진단영역에서의
방사선 안전관리

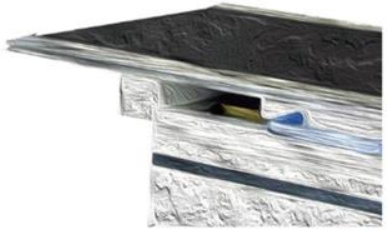
후쿠시마 원전사고 이후...

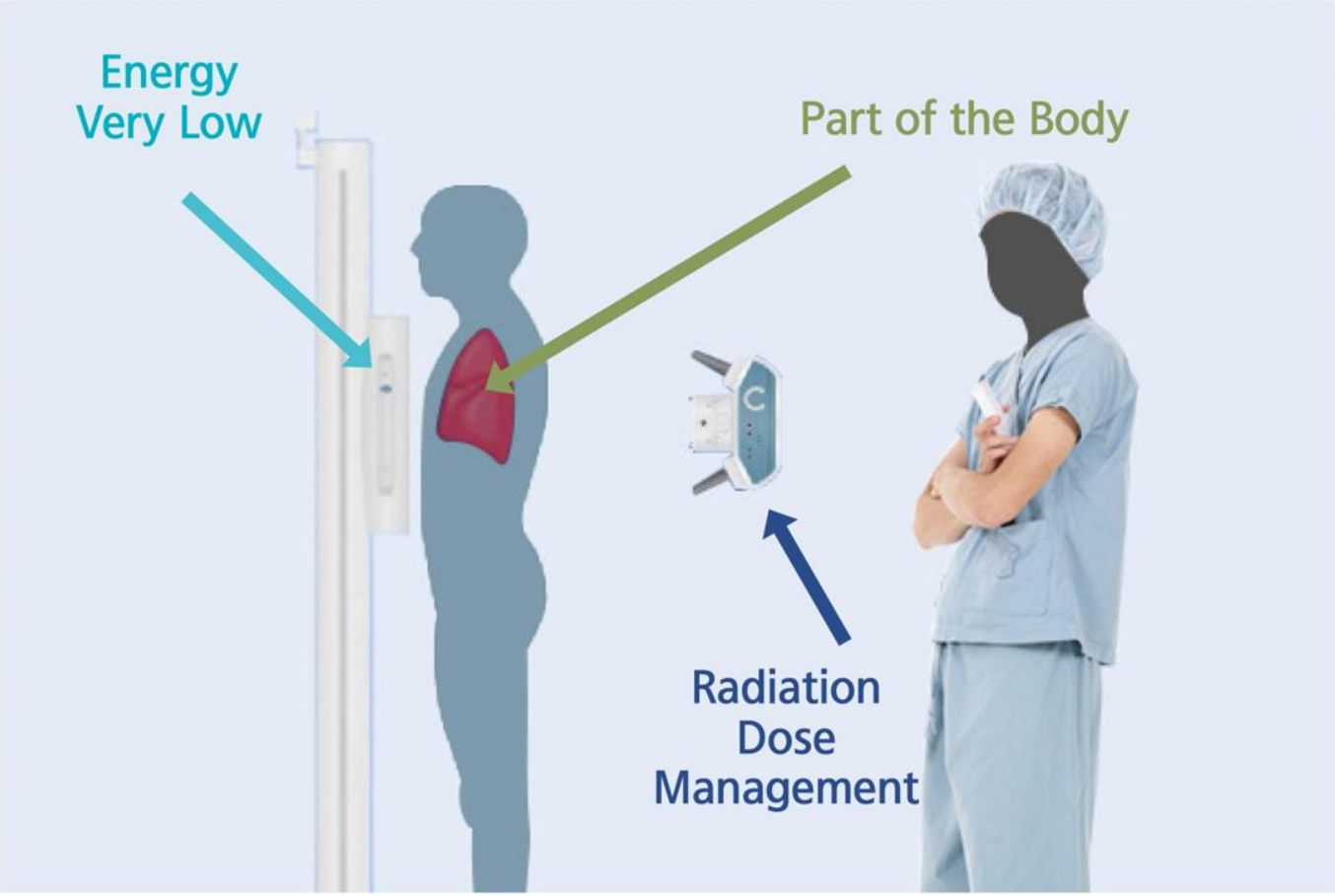
건강검진

질병치료

"우리아이가.. 방사선 때문에 괜찮을까요?"

"암에 걸리지 않을까요?"





방사선 검사는 인체에 아무런 위해가 없을까요?

학습내용

- 의료방사선 수준
- 방사선 종류
- 방사선이 인체에 미치는 기전 및 영향
- 임신과 방사선
- 진단용 방사선 안전관리
- 방사선관계종사자 방어

방사선 안전관리를 필요성

방사선 안전관리

01 장비 성능 최적 유치

02 위해 요소제거

03 환자 및 종사자 안전확보

04 최적의 진단 영상구현

제도적 • 체계적 활동

방사선 안전관리

Table 1-1. 환자가 받는 방사선 피폭량 차이

[단위: mGy]

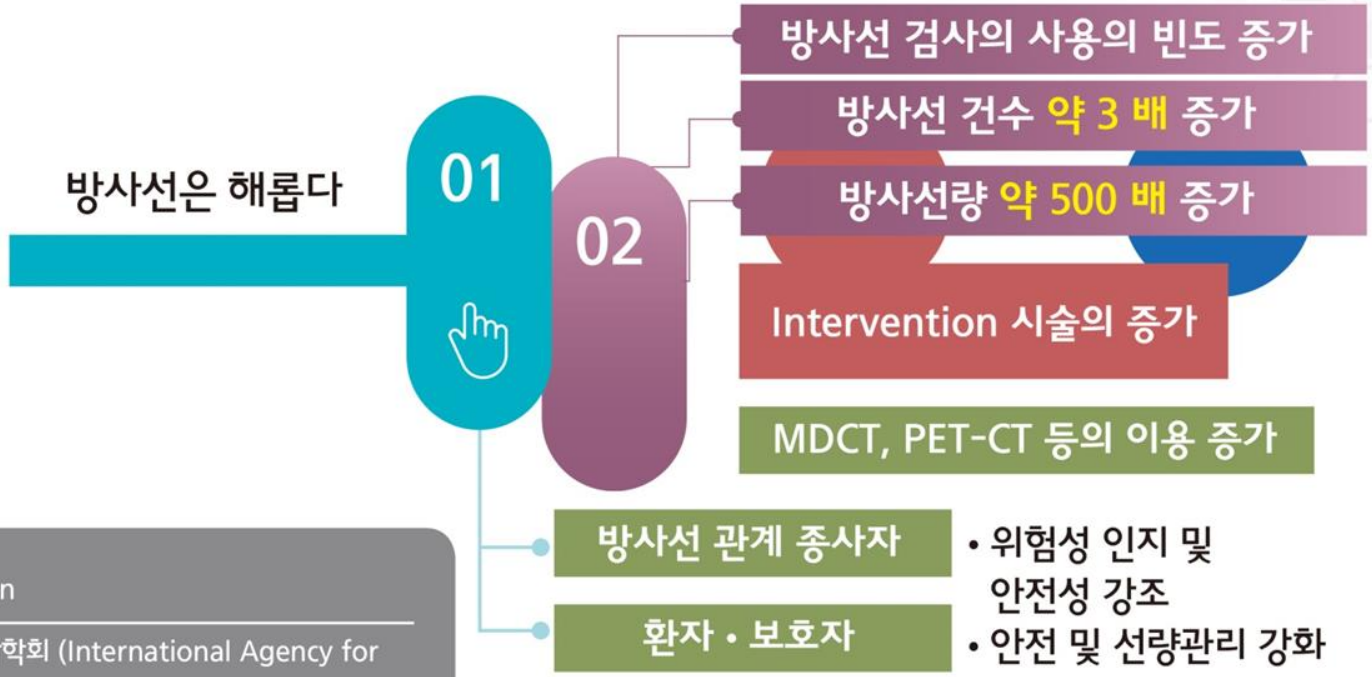
구분	요추 측면	흉부	골반
피폭량차이	355.6배	195.3배	36.8배
최대 병원	49.78	23.43	9.57
최소 병원	0.14	0.12	0.26

