



건양대학교병원  
KONYANG UNIV. HOSPITAL

Radiology

전산화단층촬영에서 인체의  
방사선 피폭선량 조사

Radiation Dose

유 세 종



# 목차

● 연구의 필요성과 배경

● 연구대상 및 방법

● 결과

● 결론 및 고찰



## 연구의 필요성

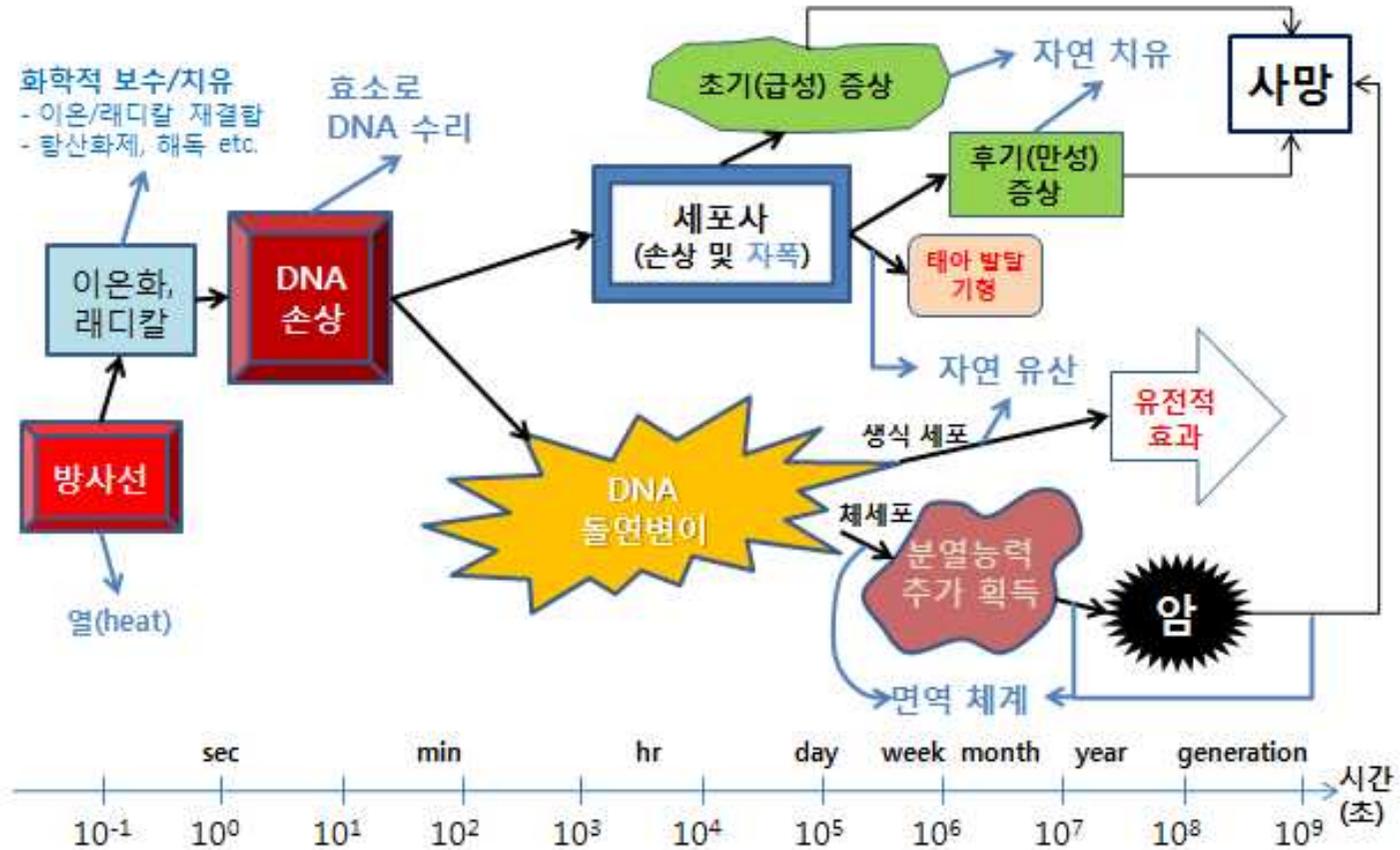
- ✓ MDCT → 움직임에 대한 아티팩트 → 감소 → 진단적 가치 증가 → 검사 건수 증가
- ✓ CT의 검사 청구 건수 증가 → 두부: 2.2배, 흉부 2.4배, 복부 1.9배 (2003, 2007년)
- ✓ 의료방사선 피폭 : CT 검사가 **영상의학과 전체 방사선 피폭의 67%** 차지 (1990년)
- ✓ 영상의 질관리에 대한 평가는 진행하고 있다.
- ✓ 방사선 피폭선량은 “의료에서 치료를 최우선”이기 때문에 논의가 이루어지지 않음.
- ✓ 기존 선량 측정 : 팬텀을 위주로 측정  
환자를 직접 측정할 수 있는 경우: 장비의 CTDI 값을 변환
- ✓ **실질적으로 환자가 받은 선량이 얼마를 받았는지를 측정할 수 없다.**

