

# 건강검진과 방사선

이승숙  
한국원자력학회원 국가방사선비상진료센터

### 방사선과 암(癌)

방사선이 癌을 일으킨다. YES!

방사선만 피하면 癌을 막을 수 있다? NO!

암(癌, cancer) 발생의 원인? - 다인성 (多因性, multi-factorial)

- 1) 유전적 소인
- 2) 화학물질 : 화학적 발암원
- 3) 물리적 자극 : 전리방사선, 자외선, 석면
- 4) 바이러스 : 발암바이러스 (HTLV-1, EBV, HPV, HBV, HCV...)

암(癌, cancer) 발생 과정? - 다단계 (multi-step, multi-hit)

**여러 발암인자들의 복합적 작용**

암의 기저 위험도:  
한국인 평생에 걸쳐 암에 걸릴 확률 39% (2009년 암통계 자료)

### 방사선에 대한 기본 이해

### 방사능이란 무엇인가요? 단위 어려워...

방사능 (Radioactivity) 이란 불안정한 상태의 원자핵  
이 안정한 상태로 되면서 나오는 에너지  $^{14}\text{C} \rightarrow ^{12}\text{C}$

방사능 (Bq)

방사선

방사성 물질

방사선량 (Sv)

---

빛을 내는 전구에 비교하였을 때

출력 (W)

전구

조명도 (lux)

### 방사능 오염도 전염되나요?

**외부 피폭**

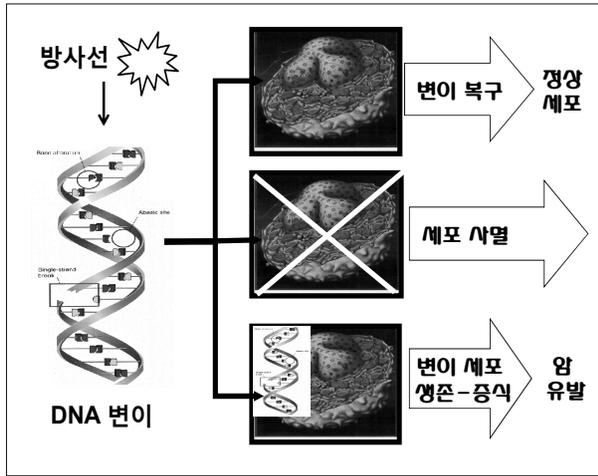
(통과되 신체에 남지 않음)

우주방사선  
병원 엑스레이 검사, CT, 방사선치료

**내부피폭(오염)**

(신체에 존재하여 지속적 피폭 유발)

원전 사고 - 공기 분진, 오염 음식 섭취  
갑상선암 방사성동위원소 치료

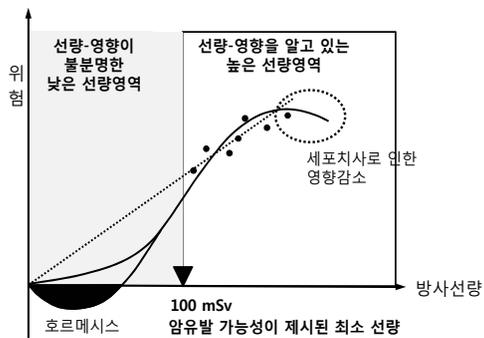


### 일본 원자폭탄 피해 생존자의 영향

(RERF 일본방사선영향연구소 60년 역학조사)

- **암 발생 위험 : 원폭생존자의 장기간 영향**  
1000mSv에 의해 암 발생 위험 5.5% 증가  
방사선 양에 비례하여 암 발생 위험 증가  
\*(주의) 150mSv 이하에서는 암 사망률 증가 없음  
\*(cf) ICRP 인용 100mSv - 암 위험 1.05배 증가  
10mSv - 암 위험 1.005배 증가
- **암 이외의 질환 발생 위험**  
최소 1000mSv 이상의 고선량 피폭자에서 백내장, 갑상선 양성병변, 심장질환 등의 발생 증가
- **자손에 미치는 영향**  
원폭생존자의 2세에서 현재까지 유전적 영향은 없음

