

학생토론 발제

Perception of Low level radiation

Issues affecting the perception of low level radiation

1. Denuclearization of the Korean Peninsula



This issue appears on media every day!

Issues affecting the perception of low level radiation

2. Shutdown Nuclear Power Plants

all > National

With Kori-1 shutdown, Pres. Moon signals major turn away from nuclear energy

Posted on : Jun.20,2017 17:04 KST Modified on : Jun.20,2017 17:04 KST

Changed energy policy prioritizes public safety, in line with South Korea's turn from developing to developed country



President Moon Jae-in takes a photo with children from the area around Kori Nuclear Power Plant, as they push the button to shut down Kori Reactor 1, during a ceremony at the Kori Nuclear Power Headquarters of Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP), located in Gijang County, Busan, June 19. (Blue House photo pool)

Biz & Tech

Automotive IT Game Heavy Industries Light Industries Science Photo News

Light Industries

7 in 10 Koreans approve of nuclear power



Korean Nuclear Society President Kim Hark-cho speaks during a press conference at Sejong Center in Gwangheamun, Seoul, Thursday / Yonhap



Issues affecting the perception of low level radiation

3. Nuclear disasters



Issues affecting the perception of low level radiation

4. Anti-nuclear activities by NGO



Radon mattress scandal

□ 해당 매트리스는 겉커버(원단-솜-부직포) 안에 있는 속커버(원단-솜-부직포) 원단 안쪽에 음이온파우더가 도포된 것으로,

○ 업체의 음이온파우더 구입현황* 및 시료의 방사능농도 분석 결과**를 토대로, 해당 음이온파우더의 원료가 천연방사성핵종인 토륨이 높게 함유된 모나자이트***임을 확인

* 모나자이트 취급 업체에서 구매

** 방사능 농도 분석결과 우라늄과 토륨의 비율이 1:10으로 확인되었으며, 이는 모나자이트의 고유 특성

*** 토륨광의 일종으로 토륨이 4~8% 정도 포함

라돈과 토론은 무엇이고 구분하는 이유는 무엇인가요?

라돈(Rn-222)과 토론(Rn-220)은 모두 라돈(Rn)의 주요 핵종입니다.

통상적으로 지칭하는 라돈(Rn-222)은 우라늄(U-238)이 붕괴되어 생성되며 반감기는 3.8일입니다.

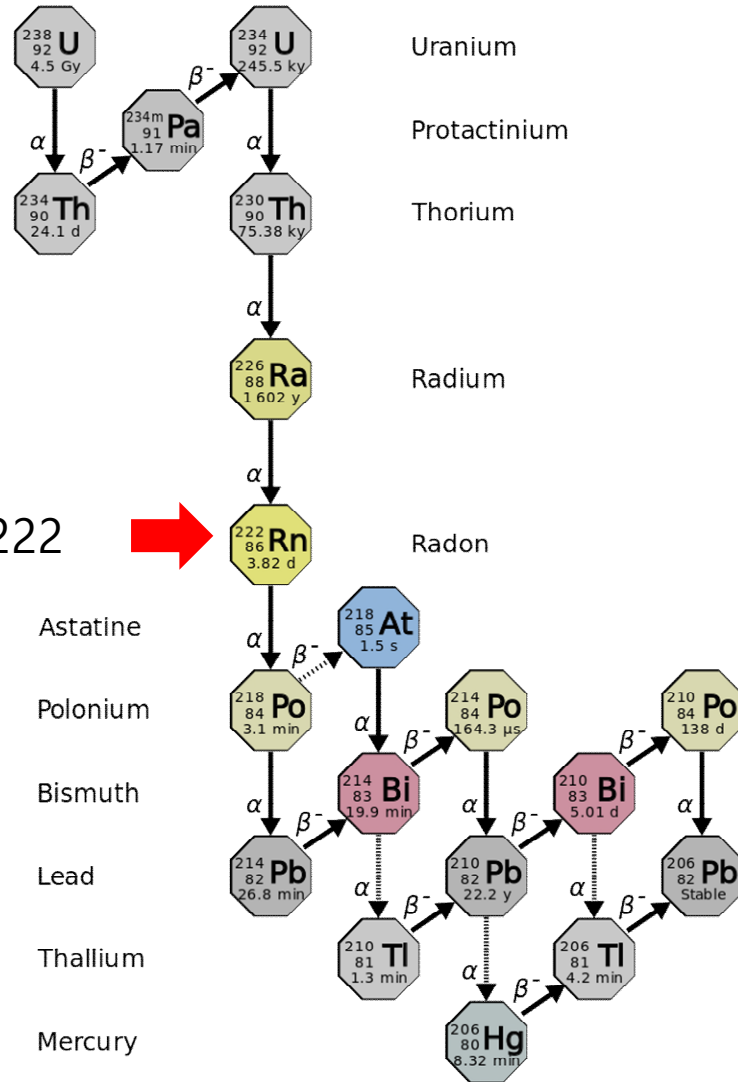
토론(Rn-220)은 토륨(Th-232)이 붕괴되어 생성되며 반감기는 55.6초입니다.

* 라돈과 토론을 구분해서 측정하는 이유는 물리적인 성질과 인체에 미치는 영향이 다르기 때문입니다.

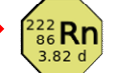
라돈과 토론이 같은 농도인 경우 라돈에 대한 인체의 영향이 더 크며, 토론의 경우, 반감기가 짧아 발생원(침대 등)에서 조금만 떨어져도 영향이 급격하게 줄어듭니다.

