: 개인의 환경에 따라 임신중절 결정

피폭 후 임신중절의 고려

- 여러 인자의 영향을 받는 개인적 판단
- *100 mGy 이하의 태아선량은 임신중절의 근거가 안됨*
- 100~200 mGy 초과
 - 방사선 치료나 사고에 의한 피폭
 - 감수성이 높은 시기의 다량 피폭
 - * 태아가 처한 위험을 정확히 알려 부모가 결정하도록

임신 중 방사선 검사: 의료인이 꼭 알아야 할 사항들

- 임신부 방사선 촬영: 가급적 피할 것
- 태아의 질병으로 인한 산모의 방사선 촬영은 합법적임
- 임신 후 2~8 주: 가급적 조심할 것
- 모르고 촬영했을 경우: 추가 피폭을 피할 것
- 임신부의 질병으로 인한 방사선 촬영도 나중에 태아에게 문제가 될 수 있으므로 주의해야
- 태아선량의 경우: 100 mGy를 기준으로 임신중절을 고려할 것

임신한 종사자의 피폭

- 태아를 위한 부가적 보호 필요

- 남은 기간 동안 태아선량이 1 mGy를 넘지 않도록 작업환경을 조정 (NCRP 116: 유효선량 5 mSv)
- 높은 사고선량을 받을 위험이 있거나 방사성핵종을 섭취할 확률이 거의 없는 작업환경에서 종사할 수 있도록 배려
- 개인선량계 (TLD 배지)는 태아선량을 10배 이상 과대평가할 가능성
 - * 일반적으로는 개인선량계 측정치의 25% 미만일 것으로 추정



방사선검사를 위한 원칙



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



International Commission on Radiological Protection, **ICRP의 방사선 방어**

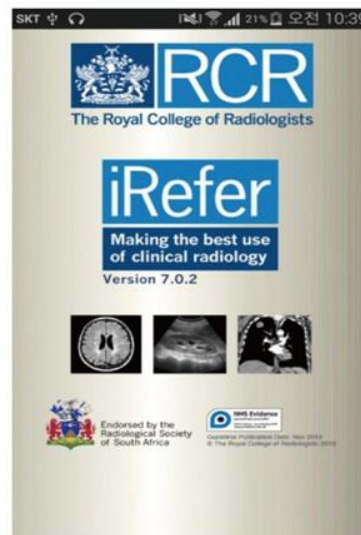
- 의료방사선 영상분야 검사
 - 진단과 치료를 위한 이득이 손해보다 크다고 간주
 - 의사의 의사 결정을 존중하여 지금까지는 환자 피폭선량 규제는 제한적 → 의료 피폭에 선량제한을 적용할 수 없다고 제안

정당화

- 진단과 치료를 위한 이득이 손해보다 크다고 간주
- 꼭 필요한 검사만 시행한다.
 - 방사선의 일반적인 의학적 목적 사용에 정당해야 하며,
 - 방사선 검사의 특정 절차가 의학적 목적에 부합하는가에 대해서 정당해야 하며, (e.g. 가이드라인의 준수)
 - 구체적인 환자에게 적용 시 특정 과정이 정당해야 한다. (e.g. “이 환자에게 꼭 필요한가”)

정당화의 실행

• 영상검사 (의뢰) 가이드라인



NECA-C 15-003
NECA-S 15-002

근거기반 임상영상 가이드라인 개발













: 영상진단검사의 적절성과 환자의 방사선
노출 수준에 대한 근거 제공

2016. 2. 29

NECA 한국보건연구개발연구원
National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency

정당화

• 우리나라 방사선 검사 가이드라인

분과	핵심질문	권고문	권고 등급	근거 수준	방사선량	
신경 두경부	KQ 1. 경미한 뇌 외상 환자에서 진단을 위한 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고 1. 경미한 뇌 외상 환자에게 적절한 영상검사로는 CT 또는 MRI를 권고한다.	B	II	뇌 MRI	0
					단순두개골 촬영	
					CT 뇌혈관 조영검사	  
					뇌 CT	  
	KQ 2. 외상없이 처음 발생한 뇌발작 또는 뇌전증 성인환자에서 진단을 위한 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고 2. 외상없이 처음 발생한 뇌발작 또는 뇌전증 성인환자의 평가를 위해 MRI와 CT를 권고한다.	A	II	뇌 MRI	0
					뇌 CT	 
신경 두경부	KQ 3. 난청을 호소하는 환자의 중이 질환 진단을 위한 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고 3-1. 전도성 난청을 주 호소로 내원한 환자의 중이 질환 영상을 위한 검사로는 일반적으로 비조영 Temporal bone CT를 권고한다.	A	II	측두골 CT	 
		권고 3-2. 혼합성 난청을 주 호소로 내원한 환자의 중이 질환 영상을 위한 검사로는 조영 또는 비조영 head and internal auditory canal MRI 혹은 비조영 temporal CT 검사를 권고한다.	A	II	두부와 내이도 MRI	0
					측두골 CT	 
		권고 3-3. 진주종이나 종양이 의심되는 환자의 중이 질환 진단을 위해 수술 전 검사로는 비조영 temporal bone CT를 권고하며, 조영 또는 비조영 head and internal auditory canal MRI 역시 권고한다.	A	II	두부와 내이도 MRI	0
갑상선	KQ 1. 갑상선 결절이 의심되는 환자에서 진단을 위한 일차적인 영상 검사는 무엇인가?	권고 1. 갑상선 결절이 의심되거나 초음파 이외의 영상 기법으로 발견된 갑상선 결절의 세부 진단에 경부 초음파를 권고한다.	A	II	경부 초음파검사	0
	KQ 2. 갑상선 결절의 적절한 조직검사 방법은 무엇인가?	권고 2. 갑상선 결절의 조직검사를 위한 방법으로는 초음파 유도 하 세침흡인검사를 권고한다.	A	II	경부 초음파검사	0

민간검진에서의 정당화

무증상 일반인에서의 의료피폭

01

“민간검진에 포함된 방사선 검사는 반드시 영상의학과 의사와 의뢰의사가 **적절한 진료지침에 의거한 특별한 정당화**가 필요하다.”