### 선량-영향 관계



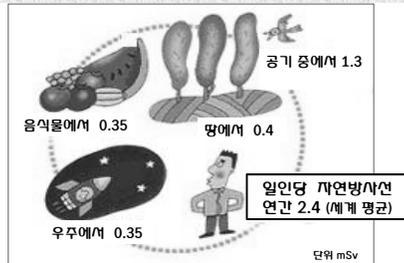
### 안전기준치 도출 근거

- 일반인의 선량한도 (1 mSv) 산출 근거  
: 방사선 피폭에 따른 암 등의 발병에 따른 사망률이 연간 백만분의 1 증가할 확률

**즉, 무서해도 될 만큼이라는 의미**

### 자연방사선이라는 게 있다던데?

사람은 항상 방사선에 노출.  
지구상의 모든 동식물은 자연 방사선에 적응하여 생존.



우리 국민의 평균 자연방사선 피폭 : 3.08mSv (지각 라돈 1.4mSv)



### 일본산 생선 먹어도 될까?

후쿠시마 원전 오염수 방출되는데,  
과연 생선 먹어도 될까요?



(답) 네, 먹어도 됩니다.

**우리나라 식품위생법상 방사능 검출이 허용 기준치 이내일 경우 유통을 허용하고 있다**

핵종	대상식품	기준치 (Bq/Kg.L)
I-131	영아용 조제식, 성장기용 조제식, 영유아용 곡류 조제식, 기타 영유아식, 영유아용특수조제식품	100
	우유, 유가공품	100
	기타 식품	300
Cs-134 + Cs-137	모든 식품	370

370 베크렐은 무얼 근거로 정한 것인가?

일년에 먹는 음식의 양을 기준으로 했을 때, 음식을 통한 추가 방사선피폭량이 1년간 1mSv가 되는 방사능의 양

CODEX international Food Standards

\* Codex Guideline Levels (GL)  
 \*  $GL = IED / (M \times ipf \times e_{ing})$   
 IED (선량한도) = intervention Exemption Level of Dose (mSv/Year) = 1mSv/year  
 M (식품섭취량) = mass of food consumed (kg/year)  
 ipf (권고기준) = import to production factor = 0.1  
 $e_{ing}$  (선량환산계수) = ingestion dose coefficient (mSv/Bq)

**Kg 당 세슘 100베크렐 방사능이 오염된 생선을 일년 내내 먹으면?**

일주일에 1Kg 생선 섭취 x 52주  
일주일에 0.0013 mSv  
1년 허용치의 약  $\frac{1}{150}$   
1년 동안 0.0676 mSv

생선 한마리 100~200g, 일주일에 1 Kg씩 먹는다고 가정하면 (매일 한마리씩.)  
 → 일년은 52주 ; 52 x 100Bq/Kg  
 → 인체영향으로 환산하면, 52 x 0.0013 mSv = 0.0676 mSv / 년

**그러면, 0.0676 mSv는 위험한건가? 압위험으로 따져 보면?**

★ 100mSv 이상에서 암 사망률의 증가가 확인되었다.  
 <일본 원폭 생존자 50년 역학연구, RFRI> ICRP 채택

100mSv 피폭 → 암 사망률 5.5% 증가  
 100mSv 피폭 → 암 사망률 0.5% 증가 추정  
 \* 100mSv 이하에서는 영향이 없음.

★ 한국인 평생에 걸쳐 암에 걸릴 확률 36% (평균수명 81세 기준)  
 <2009년 국가암등록통계>

암발생률	사망률	결과
100mSv 피폭 : 36%	18%	→ 18.5%
1mSv 피폭 : 36%	18%	→ 18.005%
0.0676mSv 피폭 : 36%	18%	→ 18.00034%

단지 이론적 계산. 실제 입증된 것이 아님. 입증 불가능.

