

치과 전공의를 위한 방사선 안전 교육



대한영상치의학회



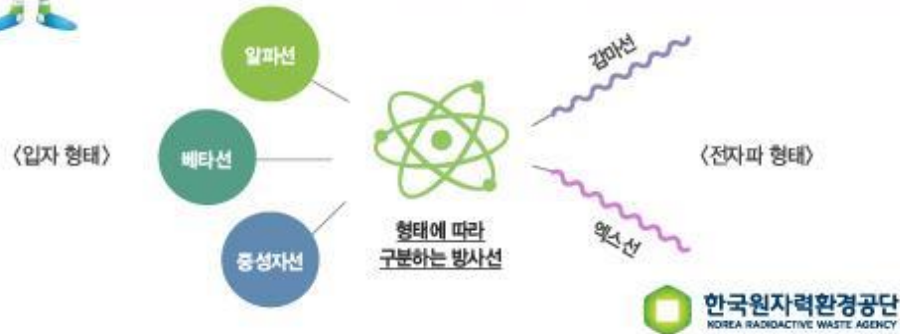
내용

- 1) 방사선이란 무엇인가?
- 2) 방사선 측정단위
- 3) 의료 방사선에 의한 피해 사례
- 4) 의료 방사선 피폭 실태
- 5) 방사선이 인체에 미치는 영향
- 6) 임신과 방사선
- 7) 방사선 검사를 위한 원칙
 - 7.1) 정당화
 - 7.2) 최적화
 - ALARA
 - 진단참고수준(DRL)
 - 7.3) 선량한도
- 8) 방사선관계 종사자 선량 저감화

1. 방사선(Radiation)이란 무엇인가?