02

“검사를 받는 개인에게 반드시 **기대이익**과 **위험** 그리고 **검사의 제한점**에 대해 충분히 알려야 한다”

최적화

- 꼭 필요한 검사인 경우
- 환자개인 및 집단의 피폭선량을 방사선 진료에 지장을 주지 않으면서 최소한으로 하는 것

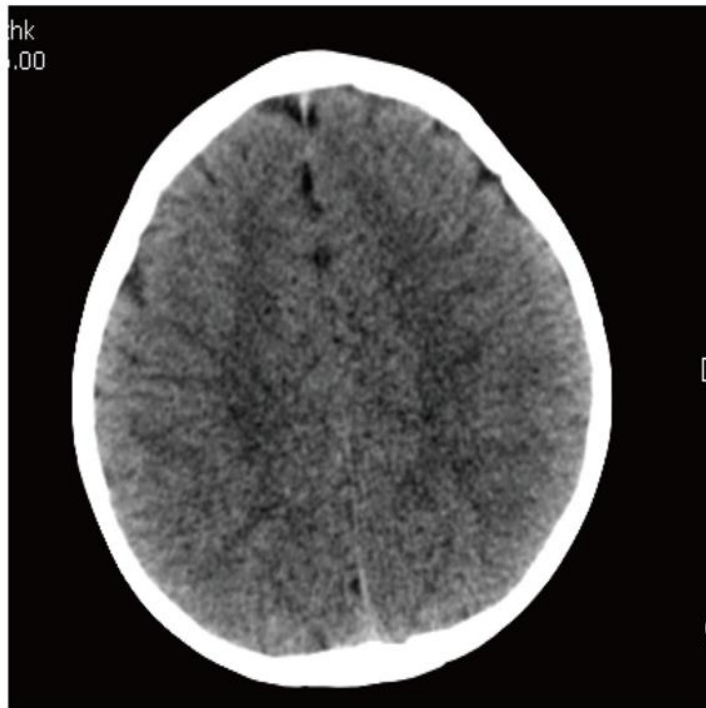
ALARA 원칙 (As Low As Reasonably Achievable)

: ICRP가 권고한 방사선 방어의 기본 개념으로 방사선의 사용에 있어서 사회 경제적인 요소를 감안하여 방사선 피폭 수준을 합리적으로 달성 가능한 한 감소시켜야 한다는 개념

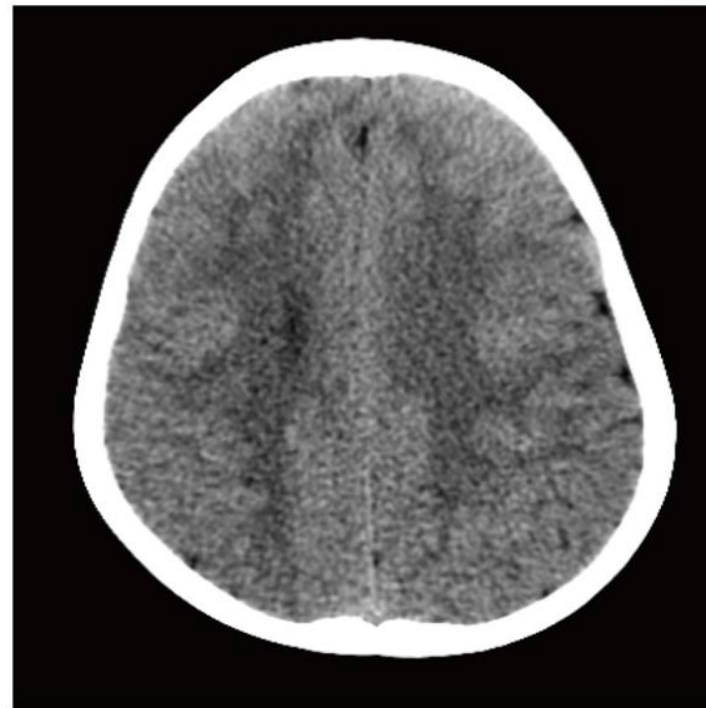
- ▶ 방사선진료의 설비와 기술에 대한 최적화
 - 검사 부위 신체조직이 받는 선량을 최소한으로 감소
 - 검사 부위 외에 대한 피폭을 제한

최적화

- 좋은 영상이 곧 훌륭한 영상은 아니다



120 kV, 350 mAs , CTDI 54.85



100 kV, 220 mAs , CTDI 25.58



진단용방사선 안전관리 역사 및 법규



진단용 방사선 안전관리 역사

- 1911 조선총독부의원 (현 서울대병원) 진단용 X선 장치 최초사용
- 1924 경성치과의학교 (현 서울대학교 치과대학) 구내촬영용 장치 최초사용
- 1937 진료 Roentgen 장치의 취체규칙 제정
- 1962 의료법시행규칙(진료방사선 위해방지) 제정
- 1973 의료법개정 (제32조 의료기관의 시설기준)
- 1994 의료법 제32조의2 (진단용방사선발생장치) 신설
- 1995 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙 신설
- 2007 의료법 제37조 (진단용방사선발생장치) 개정
- 2013 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙 개정
- ▶ 2016 보건의료자원 통합신고포털을 통한 신고

▶ 안전관리 업무이관 (2013년)

