



방사선이 인체에 미치는 영향



Contents

- 안전관리 교육의 필요성
- 방사선이란?
- 의료방사선 피폭의 특징
- 진단참고준위 (Diagnostic Reference Level)
- 방사선과 암
- 임신과 방사선



안전관리교육의 필요성 1

■ 대 전 제

방사선은 해롭다

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

방사선검사는 필요하다

이득 >>> 피해

안전관리 소홀

안전관리교육의 필요성 2

■ 방사선 검사의 사용 빈도 증가

➤ UNSCEAR 2000 (전세계의 영상의학검사 횟수)

- 1985 ~ 1990 : 16억 회

- 1990 ~ 1995 : 19억 회

➤ WHO : 25억 회

➤ NCRP (의료방사선)

1980년대 초 : 11%

현재 : 35% (핵의학 12%)

개인당 조사되는 방사선 : 500배 증가 (1982년부터)

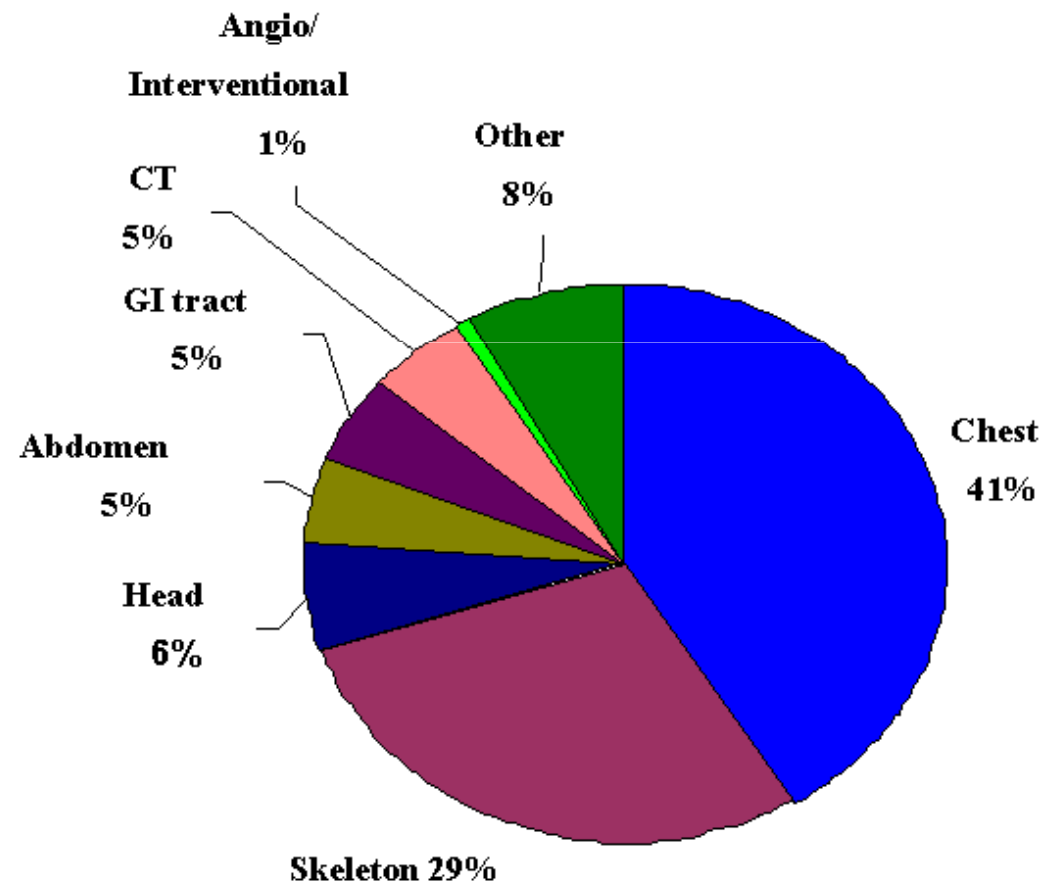
■ Intervention 기술의 증가

■ MDCT, PET-CT 등의 이용 증가

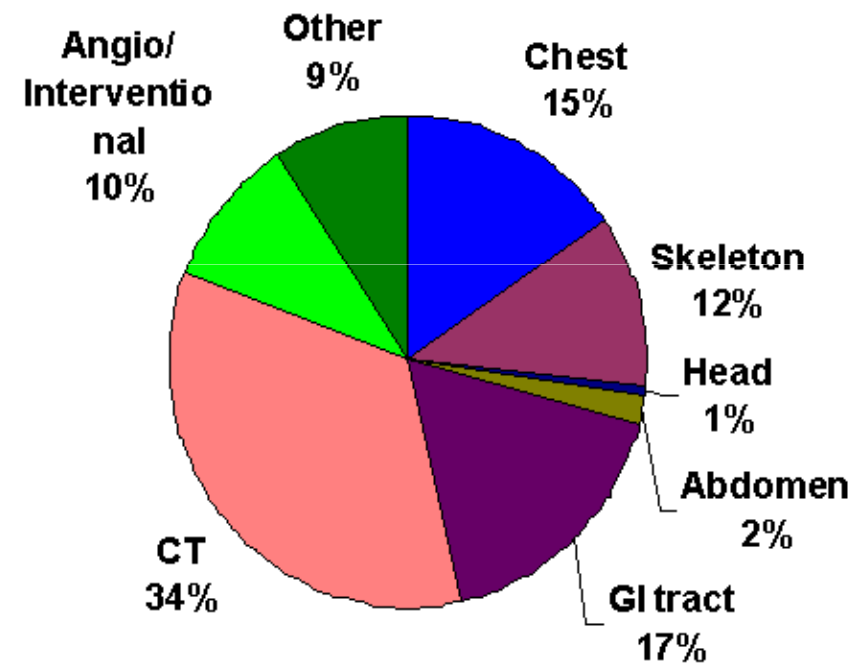
➤ 의료방사선의 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 이 CT에서 발생

UNSCEAR 2000

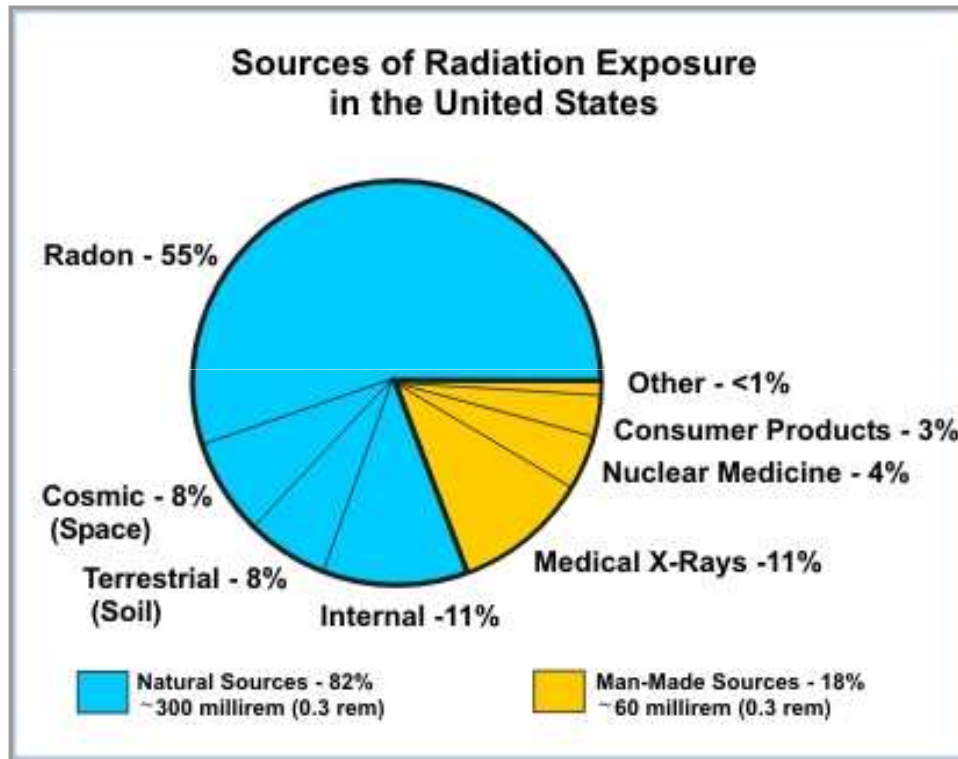
(a) Contributions to frequency



(b) Contributions to collective dose



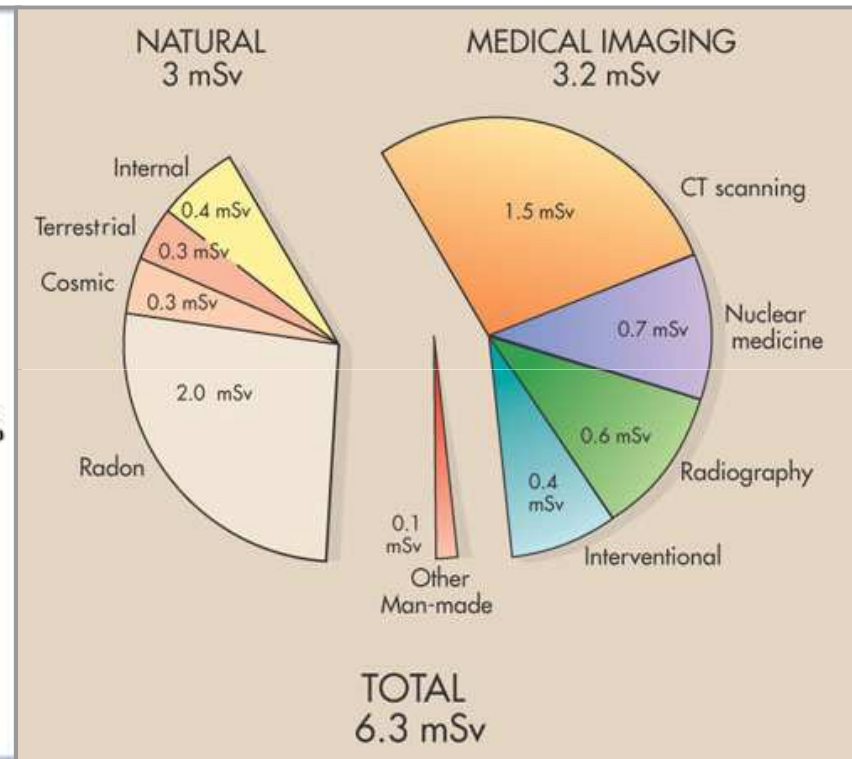
의료방사선 피폭의 증가



UNSCEAR 2000

자연 방사선: 2.4 mSv

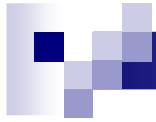
의료방사선 : 0.4 mSv



NCRP 160 (2009)

자연방사선: 3.0 mSv

의료방사선: 3.2 mSv



방사선이란 ?