(※ 자료출처: 식품의약품안전청, 2011)

방사선 피해를 줄이기 위해 무엇이 필요하나요?

방사선
안전관리
교육

방사선 안전관리 교육의 필요성



Information

WHO 산하 국제암학회 (International Agency for Research on Cancer, IARC): 유해물질 Group 1 분류

■ 방사선에 의한 암 발생 (5%)

인공방사선 피폭사례 발생

1930년 대 방사선 의사
5년 먼저 사망

- 방사선 방어 시스템의 체계화
- 인식의 변화
- 장비의 발전

방사선은 안전한가?

방사선의 종류

01 전리 방사선
(Ionization Radiation)

02 비전리 방사선
(Non-ionization Radiation)

■ 정의: 이온화시키기에 충분한 운동에너지를 전달할 수 있는 입자

- 입자선 방사능 물질: 알파선, 베타선, 중성자선 등
- 전자파(파동): x선, 감마선

방사선의 종류

01 전리 방사선
(Ionization Radiation)

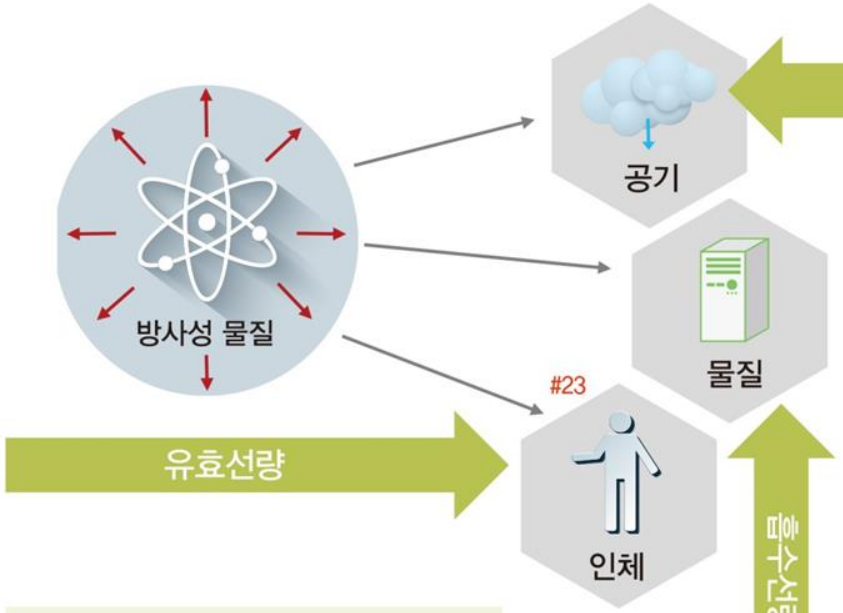
02 비전리 방사선
(Non-ionization Radiation)

■ 정의: 물리적 전자를 전리 시킬 수 없는 자외선보다 파장이 긴 것

• 종류: 전파, 광선, 저주파, 마이크로웨이브, 자외선 등

Danger
Non-ionizing radiation

방사선피폭



- 개념: X 선이 공기를 어느 정도 전리 시키는가를 평가하는 지표
- 단위: 공기당 kg 당 쿨롱(C/kg) 또는 뢴트겐 (기호; R
- 유사개념: 비가 얼마나 내리나?

- 개념: 방사선이 인체 전체에 미치는 영향이 어느 정도인지를 나타낸 지표
- 단위: Sv
- 유사개념: 비가 맞아 감기에 걸릴 확률은?

- 개념: 물질과 상호 작용한 결과 그 물질의 단위질량에 흡수된 에너지
- 단위: Gy
- 유사개념: 비가 얼마나 맞았는가?