: 식품의약품안전처(안전평가원) → 질병관리본부



진단용 방사선 안전관리 법규[규정, 고시]

- **의료법** [법률 제14438호, 시행 2017.9.21]
- 의료법 시행령 [대통령령 제28131호, 시행 2017.6.21]
- 의료관계 행정처분규칙 [보건복지부령 제283호, 시행 2015.1.5]
- **진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙** [보건복지부령 제528호, 시행 2017.9.29]
- **진단용 방사선 안전관리 규정** [질병관리본부 고시 제2017-3호, 개정 2017.4.10]
- ▶ 안전관리책임자에 대한 방사선 교육 실시 단체 지정 [질병관리본부 고시 제2016-3호, 개정 2016.7.21]

의료법 [제37조 (진단용방사선발생장치)]

- [제1항] 진단용 방사선 발생장치를 설치·운영하려는 의료기관은 시장·군수 구청장에게 신고하고 보건복지부령으로 정하는 안전관리기준에 적합하게 설치·운영해야 한다.
- [제2항] 안전관리책임자 선임, 정기적 검사와 측정, 방사선관계종사자에 대한 피폭관리를 실시해야 한다.

진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙

[보건복지부령 제338호, 시행 2016.1.1]

• 목적

- 이 규칙은 「의료법」 제37조에 따라 의료기관에서 설치·운영하는 진단용 방사선 발생장치를 안전하게 관리함으로써 환자 및 방사선 관계 종사자가 방사선으로 인하여 위해(危害)를 입는 것을 방지하고 진료의 적정을 도모하기 위하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

• 정의

- 진단용 방사선 발생장치
- 방사선 방어시설: 방사선 차폐시설, 방사선 장해 방어요구
- 방사선 관계 종사자
- 안전관리: 설비 관리 및 방사선 관계 종사자의 피폭관리
- 방사선구역: 설치 장소 중 주당 0.3mSv이상, 벽, 방erkan막이 등 구획물로 구획

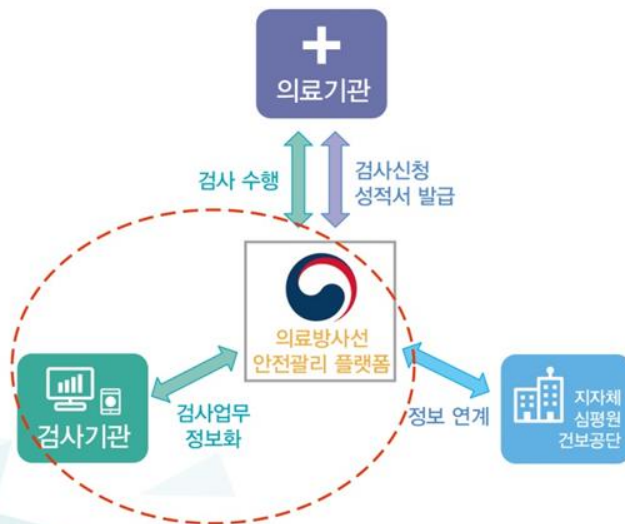
진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙

- - '방사선 관계 종사자'는 진단용 방사선 발생장치를 설치한 곳을 주된 근무지로 하는 자로서 진단용 방사선 발생장치의 관리·운영·조작 등 방사선 관련 업무에 종사하는 자
(인턴, 전공의들은 방사선 관계 종사자에 해당되지는 않음)
- - 의료기관의 개설자 또는 관리자의 준수사항에
- 4. 방사선 관계 종사자가 진단용 방사선 발생장치의 운영·조작·관리·점검 및 검사 등 방사선피폭 우려가 있는 업무를 할 때에는 필름배지 또는 티·엘배지 등 피폭선량계를 착용하게 하고, 방사선 관계 종사자의 피폭선량 측정을 신청할 때에는 측정 대상에 해당하는 자를 누락하지 아니할 것
- 7. 방사선 관계 종사자 외에 방사선구역에 출입하는 자에 대한 방사선 피폭을 방지하기 위한 조치를 할 것

진단용 방사선 안전관리 규정

[질본고시 제2017-3호, 개정 2017.4.10]

- 방사선 관계 종사자의 **개인피폭선량관리**
- **검사측정기관** 등록 · 운영 및 시험방법 승인 등
- **의료방사선 안전관리 플랫폼** 구축 및 운영
 - 검사기관 검사결과 보고 시 **정보화 시스템을 통한 보고절차** 신설



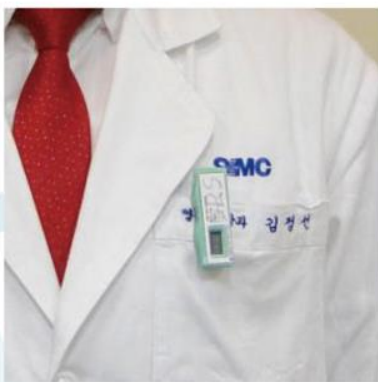
피폭선량 관리

• 측정주기

- 방사선 관계 종사자로 등록된 자에 대하여 **3개월** 주기로 개인피폭선량 측정

• 개인피폭선량계 착용방법

- 착용부위: 허리와 목 사이 (**가슴부위**)
- **납가운을 착용**할 경우: 반드시 **납가운 안쪽 가슴부위**
- 중재적 방사선시술 등 업무 특성상 **손 부위**, 눈 등에 신체특정부위에 피폭선량 - 측정이 필요한 경우 개인피폭선량계 추가 요청하여 착용



▶ 개인피폭선량계 보관

: 인공방사선에 의한 피폭이 되지 않는 장소 (X선 촬영실 내 보관금지)



