

의료방사선 개요

환자 및 종사자에게 안전한가?

목차

방사선 안전관리 교육의 필요성

방사선이란?

인체에 미치는 영향

방사선과 암

임신과 방사선



환자가 받는 방사선 피폭량 차이

출처 : 식품의약품안전청

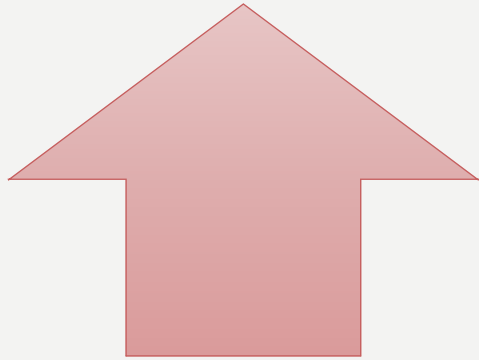
단위 : mGy

	요추	흉부	골반
피폭량 차이	355.6배	195.3배	36.8배
최대 병원	49.78	23.43	9.57
최소 병원	0.14	0.12	0.26



방사선 안전관리 교육의 필요성

안전관리 교육의 필요성 - 1



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

안전관리 교육의 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)
 - MDCT, PET-CT 등의 이용 증가
 - 의료방사선의 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ 이 CT에서 발생
 - Intervention 시술의 증가



의료방사선 피폭의 증가

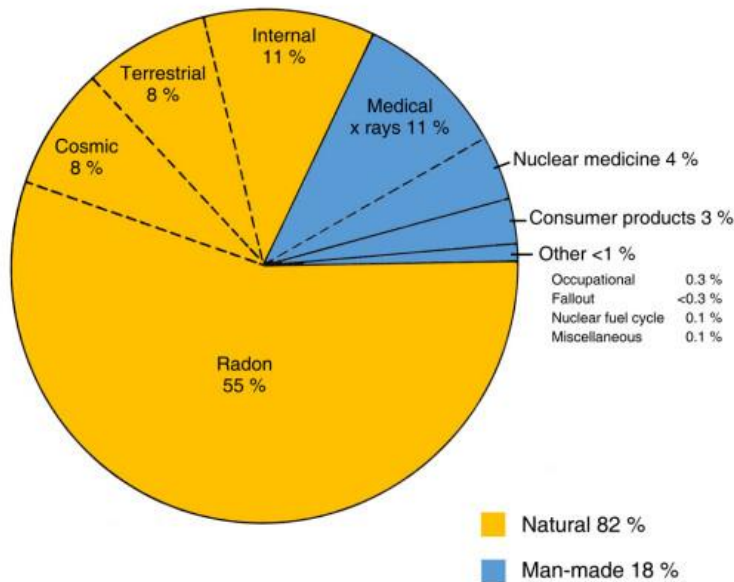


Fig. 1.1. The percentage contribution of various radiation sources to the total average effective dose equivalent in the U.S. population in the 1980s (NCRP 1987d).

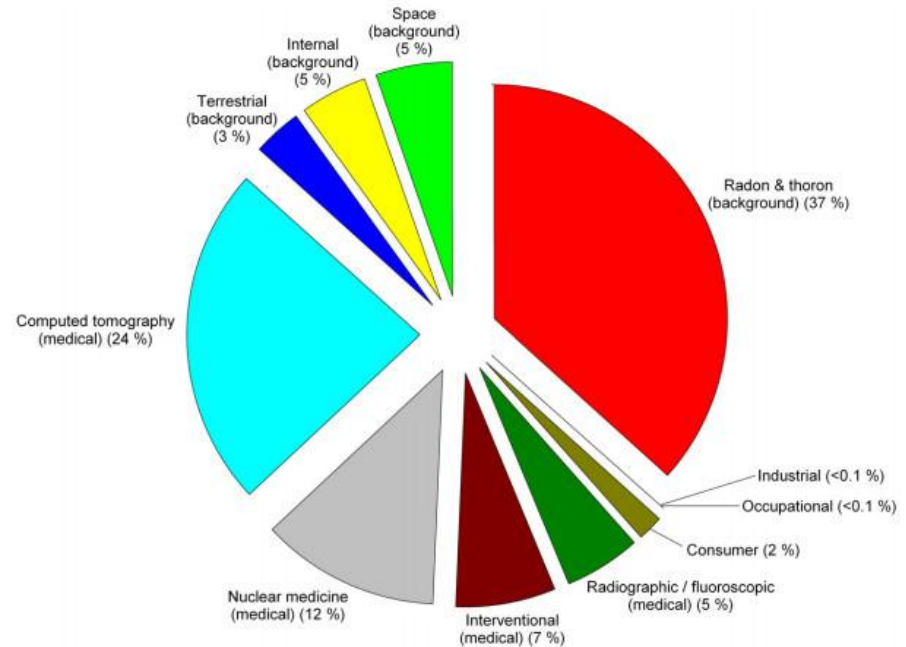


Fig. 1.2. Percent contribution of the major sources of exposure to the total collective dose and the total effective dose per individual in the U.S. population for 2006 (NCRP 2009) (radon represents 93 % of the radon/thoron component).

UNSCEAR 2000

자연 방사선: 2.4 mSv

의료방사선 : 0.4 mSv

NCRP 160 (2009)

자연방사선: 3.0 mSv

의료방사선: 3.2 mSv



의료방사선 사용실태 (미국)

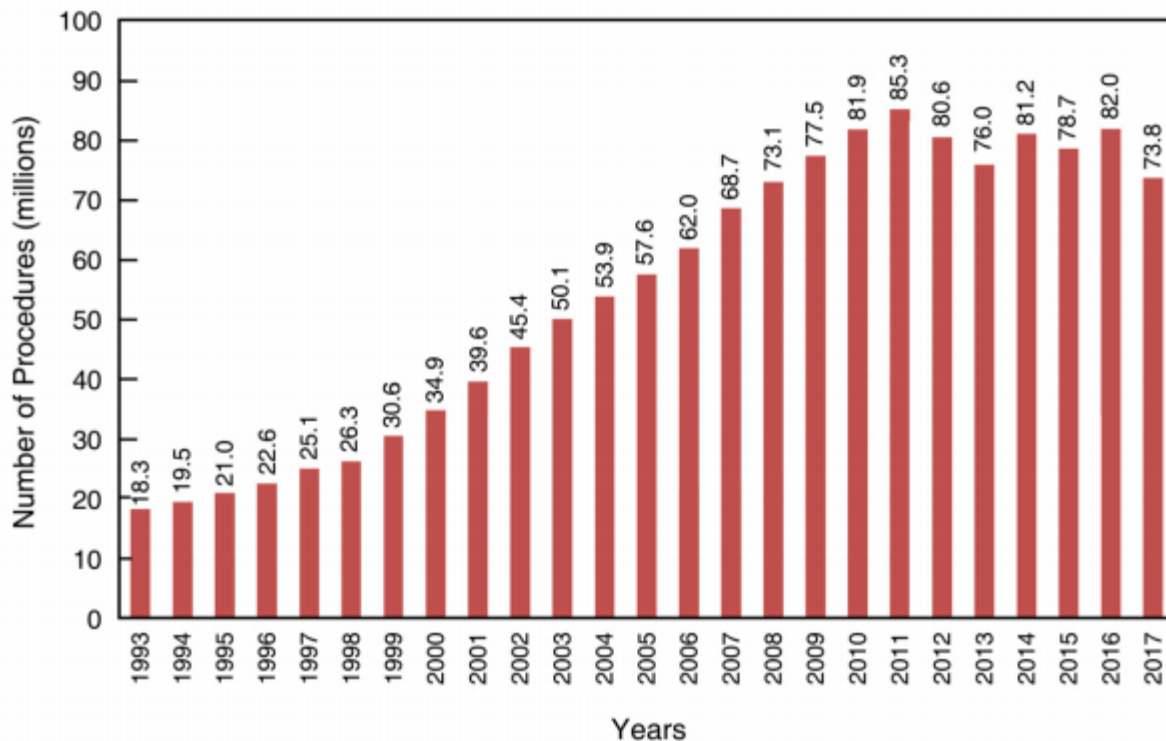


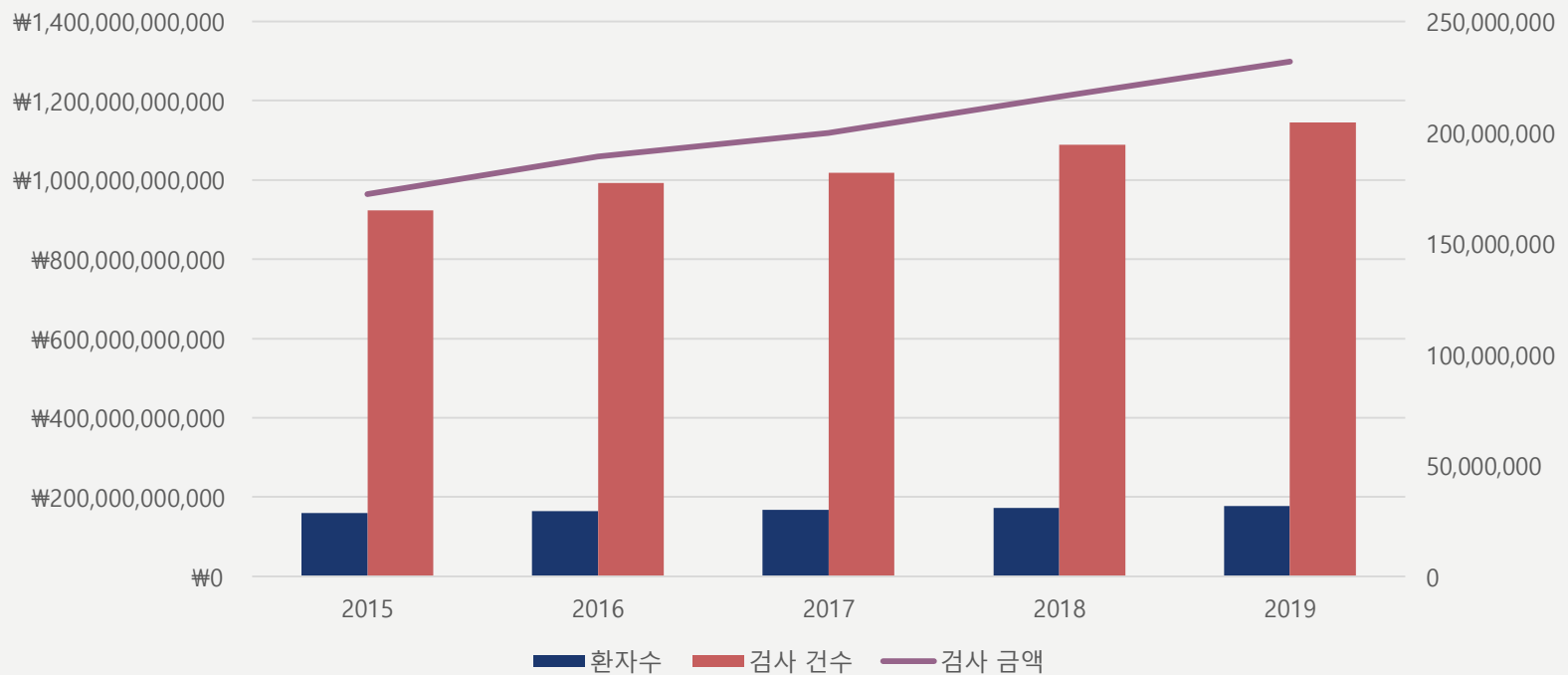
Fig. 5.1. Total CT procedure volume reported by IMV in the United States, 1993 to 2017 (IMV 2017a). This provides general temporal trend information. The decrease after 2011 is partially due to the Centers for Medicare and Medicaid Services bundling of certain procedures, including abdomen and pelvis. (Note: these values do not include PET/CT, SPECT/CT procedures or multiple scans within a single procedure nor adjustments made for possible overestimation of certain types of procedures.)