☞ CTDI: Computed Tomography Dose Index



# 방사선피폭 기전

✓ 방사선피폭 : DNA 손상 → 대부분 복구 → 복구 전 비정상 복제 → 돌연변이, 기형, 암



출처: <http://fischer.egloos.com/>



## 방사선피폭 기전

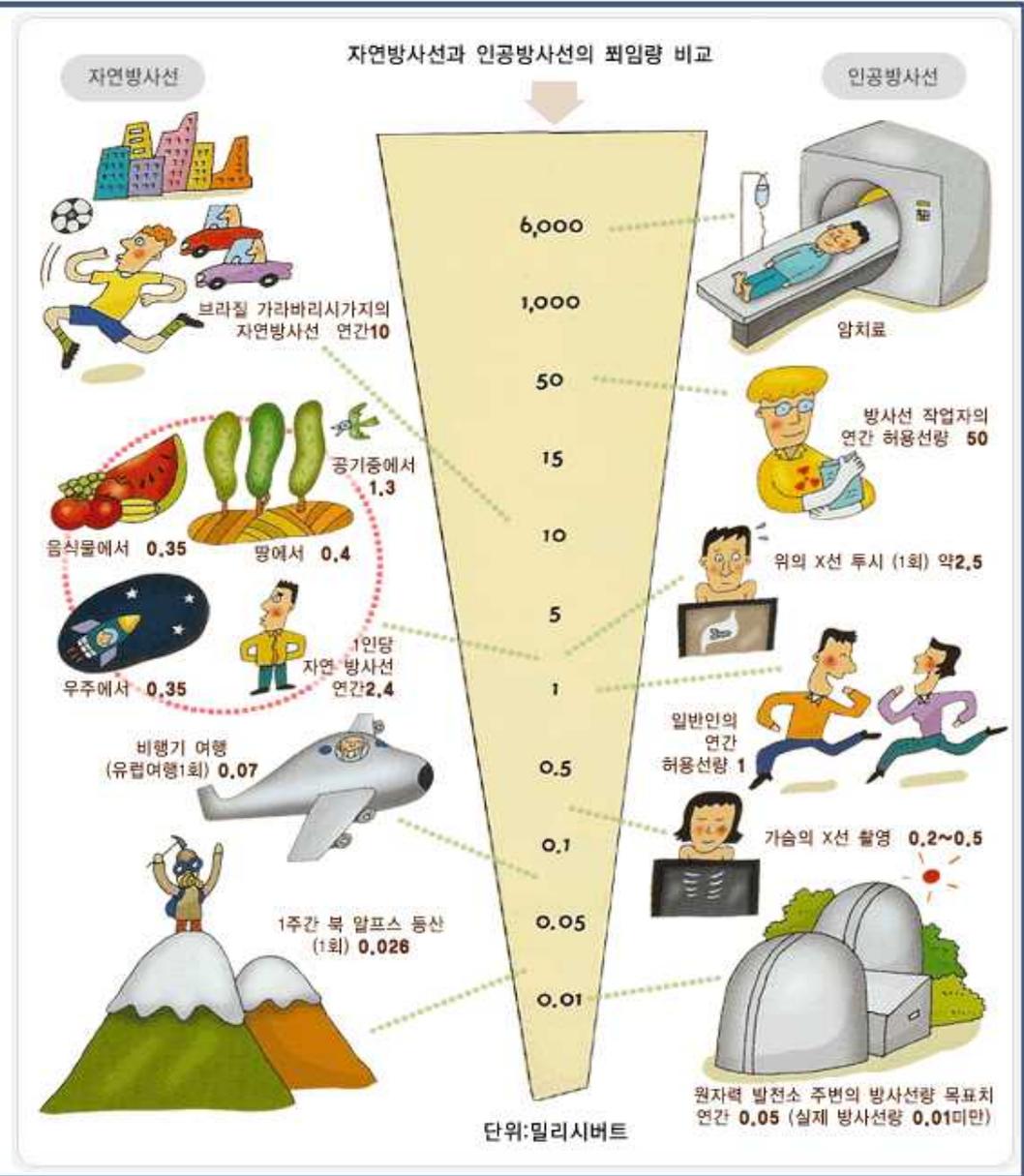
- ✓ 필연적인 인과관계가 아니며 **확률적인 우연성** → 문턱선량이 없다.
- ✓ 낮은 선량 : Hormesis 효과(생체의 면역기능 활성화, 암발생 억제, 노화억제 등)
- ✓ 역학조사 결과 : 마리퀴리 및 그의 딸(백혈병), 히로시마/나가사키, 체르노빌 등