방사선의 종류

■ 전리방사선

입자: 알파선, 베타선,
중성자선 등

전자파(파동): X선, 감마선

■ 비전리방사선

전파, 광선, 저주파, 마이크로
웨이브, 자외선

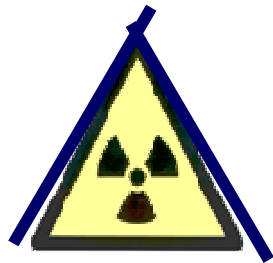


방사선과 방사능의 차이점

방사선	방사능(동위원소)
합법적	사고
저준위 방사선 (60-140kVp)	고준위(MeV)
X선	핵종 미상
피폭선량의 예측 가능	불가능
부분피폭	전신피폭
외부피폭(일과성)	내부피폭(장기간)
On/Off 가능	On/Off 불가능

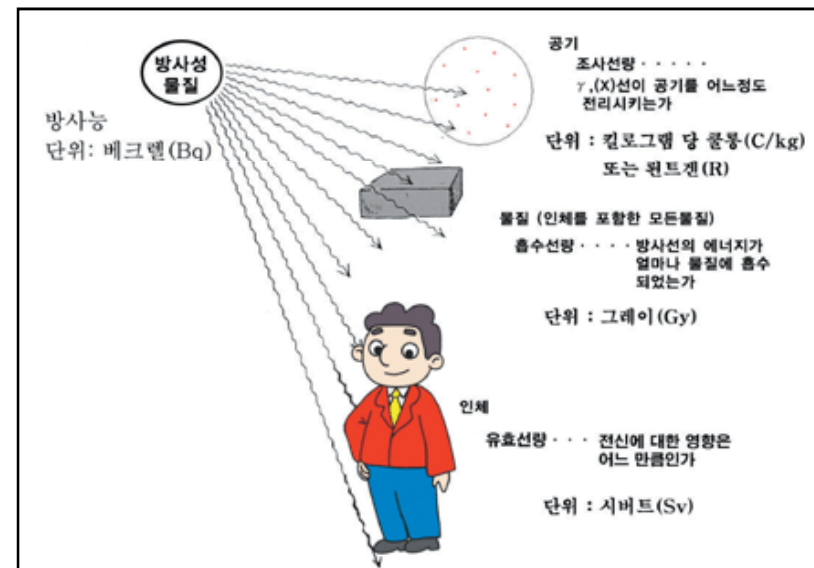
방사선 피폭

■ 물체가 방사선에너지를 흡수



방사선원

방
사
선



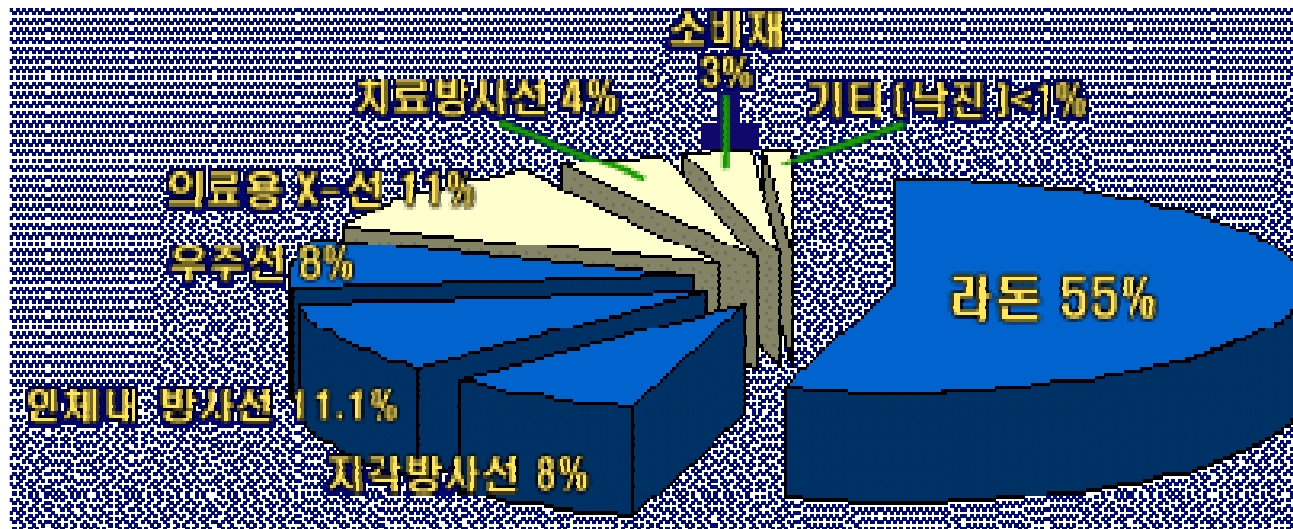
자연방사선과 인공방사선

자연

- 라돈가스
- 암석, 흙
- 우주선
- 식품
- 낙진

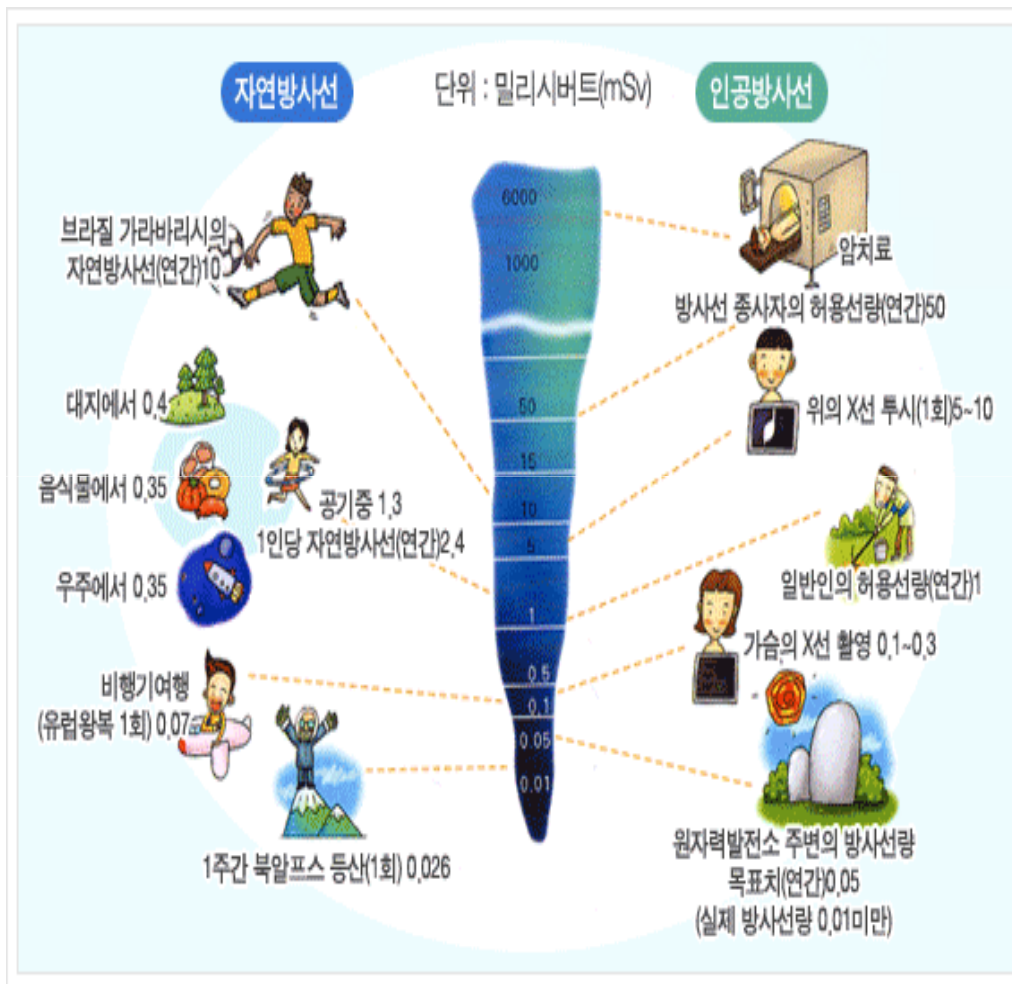
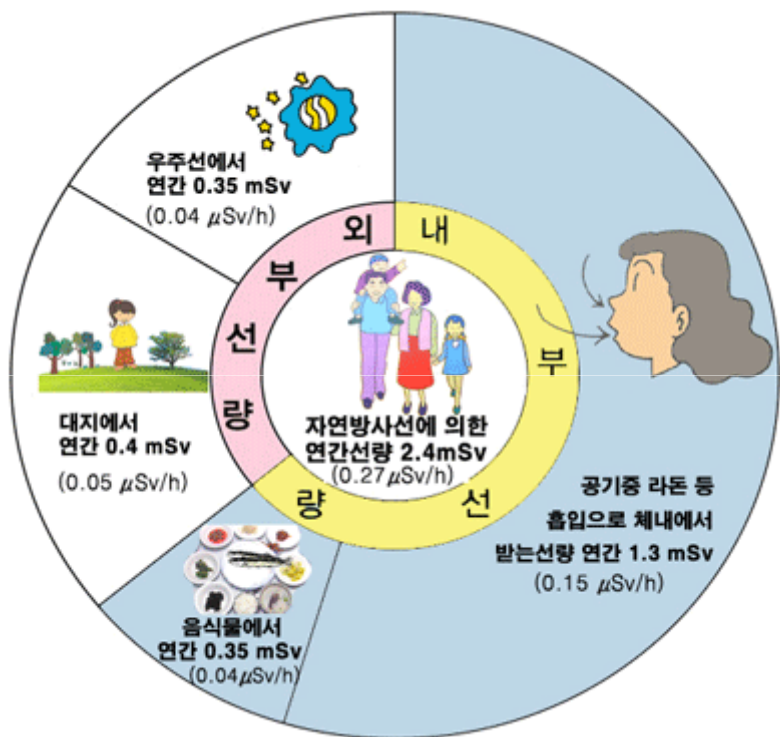
인공