Medical exposure

- 1980 : 0.53 mSv
- 2006 : 3.0 mSv
- 2009 : 3.2 mSv

연도별 일반 촬영 사용량

방사선 단순 촬영 사용량 (최근 5년)

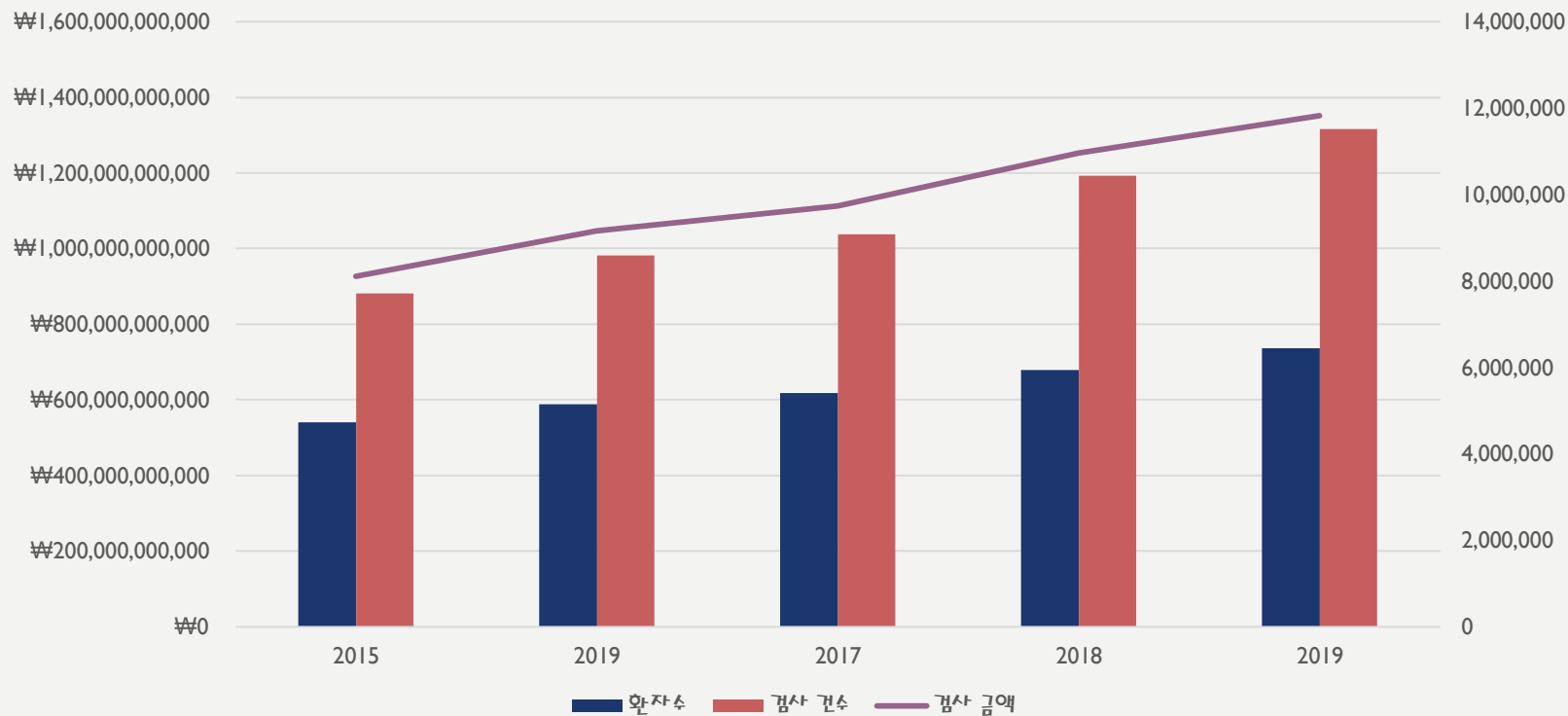


건강보험 심사평가원 – 보건의료 빅데이터 개방시스템



연도별 CT 사용량

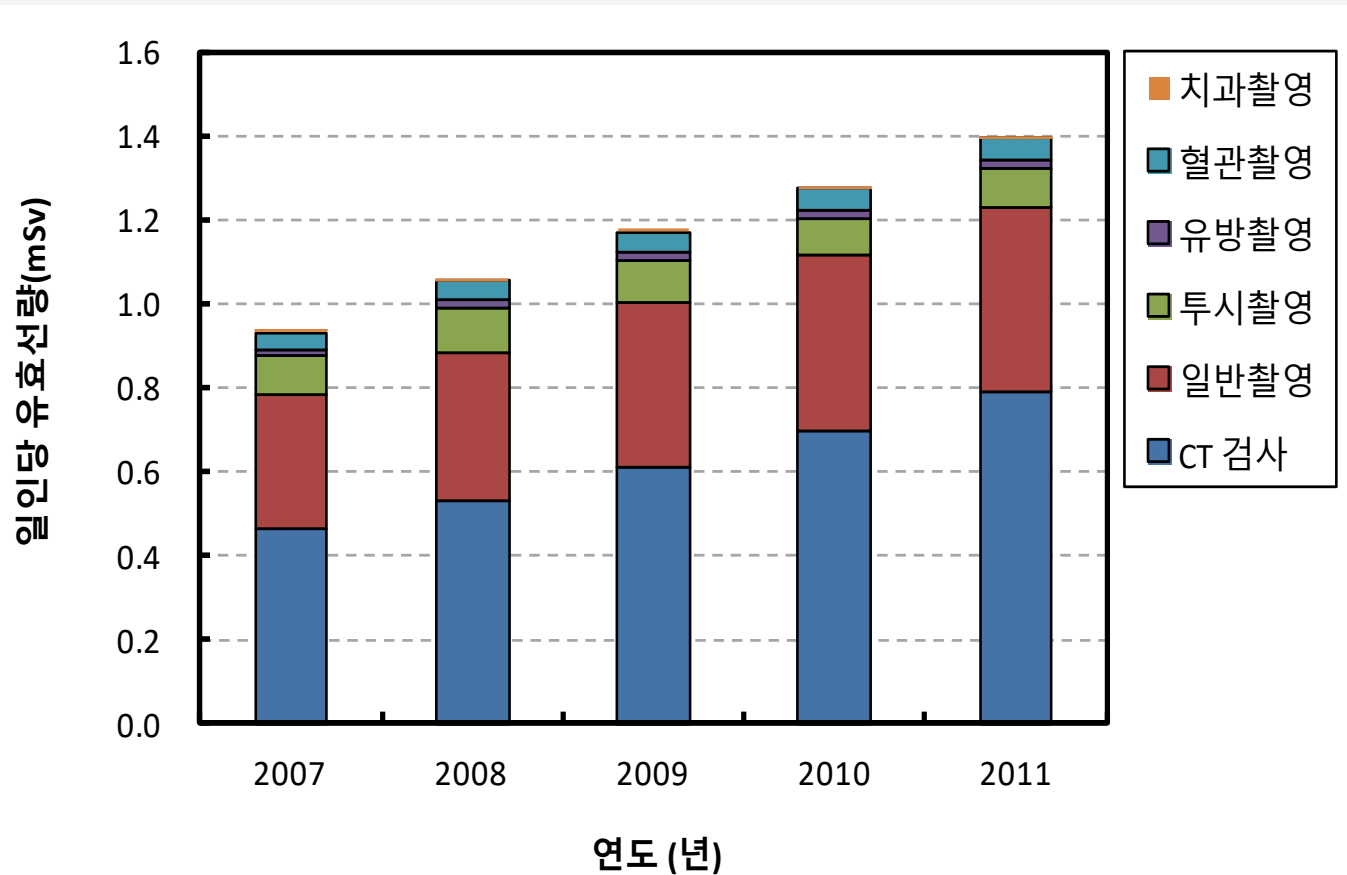
CT 시행 현황 (최근 5년, cone beam CT 포함)



건강보험 심사평가원 – 보건의료 빅데이터 개방시스템

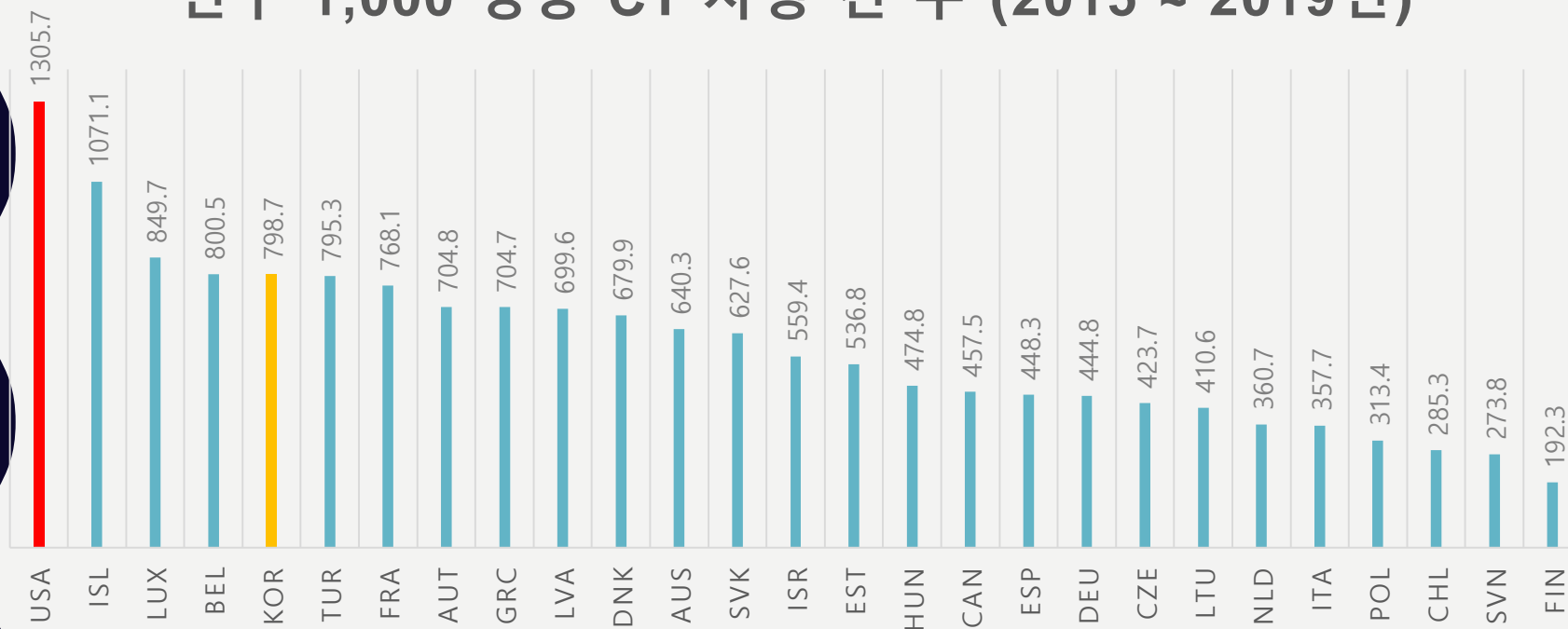


일인당 유효선량 변화 추이 (국내)



CT 시행 건 수 (OECD 국가)

인구 1,000 명당 CT 시행 건 수 (2015 ~ 2019년)



의료방사선 사용 실태

- 방사선 영상 검사의 사용 횟수가 증가하고 있음.
- 방사선 검사 처방, 수행하는 책임자가 방사선 위험에 대한 이해 부족
- 불필요한 검사: 최대 약 50% 추정

건강검진으로 인한 방사선 노출

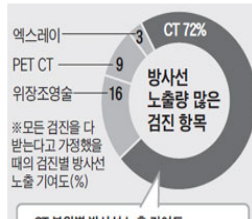
"건강 검진 시 방사선 피폭량 연간 생활 피폭량의 최대 4배"

한희준 헬스조선 기자

입력 : 2015.11.18 09:18

서울의료원 가정의학과 연구 결과

병원이나 검진 전문 기관 등에서 시행하는 개인 종합 검진(국가 지정 검진이 아닌) 과정에서 노출될 수 있는 방사선량이 공개됐다. 서울의료원 가정의학과 김무영 과장팀이 총 296개 검진 기관의 검진 항목을 조사해 얻은 결과를 대한임상건강증진학회지 최신호에 공개했다.