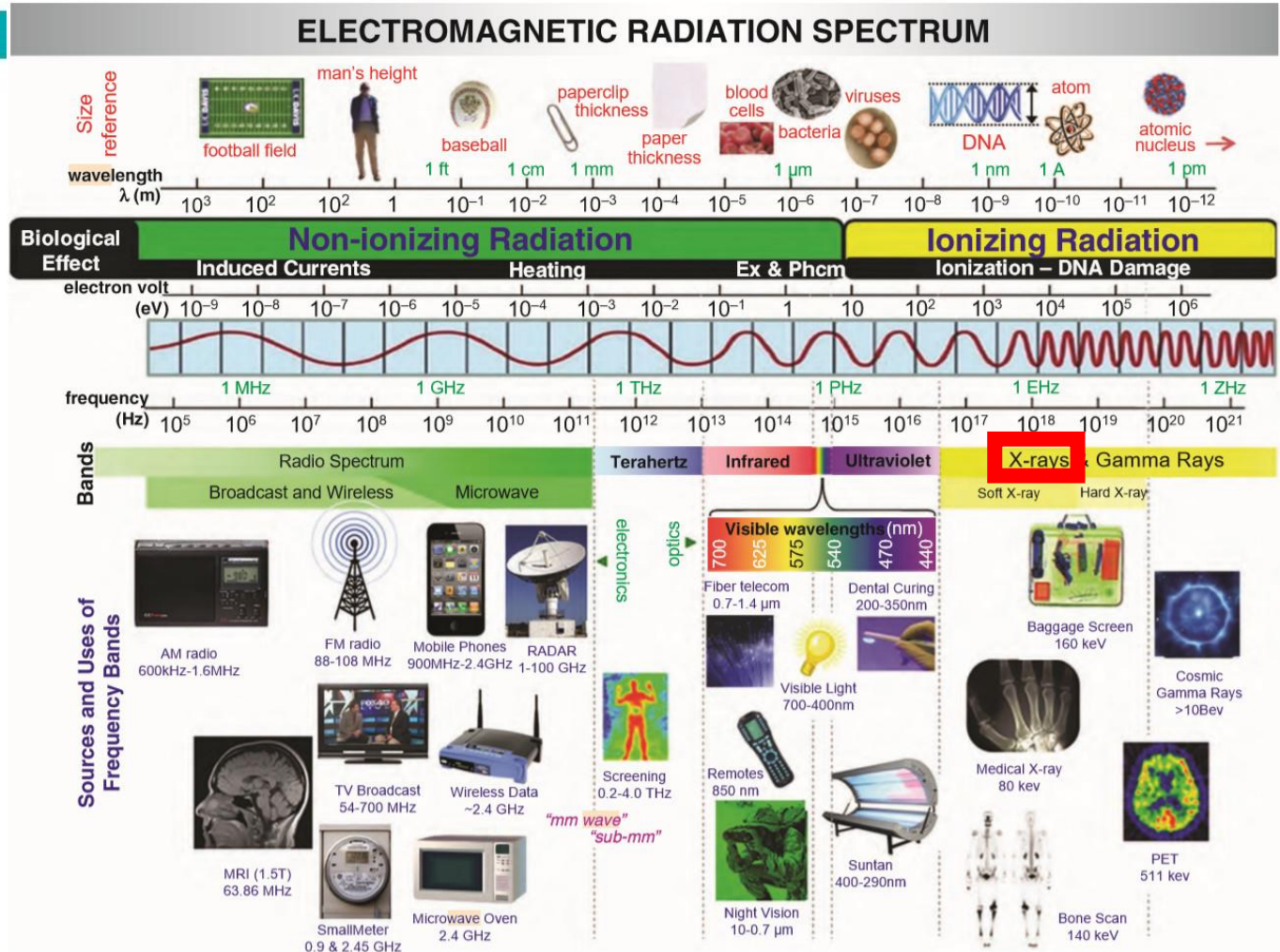


코라와 함께 알아보는 방사선의 종류



전리 (Ionization, 이온화)

입사 방사선이 원자의 궤도전자에
전자의 결합에너지보다 큰 에너지를
부여함으로써 원자로부터 전자를
제거하는 현상



1. 방사선(Radiation)이란 무엇인가?

방사선이란

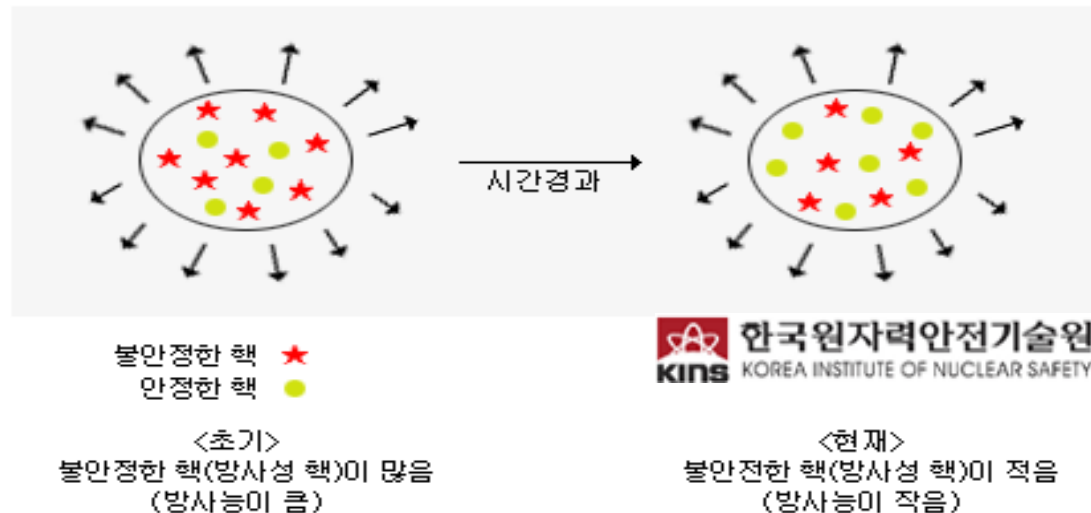
- 입자 또는 파동이 매질 또는 공간을 전파하는 과정으로서 에너지의 흐름
- 높은 에너지의 불안정한 물질이 안정한 상태가 되기 위해 방출하는 에너지의 흐름
- 과도한 에너지를 가진 원자가 잉여 에너지를 방출하면서 나오는 에너지의 흐름