# 방사선피폭 기전

✓ 방사선작업종사자 : 연 20mSv  
 최대 50mSv  
 5년 100mSv

✓ 일반인 : 연 1mSv





## 가설 설정

- ✓ CT의 **Channel(Detector)** 수가 증가할수록 선량이 증가된다.
  - ✓ CT의 **Scan Area**가 클수록(길수록) 선량이 증가된다.
  - ✓ CT의 **Channel(Detector)** 수가 같으면 **회사별로 선량**의 차이는 거의 없다.
- ☞ DLP값을 이용한 방사선 피폭선량 분포도 확인.



## 조사 대상

- ✓ 대전 지역 2개 대학병원을 대상
- ✓ 2013년 7월 1일 ~ 7월 31일 (복부 CT 비교)  
2014년 3월 1일 ~ 12월 31일 (피폭선량 분포도)
- ✓ 19세 성인 남녀 (IRB: KYUH 2014-04-008)
- ✓ 복부 CT: 1,038, 피폭선량 분포도: 22,487명 (추가검사 등 제외)

☞ CTDI: Computed Tomography Dose Index



# 조사 방법

- ✓ 식약처에서 배포한 선량 관리프로그램(K-dose, ALARA CT)
- ✓ Sex, Total CTDI, Total DLP 기준, Total mAs, Sacan Area 기준
- ✓ CT 장비 Channel(Detector) 수에 따라 변화 여부



ALARA CT Program



K-dose Program



## 실험 장비 및 자료 분석

- ✓ S사의 128 Dual Channel(Detector) CT, 64 Single Channel(Detector) CT 각 1대
- ✓ T사의 64 Single Channel(Detector) CT 1대
- ✓ Total CTDI, Total DLP : t-test
- ✓ CT 모델 별: ANOVA 검정, 상관분석
- ✓ SPSS WIN 18.0v

☞ CTDI: Computed Tomography Dose Index



# 대상자의 일반적 특성 - 복부 CT

	Male	Female	Total
<b>Hospital</b>			
C	118(22.6)	129(24.9)	247(23.8)
K	402(77.4)	389(75.1)	791(76.2)
<b>Age</b>			
≤19	54(10.4)	24(6.6)	88(8.5)
20~29	27(5.2)	46(8.9)	73(7.0)
30 ~ 39	44(8.4)	49(9.5)	83(9.0)
40 ~ 49	78(15.0)	79(15.3)	157(15.1)
50 ~ 59	110(21.3)	106(20.5)	216(20.9)
60 ~ 69	99(19.0)	79(15.3)	178(17.1)
70≤	108(20.7)	125(24.1)	233(22.4)
<b>Manufacture</b>			
A	277(53.4)	284(54.8)	561(54.1)
B	243(46.6)	234(45.2)	477(45.9)
<b>Channel</b>			
64	360(69.3)	363(70.1)	723(69.7)
128	160(30.7)	155(29.9)	315(30.3)
<b>Model</b>			
A(64)	242(46.6)	234(45.2)	476(45.9)
B(64)	118(22.6)	129(24.9)	247(23.8)
C(128)	160(30.7)	155(29.9)	315(30.3)
<b>Total</b>	<b>520(50.1)</b>	<b>518(49.9)</b>	<b>1038(100.0)</b>