[취재후] 고가 검진일수록 방사선 피폭량 많다

입력 2014.11.06 (06:02) | 수정 2014.11.06 (09:14)



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

기본검진 : 1 mSv 미만
암정밀검진: 11.1 mSv
숙박검진: 24.1 mSv

출처: 시민방사능감시센터
의료방사선 노출 피해 예방을
위한 토론회 (2014-04-6)

안전관리 교육의 필요성 - 3

- 무분별한 검사 기기의 설치와 사용
 - 원인: 낮은 의료 수가와 제도의 미비점
 - 자가 의뢰 검사에 의한 검사 남용
 - 무자격자의 방사선 검사 시행
- 진단용방사선의 위험에 대한 이해 부족
- 국민의 권리의식 상승
- 안전관리 전문가의 부족
- 교육의 미비
 - 진단용방사선 안전관리 교육: 안전관리책임자에 대한 교육만 있음
 - 관계 종사자에 대한 교육 미비

안전관리 교육의 필요성 - 4

- 발생 장치에 대한 책임자가 필요함
- 책임자가 알아야 할 최소한의 내용
 - 방사선이란 무엇인가?
 - 방사선의 안전성
 - 영상 화질 관리의 중요성
 - 안전관리 규칙의 내용
 - 장치의 원활한 관리와 유지를 위한 사항
- 관련 종사자에 대한 교육



방사선이란 무엇인가?

방사선이란?

- 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

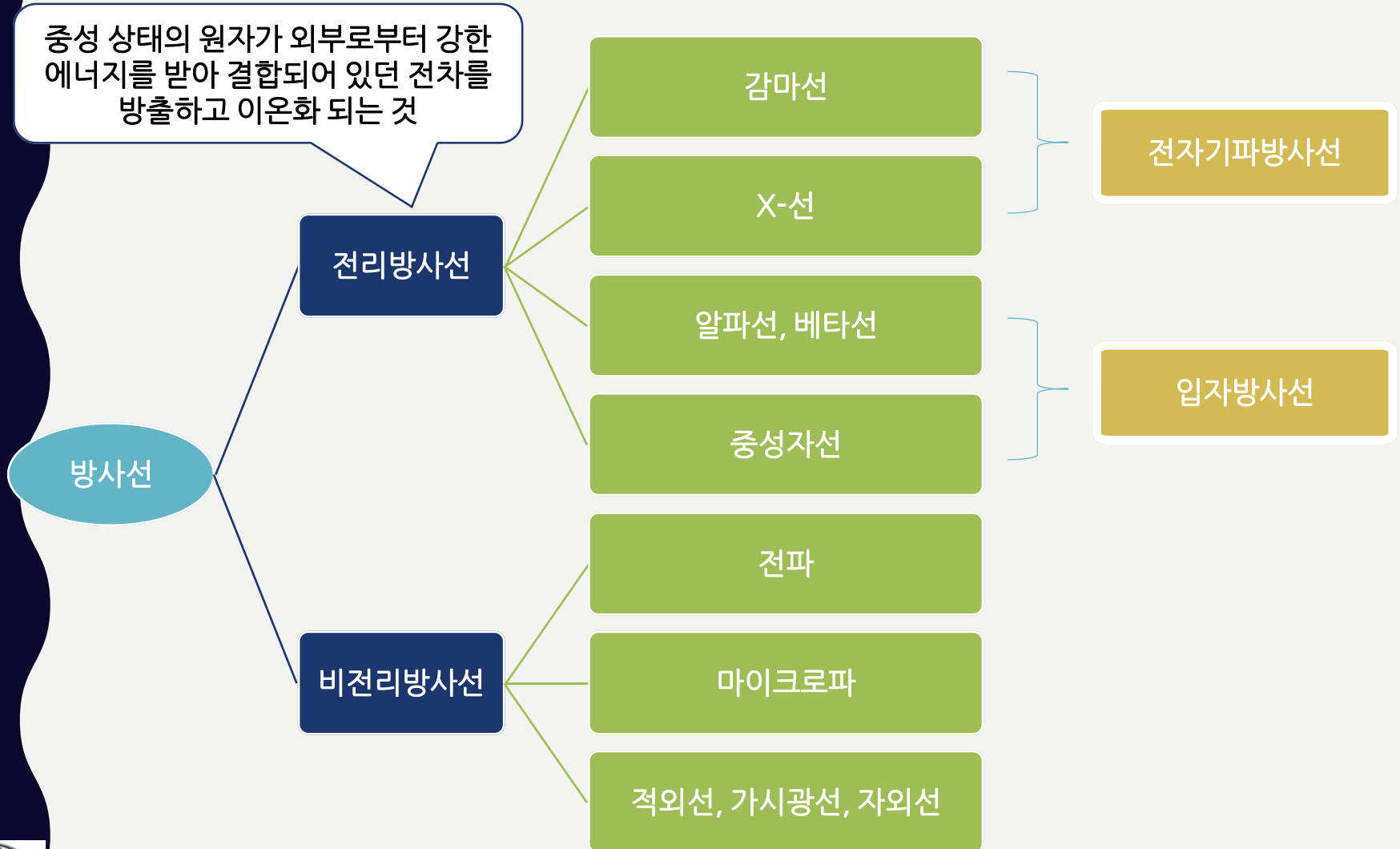
Radiation

energy that is radiated or transmitted
in the form of rays or waves or
particles



방사선의 종류

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



방사선 VS. 방사능

방사선과 방사능

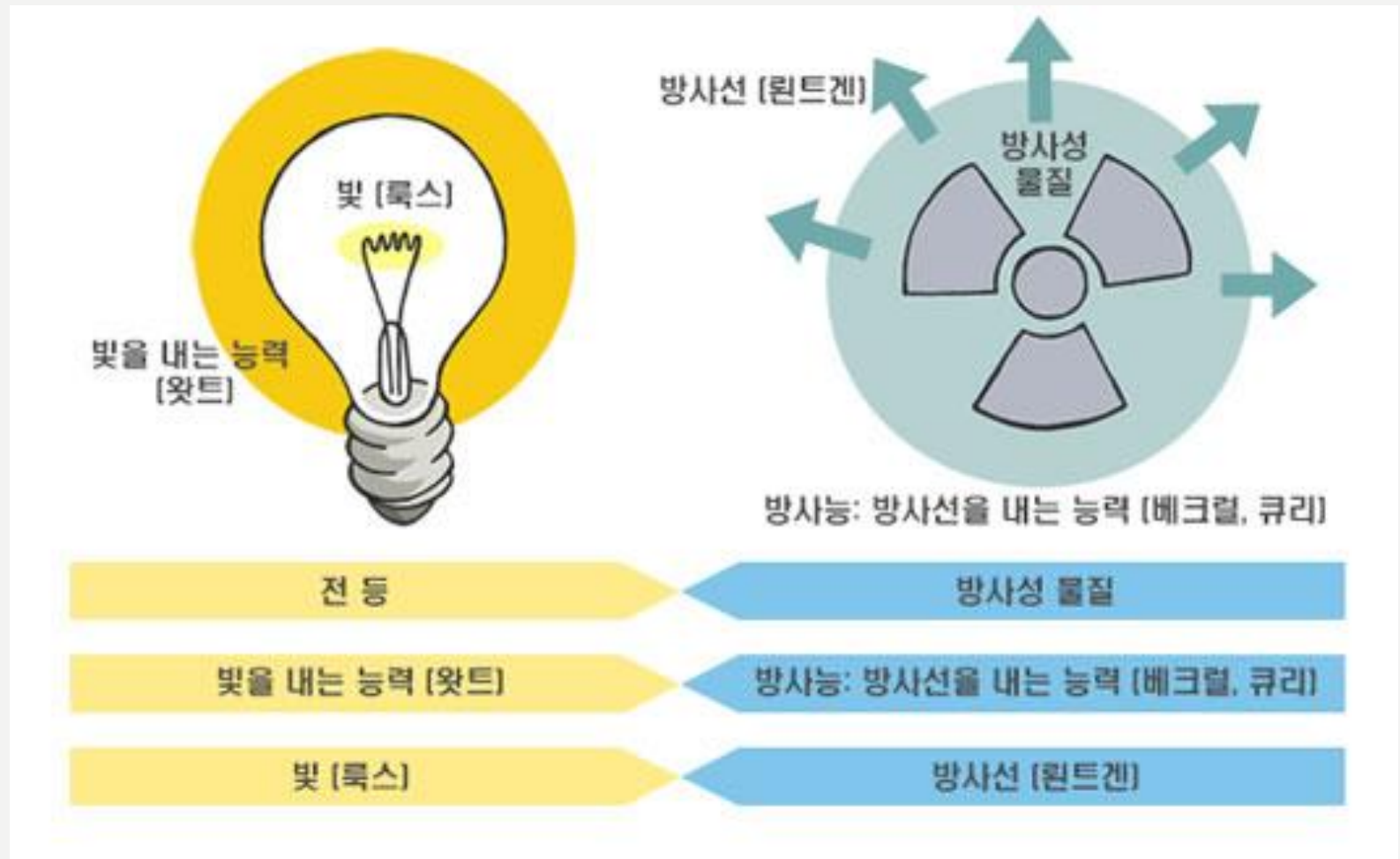


방사선 : 전구에서 나오는 환한 빛처럼 보이지 않는 광선

방사능 : 빛을 내는 전구처럼 방사선을 내뿜는 능력

한수원 지식 Q&A

방사선 VS. 방사능



방사선 VS. 방사능

	방사선 노출 (의료)	방사능물질 노출 (동위원소)
준위	저준위 방사선 (60-140 kVp)	고준위 (MeV)
종류	주로 X-선	핵종 미상
예측가능	피폭선량 예측 가능	불가능
피폭범위	부분피폭	전신피폭
기간	일과성 외부피폭	장기간 내부피폭
노출	On/Off 가능	On/Off 불가능



방사능 누출 사고 - 후쿠시마(2011) / 체르노빌(1986)



체르노빌 사고 개관

■ 1986 · 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

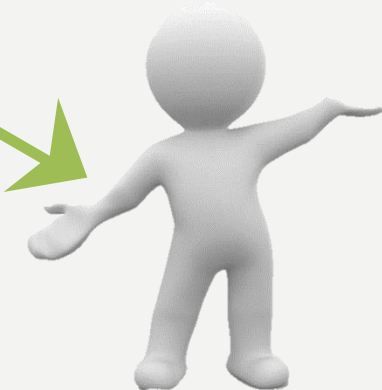


■ 예상 사망자 논란

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

방사선 피폭

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?

