

## 건강검진과 방사선

이 승 숙

한국원자력의학원 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...)

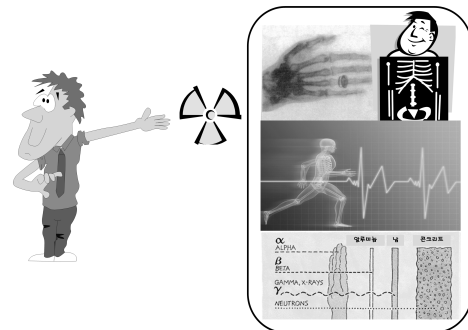
암(癌, cancer) 발생 과정? - 다단계 (multi-step, multi-hit)

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...

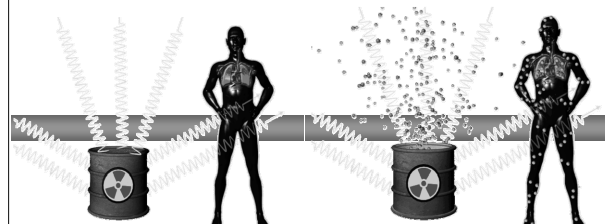
방사능 (Radioactivity) 이란 불안정한 상태의 원자핵  
이 안정한 상태로 되면서 나오는 에너지  $^{14}\text{C} \rightarrow ^{12}\text{C}$



빛을 내는 전구에 비교하였을 때



### 방사능 오염도 전염되나요?



외부 피폭

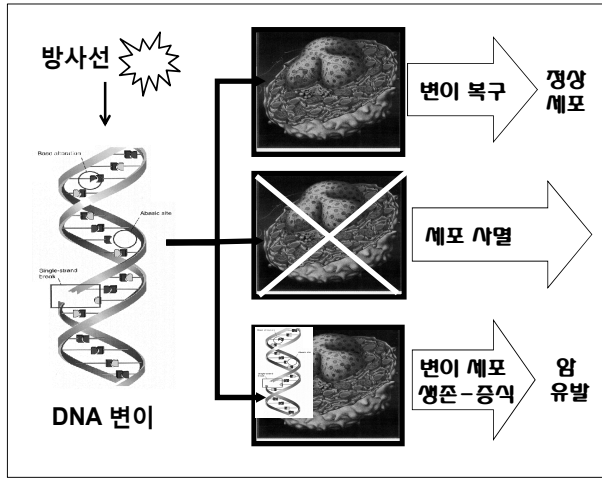
(통과하되 신체에 남지 않음)

우주방사선  
병원 엑스레이 검사, CT, 방사선치료

내부피폭(오염)

(신체에 존재하여 지속적 피폭 유발)

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

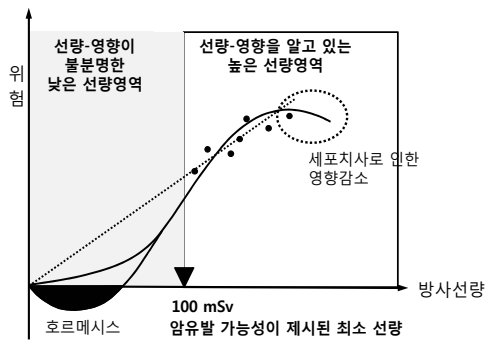


## 일본 원자폭탄 피해 생존자의 영향

(RERF 일본방사선영향연구소 60년 역학조사)

- 암발생 위험 : 원폭생존자의 장기간 영향  
1000mSv에 의해 암발생 위험 5.5% 증가  
방사선 양에 비례하여 암발생 위험 증가  
\*(주의) 150mSv 이하에서는 암 사망률 증가 없음  
\*(cf) ICRP 인용 100mSv - 암위험 1.05배 증가  
10mSv - 암위험 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, 무시해도 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

1000mSv 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
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... ππ**

◆ 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.