[출처: 중앙일보] 라돈침대 방사능

반감기 45억년

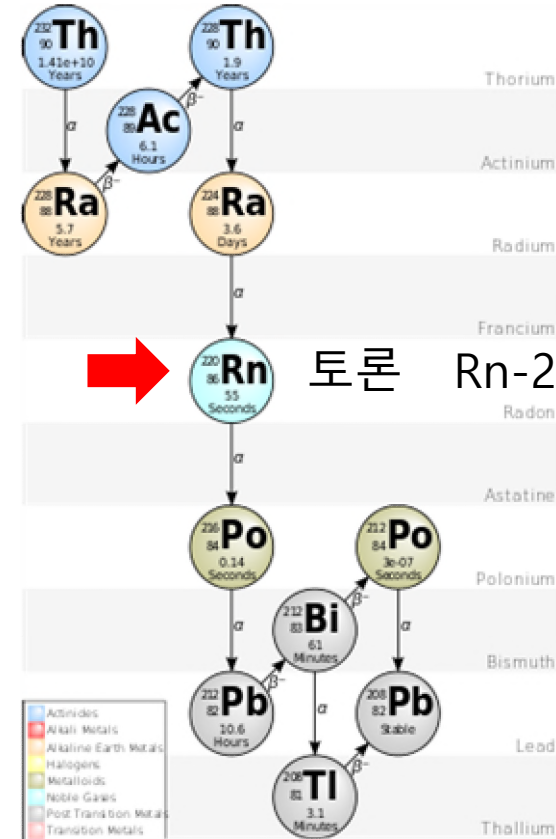


라돈 Rn-222



Radon

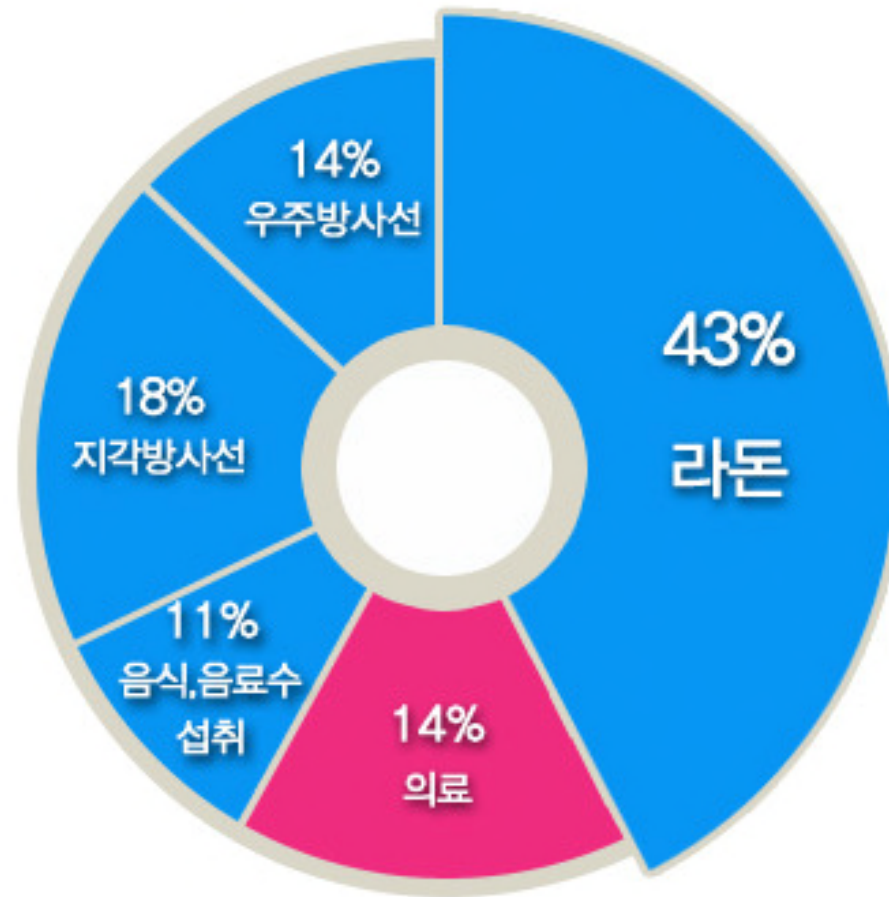
반감기 141억년



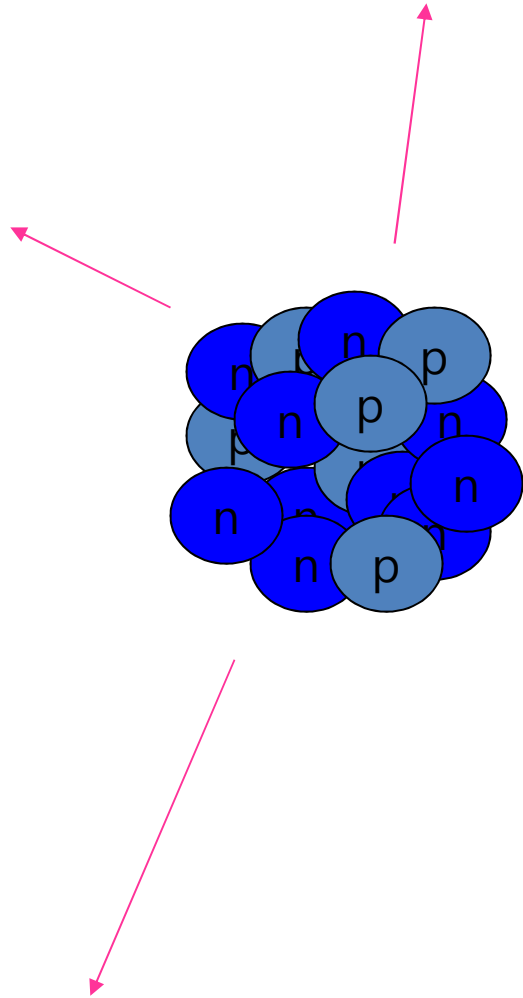
토론 Rn-220

- Actinides
- Alkali Metals
- Alkaline Earth Metals
- Halogens
- Metalloids
- Noble Gases
- Post Transition Metals
- Transition Metals

우리 주변의 방사선



- 자연방사선
- 인공방사선



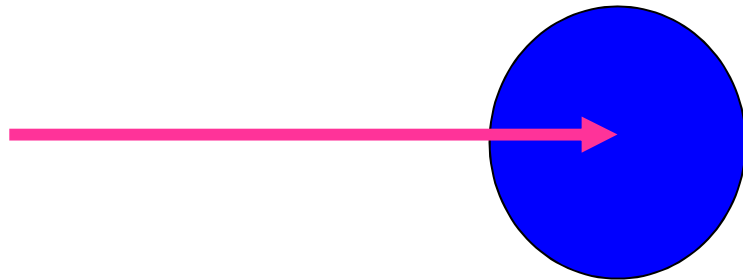
방사성물질이 얼마큼인가?

= 방사능 **radioactivity**

= 방사성핵종이 붕괴하는 속도

1 Becquerel (**Bq**) = 1 decay per second

흡수선량 Gray, Gy
(Unit of Radiation Absorption)



물질에 흡수된 방사선의 양

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/Kg}$$

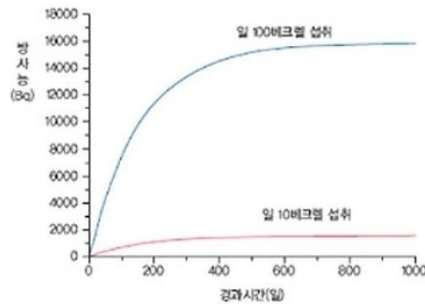
선량당량 REM
(Roentgen equivalent man)

Sievert, Sv

방사선피폭이 인체에 미치는 영향을 표시하는 단위
 $Sv = Gy \times \text{Quality Factor (QF)}$

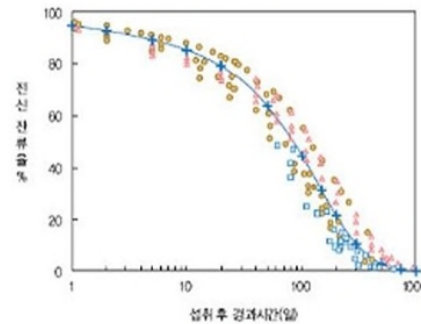
감마선, X선, 베타선의 QF는 모두 1
알파선, 중성자는 20

- Q. 한번 몸에 축적되면 계속 피폭되기 때문에
같은 양(sv) 피폭되어도 내부피폭이 외부피폭보다 더 위험하다
- A. 몸에 남아 있는 기간을 고려하여 sv 계산하므로
sv 값이 같다면 방사선 피폭 효과는 같다