선량한도

• 방사선 선량한도

피폭구분	선량한도*
유효선량	연간 50 mSv(5 rem) 이하, 5년간 100 mSv(10 rem) 이하**
등가선량(수정체)	연간 150 mSv(15 rem) 이하
등가선량(피부, 손, 발)	연간 500 mSv(50 rem) 이하

국제방사선방어위원회 권고(ICRP publication 103, 2007)

의료에서의 방사선방어체계 : 의학검사의 정당화, 피폭에서의 방어의 최적화, 선량한도

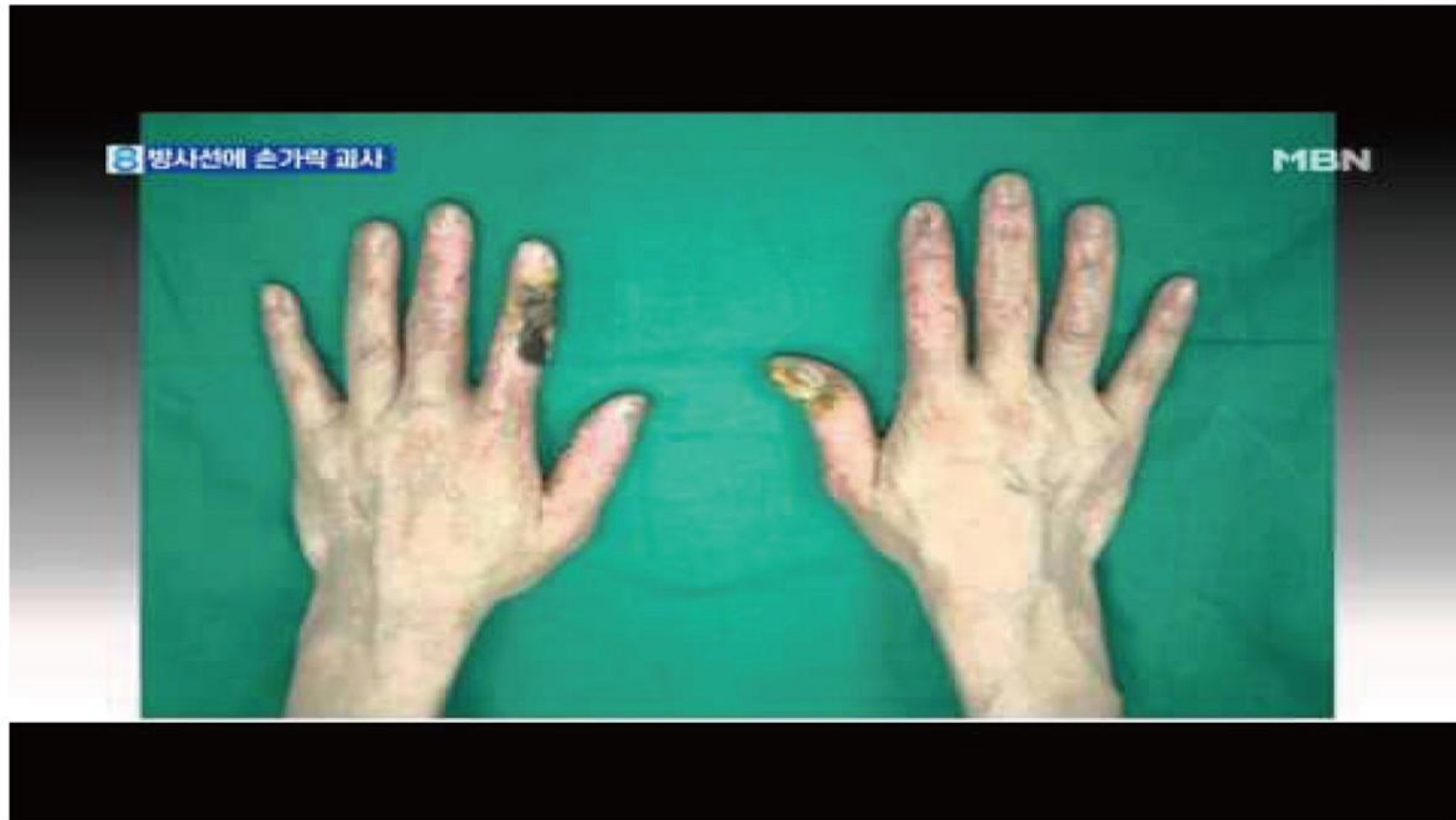
** 5년간 누적선량 한도 100mSv → 연 평균 한도 20mSv → 분기 별 선량한도 5mSv

방사선 선량한도 초과자 안전조치

- 초과기준 (TLD)
 - 1) 분기 당 5mSv 초과
 - 의료기관에 **주의통보서** 발송
 - 2) 분기 당 20mSv, 연간 50mSv, 5년 누적 100mSv 초과
 - **즉시 건강진단 실시**
 - **질병관리본부 현장조사 실시**
 - 선량초과자 면담 및 선량 simulation 측정 (실제 피폭이 아닌 경우 수정선량 부여)

방사선관계 종사자 선량 저감화



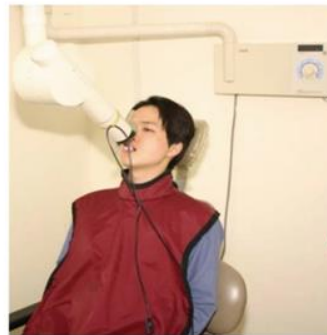


방사선 종사자의 방사선 절감 원칙

- 3대 원칙
 - 거리
 - 시간
 - 차폐

방사선 방어 장비

- 납가운
- 납장갑
- 납고글
- 납갑상선 보호대



방사선 차폐율

- 납가운: 42.9~75%
- 납장갑: 33~86.1%
- 납고글: 70~92%

검사	장기	장기 선량 (μGy)		감소율 (%)
		미사용	사용	
Pelvis	Testis	42.4	6.5	85

투시 검사시 시술자의 피폭저감화

- Fluoroscopy pedal을 밟고 있는 동안 가능한한 환자에서 멀리 떨어져 있다.
- 시술방에 있는 모든 종사자는 반드시 보호용구 착용
- 시술자의 얼굴과 목과 환자 사이에 추가적인 lead shielding
- 측면 검사시 검출기 뒤에서 시술
- FOV내 시술자 손이나 금속 넣지 말기
- 시간이 방사선 피폭에 가장 중요한 요소이며 operator의 습관이 중요하다.