비를 얼마나 맞았는가?

인체

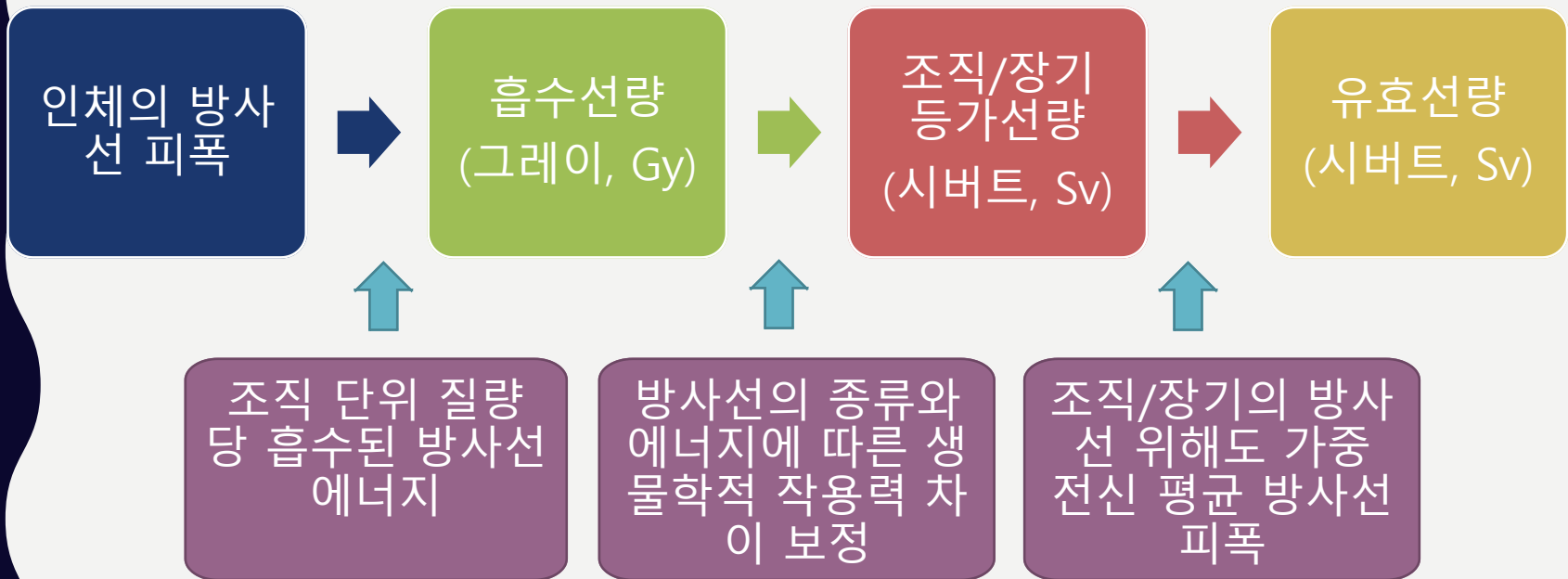
유효선량 (Sv)

전신에 대한 영향은 어느 만큼인가?

비를 맞아 감기에 걸릴 확률은?

방사선량

- 물체가 방사선에 노출된 정도를 나타내는 양



자연상에 존재하는 '자연방사선'

지구가 탄생할 때부터 우리가 살고 있는
자연 환경 속에 항상 존재하는 방사선으로

지각

토양

해양

건축물

음식물

그리고

우리가 호흡하는 공기 중에는 물론

우리 인체 내에도 존재합니다.



 한국원자력안전기술원
KINS KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

자연방사선 VS 인공방사선

필요에 의해 인위적으로 만들어진 '인공방사선'

인간의 다양한 활동에 의해 인위적으로
만들어진 방사선을 말하며 대표적으로

원자력발전소의
운영

산업·교육 등
방사성동위원소의
사용

방사선의
의학적인용

등을 통해서 발생합니다.



 한국원자력안전기술원
KINS KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

자연방사선 VS 인공방사선

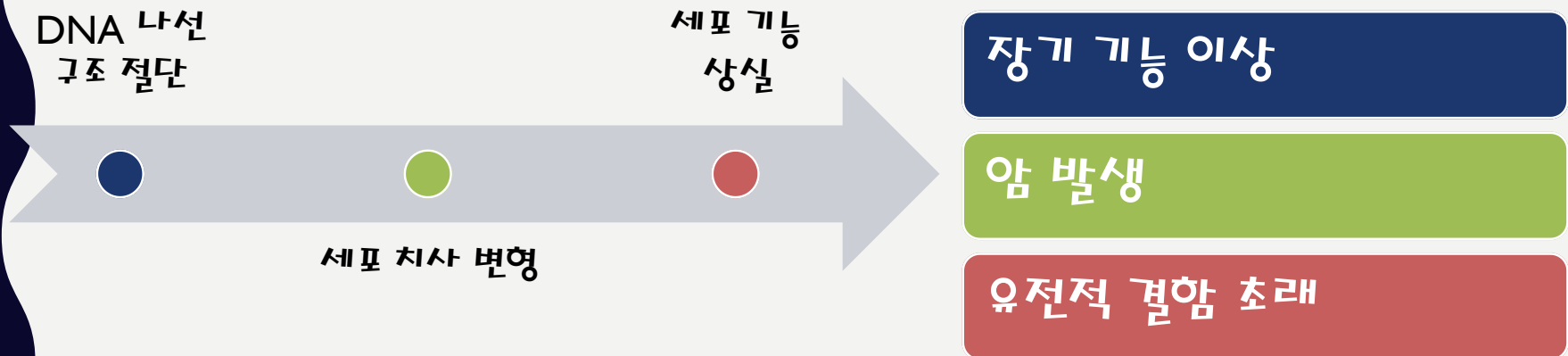




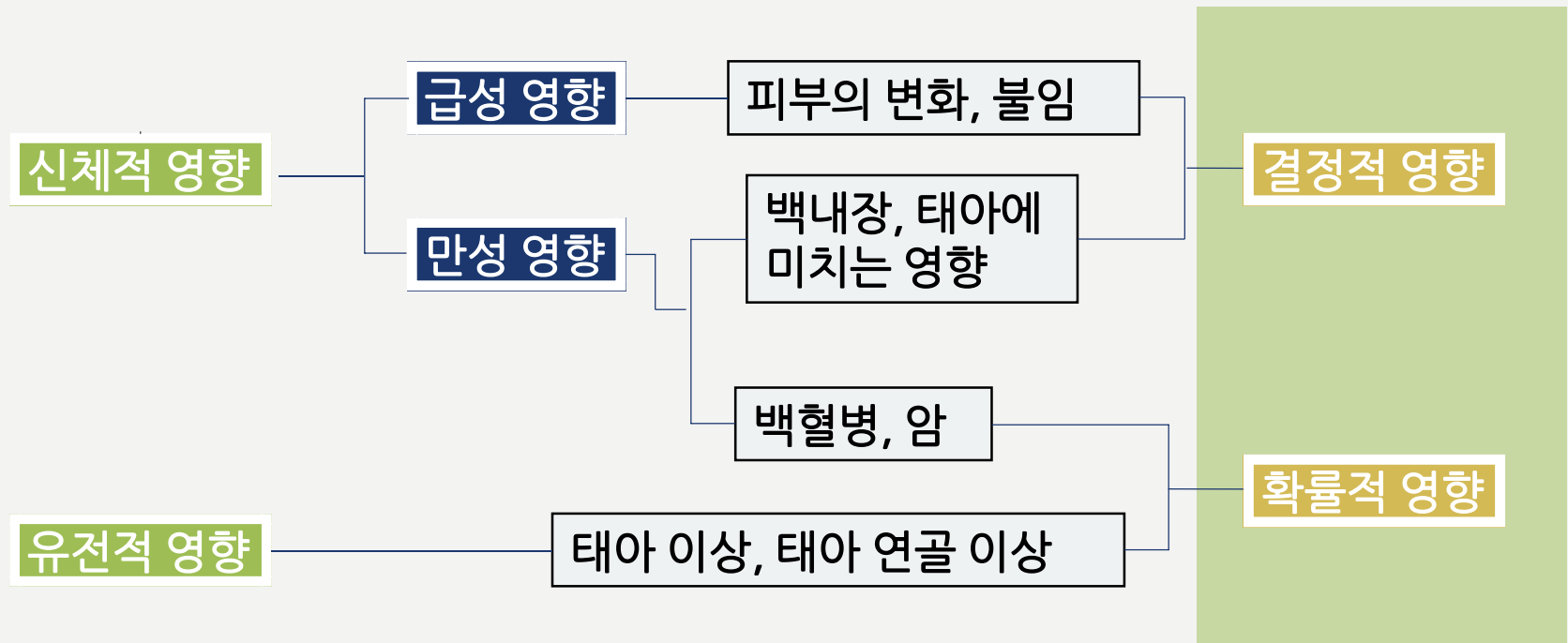
방사선이 인체에 미치는 영향

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



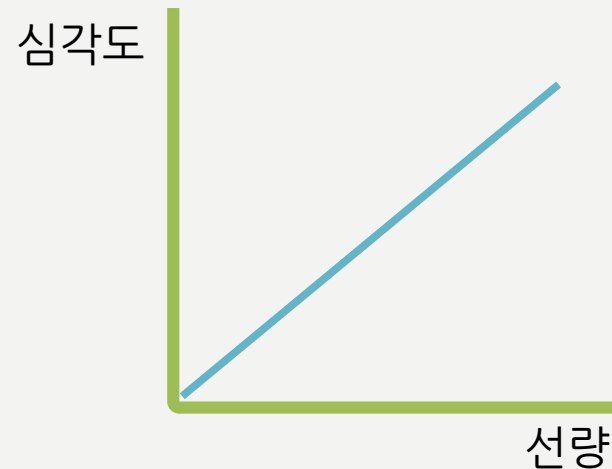
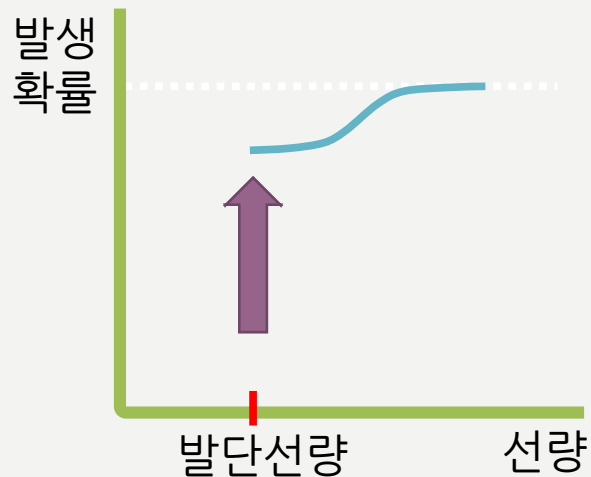
방사선이 인체에 미치는 영향



- 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



결정론적 영향 - 사고 상황

Los Angeles Times | LOCAL

LOCAL U.S. WORLD BUSINESS SPORTS ENTERTAINMENT HEALTH LIVING TRAVEL

L.A. NOW POLITICS CRIME EDUCATION O.C. WESTSIDE NEIGHBORHOODS ENVIRO

IN THE NEWS: VILLARAIGOSA ETHICS FINE | 'WESTSIDE RAPIST' | LAKERS-JAZZ | DODGERS-GIANTS | 1

INFORMATION SECURITY & DOCUMENT MANAGEMENT
PROTECTING YOUR FAMILY AND BUSINESS

PRESENTED BY: Do more with less. Partner with the Managed Print Experts.