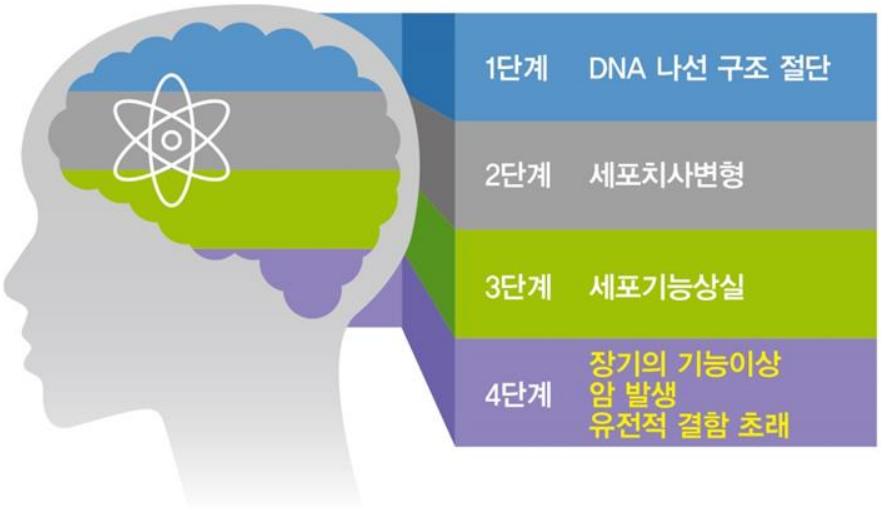
방사선이 인체에 미치는 기전

직접사용

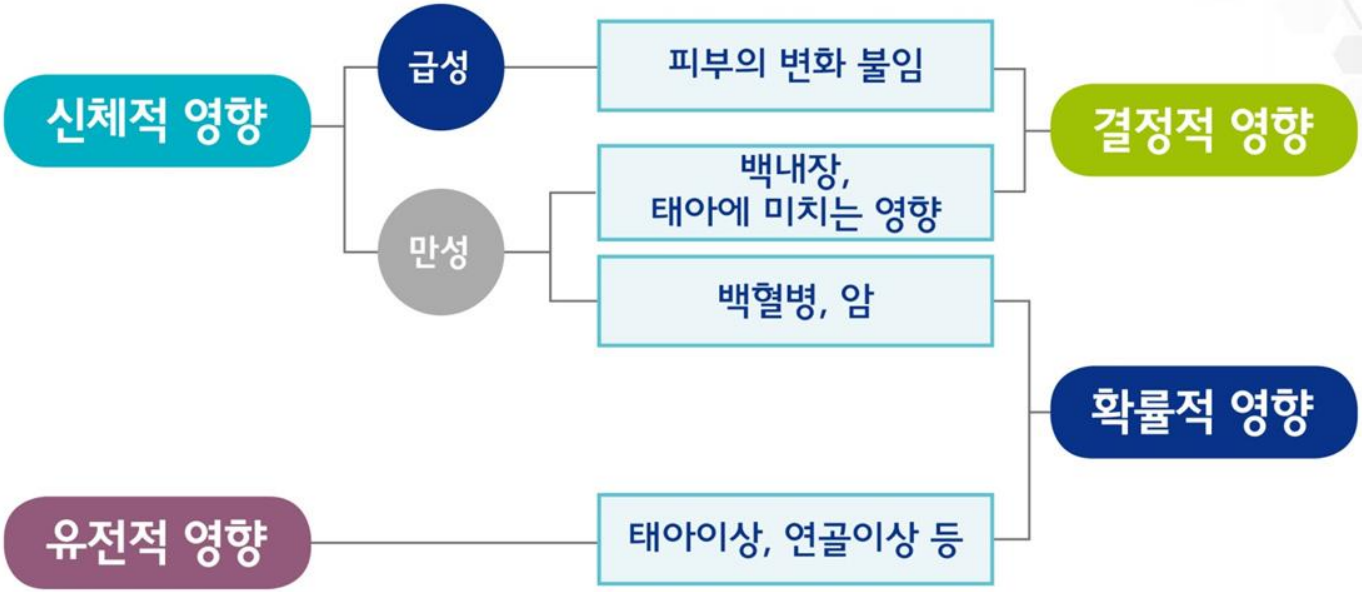
조사된 방사선이 직접 DNA 에 작용
이온화 과정에서 나온 전자가 DNA 에 작용

간접사용

조사된 방사선이 직접 DNA 에 작용
이온화 과정에서 나온 전자가 DNA 에 작용



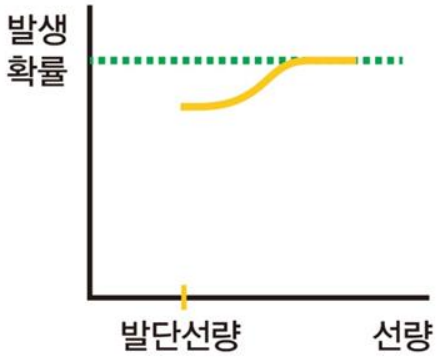
방사선이 인체에 미치는 영향

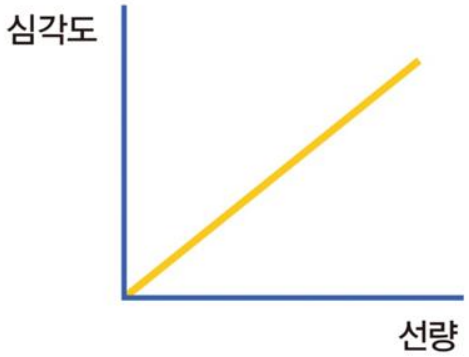


진단용 방사선에서는 유전적 영향은
고려하지 않아도 됨!

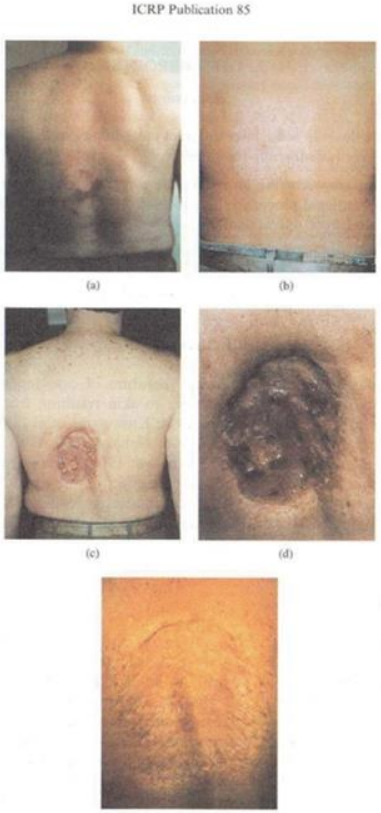
결정적 영향 Deterministic Effect

- 일정량 이상 받으면 누구에게나 나타나는 변화
- 많이 받을수록 변화가 심화
- 발단선량(threshold dose)
- 발단선량 이하에서는 가시적인 변화 미발견
- 변화의 종류에 따라 발단선량 차이

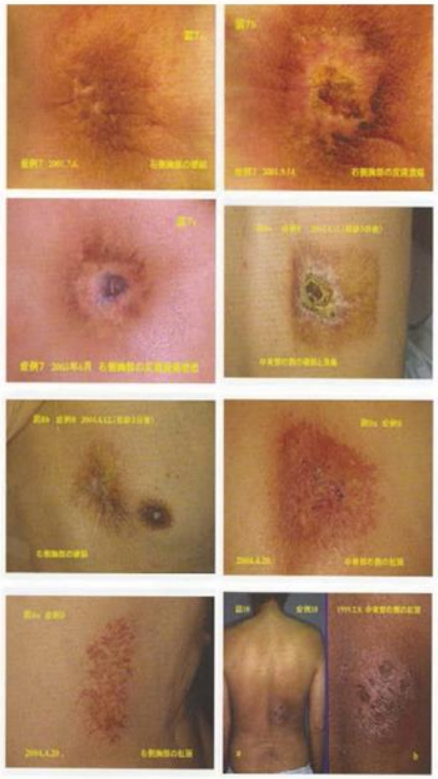




Interventional Radiology



Case report, ICRP Publication 85



IVR에 따른 방사선피부장애방지에 관한 가이드라인
일본 의료방사선방호연락협의회

결정론적 영향 - 사고 상황

Los Angeles Times | LOCAL

LOCAL U.S. WORLD BUSINESS SPORTS ENTERTAINMENT HEALTH LIVING TRAVEL OPINION SHOP Weekly Ad

L.A. NOW POLITICS CRIME EDUCATION O.C. WESTSIDE NEIGHBORHOODS ENVIRONMENT OBITUARIES FINDLOCAL

IN THE NEWS: VILLARAIGOSA ETHICS FINE | 'WESTSIDE RAPIST' | LAKERS-JAZZ | DODGERS-GIANTS | 'INSIDIOUS' REVIEW

Search

INFORMATION SECURITY & DOCUMENT MANAGEMENT
PROTECTING YOUR FAMILY AND BUSINESS
Norton
MEDIA PLANET SPECIAL SECTION

L.A. NOW
SOUTHERN CALIFORNIA — THIS JUST IN

From the metro staff of the Los Angeles Times and...