**세슘 반감기가 30년이라는데... ㅠㅠ**

◆ 반감기 : 초기 방사능이 반으로 줄어드는데 걸리는 시간

방사성 핵종	반감기
요오드 (I-131)	8일
세슘 (Cs-137)	30.2년
제논 (Xe-133)	5.2일
플루토늄 (Pu-239)	2만년

몸에서는 108일 반감기 7번  
약 2년 후  $\frac{1}{128}$   
1%도 안남는다는 뜻

단, 환경방사능이 오래 지속되는 것이 문제

**미량이라도 여러번 오염음식을 먹게 되면 체내축적효과 때문에 무지하게 위험하겠지?**

매일 일정량의 세슘-137을 섭취할 경우, 체내 누적 방사능은 어느 선에 도달하면 더 이상 증가하지 않는다.

세슘-137 섭취 후 시간경과에 따른 체내 잔류비율. 섭취 후 1년 정도면 거의 배설된다.

체내 누적효과 반영 결과

**후쿠시마 직후 한국은 정말 위험했나요?**

- 한국 대기 중 방사능 (최고 농도의 공기 1년간 호흡하며 살 경우)
  - 방사성 요오드 (I-131) : 0.0003 mSv
  - 방사성 세슘 (Cs-137) : 0.0006 mSv
  - 방사성 제논 (Xe-133) : 0.00006 mSv
- 4월 6~7일 제주 빗물 중 방사성요오드 최대치 2.77Bq/L는 (하루 2L씩 1년 내내 마신다고 해도) 연간선량 0.0354mSv\*  
 \* 일반인 연간선량한도의 약 1/28 정도

우리나라 최고치 기준으로 계산했을 때,

공기 흡입 & 빗물을 하루 2L씩 1년 내내 마셨을 경우  
 ⇒ 암 확률 0.0001% 증가할 것으로 추정됨. (확률적 계산)  
 (36% → 36.0001%) 무시할 수준으로 판단함

### 국내산 식품 방사능 기준을 강화합니다

국내산 식품의 세슘 방사능 기준을  
370베크렐(Bq/kg)에서 100베크렐(Bq/kg)로 강화합니다.

미국	1,200베크렐(Bq/kg)
국제건강기준 (Codex)	1,000베크렐(Bq/kg)
EU	500베크렐(Bq/kg)
대한민국	100베크렐(Bq/kg) ← 370베크렐(Bq/kg)

\* 방사능 세슘

<자료출처: 식약처 홈페이지>

### 한일 양국의 공간 감마선량률

	지점 (시)	선량률 범위 (nSwh)	
		'13.10.13 (09:00~10:00)	'13.10.14 (09:00~10:00)
일본	후쿠시마(후쿠시마)	630	640
	도쿄(신주쿠)	64	63
	오사카(오사카)	80	81
	교토(교토)	48	48
	북해도(삿포로)	41	38

\* 선량률 범위는 1m 높이 측정값임.  
출처: 일본 원자력규제위원회 (<http://radioactivity.nsr.go.jp/en/>)

	지점	2012년 변동범위 (nSwh)	전일 선량률 (nSwh)	금일 선량률 (nSwh)
		서울	102 ~ 143	108 ~ 119
부산	106 ~ 174	109 ~ 112	109 ~ 112	
도도	88 ~ 156	100 ~ 101	100 ~ 103	

\* 측정자료: 전일 15:00 - 당일 14:00 까지의 1시간 평균값  
\* 선량률은 토양 및 지반 등의 특성에 따라 지역별 차이가 있음

## 의료용 방사선의 得와 失

### 의료 방사선

- 영상 기술의 발달 (CT, PET, PET/CT, interventional) 의료방사선의 1/3~1/2 이 CT에서 발생
- 개인당 조사되는 방사선이 1982년에 비해 500배 증가