매일 일정량의 세슘-137 섭취

체내누적 방사능은
어느 선에도달하면
더 이상 증가하지 않음

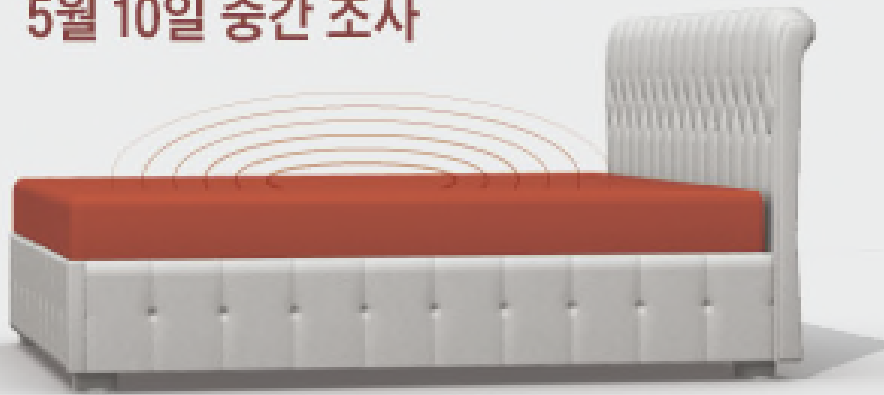


세슘-137 섭취 후, 시간에 따른 감소수치

1년 후에는 거의 배설됨

5일 만에 '라돈 침대' 안전성 평가 뒤집은 원자력안전위원회의

5월 10일 중간 조사



결과

몸 밖의 방사성 물질에 의한
외부 피폭만 적용해 “기준치 이하”
라고 발표

5월 15일 2차 조사



몸 안에 들어간 방사성 물질에 의한 내부
피폭도 포함, 대진침대 7종 기준 초과,
수거 명령

자료=원자력안전위원회

원안위 1차보고

- 통상 공기 중 라돈 농도에 의한 연간 피폭선량 평가 방법

$$\text{연간 피폭선량} = \frac{\text{농도}(Bq/m^3) \times \text{평형인자} \times 24(h) \times 365 \times \text{거주인자} \times \text{선량환산인자}}{1,000,000}$$

- 라돈(Rn-222)에 의한 연간 피폭선량 계산 (농도 : 9.2 Bq/m³)

- 침대 위에서 머무는 시간을 하루에 10시간으로 가정

$$\frac{9.20(Bq/m^3) \times 0.4 \times 24(h) \times 365 \times (10/24) \times 12 (nSv/(Bq h m^{-3}))}{1,000,000} = 0.16 (mSv)$$

- 토론(Rn-220)에 의한 연간 피폭선량 계산 (농도 : 78.1 Bq/m³)

- 침대 위에서 머무는 시간을 하루에 10시간으로 가정

$$\frac{78.10(Bq/m^3) \times 0.03 \times 24(h) \times 365 \times (10/24) \times 40 (nSv/(Bq h m^{-3}))}{1,000,000} = 0.34(mSv)$$

0.5 mSv

측정 위치	이격거리 (cm)	농도 측정(●) (Bq/m ³)		배경 준위(●) (Bq/m ³)		매트리스 기여분 (●-)					
		라돈 Rn ²²²	토론 Rn ²²⁰	라돈 Rn ²²²	토론 Rn ²²⁰	라돈 Rn ²²²			토론 Rn ²²⁰		
						농도 (Bq/m ³)	선량1 (mSv/년)	선량2 (mSv/년)	농도 (Bq/m ³)	선량1 (mSv/년)	선량2 (mSv/년)
매트 리스 표면 위	2	24.2	91.6	15.0	13.5	9.20	0.16	0.39	78.10	0.34	0.82
	10	14.0	29.9	8.83	13.8	5.17	0.09	0.22	16.10	0.07	0.17
	50	16.0	3.3	17.7	13.8	-	-	-	-	-	-

선량1 : 하루에 10시간을 침대의 해당 거리에서 호흡한다고 가정

선량2 : 하루에 24시간을 침대의 해당 거리에서 호흡한다고 가정

원안위 2차보고

□ 통상 공기 중 라돈 농도에 의한 연간 피폭선량 평가 방법

$$\text{연간 피폭선량} = \frac{\text{농도}(Bq/m^3) \times \text{평형인자} \times 24(h) \times 365 \times \text{거주인자} \times \text{선량환산인자}}{1,000,000}$$

□ 라돈(Rn-222)에 의한 연간 피폭선량 계산 (농도 : 9.2 Bq/m³)

○ 침대 위에서 머무는 시간을 하루에 10시간으로 가정

$$\frac{9.20(Bq/m^3) \times 0.4 \times 24(h) \times 365 \times (10/24) \times 12 (nSv/(Bq h m^{-3}))}{1,000,000} = 0.16 (mSv)$$

35.13

20.4

0.39 mSv

□ 토론(Rn-220)에 의한 연간 피폭선량 계산 (농도 : 78.1 Bq/m³)

○ 침대 위에서 머무는 시간을 하루에 10시간으로 가정 수면시 호흡 × 0.37

$$\frac{78.10(Bq/m^3) \times 0.03 \times 24(h) \times 365 \times (10/24) \times 40 (nSv/(Bq h m^{-3}))}{1,000,000} = 0.34 (mSv)$$

1364.45

0.04

120

8.85 mSv

침대 스펀지 포함

9.2 mSv

연번	모델명	측정 농도(Bq/m ³)		피폭선량(mSv/년)		
		라돈 Rn ²²²	토론 Rn ²²⁰	라돈 Rn ²²²	토론 Rn ²²⁰	라돈+토론
	출처: 원안위	※ 배경준위 제외				
1	그린헬스2	35.13	1364.45	0.39	8.96	9.35
2	네오그린헬스	61.54	1218.18	0.69	8	8.69
3	뉴웨스턴슬리퍼	68.08	1041.01	0.76	6.84	7.6
4	모젤	-	677.69	-	4.45	4.45
5	벨라루체	12.18	220.32	0.14	1.45	1.59
6	웨스턴슬리퍼	1.08	294.52	0.01	1.93	1.94
7	네오그린슬리퍼	14.18	308.16	0.16	2.02	2.18

1일 10시간 기준, 아무것도 깔리지 않은 매트리스 2cm 위에서 측정한 값임

일반인의 연간 방사선피폭 허용선량 1 mSv

방사선작업종사자 50 mSv (5년간 100 mSv)