- 의료용 : X선, 동위원소
- 핵 산업 : 원자로, 발전소, 핵 함정
- 전기, 전자제품
- 교통기관
- 기타 : 비파괴검사, 수화물 검사, 생물학적, 과학적 이용



■ 자연방사선

■ 인공방사선



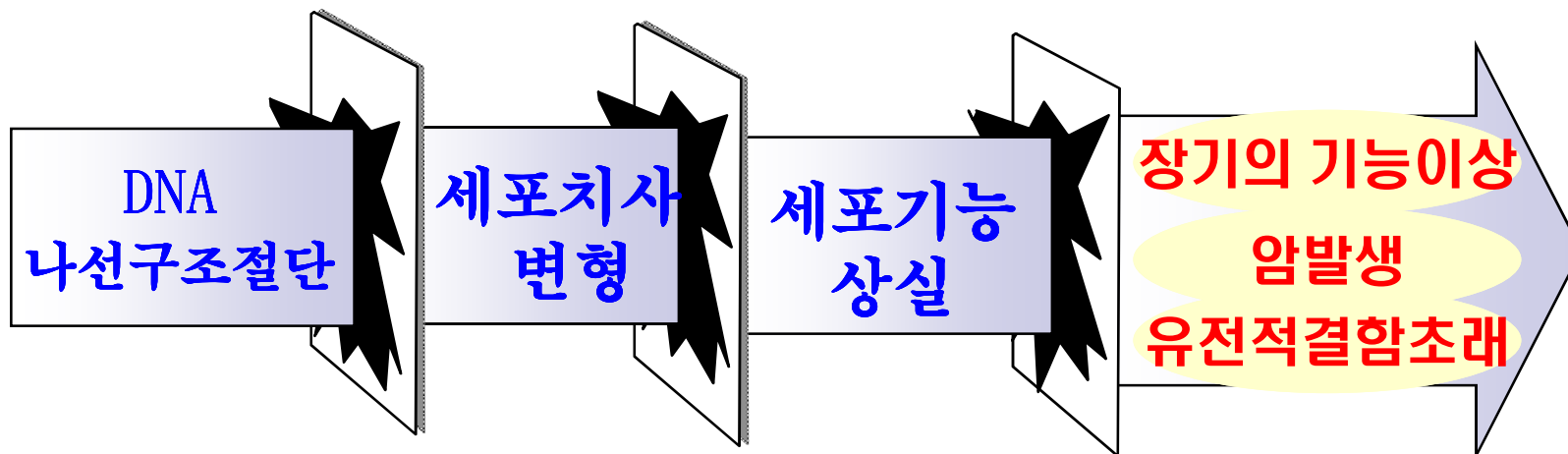
방사선이 인체에 미치는 기전

■ 직접 작용

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

■ 간접 작용

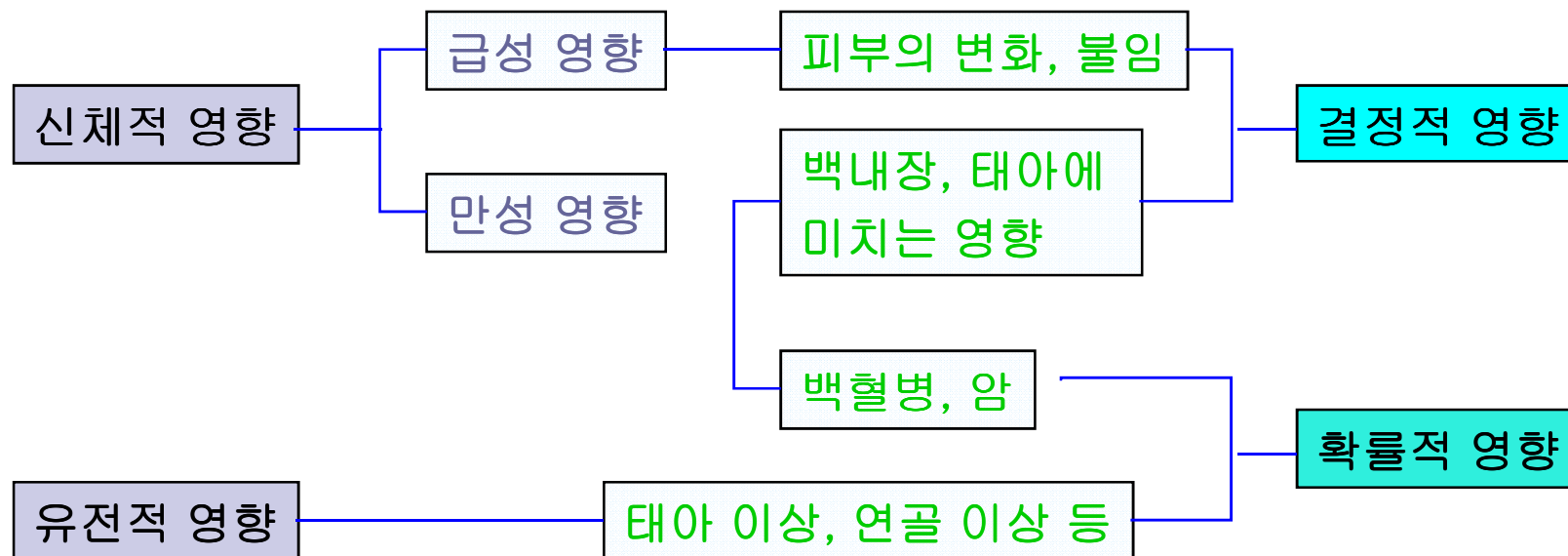
- 방사선이 세포 안의 다른 원자나 분자(특히 **물**) 와 작용해 생성된 유리기(활성 산소)가 DNA 에 작용



방사선이 인체에 미치는 영향

- 신체적과 유전적
- 급성과 만성
- 결정적과 확률적

Radiation Hormesis

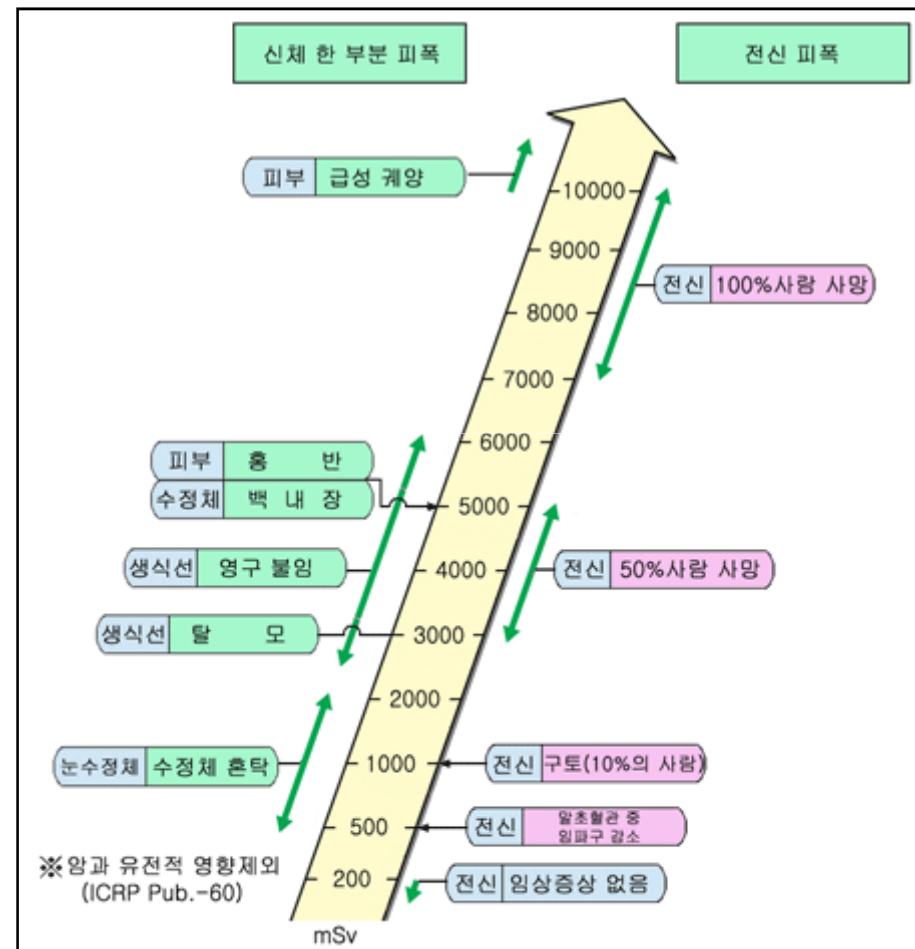


신체적 영향

■ 방사선을 받은 본인 에서 발생

(태아 시기 포함)