진단용 (저선량)		치료용 (고선량)	
국소, 또는 전신		국소치료	국소 또는 전신
<b>영상의학과 검사</b>	<b>핵의학과 검사</b>	<b>방사선종양학과</b>	<b>핵의학과</b>
투과형 방사선	동위원소 주입	투과형 방사선	동위원소 치료
통과하여 신체에 남지 않음	체내에 머물며, 반감기 짧은 핵종	통과하여 신체에 남지 않음	체내에 머물며, 반감기 짧은 핵종
X-ray, CT, 위장조영술, 유방촬영술 등	갑상선스캔 (99mTcO4) 뼈관절스캔 (99mTcO4) PET스캔...(18F-FDG)	일반 방사선치료 사이버나이프 감마나이프	갑상선암 (I-131)

### CT 찍고 또 찍고... 한국인들, 의료 방사선 被曝 심각

병원 옮겨가며 찍은 데 또 찍어 20~30대, 유방촬영술에 둔갑 피폭량 관리·조절 시스템 필요  
2011년 411만명이 CT 촬영 브라카 유전자에 변형 있으면 한번에 여러 부위 찍지 말고 한번에 여러 부위 찍지 말고  
그 중 9만명이 한 달 내 또... 검사 피폭으로 유방암 확률 커져 짧은 기간내 반복 촬영 피해야

의료 방사선 검사로 받는 피폭량 수준	8~10 mSv 뇌, 두정부 CT	의료 방사선 피폭 줄이는 요령
단위: 밀리시버트 (mSv)	10~15 흉부 CT	동일 부위 CT를 한 달 내 재촬영하는 것을 피하라.
방사선 종류나 에너지에 따라 사람 몸매 미치는 영향을 평가한 방사선량	0.2~0.34 가슴 엑스레이 한 장	CT로 복부나 흉부 등 여러 부위를 한번에 검사 하는 것을 피하라.
5~10 열관촬영, 척수 시술 후시 촬영	10~15 복부, 골반 CT	건강검진에서 PET-CT를 찍고 나서 다른 부위 CT 검사하는 것을 자제하라. (예를 들어 PET-CT 찍고, 재검진 보겠다며 복부 CT 하는 경우)
국제방사선보호위원회 권고 기준 일반인-연간 1 mSv 이하	20~30 전신 양전자 영상 단층 촬영 (PET-CT) (한 번에 가슴 엑스레이 20장 찍는 효과)	의료 방사선이 나오지 않는 초음파나 MRI로 검사를 대체할 수 있는 지 물어보라.
방사선 관련 직업인-연간 50 mSv 이하 환자-질병 상태와 병세에 따라 다름		자신이 받을 CT나 엑스레이의 방사선 피폭량을 의료진에게 질문하라.
		검사가 한 번에 끝날 수 있도록 검사 요청을 미리 숙지하라.