TOSHIBA ENCOMPASS

Norton by Symantec

MEDIA PLANET SPECIAL SECTION

L.A. NOW

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

SOUTHERN CALIFORNIA — THIS JUST IN

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

Twitter (0) Facebook (9) Comments (12)



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

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.

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.

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.

RECOMMEND

TWITTER

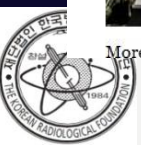
COMMENTS (191)

SIGN IN TO E-MAIL

PRINT

REPRINTS

SHARE



결정론적 영향 - 사고 상황

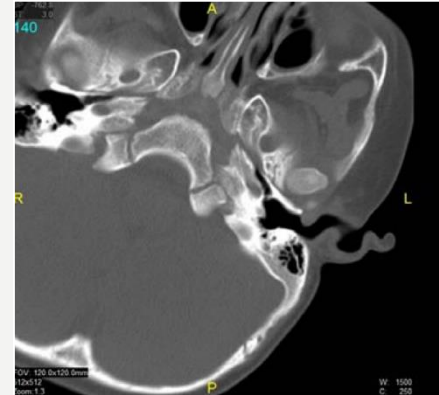
Radiation Overdoses Point Up Dangers of CT Scans

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



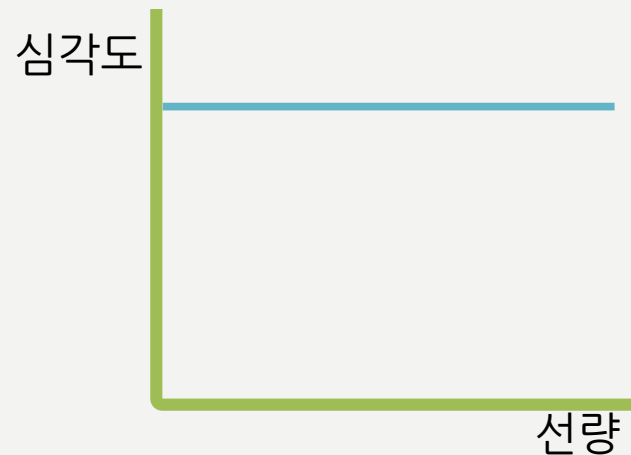
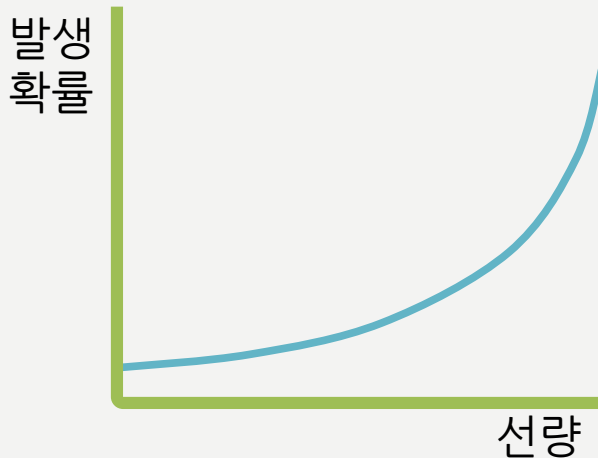
Roth family



방사선과 암

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

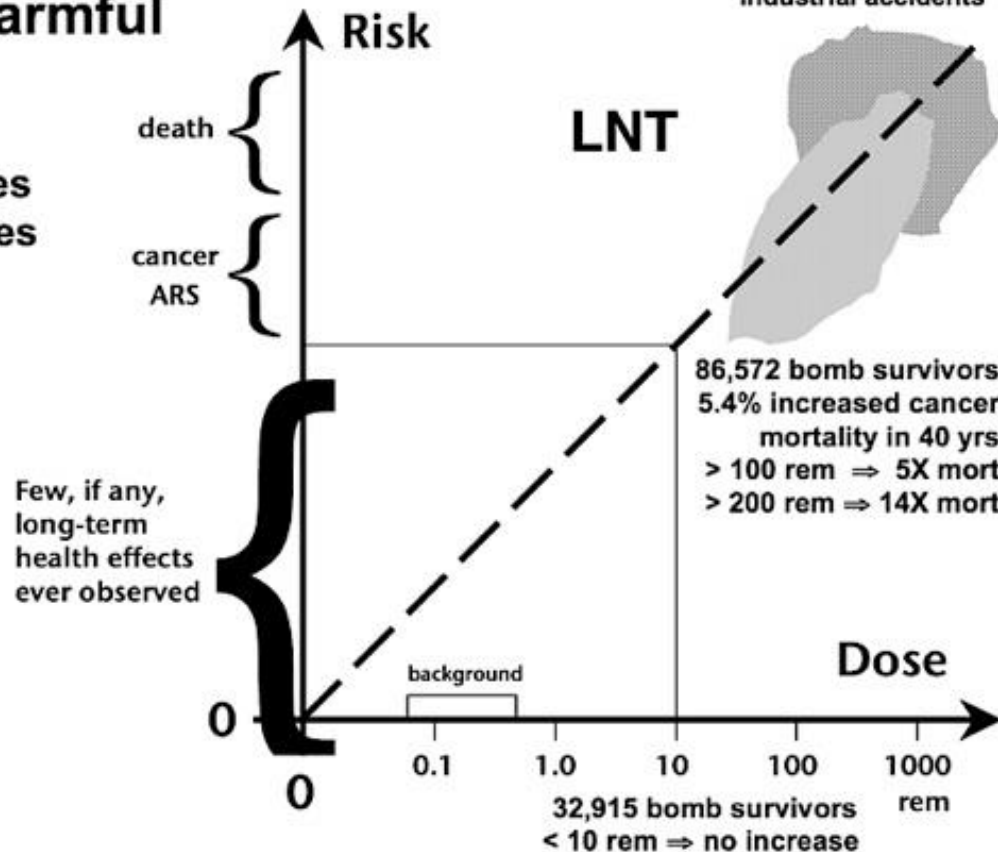
- 방사선의 발암성
 - 다량의 방사선을 이용한 동물실험
 - 방사선치료 환자
 - 원폭, 원자로 사고 피폭자
 - 유방암 검진환자에 대한 역학 조사
- 방사선 방어의 주목적