6. 생활방사선 제품안전 강화

(1) 현황 및 문제점

□ 현황

- 모나자이트를 침대에 사용한 라돈침대 사례가 발생한 이후 라돈을 방출하는 가공제품에 대한 국민 불안감이 가중
 - 대진침대 언론보도 후('18.5월) 조사를 착수하여 안전기준(연간 1mSv 이상의 방사선 피폭)을 초과한 제품 행정조치
 - ※ 총 29종 모델 7.0만개를 수거·해체하여 모나자이트 사용부품 대진본사 보관
 - 대진침대 외 토퍼류('18.7월), 기타침대('18.9월), 베개류('18.9월) 뿐만 아니라 수입 라텍스와 미용 마스크('18.11월) 등에서도 기준치 초과제품 조치
- 그동안 모나자이트 등 원료물질의 국내 유입과 취급업체 관리에 중점을 두고 이를 사용한 가공제품에 대한 규제는 상대적으로 미흡

□ 문제점

○ 유통감시

- 우라늄, 토륨이 함유된 원료물질이 사용된 각종 생활용품이 시중에 유통
- 제품 수입·제조업체의 자율적 안전기준 준수에 의존
- 원료물질 수입·판매·제품사용·폐기까지 전주기적 유통감시 미 실시

○ 사후관리

- 수거·보관 장기화시 실효성 있는 조치수단이 미흡하고 가공제품 세부 폐기방안이 없어 소비자 우려 증가
- 해외 현지구매, 폐업한 업체 제품 등 안전관리 사각지대 발생

○ 규제역량

- 시중에 유통되는 다양한 제품에 대한 안전기준 적합여부 확인에 한계
 - 원안위 내 생활방사선 수행기관 이원화로 효율성 저하
- ※ 원자력안전기술원이 원료물질·공정부산물 등록·점검, 안전재단은 가공제품 실태조사

(2) 개선 방안

□ 사전통제

- 방사선 이용 목적(이온화 작용)으로 제품에 원료물질 사용 원천 금지
 - ※ 방사선 작용이 건강에 유익한 것으로 인식되게 할 수 있는 홍보도 금지
- 신체 밀착제품에 원료물질 사용 금지
 - ※ 금지대상 품목(침대, 의류, 마스크, 생리대 등)은 원안위가 별도 고시
- 원료물질이 사용된 가공제품 제조·수입업자 등록을 의무화

□ 유통감시

- (통관단계) 공항만 방사선감시기를 통한 감시뿐만 아니라, 의심물질을 세관장 확인대상 품목에 추가하고 관세청·원안위 협업검사 실시
 - ※ 일선세관 협업센터에 원안위 전문가를 파견(인천 2명, 부산 2명, 평택 1명)
- (제조·판매) 미등록자간 거래를 금지하고 원료물질·가공제품 등의 취득·판매 현황 보고를 의무화
- (사용단계) 의심제품 신고·조사체계 「생활방사선안전센터」 구축

□ 사후관리

- (부적합제품 발견) 즉시 규제기관에 보고하고 해당제품 판매 중지 등 조치하도록 제조업자, 가공제품 유통업자에게 의무 부여
- (수거 등 조치) 업체 노력만으로 조치가 어려운 경우 정부·지자체 협조·지원 하도록 법적 근거를 마련
 - ※ 개인 해외구매 제품 등 조치 주체가 없는 경우는 원안위, 지자체가 조치
- (폐기) 환경부 원안위가 제품 처리기준 연구용역(~'19.4월)을 통해 방사능 농도에 따라 단계별 폐기방안 마련

□ 기반강화

- 원료물질은 KINS, 가공제품은 재단으로 이원화된 체계 일원화
- 원료물질 취급·관리 종사자에 대해 건강진단 및 교육 실시 의무화

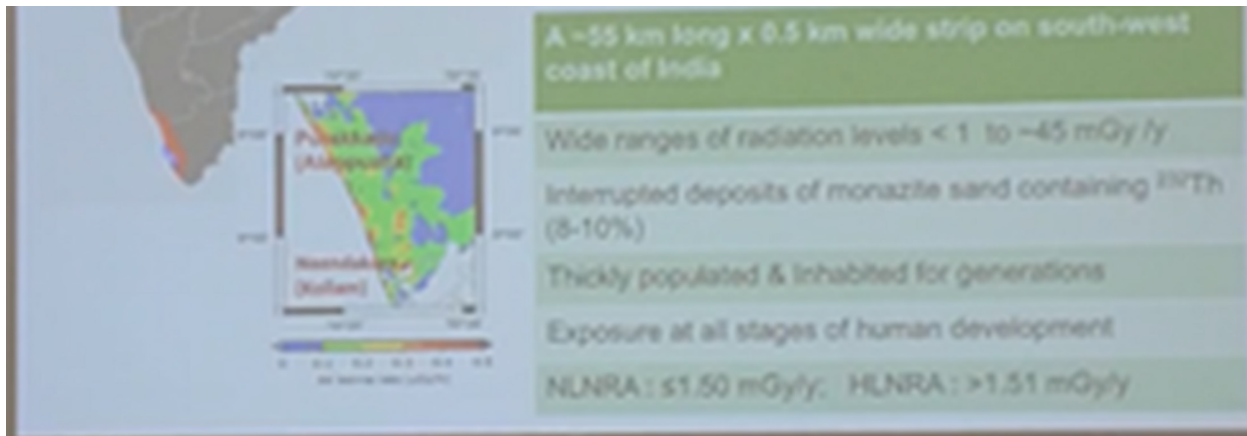
이행 계획

- ① 생활주변방사선안전관리법 개정('19.1월) 및 하위규정 정비(~'19.7월)
- ② 원료물질 사용 가공제품 안전관리체계 일원화('19.1월)



High Level Natural Radiation Areas (HLNRAs) from Monazite in the world (USCEAR, 2000)

	mGy/yr mean (max)	population size
Kerala, India	3.8 (45.0)	4,000,000
Yuangjiang, China	3.5 (5.4)	1,000,000
Guarapan, Brazil	5.5 (35.0)	73,000