\* 그래픽 = 조선일보 디자인팀

### 우리나라 진단용 방사선검사 수준

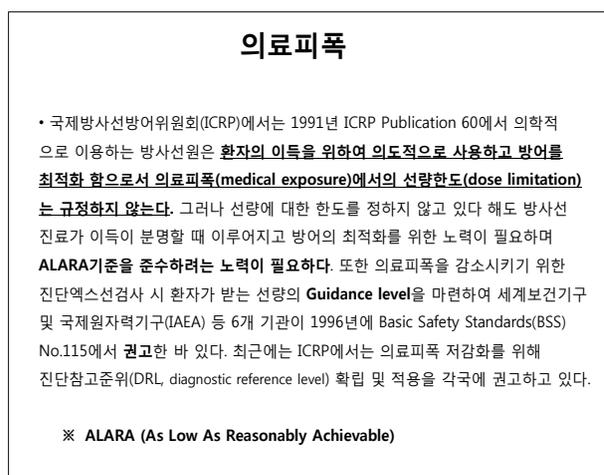
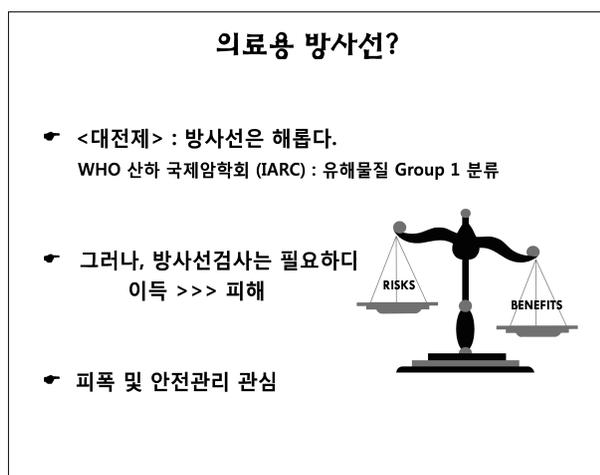
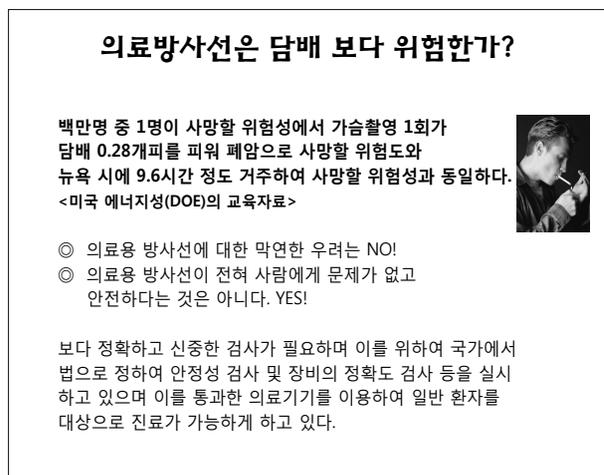
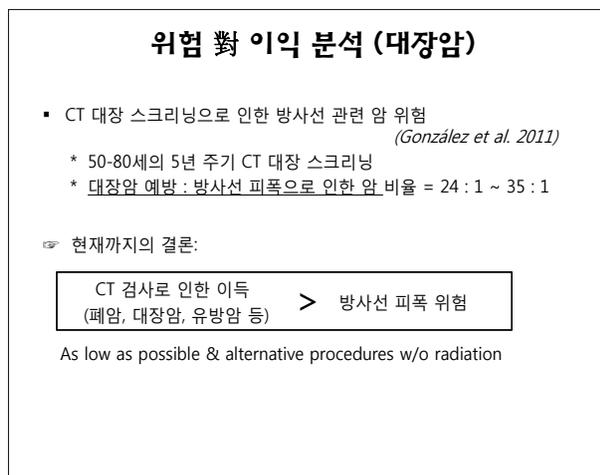
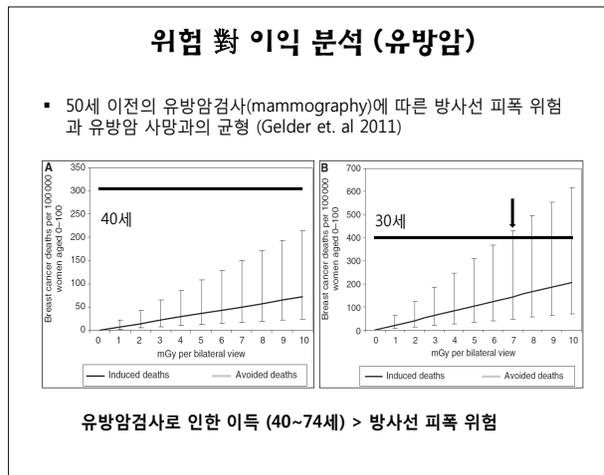
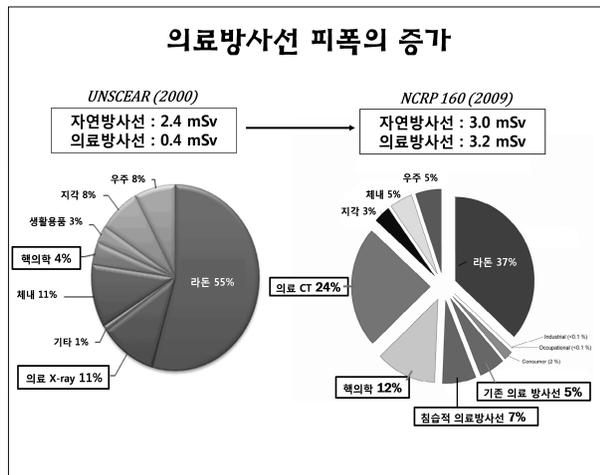
#### 진단용 방사선 검사 현황 (단위:천만 mSv)