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



소아 환자의 특수성

같은 조건으로 검사 시 성인보다 선량

성인기에도 반복된 검사 가능성

방사선 유발 암 발생 가능성 증가

발달 중인 (활발한 세포분열) 조직

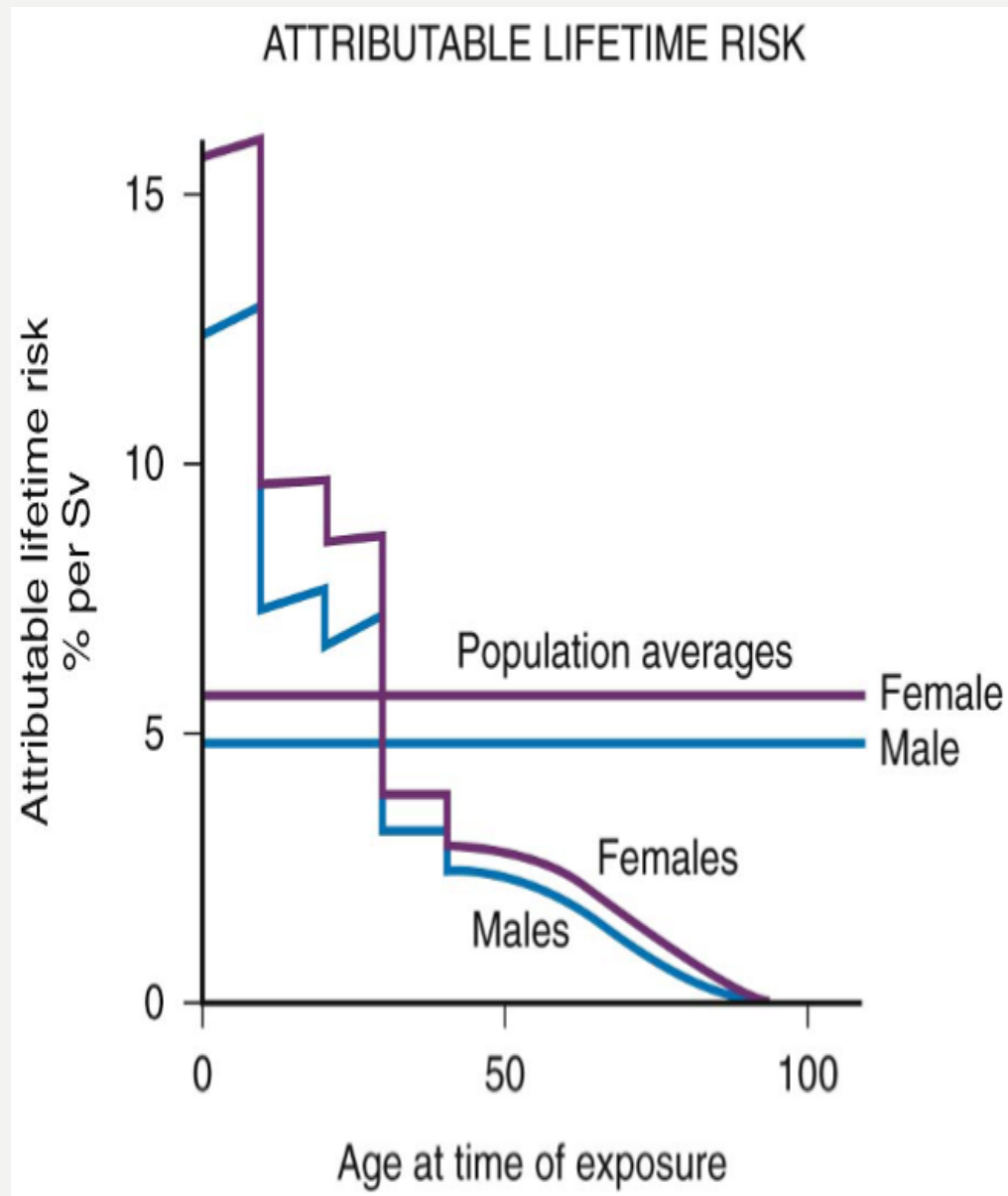
작은 몸의 크기

선량의 축적

긴 기대 여명

방사선에 민감한 조직



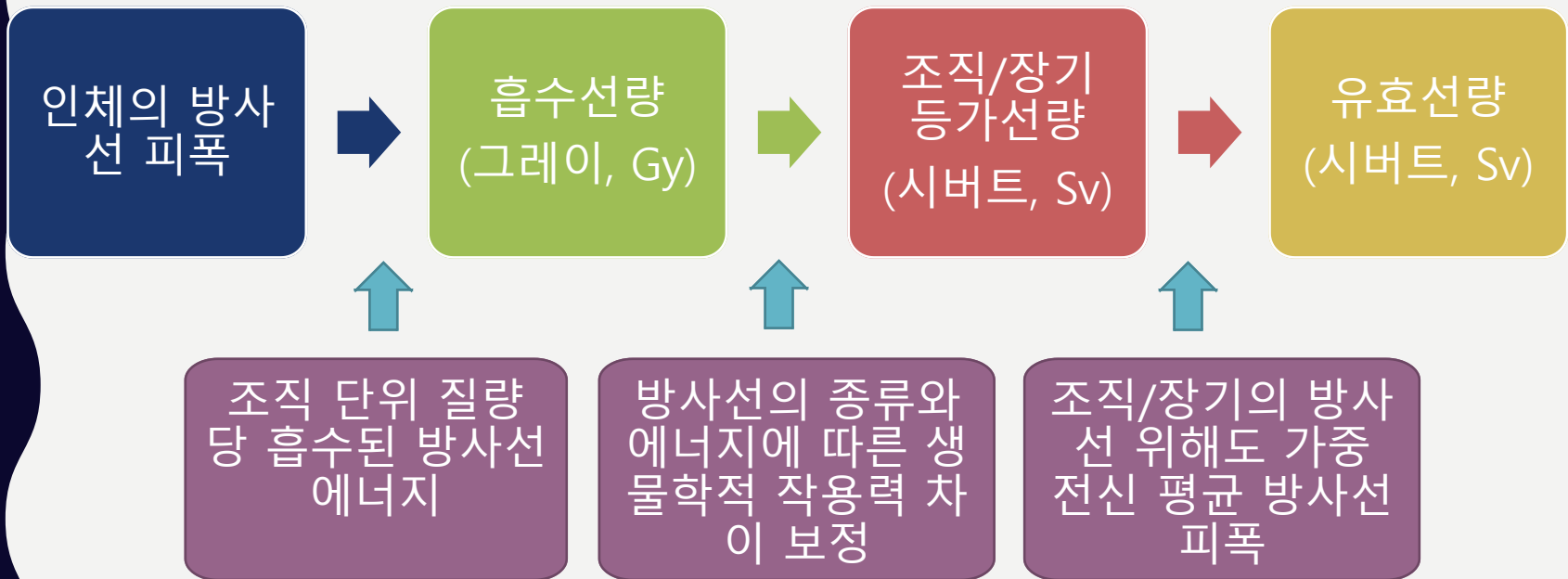


From Hall EJ: Introduction to session I. helical CT and cancer risk, *Pediatr Radiol*.32:225-227, 2002.)



방사선량

- 물체가 방사선에 노출된 정도를 나타내는 양

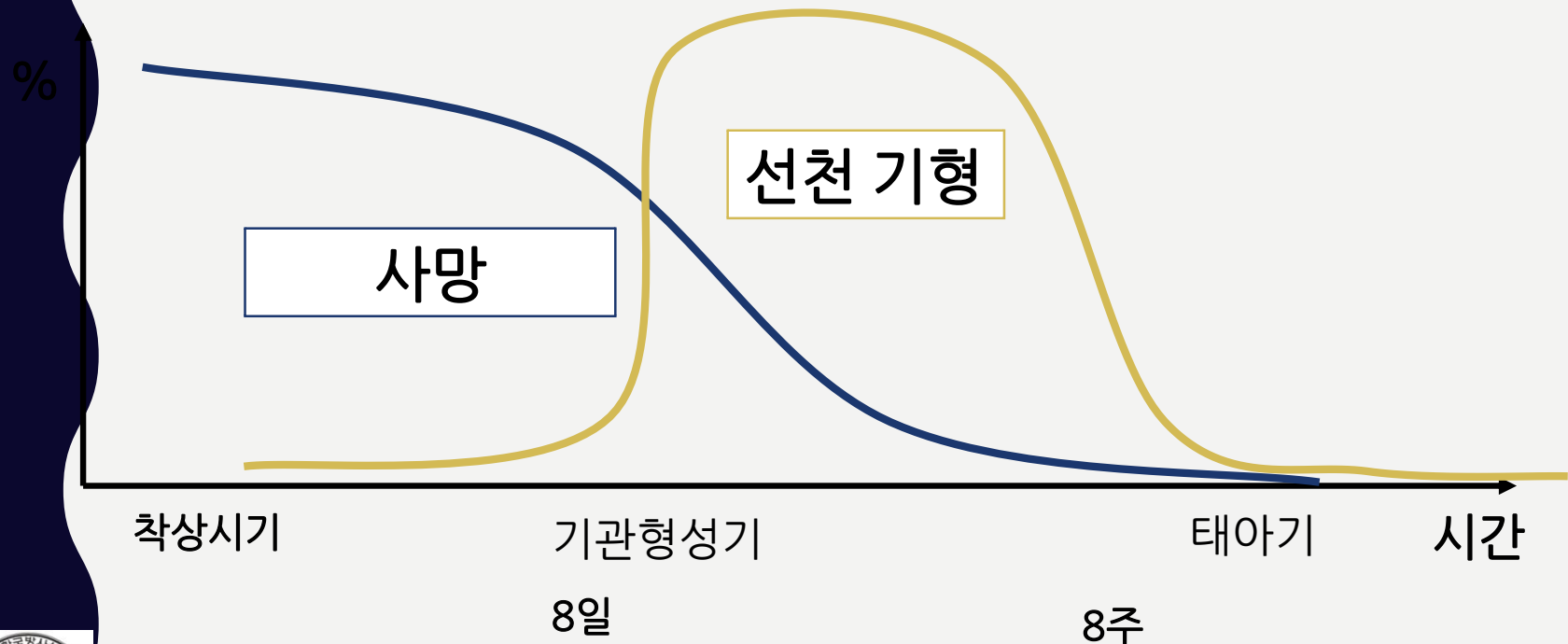




임신과 방사선

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 gestational 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 increases
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).				

Image Wisely



임신 중 피폭의 영향

자연방사선을 제외한 태아흡수선량, mGy	기형이 발생하지 않을 확률 %	소아암(0~19세)이 발생하지 않을 확률, % ¹⁾
0	97	99.7
0.5	97	99.7
1.0	97	99.7
2.5	97	99.7
5	97	99.7
10	97	99.6
50	97	99.4
100	(97에 근접) ²⁾	99.1

1) 반올림 값. 치명적 소아암의 방사선 위험은 보수적으로 대략 100 mGy 태아선량 당 0.6%이며, 이는 선형적 함수-반응 관계로 볼 때 1mGy 당 17 000분의 1에 해당하는 값이다. 추가적 역학연구 결과에서는 방사선 위험이 이 문서에서 가정한 값보다 적은 것으로 나타났다. 소아암의 자연발생 위험은 NCI-SEER(1994)에서 계산하였다.

2) 비록 인간의 위험을 정확히 알 수는 없지만, 동물실험 데이터에 의하면 100~200 mGy이하의 선량에서는 방사선에 의한 기형이 거의 발생하지 않는다. 이 선량을 넘게 되면, 임신 3주에서 25주 사이에 피폭될 때에만 기형이 관찰되었다. 그러나 100~200 mGy에서 기형의 위험은 낮으나, 선량이 증가할수록 위험도 증가한다. IQ 감소와 정신 지체는 임신 8주에서 25주 사이에 100 mGy 이상의 선량을 받을 때에만 관측되었다.



임신 중 피폭에 의한 태아 선량

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

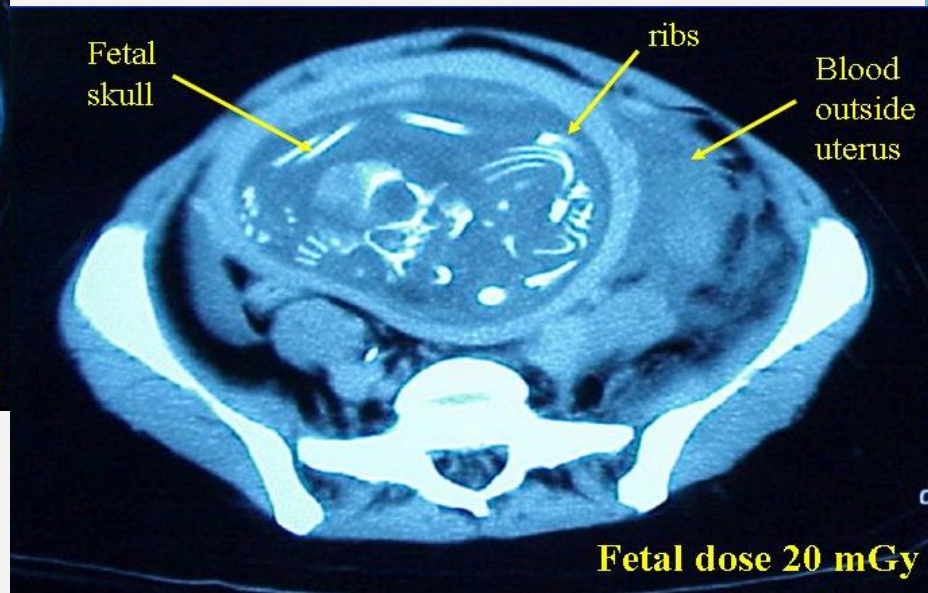
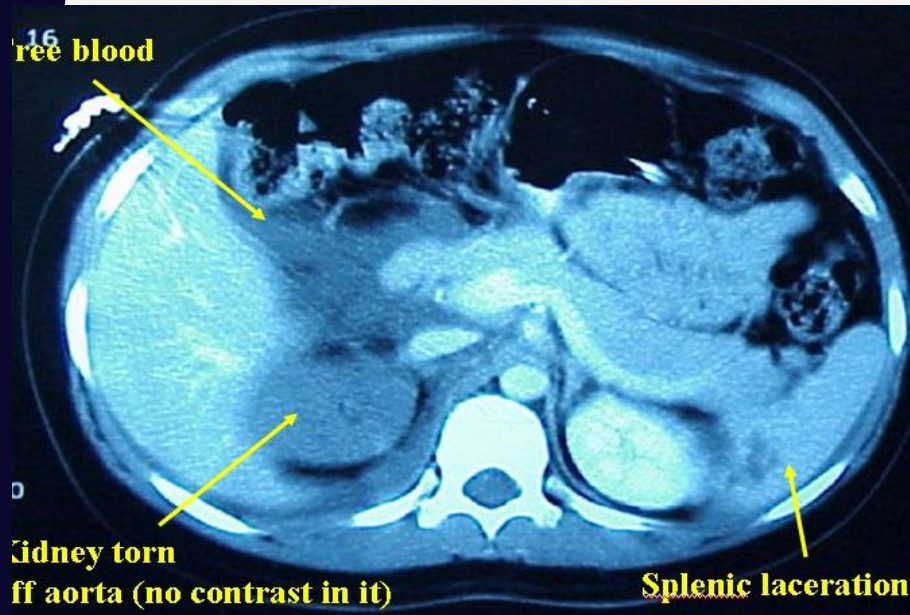
촬영 종류	평균 (mGy)	최대값 (mGy)
재례식 X선 검사		
복부	1.4	4.2
흉부	<0.01	<0.01
정맥요조영술	1.7	10
요추	1.7	10
골반	1.1	4
두개골	<0.01	<0.01
흉추	<0.01	<0.01
투시검사		
바륨식(상부위장관, UGI)	1.1	5.8
바륨관장	6.8	24
전산화단층촬영		
복부	8.0	49
흉부	0.06	0.96
머리	<0.005	<0.005
요추	2.4	8.6
골반	25	79



증례 : CT 촬영의 정당화

ICRP 84

- 교통 사고를 당한 임신부에서 CT 촬영이 정당한가?



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.
- 태아 피폭 100 mGy는 개인에 따라 방사선에 의한 암 발생할 수 있으나 99%에서 문제가 없다.