Unit: N(%)



## 성별에 따른 선량 분석 - 복부 CT

Factor**	Male	Female	p-value*
	(n=521)	(n=517)	
Dose(mSv)	<b>21.8±14.7</b>	18.8±9.3	0.000
Scan Area(mm)	486.4±49.7	472.1±39.5	0.000
Total DLP(mGy/cm)	1283.7±866.1	1065.7±548.1	0.000
Total CTDIvol(mGy)	33.6±39.8	27.4±26.7	0.003
Total mAs	5414.3±2195.4	4869.1±1650.3	0.000

\* By Independent Samples t-test



# CT 검출기 특성 대한 분석 - 복부 CT

Factor	64ch	128ch	p-value*
	(n=723)	(n=315)	
Dose(mSv)	<b>23.9±12.9</b>	10.8±2.7	0.000
Scan Area(mm)	476.1±48.8	486.5±35.8	0.000
Total DLP(mGy/cm)	1411.3±759.9	633.1±156.1	0.000
Total CTDIvol(mGy)	38.4±38.1	12.4±2.6	0.000
Total mAs	5507.9±2169.9	4304.6±929.6	0.000

\* By Independent Samples t-test

☞ Unit: Mean ± SD

☞ Sv = Gy \* 방사선 가중치

☞ DLP: Dose Length Product

☞ CTDI: Computed Tomography Dose Index



# CT 제조사에 따른 선량 분석 - 복부 CT

Factor	A	B	p-value*
	(n=477)	(n=561)	
Dose(mSv)	13.0±4.6	 28.2±13.8	0.000
Scan Area(mm)	464.7±46.8	496.5±37.1	0.000
Total DLP(mGy/cm)	766.3±269.8	1655.9±810.4	0.000
Total CTDIvol(mGy)	22.2±42.0	40.3±16.4	0.000
Total mAs	5308.3±1893.6	4948.1±2022.6	0.003

\* By Independent Samples t-test

 Unit: Mean ± SD



# CT 장비 모델 별 선량 분석 - 복부 CT

Factor	CT Model*			p-value**
	A(n=477)	B(n=246)	C(n=315)	
Dose(mSv)	28.2±13.8	15.9±4.9	10.8±2.6	0.000
Scan Area(mm)	496.5±37.1	436.7±44.3	486.5±35.8	0.000
Total DLP(mGy/cm)	1655.8±810.4	936.9±288.2	633.1±156.1	0.000
Total CTDIvol(mGy)	40.3±16.4	34.8±61.2	12.4±2.6	0.000
Total mAs	4948.1±2022.6	6593.3±2033.3	5142.7±1961.2	0.000
T <sup>†</sup>	a	b	c	

\* The Channels of each Model is A(64ch), B(64ch), C(128ch).

\*\* Statistical significances were tested by Oneway analysis of variances among groups

† The same letters indicate non-significant difference between groups based on Tukey's multiple comparison test

☞ Unit: Mean ± SD



# CT 장비 모델 별 피폭선량과 관련인자들과의 상관분석

Model†	Factor	Dose(mSv)	T.CTDIvol(mGy)	T.DLP(mGy/cm)	T.mAs	Scan Area(mm)
A	Dose	1	0.920*	1.000*	0.993*	0.641*
	T.CTDI	*	1	0.920*	0.928*	0.544*
	T.DLP	*	*	1	0.993*	0.641*
	T.mAs	*	*	*	1	0.644*
B	Dose	1	-0.003	0.378*	0.346*	0.252*
	T.CTDI	*	1	0.103	0.097	0.126**
	T.DLP	*	*	1	0.919*	0.636*
	T.mAs	*	*	*	1	0.548*
C	Dose	1	0.970*	1.000*	0.871*	0.467*
	T.CTDI	*	1	0.970*	0.851*	0.287*
	T.DLP	*	*	1	0.871*	0.467*
	T.mAs	*	*	*	1	0.441*

\* p<0.01 By Pearson's correlation analysis Level(both) to the note.  
 \*\* p<0.05 By Pearson's correlation analysis Level(both) to the note.  
 † The Channels of each Model is A(64ch), B(64ch), C(128ch).