KTLA 5 NEWS FOX 5 SAN DIEGO

Crime | Government | Medical marijuana | Education | Prop 8 | Traffic | Westside

« Previous | L.A. NOW Home | Next »

Cedars-Sinai investigated for significant radiation overdoses of 206 patients

October 9, 2009 | 6:02 pm

(0) (9) Comments (12)

More than 200 patients at Cedars-Sinai Medical Center were inappropriately exposed to high doses

L.A. Times on Facebook

Dr. Oz, Andrew Wakefield and others, um, 'honored' by James Randi
924명이 공유했습니다.

Pastor of church that burned Koran calls Afghan mob killings 'very tragic'
712명이 공유했습니다.

Men sought in beating of Giants fan after Dodgers' opener

advertisement
BREAST CANCER IN IT TOGETHER
Difolan
MEDIA PLANET SPECIAL SECTION

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

xtb
VODAFONE McLAREN MERCEDES CORPORATE PARTNER
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.

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

Enlarge This Image

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.

BLACK SWAN DEC. 1

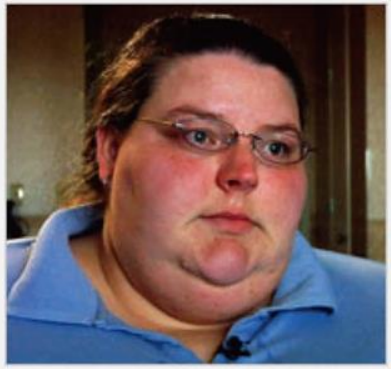
Other patients getting the procedure, called a CT brain perfusion scan, were being overdosed, too — 37 of them just up the freeway at Providence Saint Joseph Medical Center in Burbank, 269 more at the renowned Cedars-Sinai Medical Center in Los Angeles and dozens more at a hospital in Huntsville, Ala.

결정론적 영향 – 사고 상황

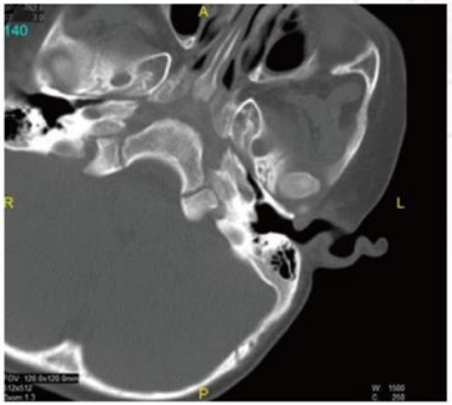
Radiation Overdoses Point Up Dangers of CT Scans

Written by Humboldt Online Editor on 16 October 2009

New York Times Raven Knickerbocker, then an X-ray technologist at Mad River Community Hospital in Arcata, Calif., activated a CT scan 151 times on the same area of the head of 2 ½-year-old Jacoby Roth, investigators concluded.



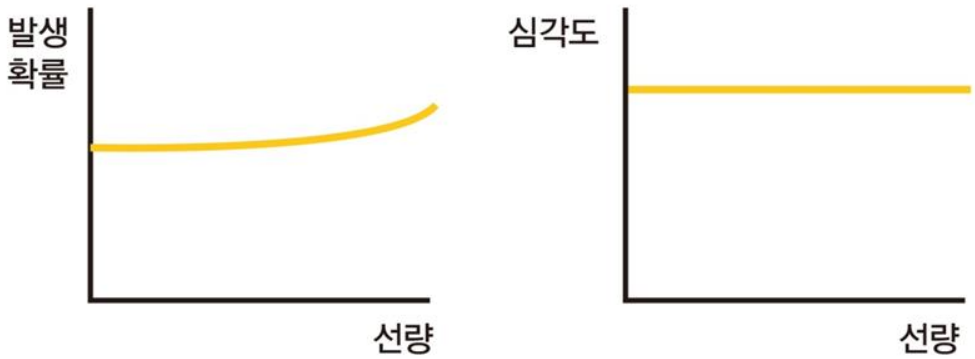
68 분 동안 150 회의 두경부 CT 시행
최대 7 Gy의 피부선량



Roth family

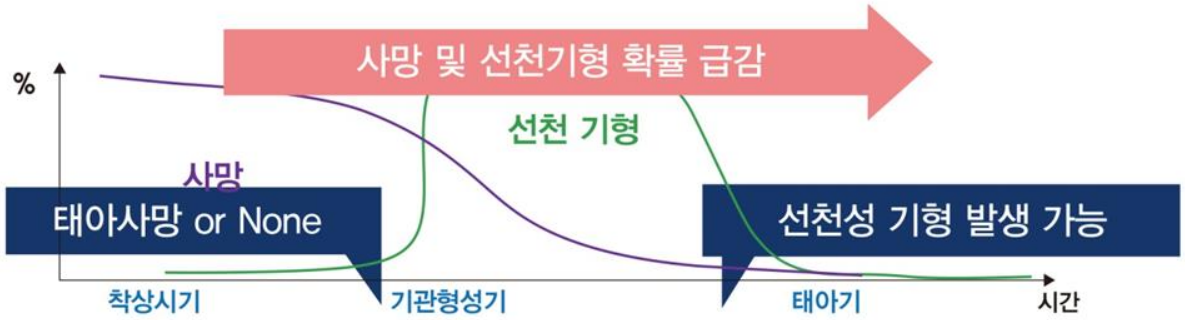
확률적 영향 Stochastic effect

- 유전적 영향과 암의 발생
  - 양이 증가하면 확률도 증가 (단, 심각성은 선량과 무관)
  - 발단선량 부재
  - 변화의 정도와 양과는 무관
  - 다른 원인의 암과 구별 불가: 고형암은 대체적으로 받은 장소에서 발생(방사선치료를 받은 환자)



임신과 태아에 미치는 영향

- 임신 시기에 따른 영향의 차이유전적 영향과 암의 발생
  - 전기간: 암 발생 (M/C: 백혈병)



태아의 방사선 피폭

촬영종류	평균 (mGy)	최대값 (mGy)
재래식 X선 검사		
복부	1.4	4.2
흉부	<0.01	<0.01
정맥요로조영술	1.7	10
요추	1.7	10
골반	1.1	4
두개골	<0.01	<0.01
흉추	<0.01	<0.01
투시검사		
바름식(상부위장관, UGI)	1.1	5.8
바름관장	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

(※ 자료출처: Sharp, Shrimpton, Buiy 1998의 자료에서 인용)

임신과 태아에 미치는 영향

- 방사선에 의한 태아 기형 발육이상
  - 100–200 mGy 이상: 중추계의 이상 발생
  - 100 mGy: 이상 현상 미발생 (3 pelvic CT 이나 20번의 일반 촬영)
  - 투시(fluoroscopy)나 중재(intervention) 시술의 경우: 기형발육이상 도달 가능