방사선 피폭에 의한 임신중절 (ICRP)

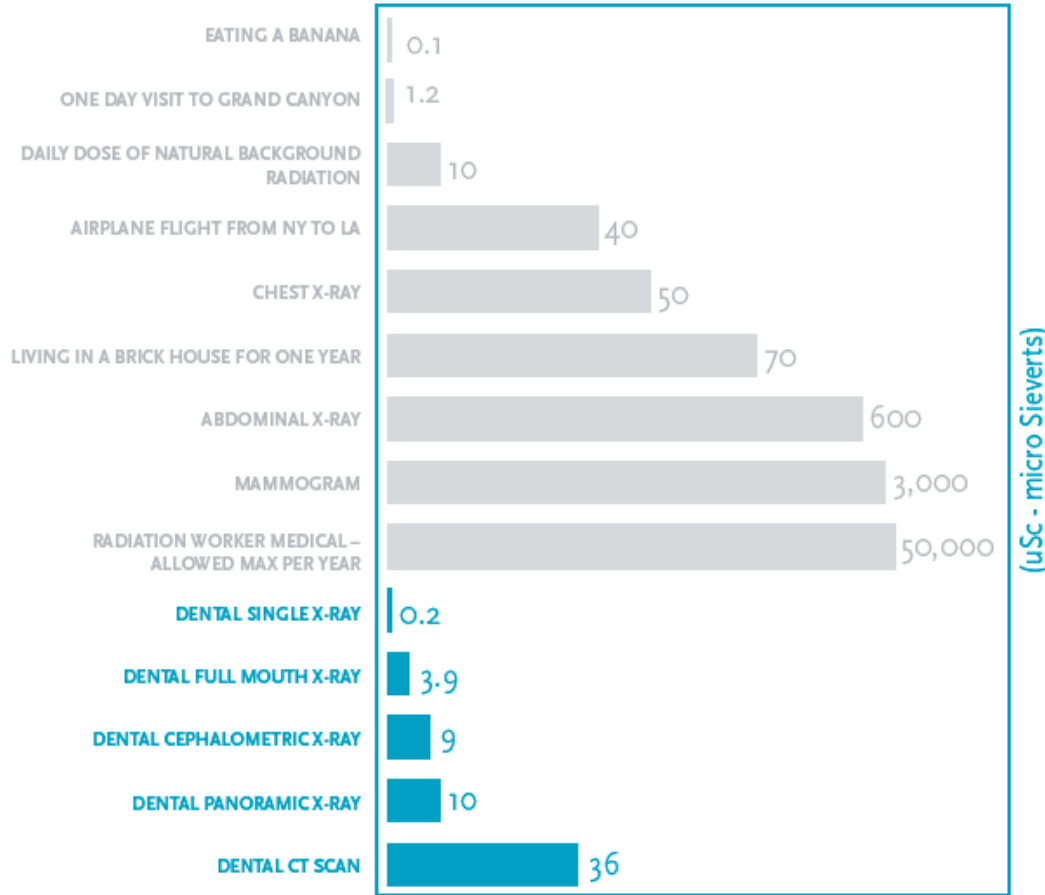
- 100 mGy 이하의 태아 피폭선량에서 임신중절은 정당화 되지 못한다.
- 500 mGy 이상에서는 심각한 태아의 손상을 초래할 수 있다.
- 100 - 500 mGy 의 태아 피폭선량에서는 개인의 환경에 따라 임신중절을 결정하여야 한다.

임신 중 방사선검사

- 가급적 피할 것
- 임신이 끝난 후 시행할 수 있는지 검토
- 필요한 경우에는 시행
- 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 방사선검사

HOW MUCH RADIATION AM I GETTING?







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



나의 병원에서 시행하는 검사의 선량은?

Radiation Dose to Patients From Common Imaging Examinations

Procedure		** Approximate effective radiation dose	Comparable to natural background radiation for	* Estimated lifetime risk of fatal cancer from examination
 ABDOMINAL REGION	Computed Tomography (CT) — Abdomen and Pelvis	10 mSv	3 years	Low
	Computed Tomography (CT) — Abdomen and Pelvis, repeated with and without contrast material	20 mSv	7 years	Moderate
	Computed Tomography (CT) — Colonography	10 mSv	3 years	Low
	Intravenous Pyelogram (IVP)	3 mSv	1 year	Low
	Radiography (X-ray) — Lower GI Tract	8 mSv	3 years	Low
	Radiography (X-ray) — Upper GI Tract	6 mSv	2 years	Low
 BONE	Radiography (X-ray) — Spine	1.5 mSv	6 months	Very Low
	Radiography (X-ray) — Extremity	0.001 mSv	3 hours	Negligible
 CENTRAL NERVOUS SYSTEM	Computed Tomography (CT) — Head	2 mSv	8 months	Very Low
	Computed Tomography (CT) — Head, repeated with and without contrast material	4 mSv	16 months	Low
	Computed Tomography (CT) — Spine	6 mSv	2 years	Low
 CHEST	Computed Tomography (CT) — Chest	7 mSv	2 years	Low
	Computed Tomography (CT) — Lung Cancer Screening	1.5 mSv	6 months	Very Low
	Radiography — Chest	0.1 mSv	10 days	Minimal



의료방사선 방어 원칙

- 정당화 (Justification)
 - 꼭 필요한 검사만 시행할 수 있도록
 - 환자의 이득이 방사선으로 인한 손해보다 크다면
- 최적화 (Optimization)
 - 진단에 필요한 영상을 얻을 수 있는 한도 내에서 최소한의 선량으로 영상을 얻을 수 있도록
 - 과도한 선량 제한은 진단 능력을 떨어뜨리므로 좋지 않음
- ~~선량제한 (Dose limits)~~
 - 의료 영역에서는 적용하지 않음

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



방사선 종사자의 선량 저감화

잘 수행하고 있나?

장기간 방사선 노출로 '손가락 괴사' 사례

f t ↗ ★ ☰

+ -



정형외과 의사, 병원 진단장비에 피폭



×



청년 의사

인턴들 방사선 무방비 노출에도 나몰라라 하는 수련병원들 ...

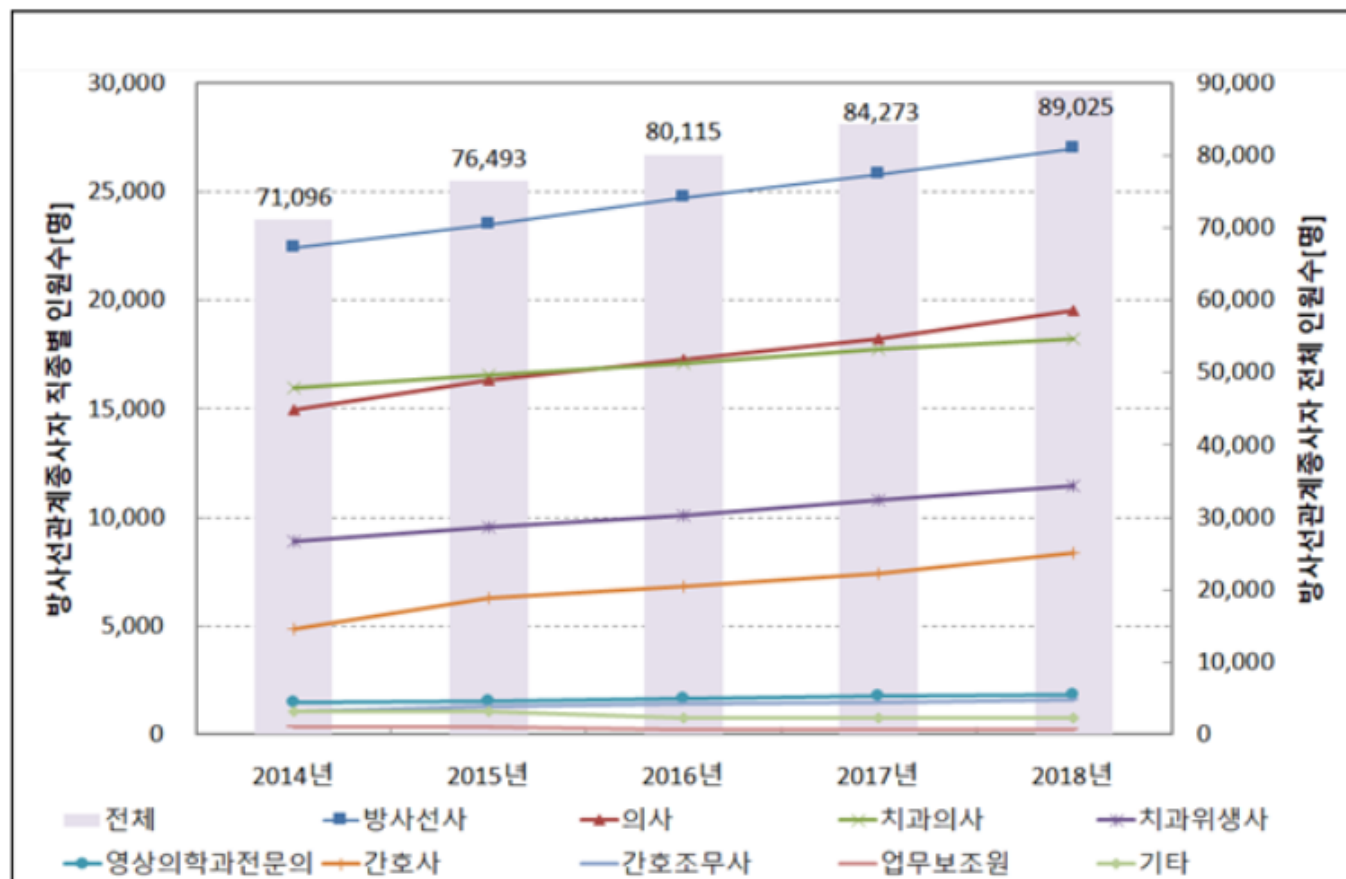
방사선 종사자의 선량저감화

- 진단용 방사선발생장치를 설치한 곳을 주된 근무장소로 하는 자
 - 방사선사
 - 의사
 - 치과 의사
 - 영상의학과 전문의
 - 간호사
 - 간호조무사

□ '14~'18년 방사선관계종사자 수, 피폭선량, 주의통보

구분	2014	2015	2016	2017	2018
종사자수(명)	71,096	76,493	80,115	84,273	89,025
피폭선량(mSv)	0.41	0.39	0.44	0.48	0.45
주의통보(명,%)	565(0.8%)	569(0.7%)	703(0.9%)	680(0.8%)	699(0.8%)

□ '14~'18년 방사선관계종사자 전체 및 직종별 분포



방사선 종사자의 선량저감화

<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

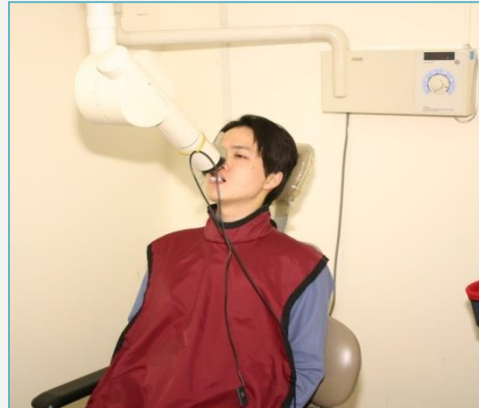


방사선 종사자의 선량저감화

방사선 방어 장비

- 납가운
- 납장갑
- 납고글
- 납갑상선 보호대

안전보호 장구 착용



방사선 관계종사자의 방사선 피폭선량 측정

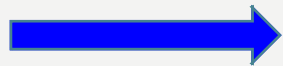
- **측정주기:** 방사선 관계종사자로 등록된 자에 대하여 **3개월 주기**로 **개인피폭선량 측정**
 - 측정기관에서 서비스하는 티엘 배지(개인피폭선량계 :전신측정용)
 - 착용부위: 허리와 목 사이 (가슴부위)
 - 진료용X선 방어앞치마를 착용할 경우: 방어앞치마 안쪽 가슴부위
 - 중재적 방사선시술 등 업무 특성상 손 부위, 눈 등에 신체특정부위에 피폭선량 측정이 필요한 경우: 개인피폭선량계 를 추가요청하여 착용