연도	유용선량	총건수
2007년	0.94	161,894
2008	1.06	177,975
2009	1.18	194,889
2010	1.28	207,049
2011	1.40	222,175

(자료:식품의약품안전청)

#### 국내 PET 검사

18F-FDG PET 건강보험 적용



### IAEA RPOp (Radiation Protection of Patients)

IAEA Radiation Protection of Patients (RPOp)

Home Information for Additional Resources Special Groups Member Area

Information for Patients and Public

#### Nuclear Medicine

- How do doses and risk from nuclear medicine compare to X rays?
- Are there special precautions I need to take after my diagnostic nuclear medicine procedure?
- What are the safety measures for radioactive patients after a radiiodine treatment?
- Can a young person undergo radiiodine treatment for thyrotoxicosis?
- How long after radiiodine treatment should I wait before getting pregnant?
- Can I breast feed following radio-iodine treatment?

**1. How do doses and risk from nuclear medicine compare to X rays?**  
Most diagnostic investigations in nuclear medicine expose the patient to a small dose of radiation similar to the range of doses received from X ray investigations.

**2. Are there special precautions I need to take after my diagnostic nuclear medicine procedure?**  
After a diagnostic nuclear medicine procedure, you will be slightly radioactive, but in general you will not be considered any hazard to carers or hospital staff.

### 방사선 검사에 대한 인지도 조사결과

<Lee et al. Radiology, 2004; 231:393-398>

**TABLE 3**  
Dose Estimates for One CT Scan versus One Chest Radiograph

Respondent Group	CT ≤ CR	CT > CR < 10 × CR	CT ≥ 10 × CR < 100 × CR	CT = 100-250 × CR*	CT ≥ 500 × CR
Patients (n = 67)	19 (28)	43 (64)	5 (7)	0 (0)	0 (0)
ED Physicians (n = 45)	3 (7)	20 (44)	10 (22)	10 (22)	2 (4)
Radiologists (n = 39)	2 (5)	22 (56)	6 (15)	5 (13)	4 (10)

Note.—Data are the number of respondents. Numbers in parentheses are percentages.  $\chi^2$  test result, 67.04;  $P < .001$ . CR = chest radiograph.  
\* Accurate range.

**영상의학과 의사의 76%  
응급의학과 의사의 73%  
환자의 100%** → CT의 위험도 저평가

### 의료용 피폭을 줄이는 방법

**IAEA - 3A 캠페인**

**Awareness (인식)** - 의사 및 일반대중의 방사선 위험에 대한 지식 및 인지  
**Appropriateness (적당성)** - 검사가 적절한 상황에서 적절히 수행되어야 함  
**Audit (감사)** - 위의 두 가지가 제대로 수행되는지 주기적 체계적 관리감독

**각국의 의료피폭 저감화 활동**

**EU:** 의료용 방사선 피폭관리를 위한 교육에 대한 가이드라인을 제시  
 외국에 관련 법령의 제정과 관리 감독 시스템의 도입 및 제도의 인증요구

**미국:** FDA를 통한 제도적인 기기 관리, 방사선 피폭량에 대한 표기 의무

**캐나다:** 가정의에 대한 교육용 자료 배포

**호주:** 의료기관 인증제도에 방사선 피폭 관리프로그램의 인증 포함

KMA 식품안전관리협회

**식품안전 시의정**  
Korea Food & Drug Administration

정보공개 국민마당 알림마당 정보마당 식약청소개

알림마당: 행정예고 | 언론홍보자료 | 인사동장

**보도자료**

- 제목: 엑스선 촬영시 환자 방사선량 줄인다-의료기관의 과잉 방사선 차단할 수도
- 담당부서: 방사선안전과 | 연락처: 2008.07.30
- 과장: 김현주 | 전화번호: 300-1767-8
- 사무관/연구관: 이광홍 | 전화번호: [비공개]

□ 앞으로는 환자가 병원에서 X선 검사 시 받게 되는 방사선량이 줄어 줄 것으로 전망된다.