산모에게 시술 시 주의

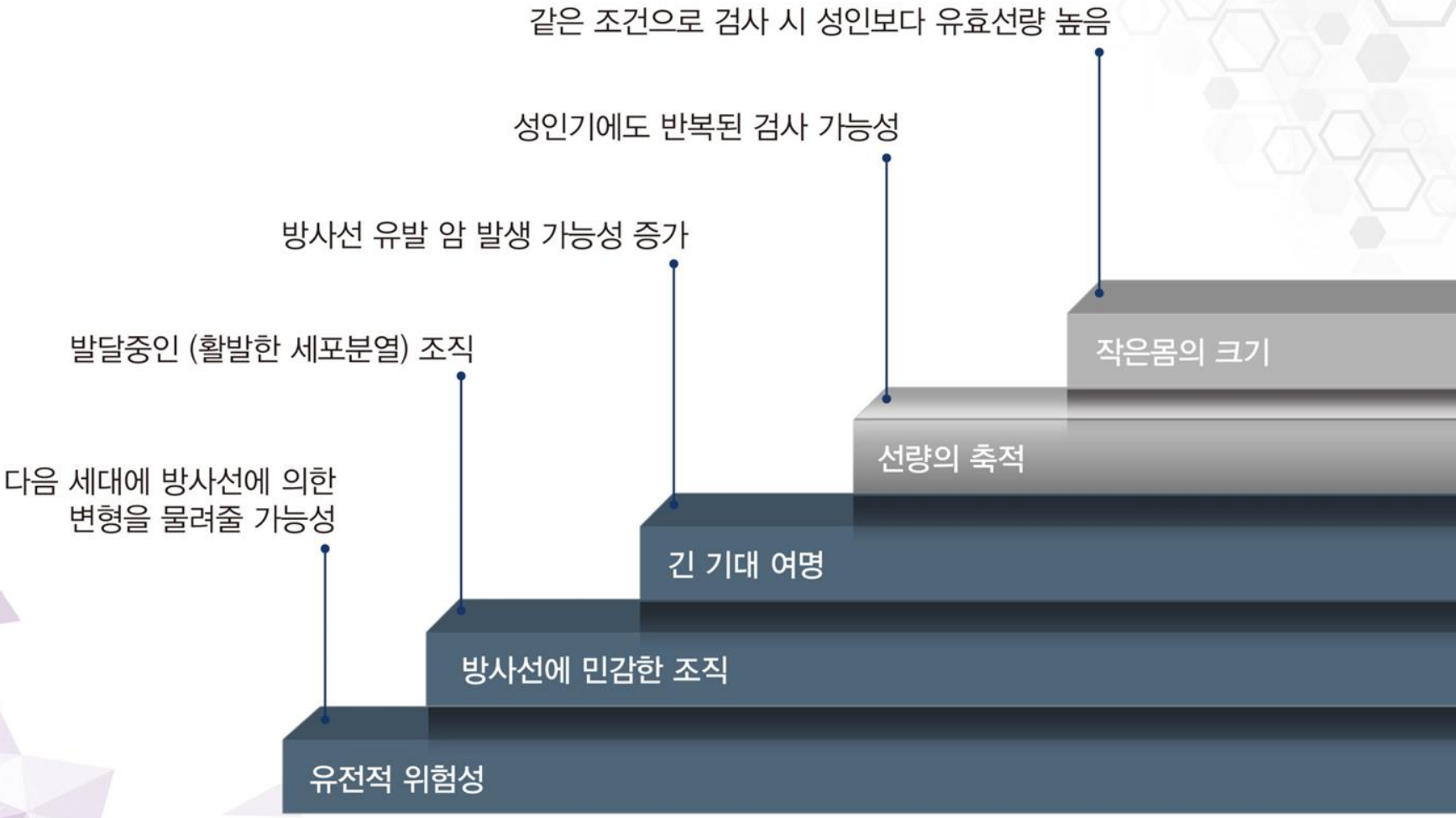
임신과 태아에 미치는 영향

- 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

임신 중 방사선 검사: 의료인이 꼭 알아야 할 사항들

- 임산부 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
- 임산부의 질병으로 인한 방사선 촬영도 나중에 태아에게 문제가 될 수 있으므로 주의해야
- 태아선량의 경우: 100 mGy를 기준으로 임신중절을 고려할 것

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

진단용방사선안전관리

영상의학검사의 현황

- 환자의 진단과 치료에 매우 중요한 역할 수행
- 기술의 발달로 인한 CT 등의 장비 발전
- 환자피폭선량 검사별 차이

사례: 환자피폭선량 검사별 차이

- CT의 경우: 환자선량 높고 검사건수도 급격히 증가
- 투시의 경우: 검사나 시술시간에 따라 환자선량 증가

- 저선량 방사선이 암 유발 가능성 보고
- 투시 · CT의 경우: 잘못된 PROTOCOL 사용 시 결정적인 영향 가능

방사선의 피폭을 최대한 축소시켜야 함!

영상의학검사에서 방사선 피폭의 저감화 방법

검사의 정당화 확보

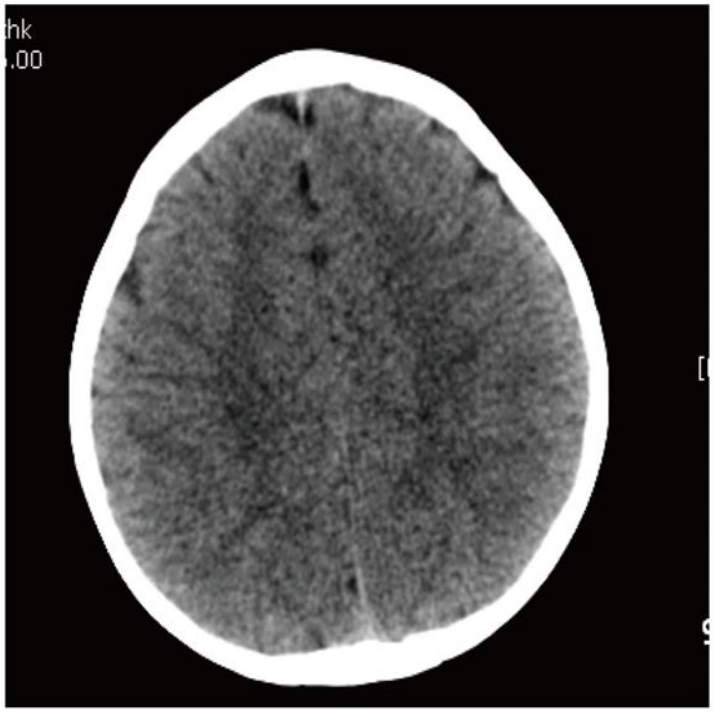
- 방사선 검사가 진단에 꼭 필요한가?
- 위험보다 이익이 많은가?
- 대체할 수 있는 방법은 없는가?