투시검사에서 종사자 선량을 낮추기 위해 지켜야 할 10가지 원칙 rpop.iaea.org

환자의 방사선량 감소는 항상 종사자의 방사선량 감소 효과를 동반함

1. 보호용구를 사용할 것!



무게를 분산시킬 수 있는 납 차폐 방어알치마 착용을 권장함

0.25mm 납등가 차폐효과가 있어야 하며 전면부는 겹쳐져서 0.5mm, 후면은 0.25mm 두께를 가질 것

(차폐효과 >90%)



측면을 보호할 수 있는 납안경



갑상선 보호용구

2. 시간-거리-차폐의 원리를 잘 활용할 것

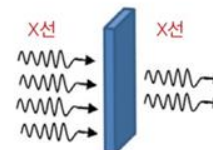
시간을 최소화할 것



진단이나 시술이 가능한 수준에서 거리를 최대화할 것



차폐막을 사용할 것



천장에 연결된 스크린 차폐막

측면 차폐막

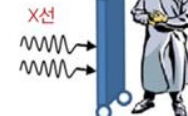
테이블 커튼식 차폐막

3. 천장에 연결된 스크린 차폐막, 측면 차폐막, 테이블 커튼식 차폐막을 이용할 것

차폐막의 사용은 투시검사 시 산란 방사선에 의한 피폭을 90%이상 차폐시켜줌

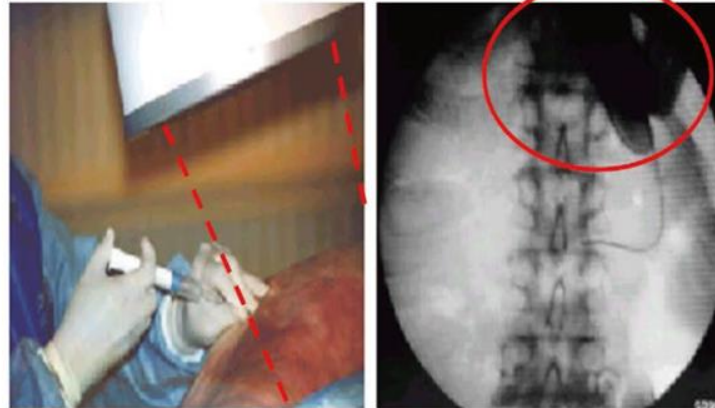
씨네 투시검사 시에는 이동용 방사선 방어 칸막이 사용 권장

이동용 방사선 방어 칸막이



4. 손은 항상 X-선속 밖으로 피하고
완전히 피할 수 없다면 1차선 밖
에 위치하도록 할 것

1차선 중심영역에 위치한 손은 피
폭 인자를(관전압, 관전류) 증가시
키고 그 결과 환자와 종사자의 선
량을 증가시킴



올바른 경우!



잘못된 경우!

5. 환자 몸에 도달한 방사선 중 1~5% 만
이 반대편으로 투과되어 나감

종사자는 X선관 쪽이 아닌 환자를 투과
한 방사선쪽에(검출기) 위치하고 있을 것
영상입사선과 산란선의 1~5%만을 받음

6. X선관이 항상 환자 테이블 아래쪽에
위치하도록 할 것

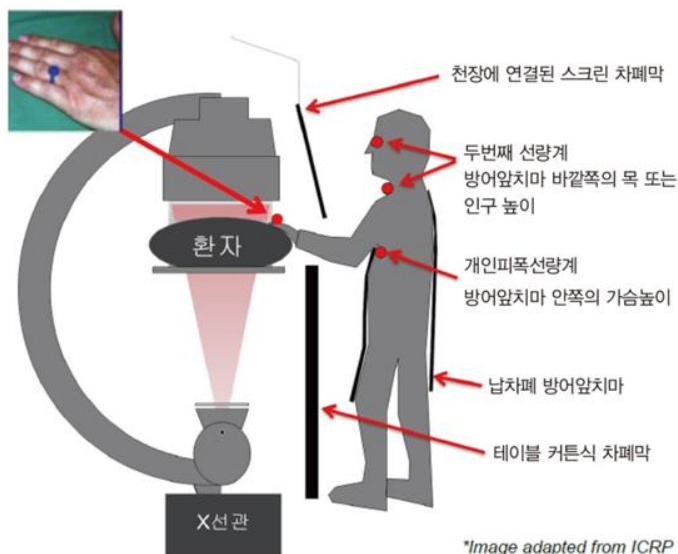
X선관이 환자 테이블 하방에 있는 장치
는 산란선으로부터의 방사선 방어에 더
 좋음



올바른 경우!



잘못된 경우!