□ 식품의약품안전청(현장 감독청)은 X선 장치의 성능관리뿐 아니라 의료기관들이 방사선량을 자발적으로 줄일 수 있도록 방사선 안전관리 지원 서비스를 강화할 예정이라고 밝혔다.

○ 이는 진단용방사선발생장치를 법에서 정한 사용 기준에 적절하게 관리하더라도 의료기관에 따라 선호하는 화질의 차이로 사용방법에 따라 환자가 받는 방사선량에 차이가 나는 문제를 개선하기 위한 것이다.

○ 세계보건기구(WHO) 등 국제기구에서도 환자들이 X선 촬영 받는 방사선량이 인공방사선에 의한 방사선피폭 중 90% 이상을 차지하고 있어 방사선 안전관리를 강화하여 방사선 피폭을 줄이고 있다.

○ 우리나라 환자들이 병원에서 받는 X선 검사는 해마다 증가하고 있으며 국내 총부 X선 검사의 경우 2001년 591만건에서 2006년에는 1,288만건으로 5년 사이에 100% 이상 급증하였다.

□ 한편, 안전평가원은 오는 7월 30일, 현재 850명 이상 소유한 의료기관 중 서울대학교병원 등 전국의 24개 선도 협력 의료기관에 대해 '환자선량 선도병원 지정서'를 갖고 환자선량 저감화 방안 등에 대해 세미나를 개최하기로 밝혔다.

KMAtimes

의료계 종합정보 인터넷 의학신문

의협신문 시국논의지도 | 의협신문 PDF

뉴스 | 디터블로그 | 사설 | 칼럼 | 연재 | FOCUS

최종편집: 2009.8.13 목 15:40 | 의사협회 | 보법 제도 | 경영 제재 | 의료 행정 | 학술 | 학회 | 의사 연회 | 의학 산업 | 의료기기 | 기타 특집

뉴스 > 의료기기-IT

**CT의 진화는 어디까지?**

이젠 '화질'과 '방사선 피폭량 감소'로 경쟁한다  
 지멘스 필립스 GE헬스케어 도사바 애플리케이션 출시

2009년 08월 13일 (목) 14:51:15 | 이경환 기자 | eejh91@kma.org

최근 CT(컴퓨터단층촬영) 장비가 눈에 띄게 진화하고 있다.

CT를 제조하는 업체인 지멘스 필립스 GE헬스케어 도사바 등은 그동안 한 번의 회전으로 최대한 넓은 부위에 대한 많은 단층이미지를 얻어내기 위해 슬라이스(slice 단층)의 수를 결정적으로 늘려왔다.

### 피폭의 최적화

ALARA 원칙 (As Low As Reasonably Achievable)

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

### 피폭감소를 위한 검사자 규칙 - FDA 권장

- 어떤 검사, 어떻게 진단과 치료에 도움이 되는지 문의하기
- 의사의 권고에는 거절하지 말자
- 필요 없다는 데도 우기지 말자
- 촬영자에게 미리 임신 가능성을 이야기하자
- 방어장애가 있으면 요청하자
- 치과검사 시 faster (E or F) speed film 인지, digital imaging detector를 사용하는지 문의하자
- 방사선 촬영 경력을 기록하고 의사에게 알려준다  
- X-ray Record Card

### 평균 기대 수명 손실

건강 위해요인	생명단축 예상치
담배 하루 한 갑	6년
과체중 (15%)	2년
술 (미국 평균)	1년
모든 사고	207일
모든 자연 위험	7일
직업에 의한 방사선량 (3mSv/yr)	15일
직업에 의한 방사선량 (10mSv/yr)	51일