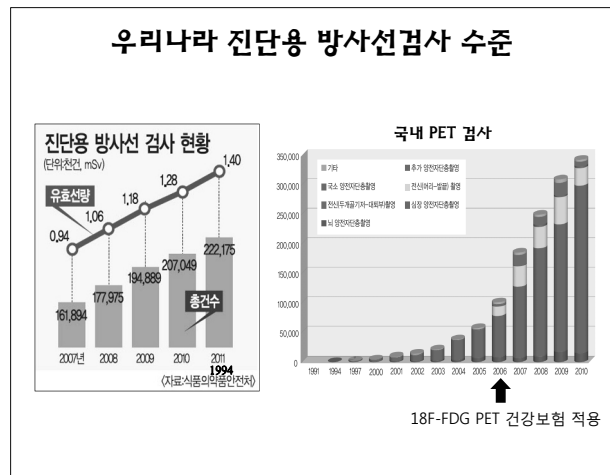
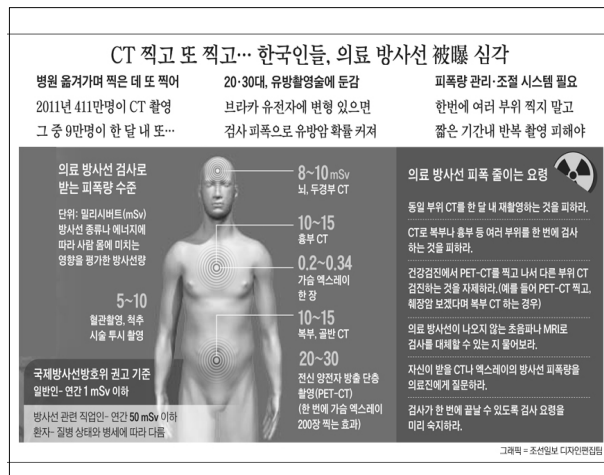
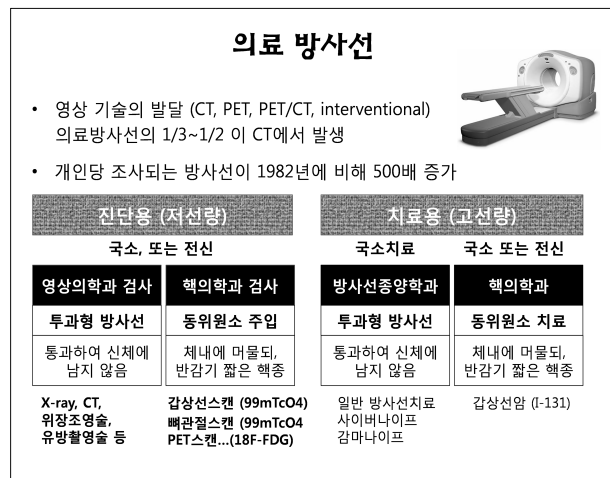
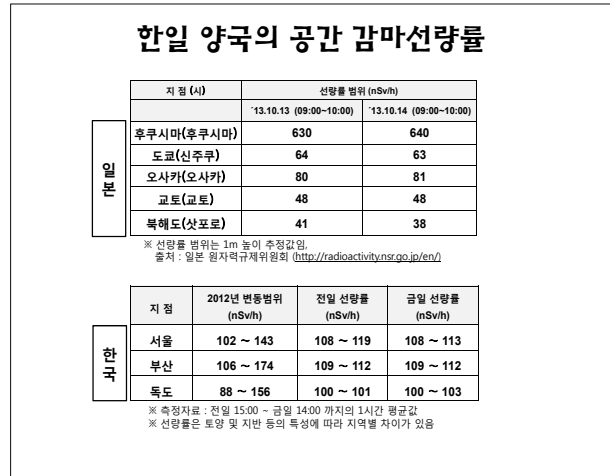
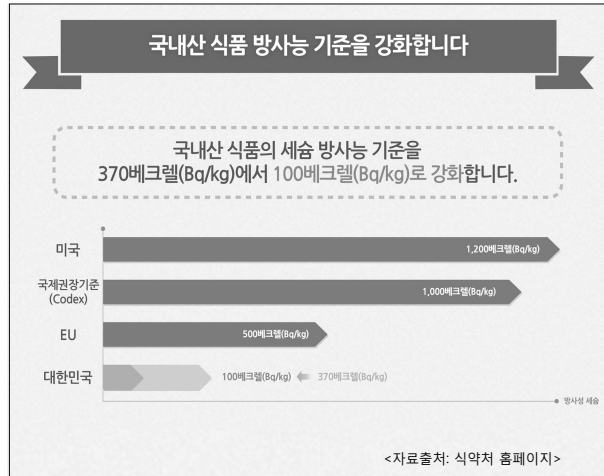
체내 누적효과 반영 결과