검사의 최적화

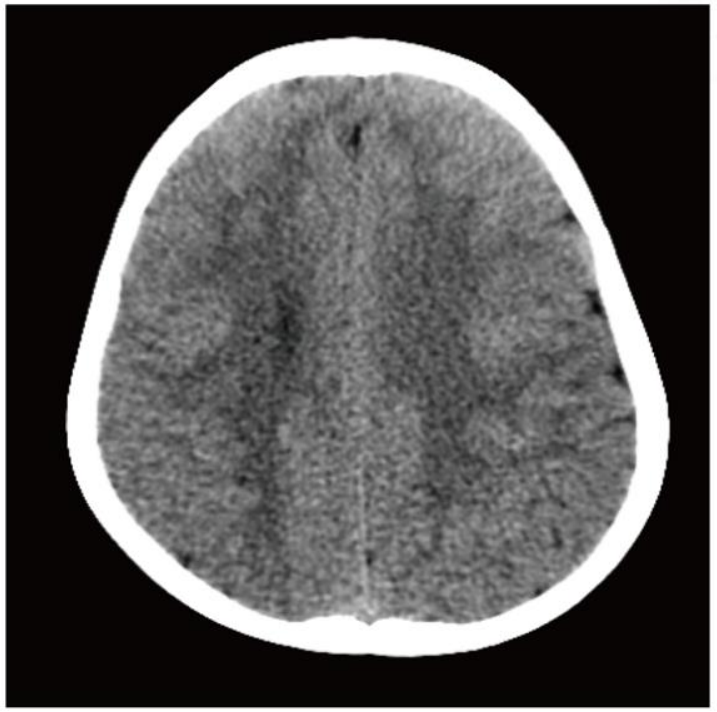
- 검사의 정당화 확보 후 고려
- 최소한의 방사선 피폭을 통해 적합한 영상화질과 결과 확보

최적화

- 좋은 영상이 곧 훌륭한 영상은 아니다



120 kV, 350 mAs , CTDI 54.85



100 kV, 220 mAs , CTDI 25.58

최적화

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

  ALARA 원칙 (As Low As Reasonably Achievable)

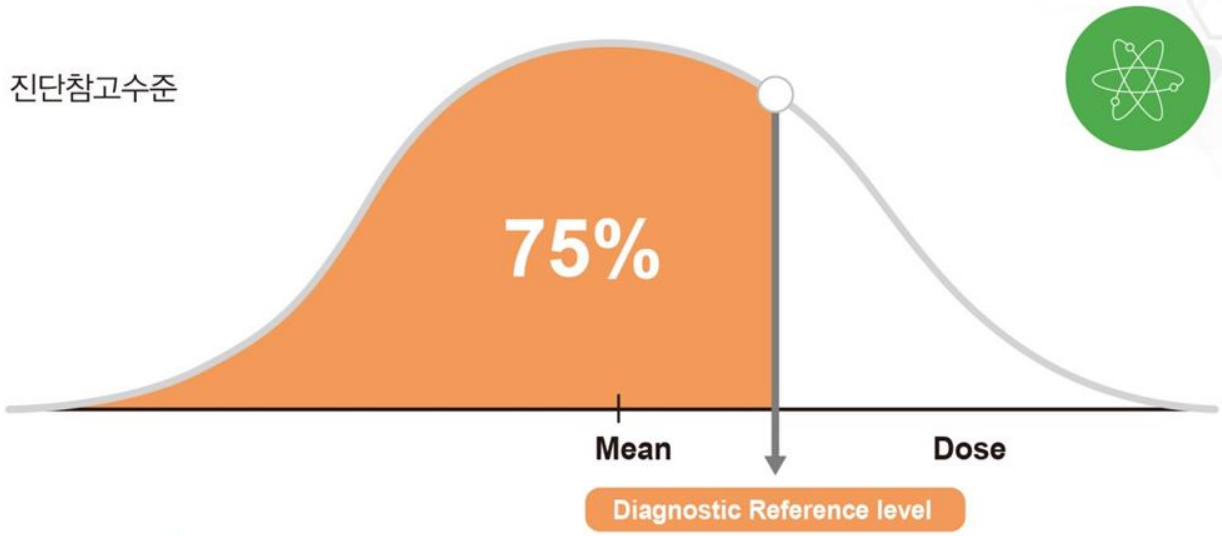
  : ICRP가 권고한 방사선 방어의 기본 개념으로 방사선의 사용에 있어서 사회 경제적인 요소를 감안하여 방사선 피폭 수준을 합리적으로 달성 가능한 한 감소시켜야 한다는 개념

- 방사선진료의 설비와 기술에 대한 최적화
  - > 신체 검사부위에 있는 조직이 받는 선량을 최소한으로 감소
  - > 검사 부위 외에 대한 피폭을 제한

의료 피폭의 특성

- 환자가 얻는 이득 분명
- 선량한도가 없음
- 환자의 의료에 관한 선량관리 필요

진단참고수준 Diagnostic Reference Level; DRL



영구적 고정되는 값이 아님
(DRL 값은 75%를 기준)

주기적인 측정과 조사를 통한 값을 갱신

주기적인 측정과 조사를 실행하여야 하는 이유

- 검사나 시술에 대한 환자의 임상상황
- 영상기법의 발전
- 방사선 위험에 대한 인식의 변화

DRL 수립이 되어야 하는 이유

- 같은 검사라도 시행하는 병원 및 국가마다 큰 차이 발생 가능

사례: 우리나라 일반방사선 촬영의 입사면 선량 통계 (2010)

- 흉부 PA 촬영의 경우: 최소값과 최대값이 약 60배 이상 차이
- 위조영검사의 경우: 선량면적 곱이 600배 이상, 투시시간이 32배 이상 차이

외국과 비교하여 국가단위 DRL수립의 효과

- 의료기관의 방사선 사용 최적화로 환자에 대한 방사선 피폭 감소
- 영상의 질 유지로 진단의 정확성 확보하여 국민 건강 증진의 긍정적 효과 제공
- 외국의 사례: 영국, 독일 등은 자국의 실정에 맞는 환자선량 조사를 통하여 국가적인 DRL을 수립
- 국내의 사례: 2008년 흉부 X선 검사, 유방 X선 검사의 환자선량 평가를 통한 다양한 검사의 DRL 수립 후 권고

Table 1-3 우리나라의 진단참고수준(Diagnostic Reference Level) – 질병관리본부

촬영부위	진단참고수준	촬영부위	진단참고수준
두부 (AP)	2.23 mGy	경추 (AP)	1.86 mGy
두부 (lateral)	1.87 mGy	경추 (lateral)	1.03 mGy
흉부 (PA)	0.34 mGy	흉추 (AP)	3.79 mGy
흉부 (AP)	1.63 mGy	흉추 (lateral)	8.15 mGy
흉부 (lateral)	2.80 mGy	요추 (AP)	4.08 mGy
복부 (AP)	2.77 mGy	요추 (lateral)	10.53 mGy
골반 (AP)	3.42 mGy	요추 (oblique)	6.35 mGy
소아 흉부	100 μGy	치과(구내치근단)	3.1 mGy
유방촬영 (cranio-caudal)	1.36 mGy	파노라마	110.9 mGy*cm2
		세팔로	161.1 mGy*cm2
CT(2008)	CTDIvol	DLP	
두부 (Head)	60 mGy	1000 mGy*cm	
복부 (abdomen)	20 mGy	700 mGy*cm	