방사선 종사자의 선량관리

- 실제 피폭인 유형 (직업적 피폭)

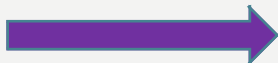
- 환자부촉시 방사선 장해용기구를 착용하지 않고 촬영하는 경우
- 교육 등을 위해 본인신체를 대상으로 방사선 촬영을 실시하는 경우
- 방사선 차폐시설(제어실)을 개방한 상태로 방사선 촬영을 한 경우



실제 피폭이므로 수정 선량을 부여하지 않음

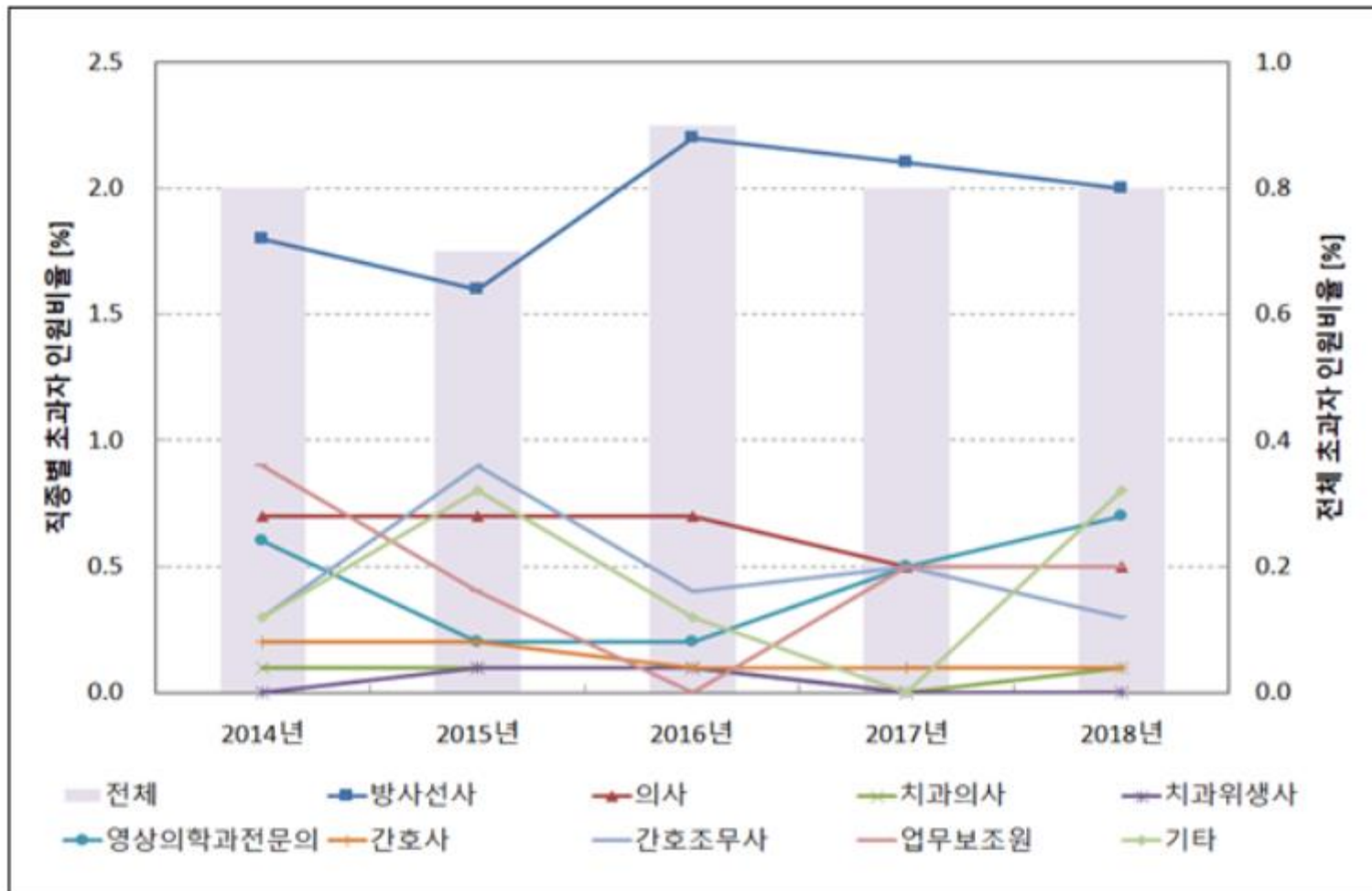
- 실제 피폭이 아닌 유형 (필름배지 피폭)

- 필름배지를 촬영실 내 분실(또는 방치)한 상태에서 촬영 업무를 지속한 경우
- 필름배지 착용 상태에서 환자로서 진료를 받기 위해 방사선 촬영을 한 경우
- 필름배지에 고의적으로 1차선 조사를 한 경우
- 장해방어용 기구 바깥쪽(외측)에 필름배지를 착용한 상태로 촬영을 한 경우



수정 선량을 부여함.

□ `14~`18년 방사선관계종사자 직종별 주의통보



선량초과자

「2015~2017년 선량초과자 사례」

▶ 직종

직종	방사선사	의사	간호사	간호조무사	치과의사	치과위생사	합
인원	121	27	6	4	3	2	163
비율(%)	74.2	16.6	3.7	2.5	1.8	1.2	100

▶ 기관

기관	의원	병원	종합병원	치과의원	군 병 · 의원	합
수	57	43	19	4	3	126
비율(%)	45.2	34.1	15.1	3.2	2.4	100

선량초과자

「2015~2017년 선량초과자 사례」

▶ 실제 피폭

구분	환자부측	신체 촬영 연습	제어실 문 개방	합
인원	39	4	3	46
비율(%)	84.8	8.7	6.5	100

▶ 필름배지 피폭

구분	필름배지방치	고의조사 및 원인미상	방어앞치마 외측착용	영상 marking	장치 setting 및 시험	본인 진료	합
인원	56	32	12	2	2	1	105
비율(%)	53.3	30.5	11.4	1.9	1.9	1.0	100

▶ 복합 피폭

구분	환자부측+선량계방치	환자부측+본인진료	합
인원	10	2	12
비율(%)	83.3	16.7	100

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 납차폐 방어앞치마 착용을 권장함

0.25 mm 납등가 차폐효과가 있어야 하며 전면부는 겹쳐져서 0.5 mm, 후면은

0.25 mm 두께를 가질 것
(차폐효과 >90%)



측면을 보호할 수 있는 납안경



갑상선 보호용구

2. 시간-거리-차폐의 원리를 잘 활용할 것

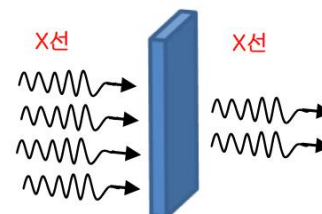
시간을 최소화할 것



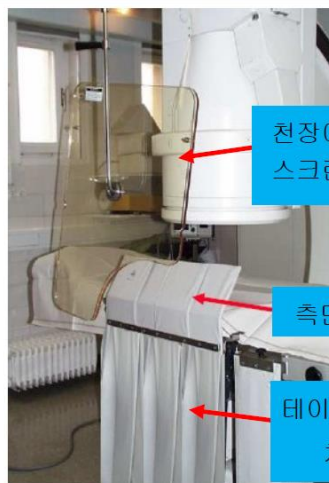
진단이나 시술이 가능한 수준에서 거리를 최대화할 것



차폐막을 사용할 것



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



천장에 연결된 스크린 차폐막

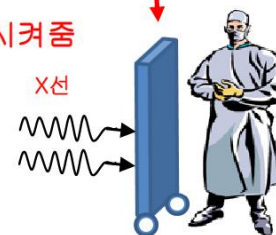
측면 차폐막

테이블 커튼식 차폐막

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

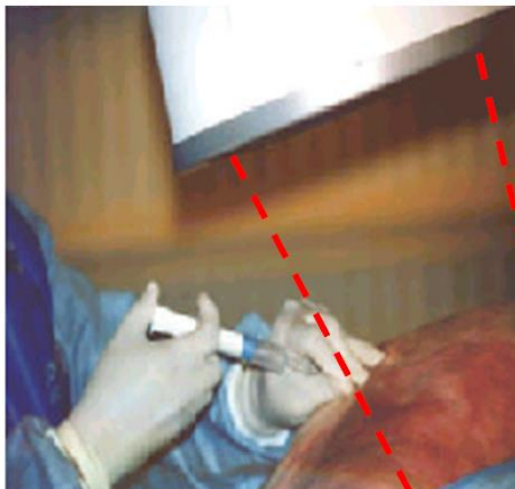
씨네 투시검사 시에는 이동용 방사선 방어 칸막이 사용 권장

이동용 방사선 방어 칸막이



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

1차선 중심영역에 위치한 손은
피폭 인자를 (관전압, 관전류)
증가시키고 그 결과 환자와 종사자의
선량을 증가시킴



올바른 경우!



잘못된 경우!

5. 환자 몸에 도달한 방사선 중 1-5% 만이
반대편으로 투과되어 나감

종사자는 X선관 쪽이 아닌 환자를 투과한
방사선쪽에(검출기) 위치하고 있을 것
영상입사선과 산란선의 1-5%만을 받음

6. X선관이 항상 환자 테이블 아래쪽에
위치하도록 할 것

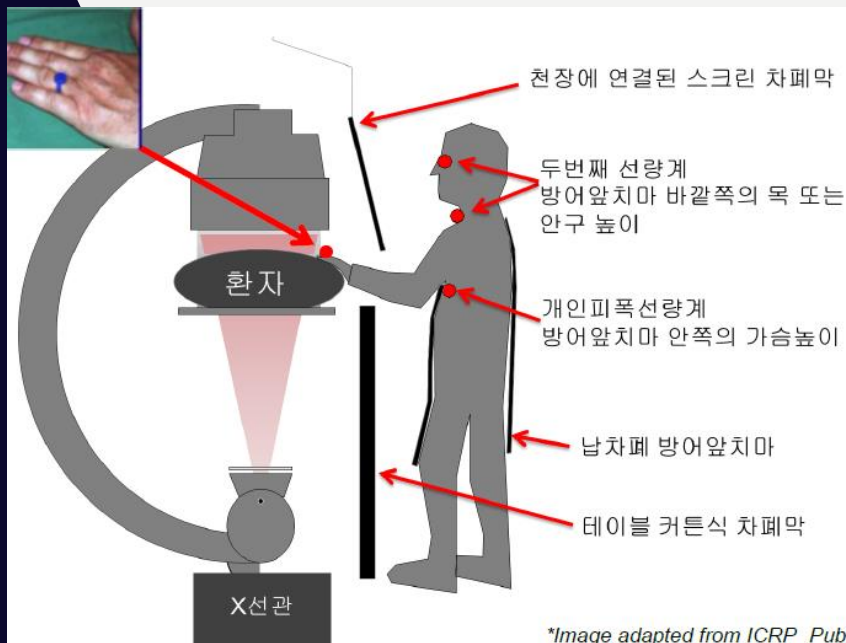
X선관이 환자 테이블 하방에 있는 장치는
산란선으로부터의 방사선 방어에 더
좋은



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 피폭선량계를 착용할 것

실시간 방사선 선량측정 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

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