*Image adapted from ICRP Publication 85

7. 개인피폭선량계를 사용할 것

최소한 **2개** 이상의 선량계를 사용할 것

- 하나는 방어앞치마 안쪽의 가슴높이에 착용
- 다른 하나는 방어앞치마 **바깥쪽**의 목 또는 안구 높이에 착용
- 투시 중 손의 위치가 1차선에 근접한 경우 추가적으로 손가락 피폭 선량계를 착용할 것

실시간 방사선 천량측정 장치는 매우 유용함

8. 방사선 방어에 관한 최신 지식을 습득할 것



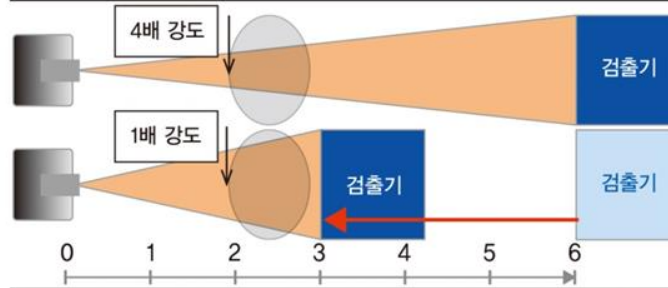
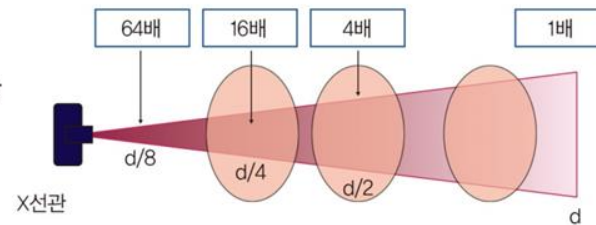
- ## 9. 방사선 방어 전문가/의학물리사에게 방사선 방어와 관련하여 우려하고 있는 사항들을 알리고 조언을 구할 것

10. 기억할 것!

- 안전하고 안정적인 투시검사를 위해 투시검사장치의 품질관리 검사를 시행함
- 사용장치에 대해 잘 알고 있을 것! 장치의 기능을 적절하게 사용하는 것은 환자와 종사자의 방사선 선량을 줄이는데 도움이 됨
- 조영제 주입기를 사용할 것

투시검사에서 환자선량을 낮추기 위해 지켜야 할 10가지 원칙 rpop.iaea.org

1. 진단이나 시술이 가능한 수준에서 X선관 환자의 간의 거리를 최대화할 것



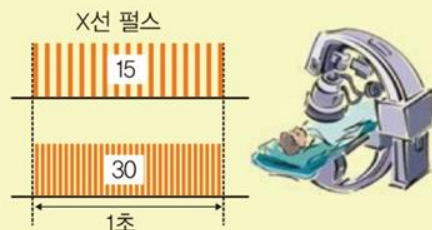
2. 환자와 검출기 간의 거리를 최소화할 것

3. 투시검사 시간을 최소화할 것

모든 환자에 대한 투시검사 시간과 가능하다면 면적선량값 (DAP/KAP)에 대한 기록 유지



펄스투시검사는 방사선 노출을 감소시킴



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

5. X선 조사 시 동일한 피부 부위를 중복 해서 노출시키는 것을 피할 것

환자 주변으로 X선관을 회전시켜 입사 방향을 변경할 것

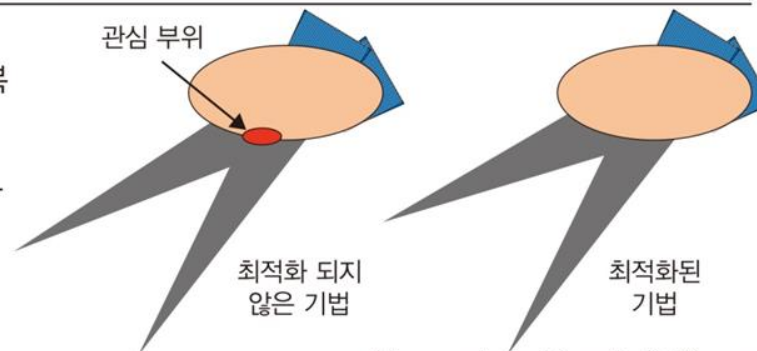
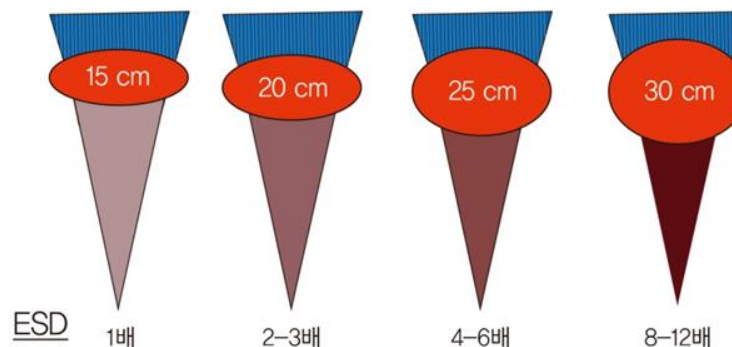
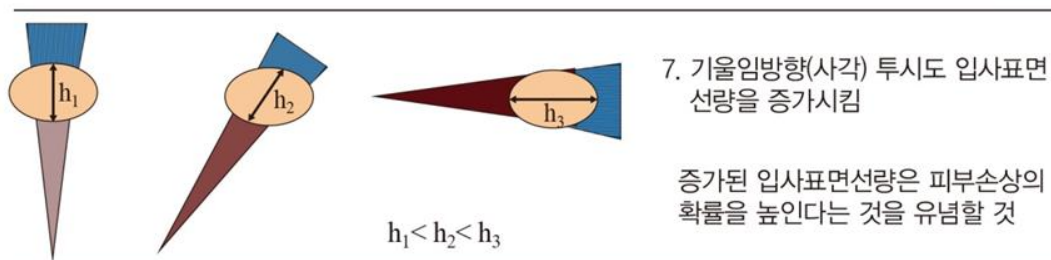