A 55 km long x 0.5 km wide strip on south-west coast of Kerala

Wide ranges of radiation levels <1 to 45 mGy/yr

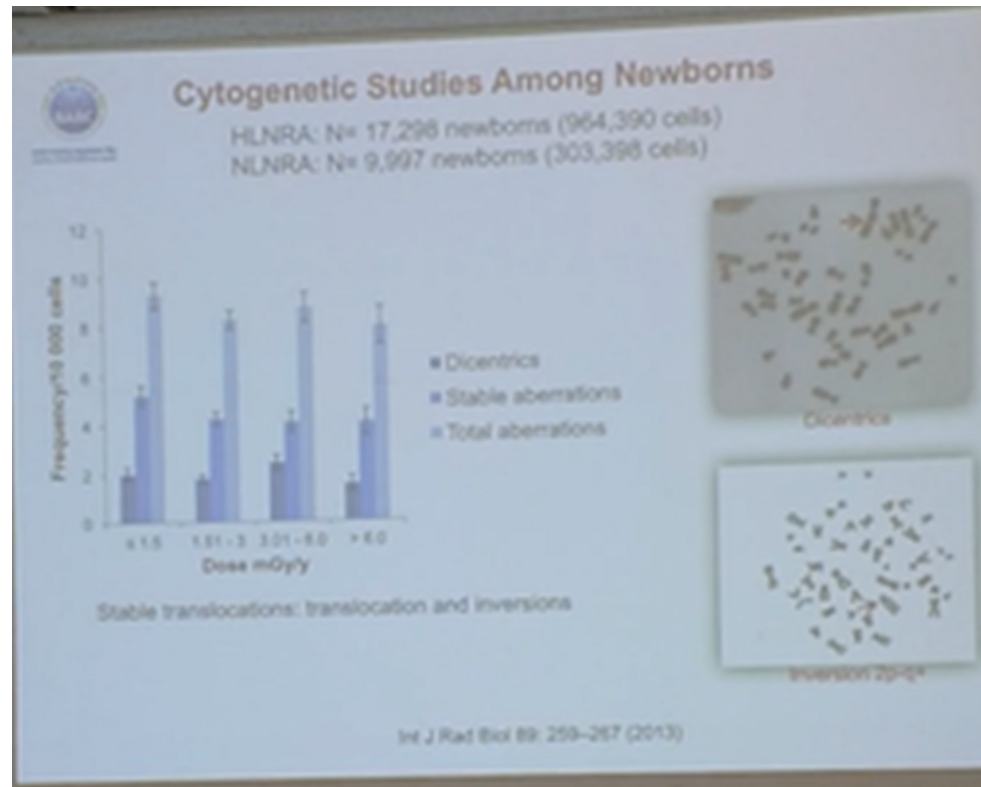
Interrupted deposits of monazite sand containing Th-232 (8-10%)

Thickly populated & inhabited for generation

Exposure at all stages of human development

NLNRA ≤ 1.5 mGy/yr, HLNRA > 1.51 mGy/yr

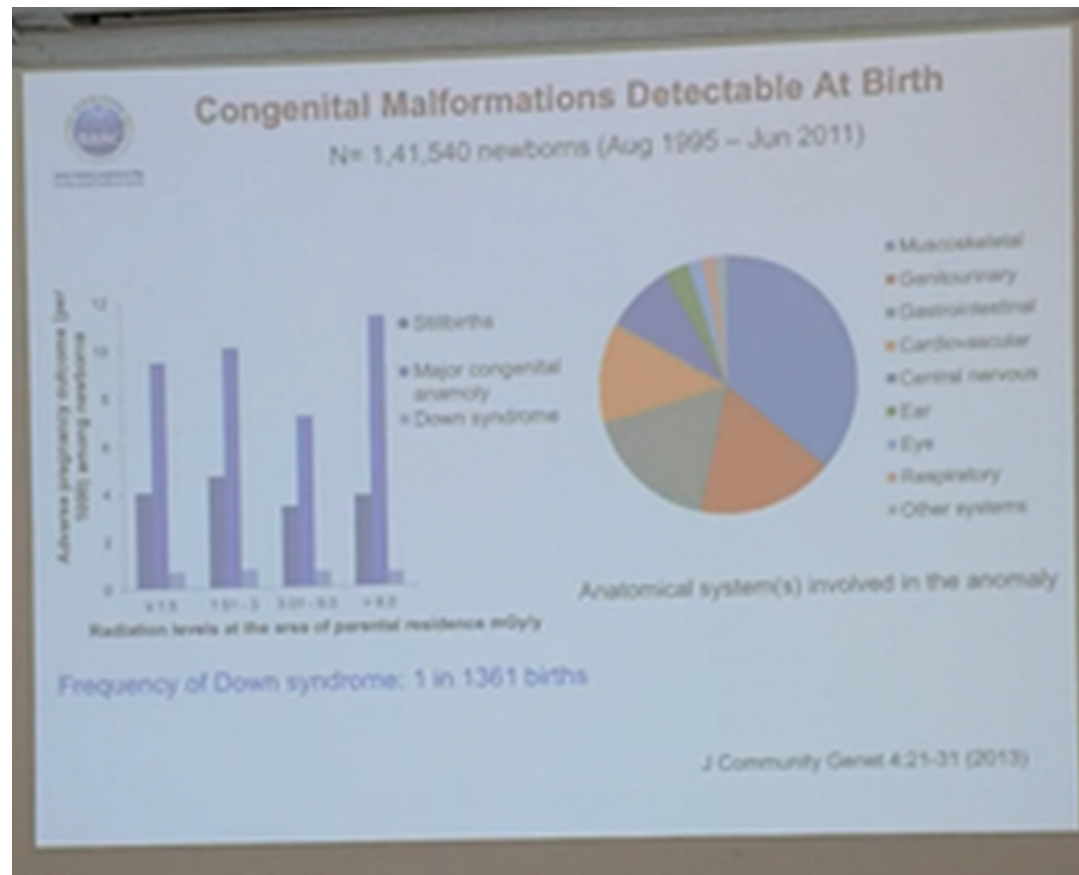
Kerala: Area with highest literacy, human development index ratio



Cytogenetic studies among newborns

No Difference


Int J Rad Biol 89: 259-267, 2013



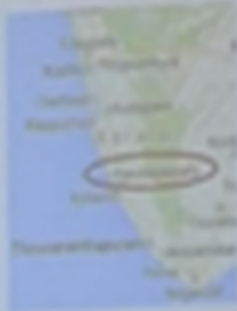
Congenital malformations detectable at birth

No Difference

J Community Genet 4: 21-31, 2013

 **Studies on cancer incidence in HLNRA Areas of Kerala**
An independent study by Regional Cancer Centre, Trivandrum
Supported by DAE-BRNS

- A sub-cohort of 69,958 residents (aged 30-84 y) of Karunagappally
- Number of cancer cases identified = 1,379,
including 30 cases of leukemia (by the end of 2005)
- **No excess cancer risk** from exposure to terrestrial gamma radiation
- **Excess relative risk of cancer (excluding leukemia) =**
- 0.13 per Gy (95% CI: 0.58, 0.46)
Not significantly related to high background radiation.
- In site-specific analysis, no cancer site significantly related to cumulative radiation dose.