- 백혈구 감소, 빈혈
- 탈모, 홍반, 피부 궤양
- 불임 (일시적 및 영구)
- 수정체 혼탁과 백내장
- 갑상선 기능 저하
- 암의 발생





유전적 영향

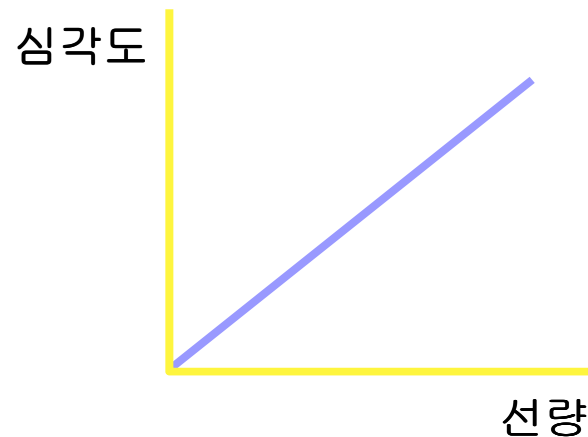
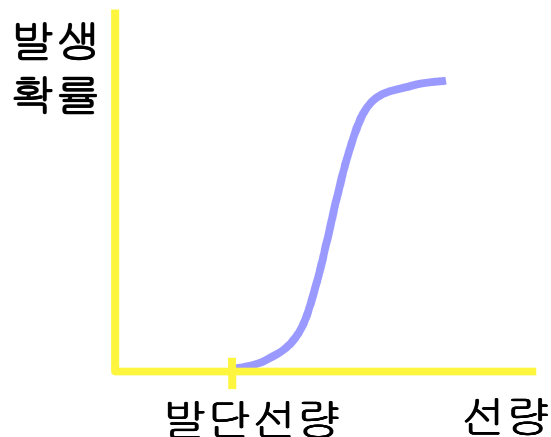
■ 후손에서 나타나는 영향

진단용 방사선에서는 염색체의 변형이 가능

- *10 mSv 피폭시 50명/백만명에게 염색체 이상 발생*
- *자연 상태에서의 염색체 이상 : 10%*
- *백만명당 100,050명에서 염색체 이상 발생*
- 결론적으로 진단용 방사선에서는 유전적 영향은 고려하지 않아도 됨.

결정적 영향 (Deterministic Effect)

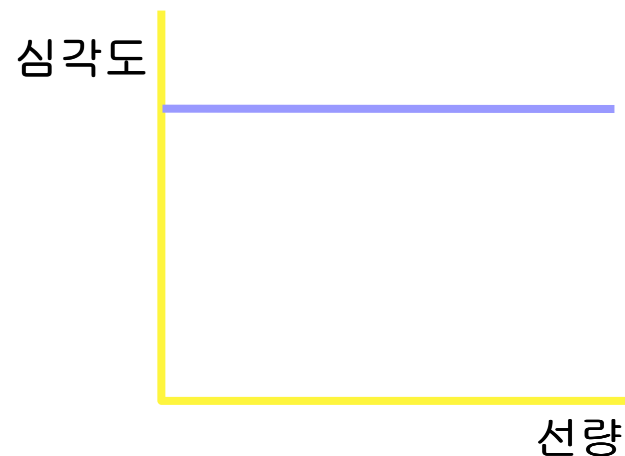
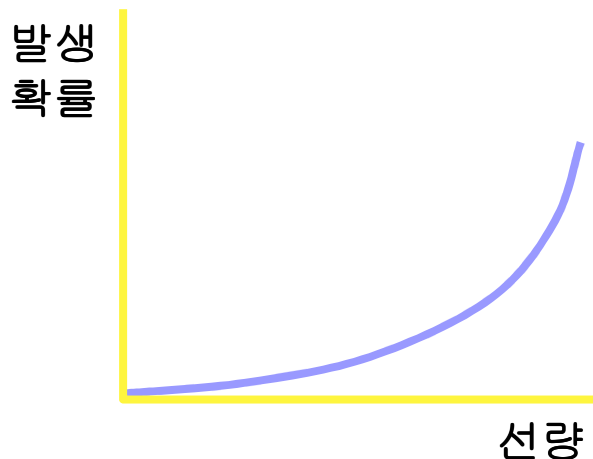
- 일정량 이상 받으면 모두 나타남
- 많이 받을수록 변화가 심해짐
- 발단선량(threshold dose)이 있고
그 이하에서는 가시적 변화 없음
- 변화의 종류에 따라 발단선량 차이



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)





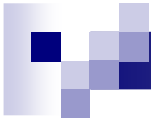
의료상 피폭 (medical Exposure)

정의

- (a) 진단이나 치료 목적으로 개인이 받는 피폭으로서 검진이나 법의학 목적의 피폭도 포함
- (b) 진단이나 치료를 받는 환자를 병원이나 가정에서 돌보고 안정시키는 가족 또는 친지가 알면서 자의적으로 받는 피폭 (직업상 피폭은 제외)
- (c) 생물의학 연구 프로그램의 일환으로 지원자가 받는 본인에게는 직접 이익이 없는 피폭

의료에서의 방사선방호 대상

- (a) 환자
- (b) 의료진
- (c) 환자를 간병 또는 보조하는 사람들
 - 진단과정에서 어린아이를 잡고 있는 부모
 - 핵의약품 투여 후 또는 근거리치료 중에 환자에게 접근하는 사람들
- (d) 일반 공중의 구성원



의료방사선 피폭의 특징-요약

- 피폭 한도가 없다
- 피폭에 대한 이익을 환자가 받는다
- 전문가가 환자에게 필요한 최선의 검사를 선택하여야 한다.
- ALARA(As Low As Reasonably Achievable)
- 최근 개인피폭량 및 전반적인 피폭이 증가하고 있다

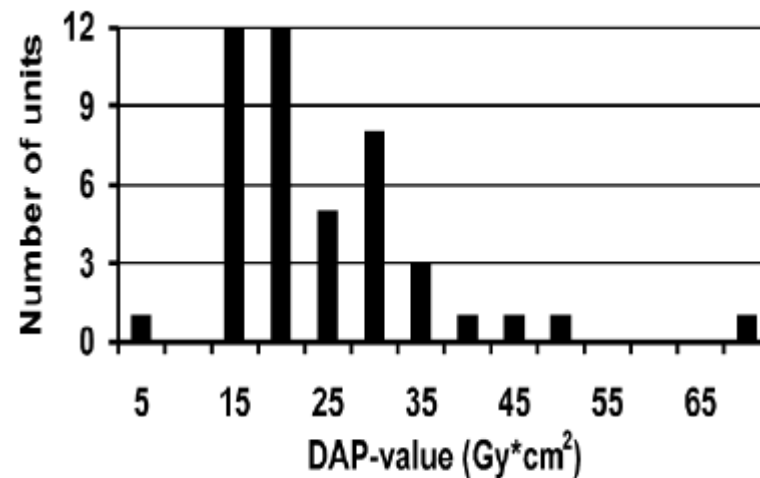
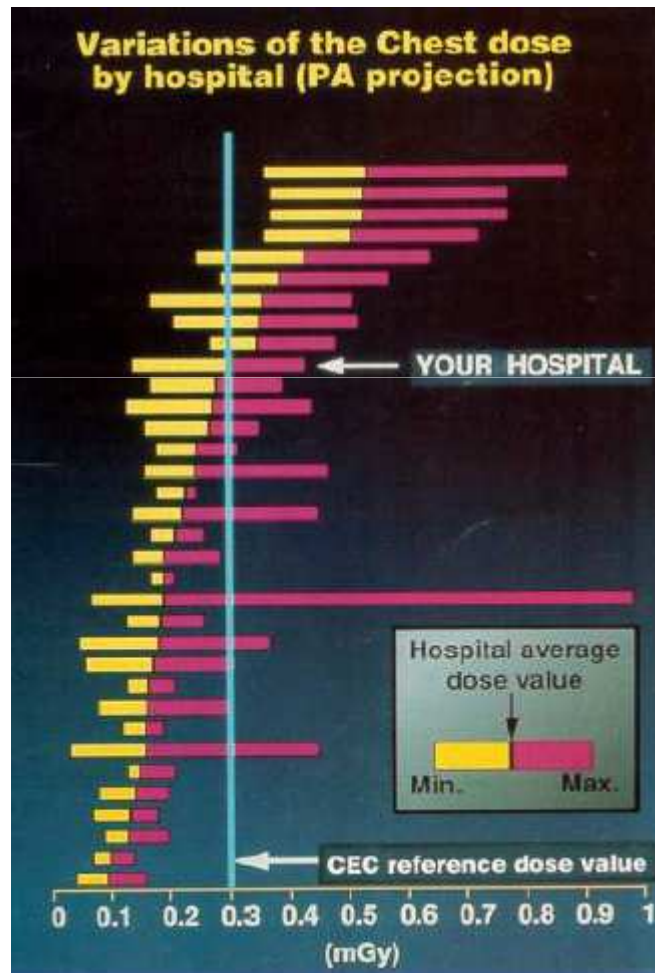


Diagnostic Reference Level

진단 방사선 검사 시 환자가 받는 방사선량을
측정하고 평가하여 진단에 참고 할 수 있도록
권고하는 선량준위

- 의료피폭에 적용하는 것으로 전문기관에 의해 설정되는 권고선량
- 방사선 방어의 최적화의 결과로서 임상에서 문제가 되지 않는 적정범위
 - 최소한으로 사용하도록 하고 환자가 받는 선량을 평가한 결과
환자선량분포의 제삼사분위수를 기준하여 사용

검사기법에 따른 방사선 피폭량의 차이



Dose distribution of IVP examination
among 45 centers in Sweden (ICRP 85)

DAP: Dose x Area

Potential for exposure saving
Large differences observed in surveys,
factor 20 or even more ...
plenty of scope for saving, without
loosing diagnostic confidence (IAEA 2006)