# CT 장비 모델 별 피폭선량과 관련인자들과의 상관분석

Model†	Factor	Dose(mSv)	T.CTDIvol(mGy)	T.DLP(mGy/cm)	T.mAs	Scan Area(mm)
A	Dose	1	<b>0.920*</b>	<b>1.000*</b>	<b>0.993*</b>	<b>0.641*</b>
	T.CTDI	*	1	0.920*	0.928*	0.544*
	T.DLP	*	*	1	0.993*	0.641*
	T.mAs	*	*	*	1	0.644*
B	Dose	1	-0.003	<b>0.378*</b>	<b>0.346*</b>	<b>0.252*</b>
	T.CTDI	*	1	0.103	0.097	0.126**
	T.DLP	*	*	1	0.919*	0.636*
	T.mAs	*	*	*	1	0.548*
C	Dose	1	<b>0.970*</b>	<b>1.000*</b>	<b>0.871*</b>	<b>0.467*</b>
	T.CTDI	*	1	0.970*	0.851*	0.287*
	T.DLP	*	*	1	0.871*	0.467*
	T.mAs	*	*	*	1	0.441*

\* p<0.01 By Pearson's correlation analysis Level(both) to the note.  
 \*\* p<0.05 By Pearson's correlation analysis Level(both) to the note.  
 † The Channels of each Model is A(64ch), B(64ch), C(128ch).



## CT 검사 시 인체가 받는 방사선 피폭선량 평균치

- ✓ 평균 방사선 피폭선량 =  $10.92(\pm 10.98)$ mSv
- ✓ 복부(N=8,004) =  $18.12(\pm 12.04)$ mSv
- ✓ 두부(N=5,452) =  $2.38(\pm 0.69)$ mSv
- ✓ 흉부(N=5,234) =  $9.76(\pm 10.22)$ mSv
- ✓ 안면부(N=1,163) =  $14.02(\pm 4.10)$ mSv
- ✓ 고선량 피폭: 복부 > 골반 > 안면부 > 하지
- ✓ 저선량 피폭: 심장 > 안구 > 저선량 흉부



## 고찰

- ✓ **남자(21.8(±14.7)mSv) > 여자18.8(±9.3)mSv (1.15배)**
- ✓ **64ch(23.9(±12.9)mSv) > 128ch(10.8(±2.7)mSv) (약 2.6배)**
- ✓ **64ch(476.1(±48.8)mm) < 128ch(486(±35.8)mm)**
- ✓ **같은 제조사의 64ch과 128ch 비교**  
**64ch (15.9(±4.9)mSv) > 128ch(10.8(±2.6)mSv) (약 1.47배)**
- ✓ **같은 64ch의 제조사 별 비교**  
**A사 (28.2(±13.8)mSv) > B사 (15.9(±4.9)mSv) (약 1.47배)**



## 제한점

- ✓ 복부의 체적과 BMI에 따른 선량 차이 적용
- ✓ 연령 대에 따른 성별의 차이 분석(BMD 차이)
- ✓ 제조사의 다변화 적용
- ✓ 검사자에 따른 검사 Protocol 차이 적용



## 결론



# Radiation

- CT Channel(Detector) 수가 증가할수록 피폭선량은 감소한다.(제조회사가 같더라도)
- 같은 Channel(Detector) 이라도 제조회사와 Reconstruction 등의 **기술력의 차이** 로 환자의 피폭선량은 달라질 수 있다.
- CT 1회 검사 시 피폭선량 : 10.92mSv  
복부 > 골반 > 안면부 > 하지  
심장 > 안구 > 저선량 흉부
- 환자의 실질적인 피폭선량을 연구한 것에 큰 의의를 두며, 피폭선량을 줄이기 위해서 제조회사 뿐만 아니라 검사자의 노력도 필요할 것으로 사료된다.

**감사합니다.**