Health Physics 96: 55-66 (2009)

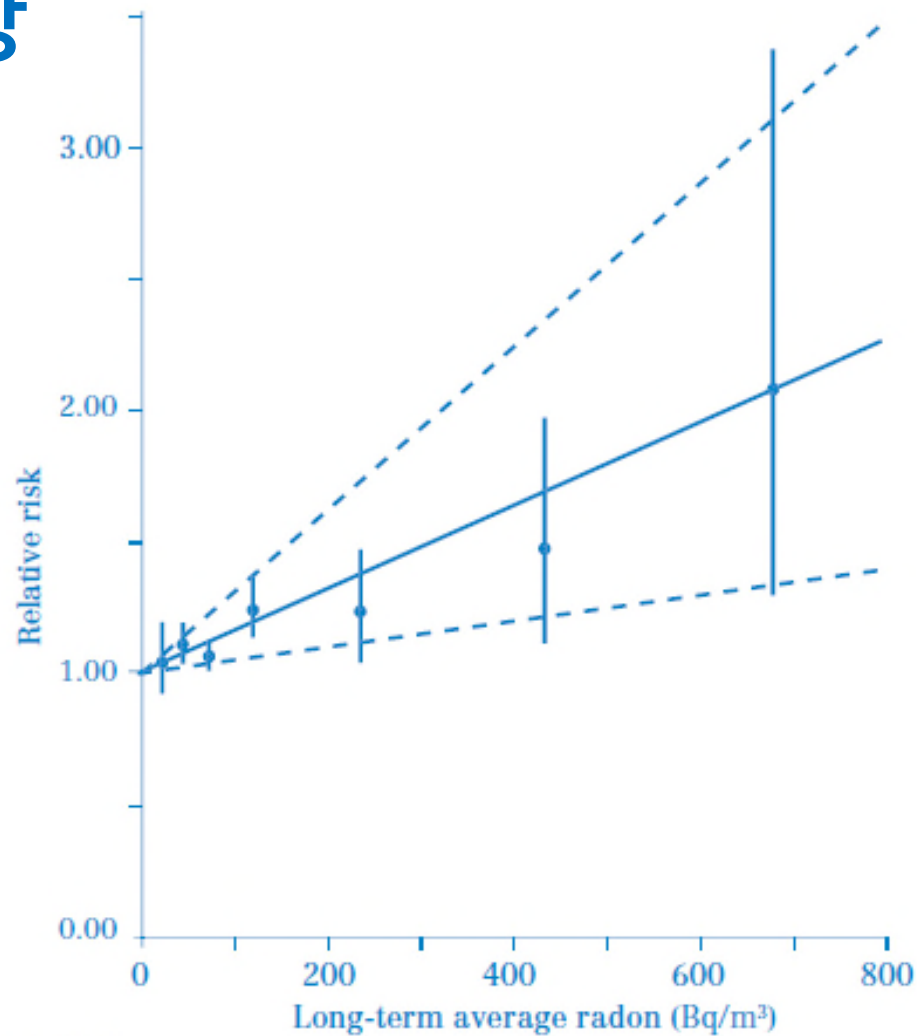
Studies on cancer incidence in HLNRA of Kerala