Figure adapted from L. K. Wagner

6. 큰 환자 또는 두꺼운 신체부위는 입사표면선량 (Entrance Surface Dose; ESD) 증가를 유발함





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

8. 영상확대 촬영기법 사용을 피할 것

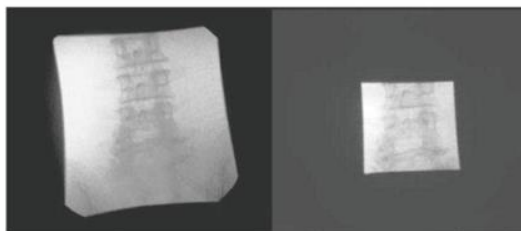
영상범위를 절반으로 줄이면 선량율은 4배로 증가함

9. 임상적으로 허용 가능한 수준으로 프레임 수와 씨네 투시검사법 사용을 최소화할 것
- 투시검사를 위한 영상획득방식 사용을 피할 것



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

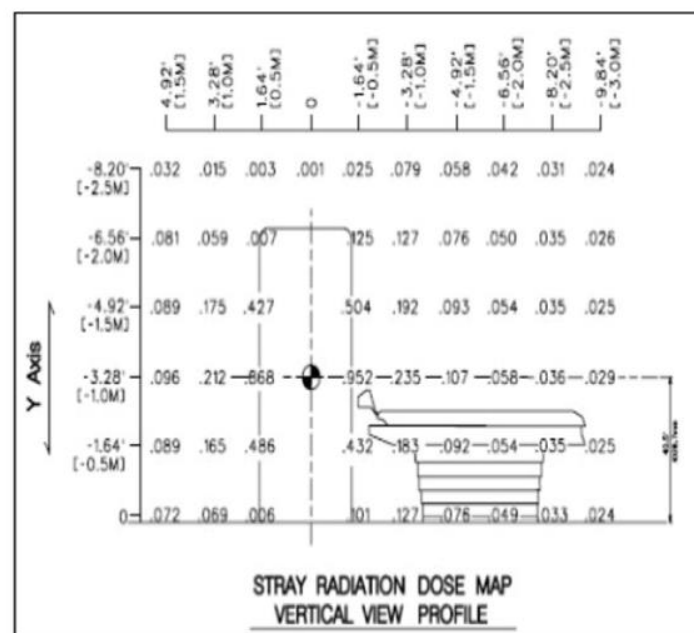
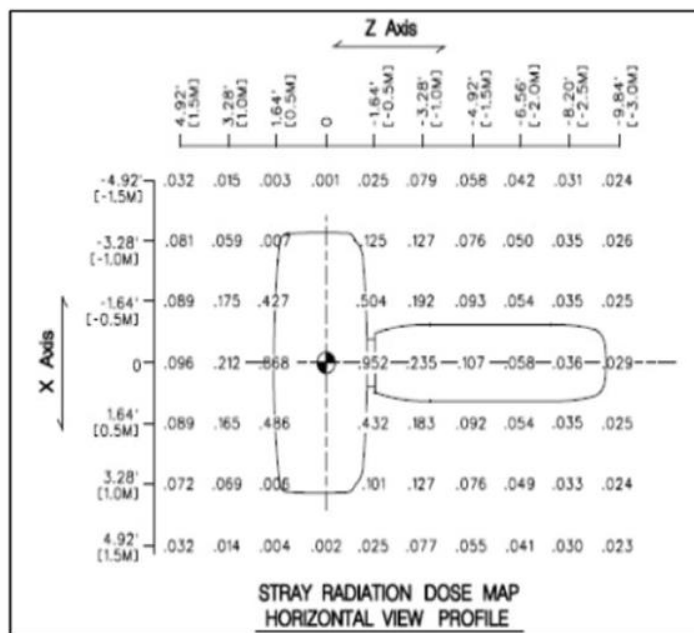
씨네 선량률 $\approx (10-60) \times$ 일반 투시검사 선량률