Diagnostic Reference Level

필요성

- 방사선 검사의 최적화에 대한 가이드에 필요
- 환자가 받는 선량의 양적인 지표로 활용
- 방사선검사의 성능평가에 활용
- 의료피폭의 좀 더 나은 최적화를 알기 위한 수단

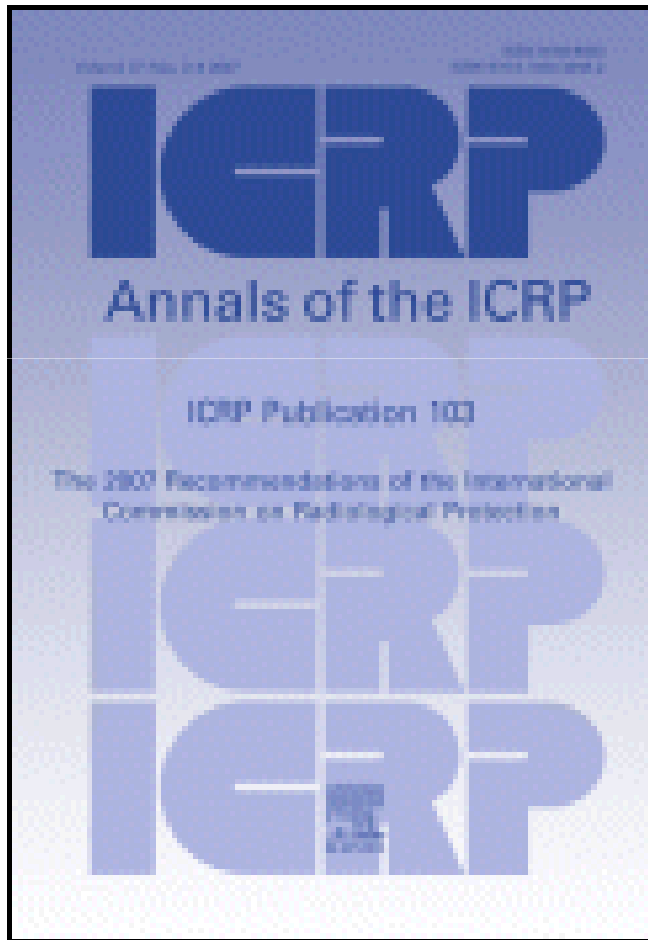


Recommendation of patient dose in diagnostic radiology

■ ICRP Supporting Guidance 2 (2003)

- Review of Diagnostic Reference Levels (DRLs) in Medical Imaging
 - Approved by ICRP Committee 3 in September 2001
 - DRLs should be used by regional, national and local authorised bodies
 - The numerical values of DRLs are advisory
 - Improve the management of patient doses in medical imaging
 - Diagnostic reference level (DRL): 진단참고준위
 - 환자들에 대한 선량한도가 아니며 개별적 진단에 적용 안함
 - 의사는 DRLs을 초과하지 않음으로써 진단을 최적화 해야 함

의료에서의 신방사선방어체계



국제방사선방어위원회 권고
(ICRP publication 103, 2008)

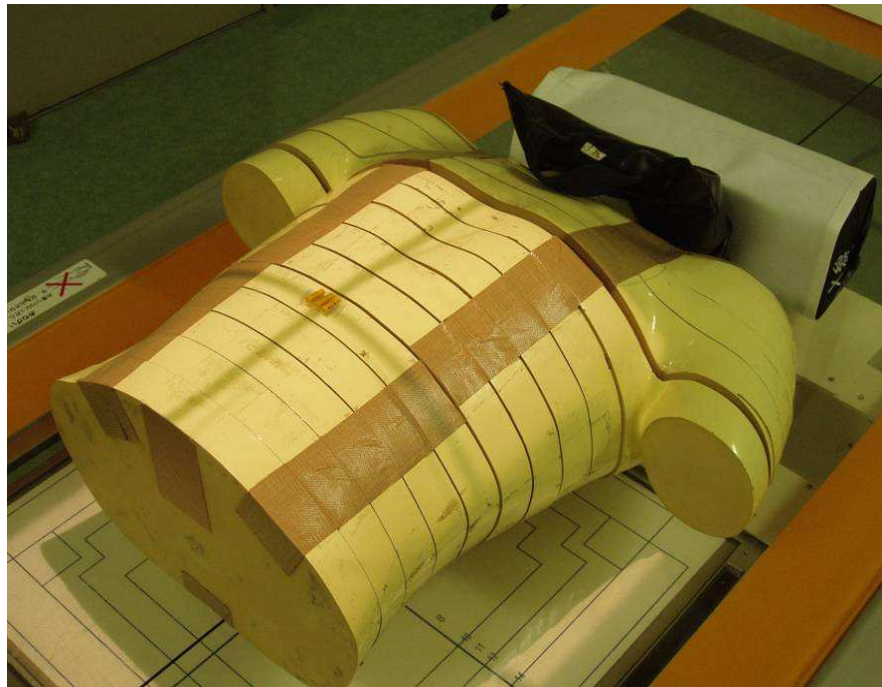
- 의학검사의 정당화
(Justification for medical procedures)
- 의료피폭에서의 방어의 최적화
(Optimization of protection in medical exposure)
 - 진단참고준위(Diagnostic Reference Level)
- 선량한도(Dose limits)



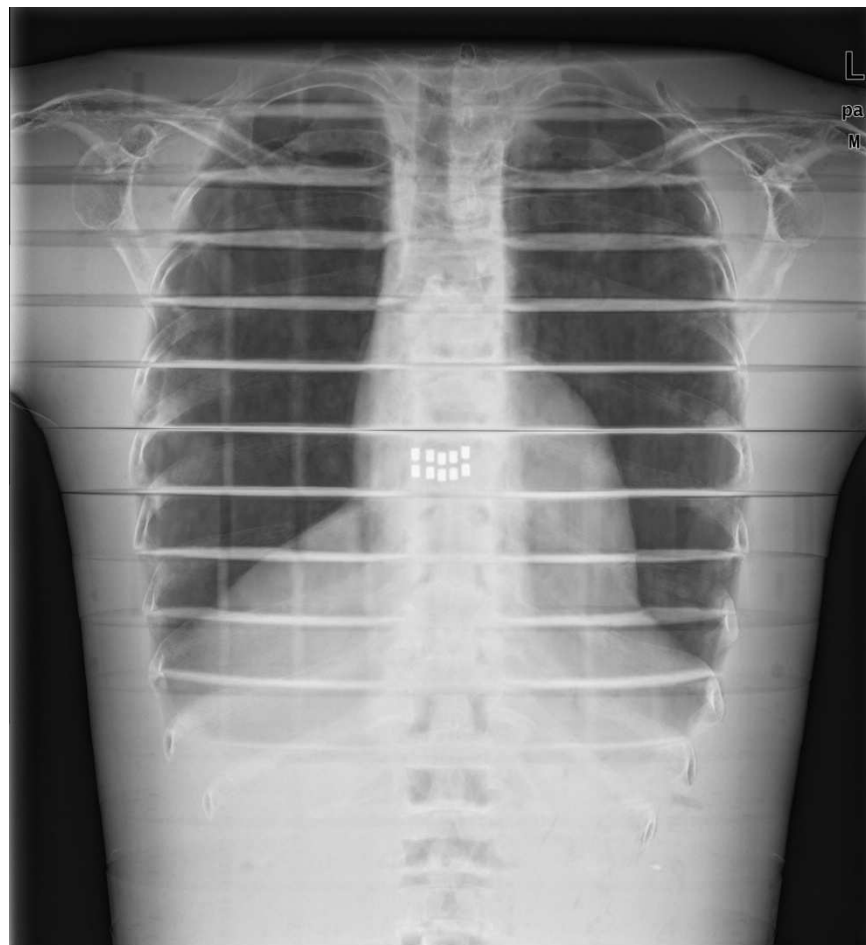
Diagnostic Reference Levels

- 선량한도가 아니다
- 최적 값이 아니다
- 영상의 질과 분리할 수 없다
- 개개인의 피폭에 적용할 수 없다
- 방사선 위해 지표가 아니다
- 좋은 검사와 미흡한 검사의 분리 기준이 아니다

Measurement of Patient dose(ESD)

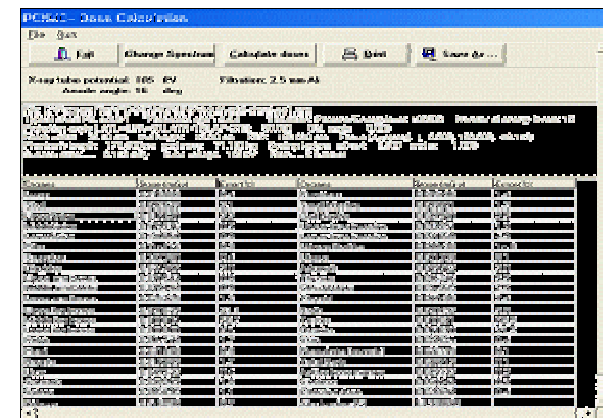
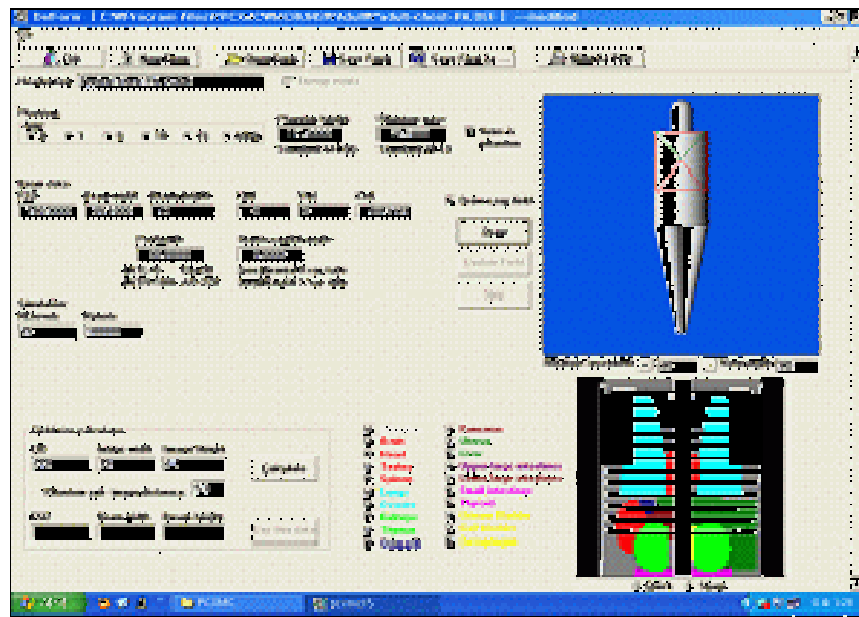