- An independent study by regional cancer centre, Trivandrum

No Difference

Health Physics 96: 55-66, 2009

라돈과 폐암사망

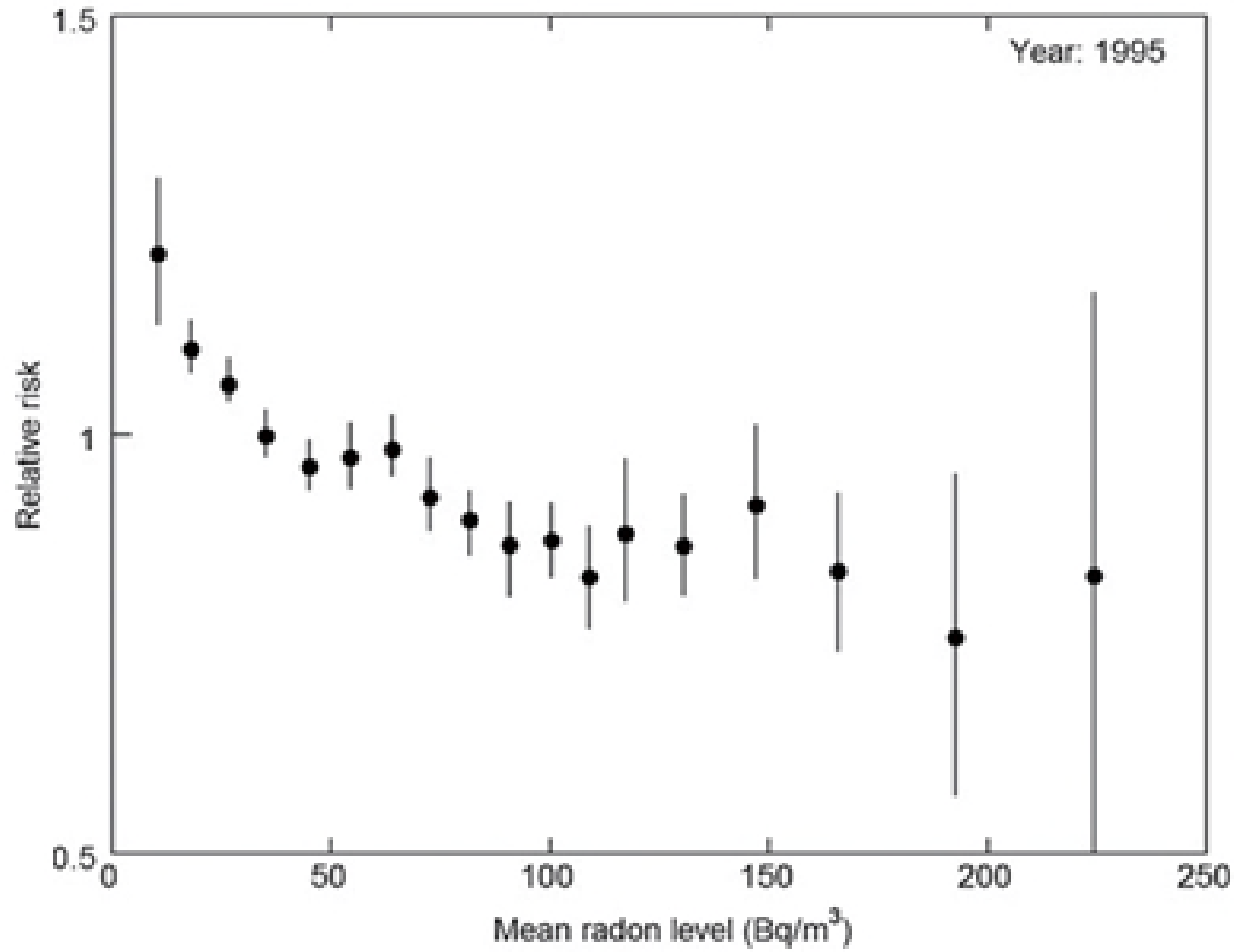


Source: Darby et al. 2005

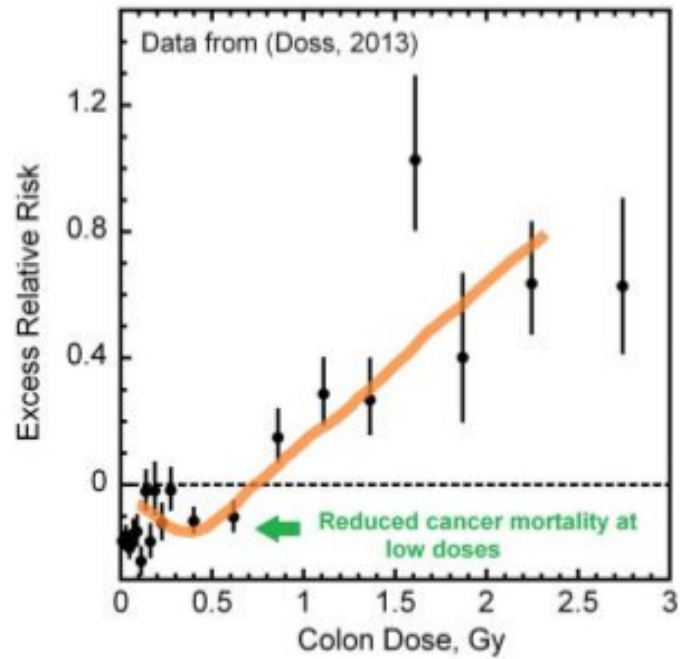
Relative risks and 95% confidence intervals are shown for categorical analyses and also best fitting straight line. Risks are relative to that at 0 Bq/m³.

Figure 1. Relative risk of lung cancer versus long-term average residential radon concentration in the European pooling study

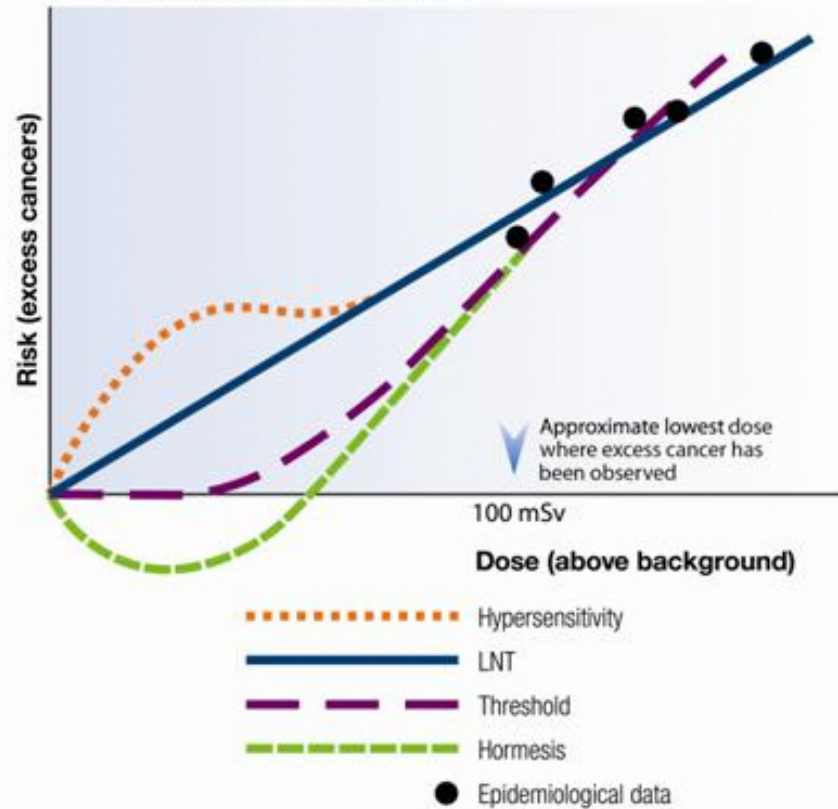
라돈과 폐암사망



Atomic Bomb Survivor Solid Cancer Mortality (Ozasa, 2012)
 Corrected for -20% assumed bias in baseline cancer mortality rate



Models for the Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation



의사선생님

일본 여행 가도 괜찮을까요?

Doctor-Patient Communication

Both doctor and patient have the same goal:

to battle together against disease,
to raise the quality of life.

Doctor-Public Communication

There are many goals.

It is not easy to share goals.

Social Trust usually follows SVS (salient value similarity).

Two components in constructing Social Trust:

Competence

ability, experience, qualification

Fairness in motivation

impartiality, integrity, honesty

There is a high demand for doctors to deal with unexperienced, uncertain, high risk situations, i.e. disasters.

Doctors have learned medical science, communication with pts, but NOT communication with public.

Fukushima triple disaster: earthquake, tsunami, NPP accidents

-> **Communication disaster**

Public wanted to know impartial, non-partisan,
wide-ranging information.

Professionals wanted to provide decisive action guidelines and
limited, absolute information.

Communication Gap

Professionals wanted one-way communication:

Convey knowledge from professionals to public
prefer information transmitter rather than interpreter

Public wanted two-way communication:

public: local knowledge
professionals: scientific knowledge

local interpreter: high school teachers, public health workers
specialist interpreter