**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

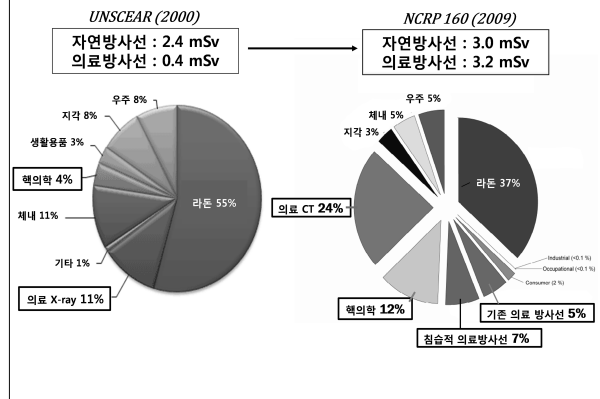
**우리나라 최고치 기준으로 계산했을 때,**

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



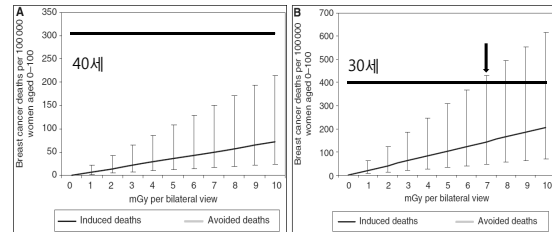


## 의료방사선 피폭의 증가



## 위험 對 이익 분석 (유방암)

- 50세 이전의 유방암검사(mammography)에 따른 방사선 피폭 위험과 유방암 사망과의 균형 (Gelder et. al 2011)



유방암검사로 인한 이득 (40~74세) > 방사선 피폭 위험

## 위험 對 이익 분석 (대장암)

- CT 대장 스크리닝으로 인한 방사선 관련 암 위험 (González et al. 2011)
  - 50-80세의 5년 주기 CT 대장 스크리닝
  - 대장암 예방 : 방사선 피폭으로 인한 암 비율 = 24 : 1 ~ 35 : 1

현재까지의 결론:

CT 검사로 인한 이득 (폐암, 대장암, 유방암 등) > 방사선 피폭 위험

As low as possible & alternative procedures w/o radiation

## 의료방사선은 담배 보다 위험한가?

백만명 중 1명이 사망할 위험성에서 가슴촬영 1회가 담배 0.28개피를 피워 폐암으로 사망할 위험도와 뉴욕 시에 9.6시간 정도 거주하여 사망할 위험성과 동일하다. <미국 에너지청(DOE)의 교육자료>



- 의료용 방사선에 대한 막연한 우려는 NO!
- 의료용 방사선이 전혀 사람에게 문제가 없고 안전하다는 것은 아니다. YES!

보다 정확하고 신중한 검사가 필요하며 이를 위하여 국가에서 법으로 정하여 안정성 검사 및 장비의 정확도 검사 등을 실시하고 있으며 이를 통과한 의료기기를 이용하여 일반 환자를 대상으로 진료가 가능하게 하고 있다.