방사선관계종사자

방사선관계종사자

- 진단용 방사선발생장치를 설치한 곳을 주된 근무장소로 하는 자
  - 영상의학과 의사, 치과의사
  - 관련과 의사
  - 방사선사
  - 간호사
  - 간호조무사, 치위생사

방사선 관계종사자의 방사선 피폭선량 측정

- 측정주기: 방사선 관계종사자로 등록된 자에 대하여 3개월 주기로 개인피폭선량 측정
  - 측정기관에서 서비스하는 티엘 배지(개인피폭선량계 :전신측정용)
  - 착용부위: 허리와 목 사이 (가슴부위)
  - 진료용X선 방어앞치마를 착용할 경우: 방어앞치마 안쪽 가슴부위
  - 중재적 방사선시술 등 업무 특성상 손 부위, 눈 등에 신체특정부위에 피폭선량 측정이 필요한 경우: 개인피폭선량계 추가 요청하여 이용

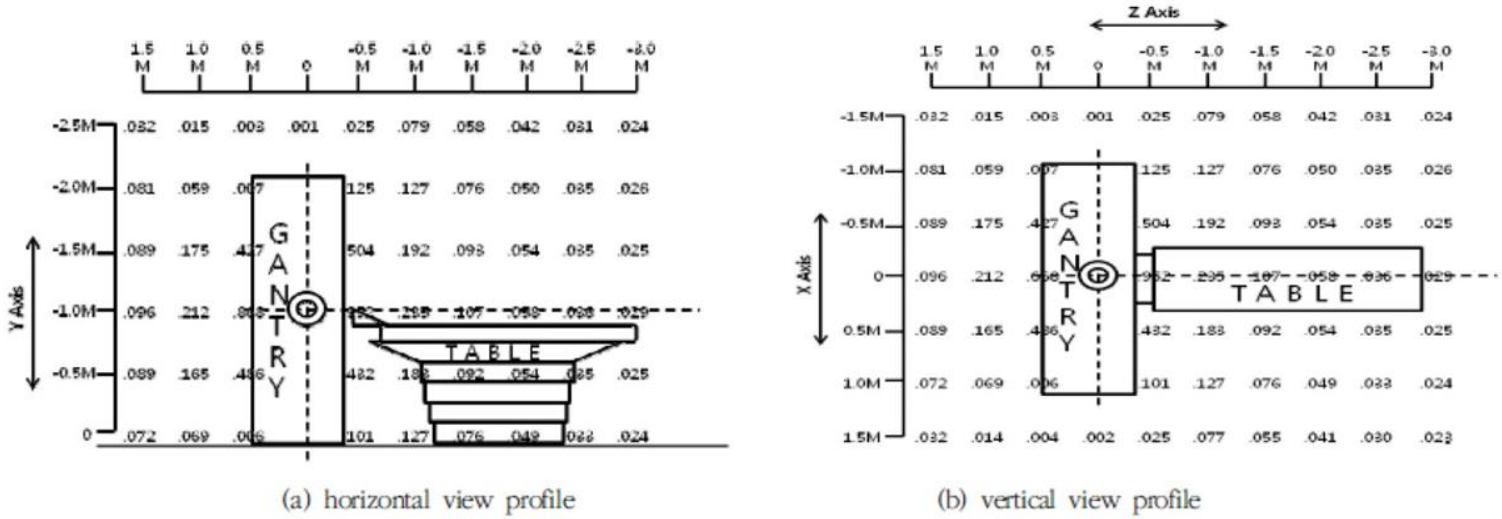
방사선 관계종사자의 방사선선량한도 초과자 관리

- 건강진단과 적절한 안전조치
- 방사선 선량한도 초과자 안전조치

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

진단용 방사선 안전관리 규정

CT검사실에서의 방사선량

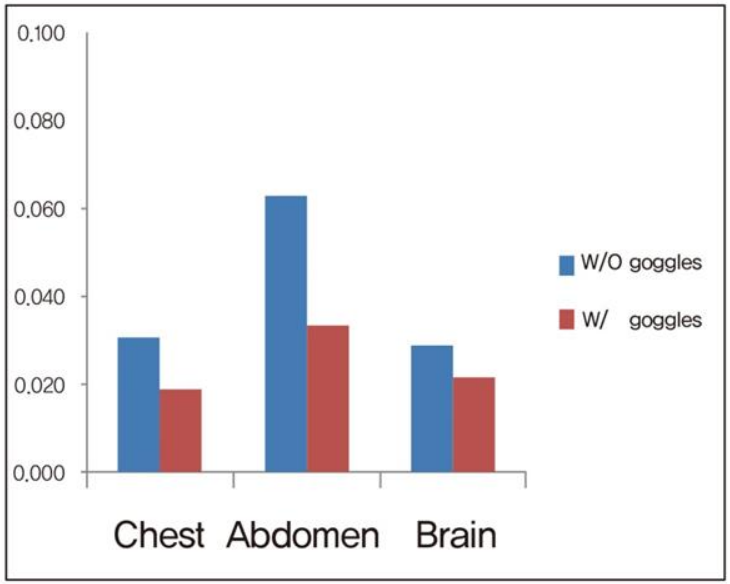


(a) horizontal view profile (b) vertical view profile

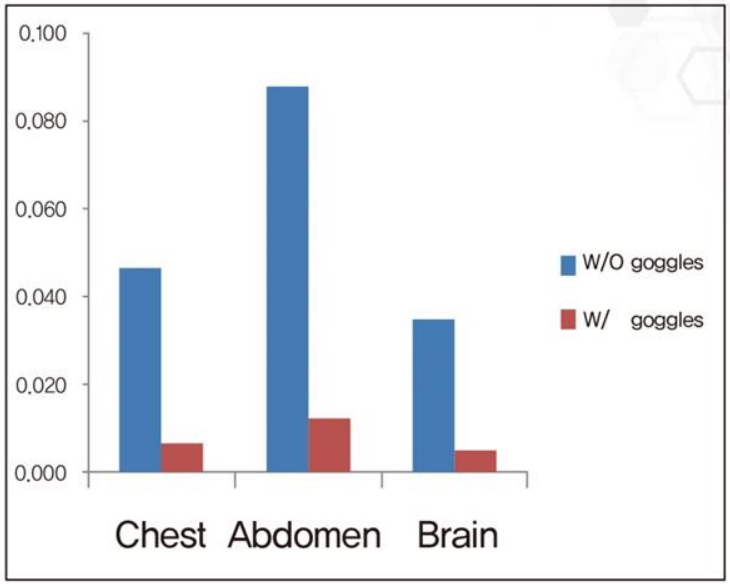
Fig. 1. Radiation dose map in CT room

최민혁 2019

CT Ambu bagging시 방사선 피폭