Measurement of Patient dose



Assessment of Patient dose – PCXMC

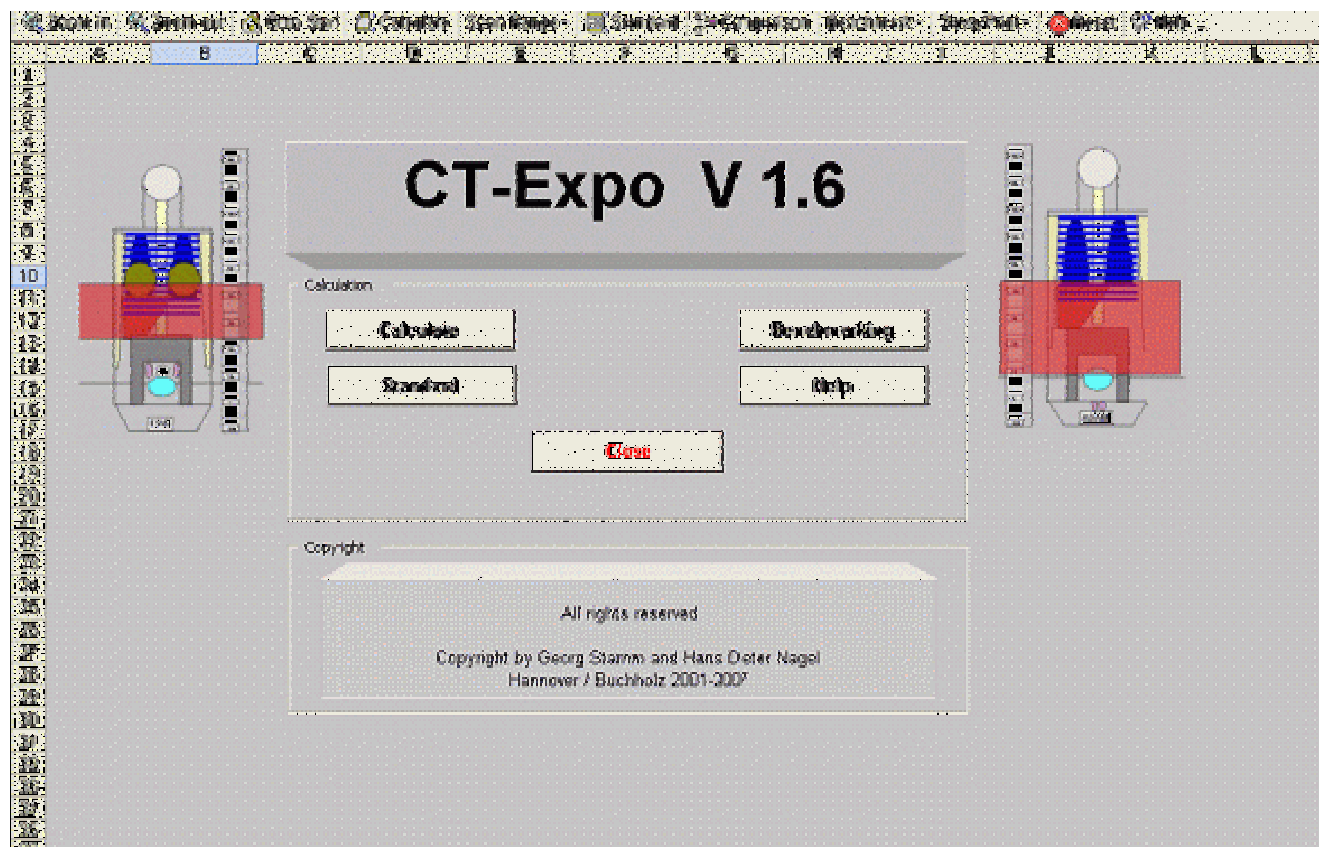
핀란드 - Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK가 개발 PCXMC(PC-based Monte Carlo program)



Assessment of Patient dose

– CT-EXPO

German Roentgen Society, 전자의료장비제조협회(ZVEI)
–1999년 독일 Nation-wide survey, 성인, 소아 환자선량평가

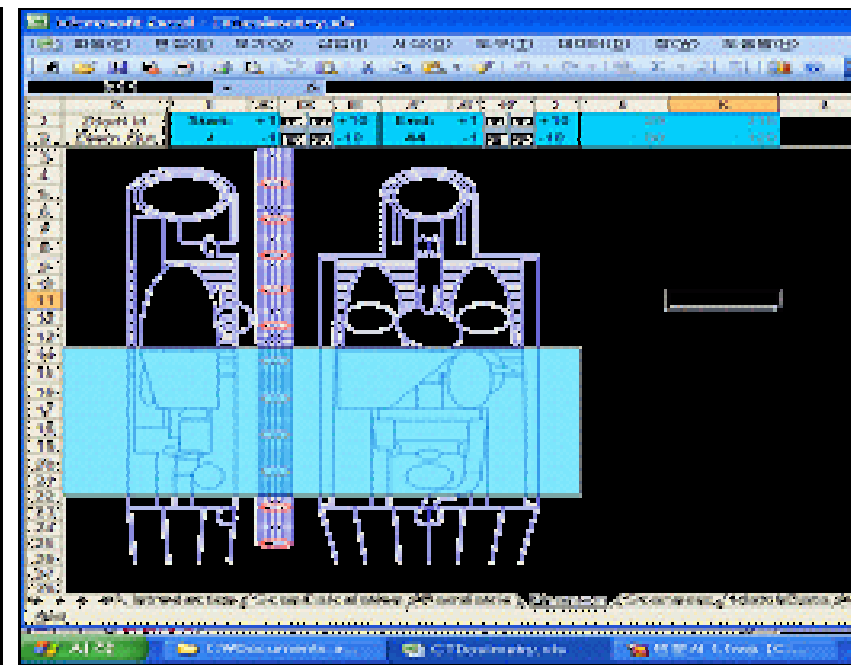
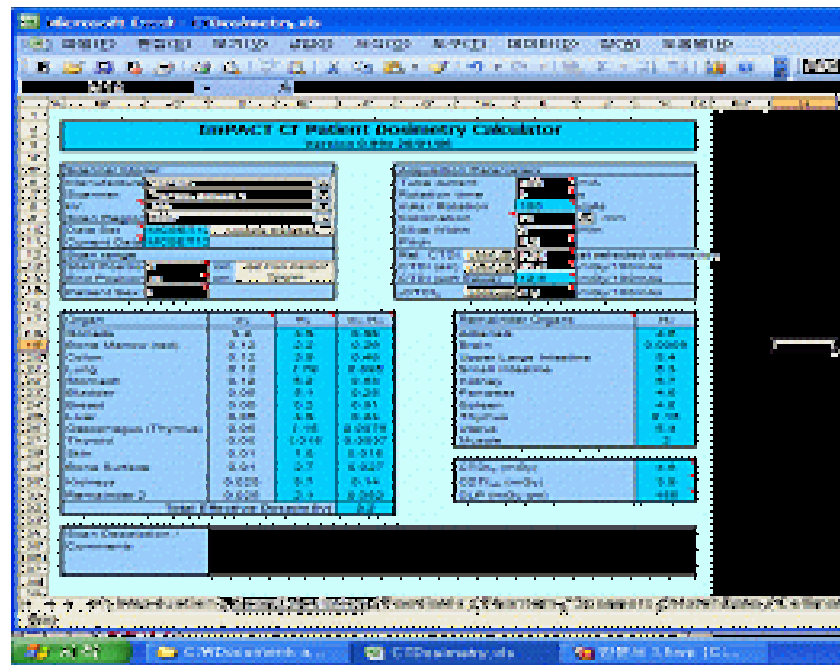