## 의료용 방사선?

- <대전제> : 방사선은 해롭다.  
WHO 산하 국제암학회 (IARC) : 유해물질 Group 1 분류

- 그러나, 방사선검사는 필요하다  
이득 >>> 피해



- 피폭 및 안전관리 관심

## 의료피폭

- 국제방사선방어위원회(ICRP)에서는 1991년 ICRP Publication 60에서 의학적으로 이용하는 방사선원은 **환자의 이득을 위하여 의도적으로 사용하고 방어를 최소화 함으로서 의료피폭(medical exposure)에서의 선량한도(dose limitation)는 규정하지 않는다.** 그러나 선량에 대한 한도를 정하지 않고 있다 해도 방사선 진료가 이득이 분명할 때 이루어지고 방어의 최적화를 위한 노력이 필요하며 **ALARA기준을 준수하려는 노력이 필요하다.** 또한 의료피폭을 감소시키기 위한 진단엑스선검사 시 환자가 받는 선량의 **Guidance level**을 마련하여 세계보건기구 및 국제원자력기구(IAEA) 등 6개 기관이 1996년에 Basic Safety Standards(BSS) No.115에서 권고한 바 있다. 최근에는 ICRP에서는 의료피폭 저감화를 위해 진단참고준위(DRL, diagnostic reference level) 확립 및 적용을 각국에 권고하고 있다.

※ ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

### IAEA RPOP (Radiation Protection of Patients)

IAEA Radiation Protection of Patients (RPOP)

Home Information for Additional Resources Special Groups Member Area

Information for Health Professionals Member States Patients and Public Information for Patients Information for Public

Member Area Member States Area Drafts Management Area

Social Media

#### 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 radioiodine treatment?
- Can a young person undergo radioiodine treatment for thyrotoxicosis?
- How long after radioiodine 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 (적정성)** – 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  
회원국에 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 식용방사성물질관리법

정보공개 국민마당 알림마당 정보마당 식약청소개

알림드립니다. 방사선검사와 인공방사성 물질 사용

Home, 알림마당, 언론홍보자료, 보도자료

**보도자료**

제목: 엑스선 촬영시 환자가 받는 방사선량 줄인다 - 의료기관들의 자발적 방사선 저감화 유도 -

담당부서: 방사선안전과 | 담당자: 김희정 | 연락처: 2009.07.30

과장: 김희정 | 전화번호: 300-1767-8

사무관/연구관: 이광훈 | 전화번호: 300-1767-8

방사선안전과  
다지홍홍보관

인사담당: 김희정  
공공관계: FTA  
FTA 자료실

동영상검색

검색어:  검색

이메일: kma@kma.go.kr  
전화번호: 1577-1255

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

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

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

○ 세계보건기구(WHO) 등 국제기구에서도 환자들에게 X선 촬영 시 받는 방사선량이 인공방사선에 의한 방사선피폭 중 90% 이상을 차지하고 있어 방사선 안전관리를 국제에서 제정하도록 하고 있다.

○ 우리나라 환자들이 병원에서 받는 X선 검사는 해마다 증가하고 있으며 국내 총무 X선 검사의 경우 2001년 59만건에서 2006년에는 1,288만건으로 5년 사이에 100% 이상 급증하였다.

□ 한편, 안전평가원은 오는 7월 30일, 현재 850명 이상을 소유한 의료기관 중 서울대학교병원 등 전국의 24개 선도 병원 의료기관에 대해 '환자선량 선도병원 지정식'을 갖고 환자선량 저감화 방안 등에 대해 세미나를 개최한다고 밝혔다.

### KMAtimes

뉴스 > 의료기기-IT

**CT의 진화는 어디까지?**

이제 '확산'과 '방사선 피폭량 감소'로 경쟁한다  
지멘스 헬스케어 GE 헬스케어 도시아 입다워 신제품 출시

2009년 08월 12일 (목) 14:51:15 | 이경환 기자 | klee@kma.org

최근 CT(컴퓨터단층촬영) 장비가 눈에 띄게 진화하고 있다.

CT를 제조하는 업체인 지멘스 헬스케어 GE 헬스케어 도시아 등은 그동안 한 번의 회전에 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