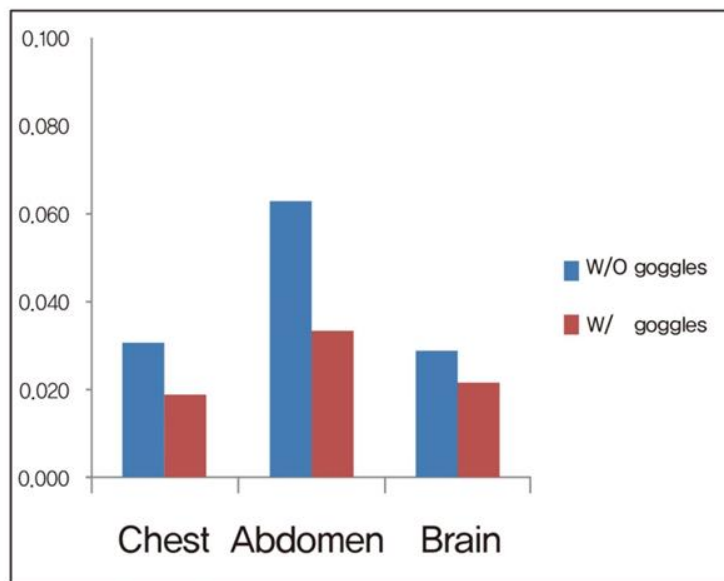
10. 조준기를 사용할 것

X선을 관심영역에 조준할 것

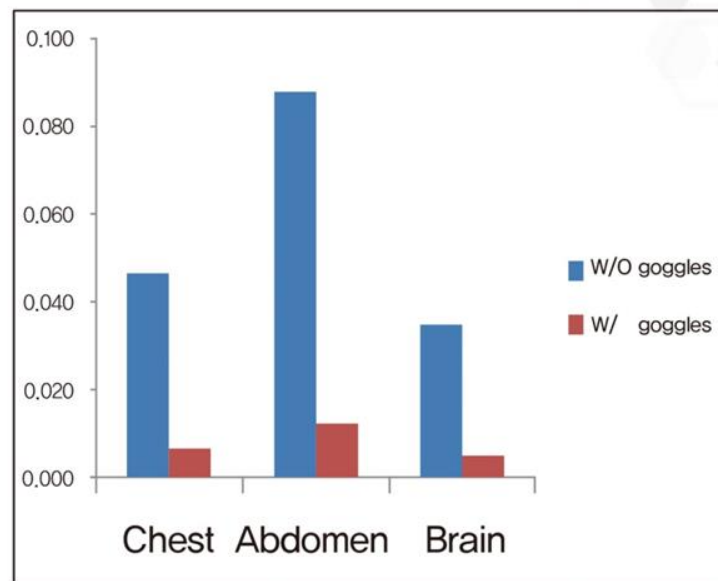
CT검사실에서의 방사선량



CT Ambu bagging시 방사선 피폭

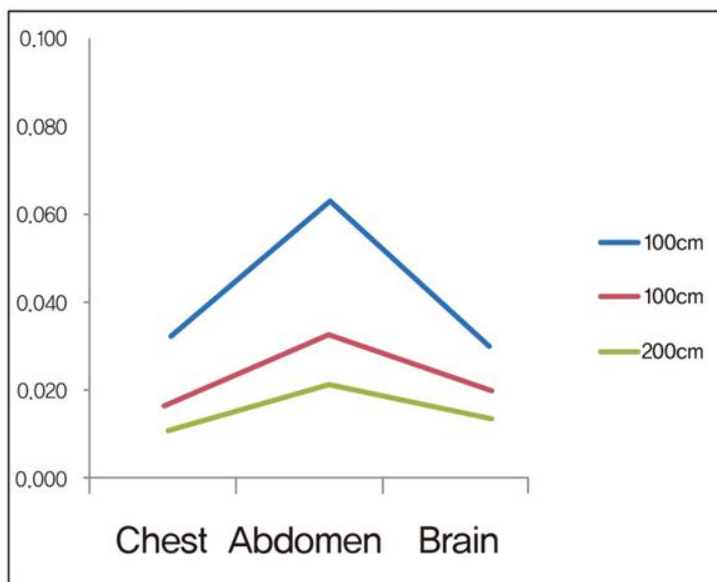


Eyeball

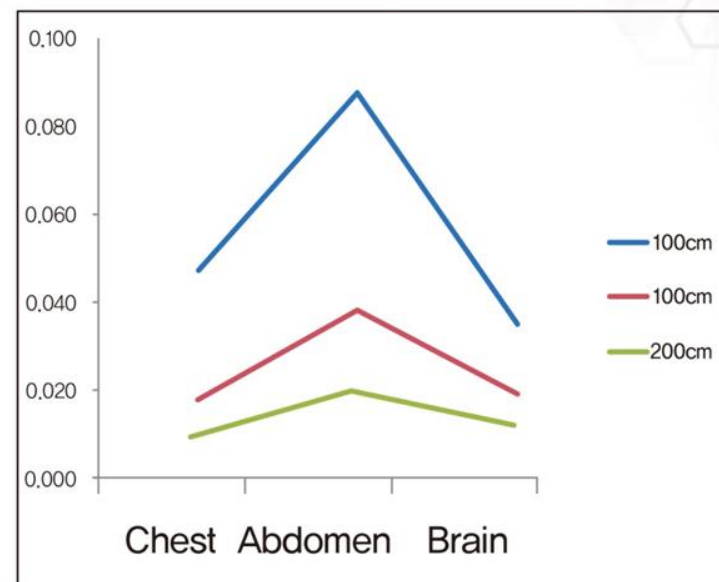


Breast

CT Ambu bagging시 방사선 피폭



Eyeball



Breast

TLD 배지의 착용법은?

- 근무 중에는 항상 착용
- 상체에 착용
- 납 보호구 안쪽에 착용



방사선 피폭선량이 규정보다 높게 나오는 이유는?

- 배지를 잘못된 위치에 착용한 경우
- 촬영 시에 나오지 않고 환자 곁에 있는 경우
- 촬영시 환자를 부축하면서 납보호구를 착용하지 않은 경우
- 방사선 차폐 스크린 뒤에 위치하지 않은 경우
- 촬영실에 배지를 부착한 가운을 벗어놓고 촬영을 하는 경우

방사선 방어 원칙

- 거리
 - 선량은 거리의 제곱에 반비례
 - tube에서 가능한 한 멀리
- 시간
 - 검사 시간은 가능한 한 짧게
 - 재검사의 최소화
- 차폐
 - 가능한 보호장구를 모두 착용



정리



의료피폭

- 의료방사선피폭의 특징
 - 환자에게 이득이 있는 피폭
 - 일괄적인 선량 한도 제한 불가능
 - * 다양한 임상 상황, 신체 조건
 - 의료 전문가의 결정에 의해서 피폭 여부가 결정됨
- 현재 측정하거나 계산하는 선량은 추정 선량일 뿐이며 정확한 환자 선량이 아니다.
- 100mSv 이하에서는 위험성이 증명된 바 없다.
 - LNT model 을 개인 피폭 결과 추론에 사용하는 것은 근거가 부족

결론

- 방사선은 위해 할 수 있으나 안전하게 관리되고 있다.
- 방사선 검사는 의학적으로 필요하다.
 - 정당화, 최적화 필요
 - 방사능과는 다르다
- 방사선 안전관리가 필요
 - 발생 장치와 시설의 안전관리
 - 발생장치의 올바른 이용
 - 방사선검사의 오남용 방지
 - ▶ 환자, 보호자 종사자의 피폭 감소
 - 종사자의 교육
 - 제도적 뒷받침