Assessment of Patient dose

– ImPACT CT Patient dosimetry Calculator

영국 – HPA(Health Protection Agency)
– Imaging Performance and Assessment of CT

- Computed Tomography의 각 장치 별로 성인을 대상으로 Monte Carlo 시뮬레이션을 토대로 환자선량 평가





방사선과 암의 발생

■ 방사선의 발암성

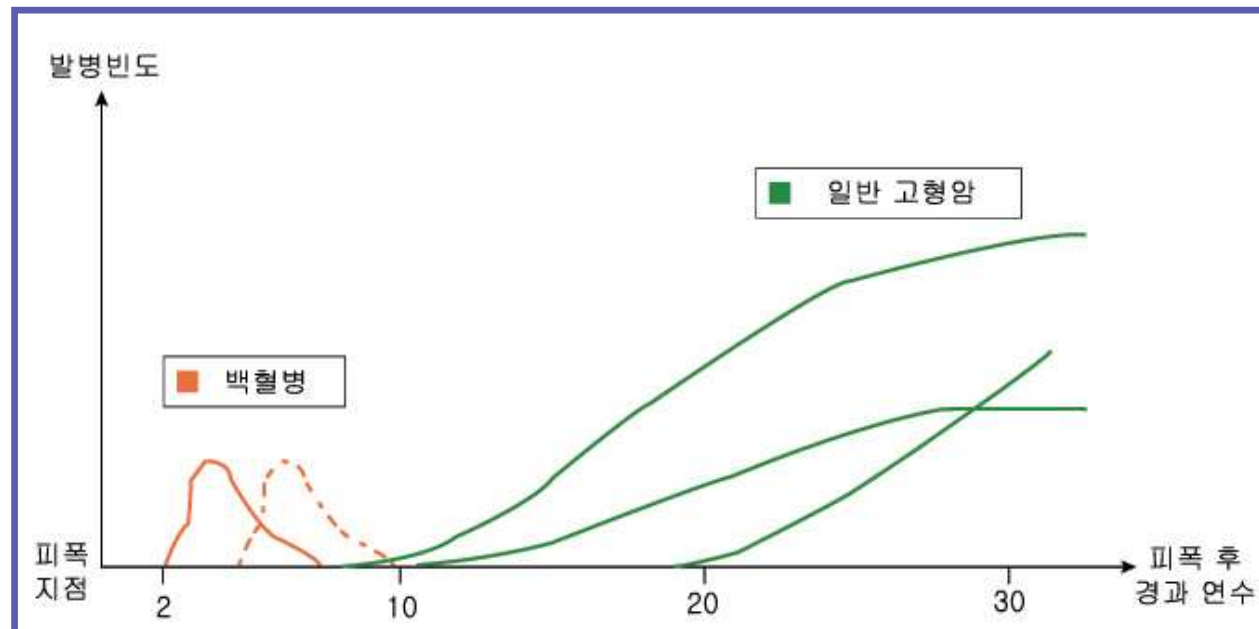
- 다량의 방사선 이용한 동물실험
- 방사선치료 환자
- 원폭, 원자로 사고 피폭자
- 유방암 검진환자에 대한 역학조사

■ 방사선 방어의 주 목적

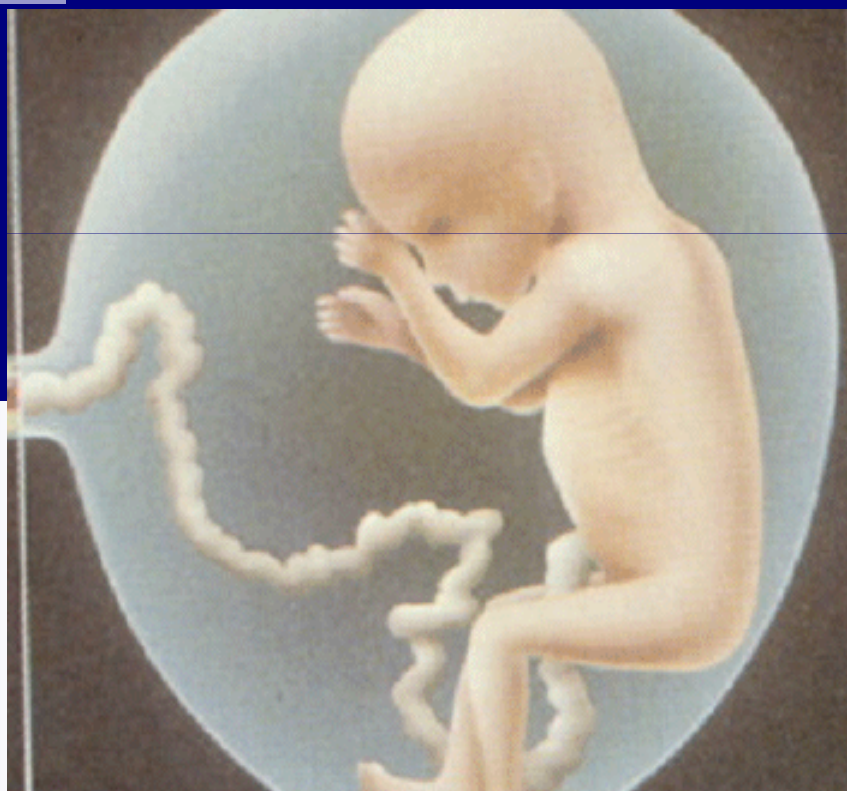
암의 발생 시기

방사선 치료 환자와 원자로 사고에서의 자료

- 혈액암 : 8년 후
- 고형암 : 12-20년 후

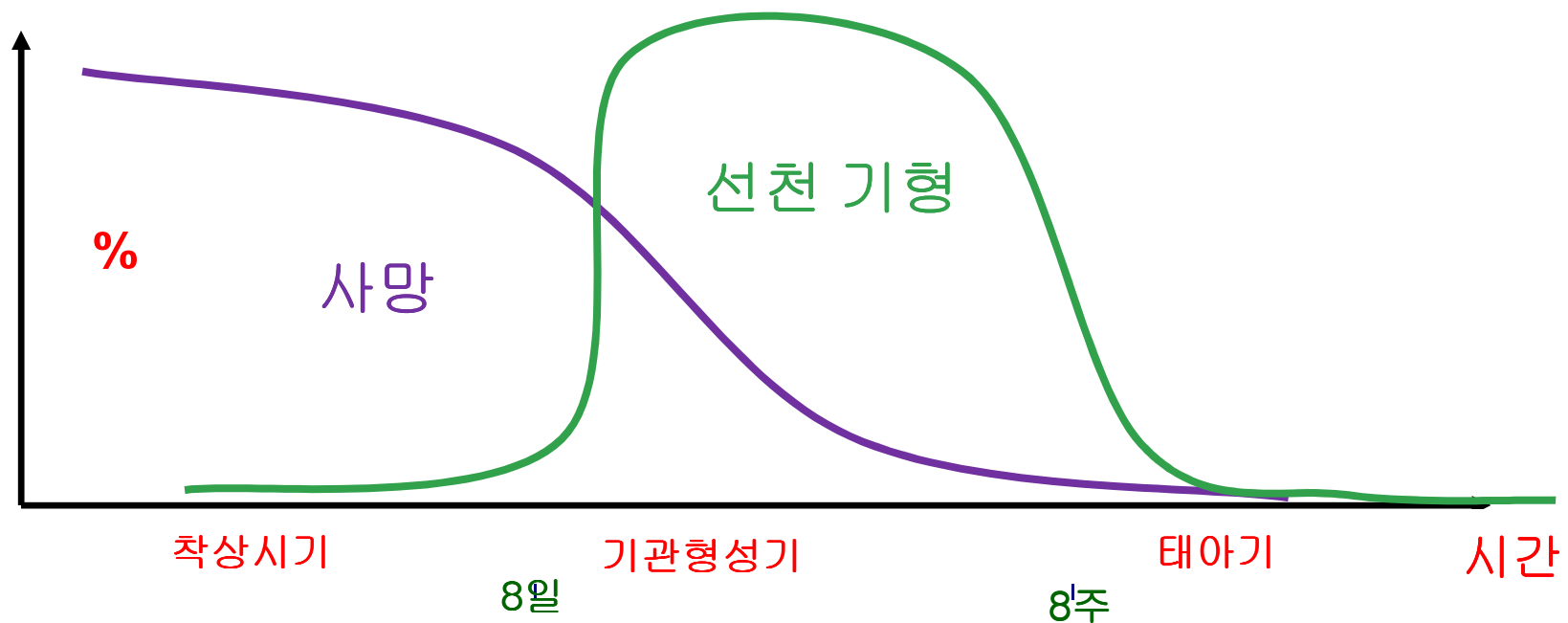


임신과



임신 중 방사선 피폭

- 발암을 제외하면 결정적 영향
- 임신 시기에 따른 영향의 차이
 - 전기간 : 암 발생 (M/C: 백혈병)



태아의 방사선 피폭

Amount of radiation to fetus
from X-ray examinations during pregnancy

examination site	average dose of radiation
plain chest	0.01 mGy or less
plain abdomen	1.4 mGy
plain Lumbar spine	1.7mGy
CT head	0.005 mGy or less
chest	0.06 mGy
abdomen	8.0 mGy
pelvis	25.0 mGy