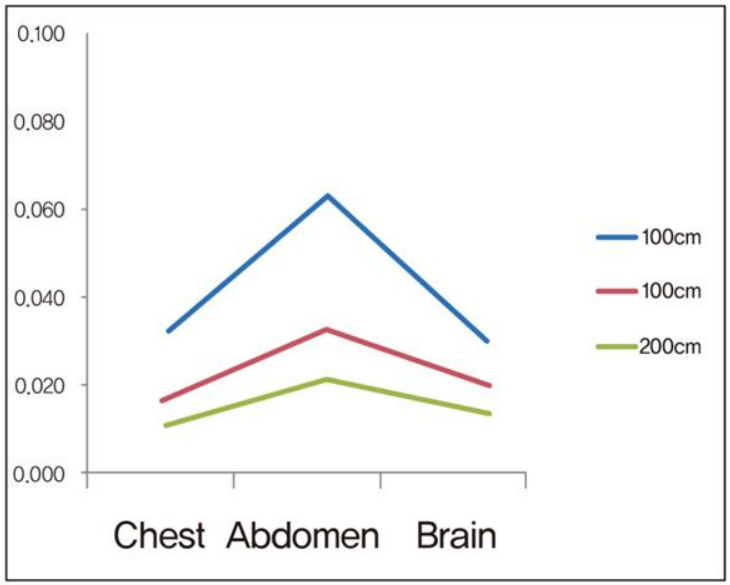
Eyeball



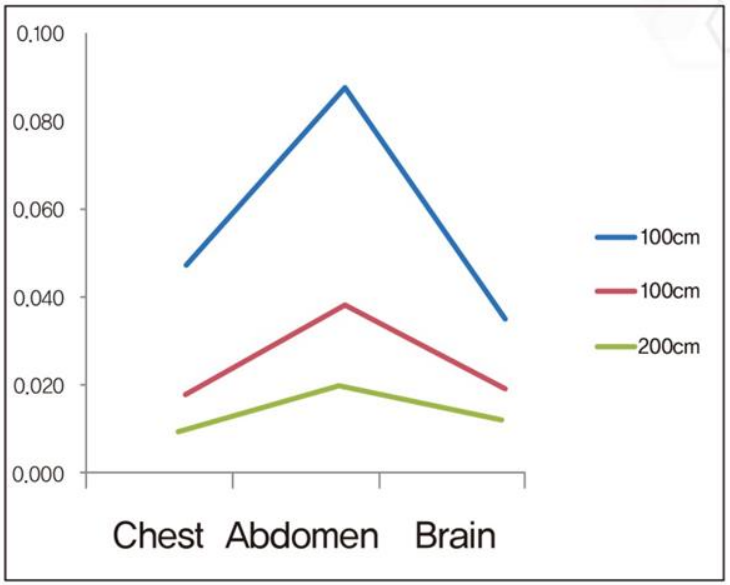
Breast

전창민 et al

CT Ambu bagging시 방사선 피폭



Eyeball



Breast

전창민 et al

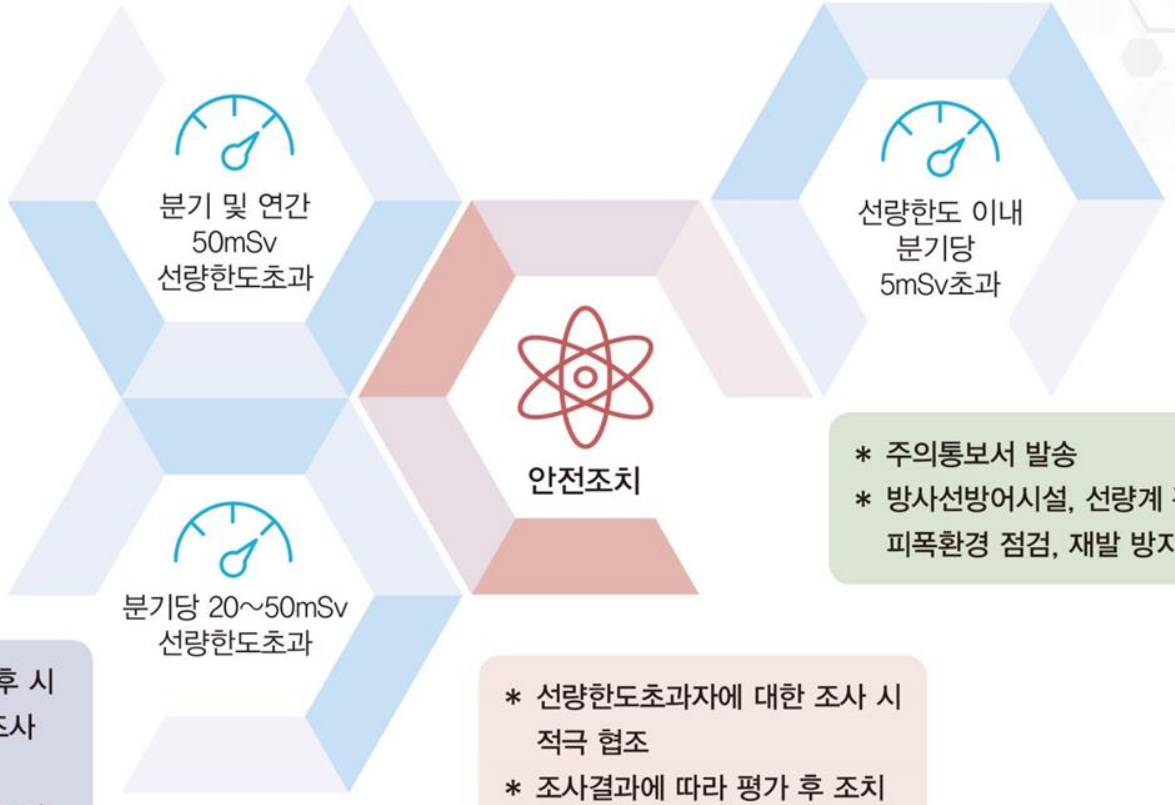
방사선 피폭선량이 규정보다 높게 나오는 이유는?

- 뱃지를 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 뱃지를 부착한 가운을 벗어놓고 촬영을 하는 경우

관리소홀 실태

- 검사테이블아래 떨어뜨림
- 촬영실 내의 옷걸이나 옷장에 방치
- 빨래감에 빼지 않고 보내기
- 고의로 필름뱃지를 장비 선량 측정에 사용

방사선선량한도 초과자 안전조치



* 주의통보서 발송
* 방사선방어시설, 선량계 관리 등 피폭환경 점검, 재발 방지

* 즉시 건강진단 및 이상 징후 시
* 선량한도 초과자에 대한 조사 시 적극 협조
* 조사결과에 따라 평가 후 조치

* 선량한도초과자에 대한 조사 시 적극 협조
* 조사결과에 따라 평가 후 조치

임신한 종사자

- ICRP 권고: 즉시 관리자에게 보고하고 방사선을 다루는 업무를 하지 말아야 한다. 임신한 종사자의 방사선 피폭 허용량은 일반인과 동일하다. (1 mSv/년)
- 의료법: 규정 없음.
- 원자력법: 복부에 TLD 따로 착용, 임신기간 전체 2mSv

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