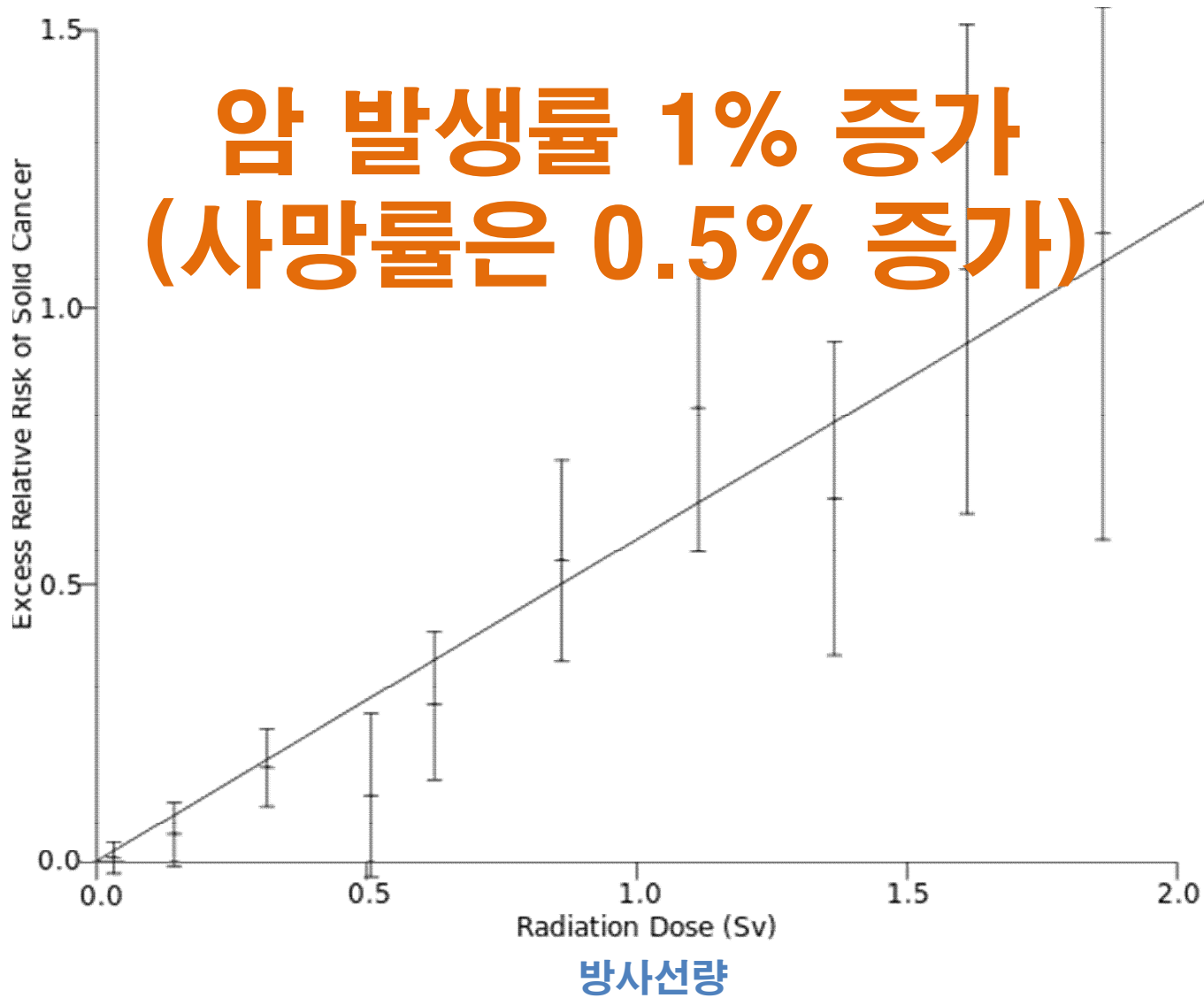
의사선생님

**방사선 무서운데
CT 꼭 찍어야 할까요?**

100 mSv 쯤이면

암 발생률 1% 증가
(사망률은 0.5% 증가)

추가 암
발생률



CT 검사 10 mSv

추가 암발생률 $10 \div 100 = 0.1\%$

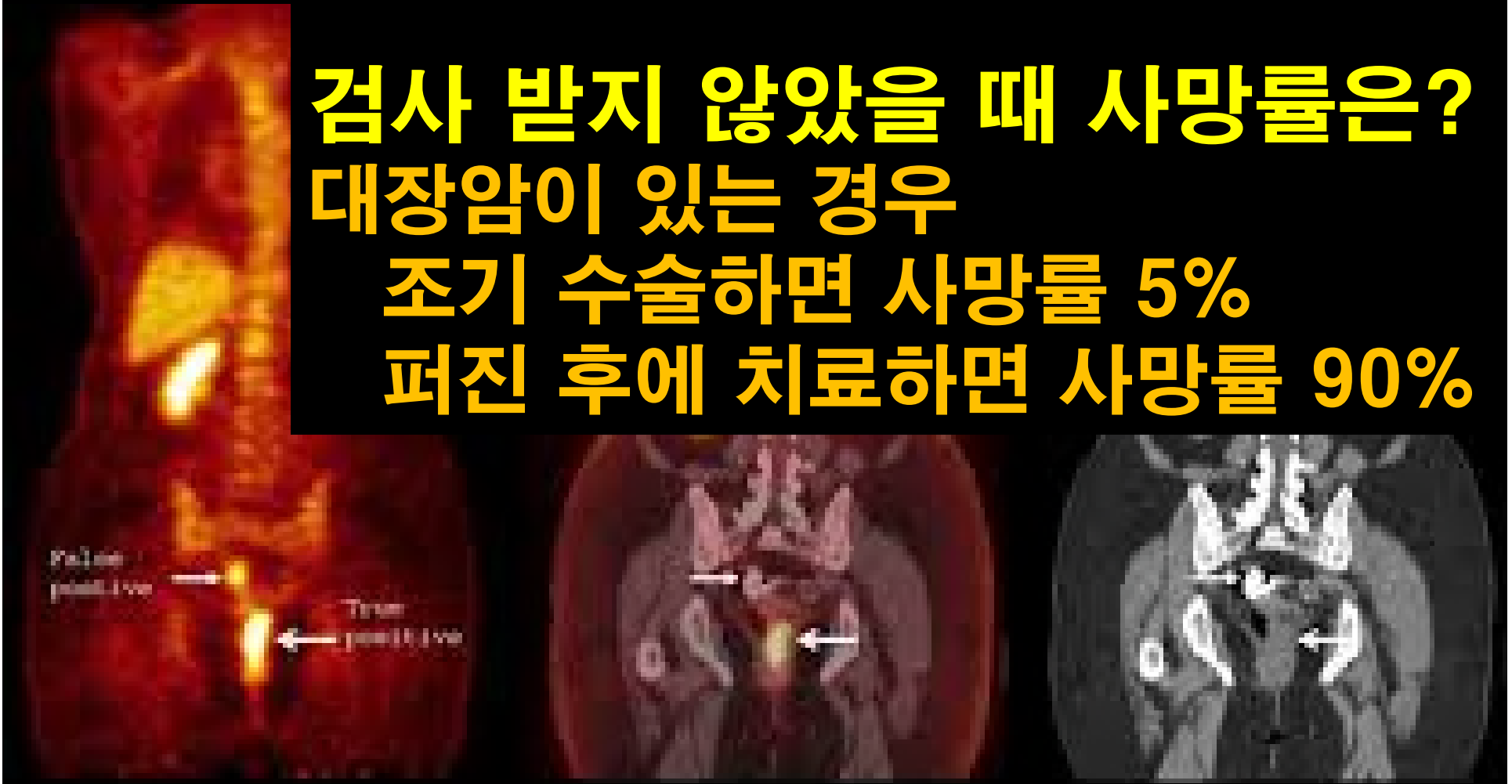
암 사망률은 그 절반 = 0.05%

검사 받지 않았을 때 사망률은?

대장암이 있는 경우

조기 수술하면 사망률 5%

퍼진 후에 치료하면 사망률 90%



방사선 걱정

**이로운가
해로운가**

방사선 우려의 사회적 비용

후쿠시마 원전 주변지역 중 연간 방사선피폭이 30 mSv를 초과하는 지역에서는 주민 모두에게 소개 명령이 내려짐.
준비 없는 이동 과정 중에 많은 중환자가 사망
임시주택에서 지내는 중에 우울증, 만성질환 악화 등으로 2,000 여명 사망

Vs.

그대로 높은 방사선을 계속 피폭 받으며 산다면
방사선 발암 등으로 7,000명까지 사망할 수 있다는 계산

방사선 우려의 사회적 비용

라돈 수치가 높은 주택에서 계속 살면 폐암 사망률 증가로 인한 사회적 비용 발생

Vs.

라돈 수치를 줄이기 위해서는 재건축 등으로 인한 사회적 비용 발생