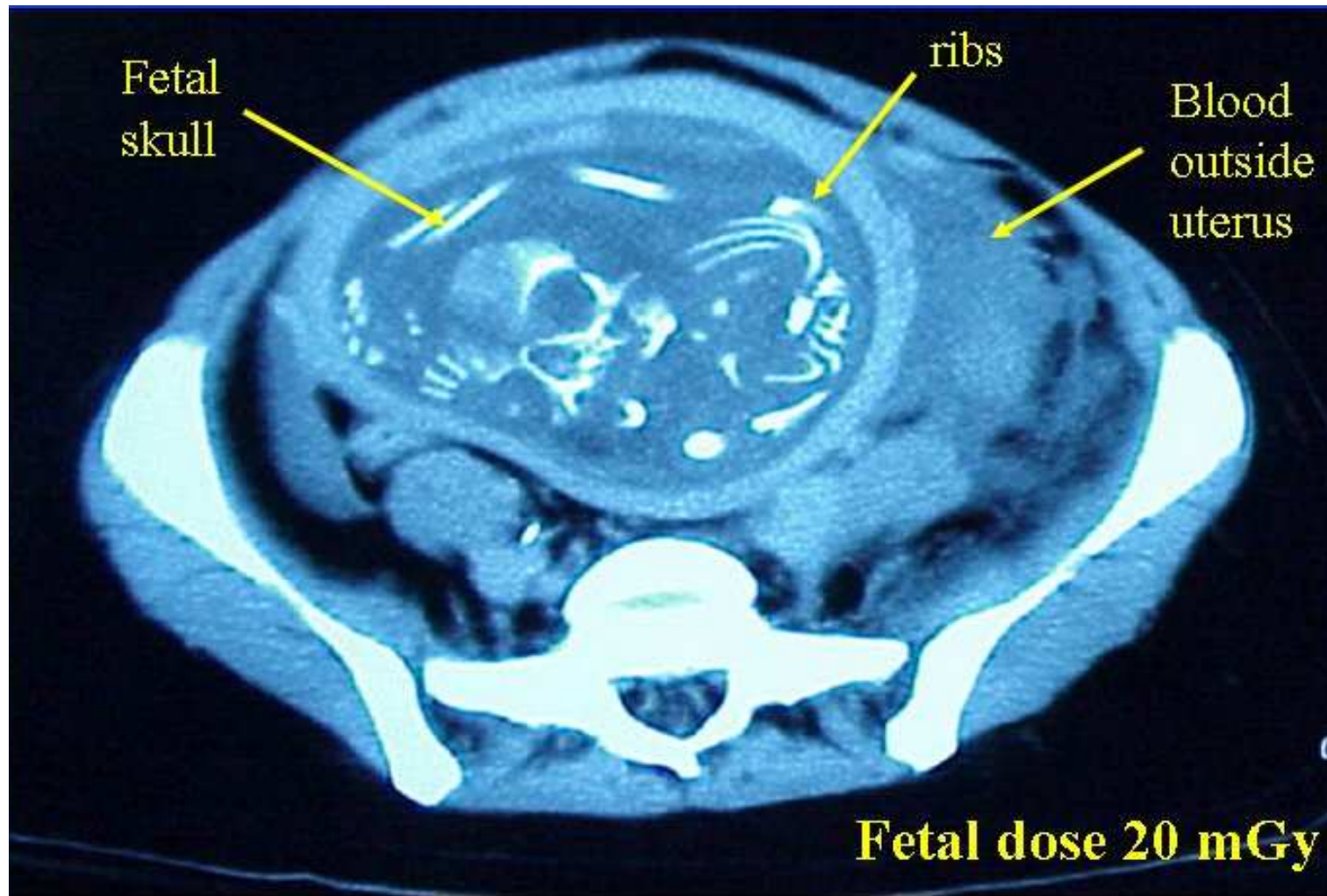
(unit: mGy)

Representative Entrance Exposures and Fetal Doses
for Selected Examinations

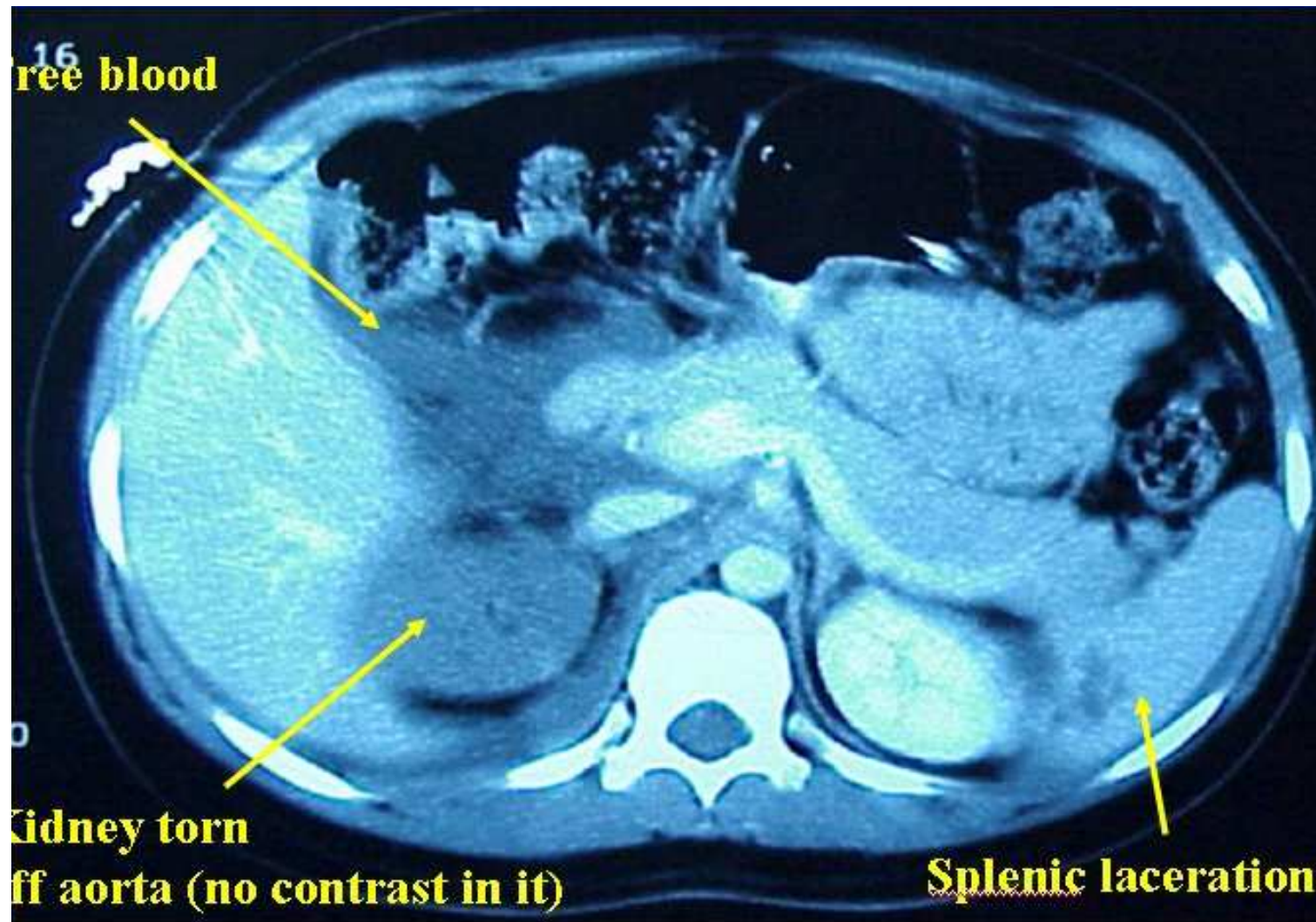
Examination	ESE in mGy (mR)	Fetal Dose in mGy (mrad)
Skull (lateral)	0.7 (70)	0 (0)
Cervical spine (AP)	1.1 (110)	0 (0)
Shoulder	0.9 (90)	0 (0)
Chest (PA)	0.1 (10)	0 (0)
Thoracic spine (AP)	1.8 (180)	0.01 (1)
Cholecystogram (PA)	1.5 (150)	0.01 (1)
Lumbosacral spine (AP)	2.5 (250)	0.8 (80)
Abdomen or KUB (AP)	2.2 (220)	0.7 (70)
Intravenous pyelogram	2.1 (210)	0.6 (60)
Hips	2.2 (220)	0.5 (50)
Wrist or foot	0.05 (5)	0 (0)

Example: Justified use of CT

Pregnant Female was in motor vehicle accident



3 minute CT exam and taken to the operation room. She and the child survived.



Fetal Radiation Risk

ICRP

- There are radiation-related risks throughout pregnancy that are related **to the stage of pregnancy and absorbed dose**.
- Radiation risks are more significant during organogenesis and in the early fetal period, somewhat less in the 2nd trimester, and least in the 3rd trimester.





Radiation-induced malformations

- Malformations have a **threshold of 100-200 mGy of higher** and are typically associated with CNS problems.
- Fetal doses of 100 mGy are not reached even with 3 pelvic CT scans or 20 conventional diagnostic X-ray exam.
- These levels **can** be reached with fluoroscopically guided **interventional procedures** of the pelvis and with radiotherapy.



Termination of Pregnancy (I)

- High fetal doses (100-1000 mGy) during late pregnancy are not likely to result in malformations or birth defects since all the organs have been formed.
- A fetal dose of 100 mGy has a small individual risk of radiation-induced cancer. There is over a 99% chance that the exposed fetus will **NOT** develop childhood cancer or leukemia



Termination of Pregnancy (II)

- Termination of pregnancy at fetal doses of less than 100 mGy is **NOT** justified based upon radiation risk.
- At fetal doses in excess of 500 mGy, there can be significant fetal damage, the magnitude and type of which is a function of dose and stage of pregnancy
- At fetal doses between 100 and 500 mGy, decisions should be based upon individual circumstances.



임신 중 방사선검사

- 가급적 피할 것
- 특히 2-8주에 조심
- 모르고 했을 때, 염려하지 말고 추가 피폭을 피할 것
- 태아 선량 100 mGy (0.1 Gy, 100mSv)를 중심으로 임신 중절 고려

임신 중 치과 방사선검사

검사당 방사선 피폭량

방사선 노출 검사	1회 피폭량(단위:mSv)
유방암 검진용 X선 촬영	2.5
치과 X선(구강내 촬영)	0.005
흉부 X선	0.1
흉부 CT	8~10
복부 및 골반 CT	10~12
혈관촬영CT (뇌, 관상동맥)	10
PET-CT	13~18

* 출처 : 미국에너지국 Office of Science,
Radiation Hazard in Cardiology(Yonsei Cardiovascular Center)

- 전체 치아 촬영(14장) 도 필요한 경우 무방
- 안전하지만 환자 동의 필수
- 사전 설명, 최소 사진 촬영
- 임신 여부 확인

Panorama view : 2.1 mGy (영국 2002년, DRL)

의료영상과 방사선 피폭

- 진단을 위해 불가피함
- 다양한 방사선 피폭
- 장비의 품질관리 → 불량장비로 인한 과다피폭 방지
- 최소의 방사선 피폭으로 최적의 영상을 얻어야 함



결론

- 방사선은 인체에 위해하나 안전하다.
- 방사선검사는 진단의학적으로 중요
 - 정당화, 최적화 필요
- 방사선 안전관리가 필요
 - 발생장치와 시설의 안전관리
 - 발생장치의 올바른 이용
 - 방사선검사의 오남용 방지
 - 환자, 보호자와 종사사의 피폭 감소