의료 방사선이란

- 건강에 유익한 목적을 위하여 전리방사선을 의료 분야에서 이용하는 것으로, 진단, 치료, 건강검진 등에서 사용되는 방사선

방사능(Radioactivity)

- 방사성 물질이 방사선을 내는 능력
 - 방사성 물질: 방사선을 낼 수 있는 능력을 가진 특정한 물질
 - 예) 코발트,우라늄
- 불안정한 원자핵이 전자나 헬륨원자핵 등의 입자선 혹은 감마선 등을 끊임없이 방출하여 보다 안정된 원소가 되려는 성질



방사선원-방사선을 방출하는 물체

- 방사성 물질

- 방사성 핵종을 일정 수준 이상 함유한 물질
- 자발적, 지속적 방사선 방출

- 방사선 발생 장치

- 다른 형태의 에너지(예:전기)를 인공적으로 방사선에너지로 변환 방출(예: X-ray 발생 장치)

방사선, 방사능, 방사성 물질

- 방사선: 발생한 곳에서 모든 방향으로 즉 방사형으로 퍼져나가는 입자 또는 파동
- 방사능: 방사선을 내뿜는 능력
- 방사성 물질: 방사능을 지닌 물질
 - 지속적으로 방사선을 방출하며 전신 피폭을 일으키므로 인체에 영향이 매우 큼.
따라서 주의를 요함 예) 원자로 등에서 누출되는 방사능.
 - 비교) 의료용 방사선은 최대 관전압 60-140kVp인 저준위 방사선이며,
피폭이 특정 시간 및 특정 부위에만 발생 되어 인체에 영향이 적음.

방사선 피폭

- 물체가 방사선에너지를 흡수하는 것



- 외부 피폭



- 내부 피폭

방사선 종류

- 전리(이온화) 방사선
 - 입자 : 알파선, 베타선, 중성자선
 - 전자기파 : γ (감마선), X(엑스선)
- 비전리 방사선
 - 자외선, 가시광선, 적외선, 마이크로파, 라디오파 등

방사선 종류

- 전리 (이온화) 방사선 : 물질을 통과할 때 직접 또는 간접적으로 그 물질의 원자를 전리 시키는 능력을 가진 방사선

➤ 직접 전리 방사선

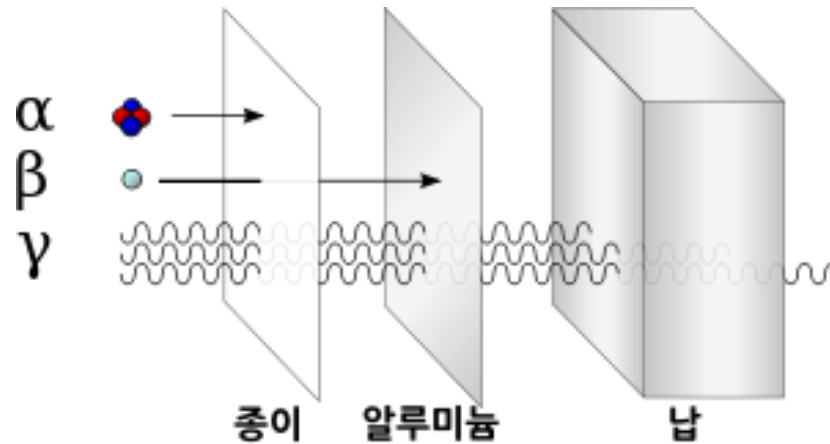
- 전하를 띠고 있어 물질을 통과할 때 그 물질의 원자를 직접 전리 시킴
- α 선, β 선, 양성자선 등

➤ 간접 전리 방사선

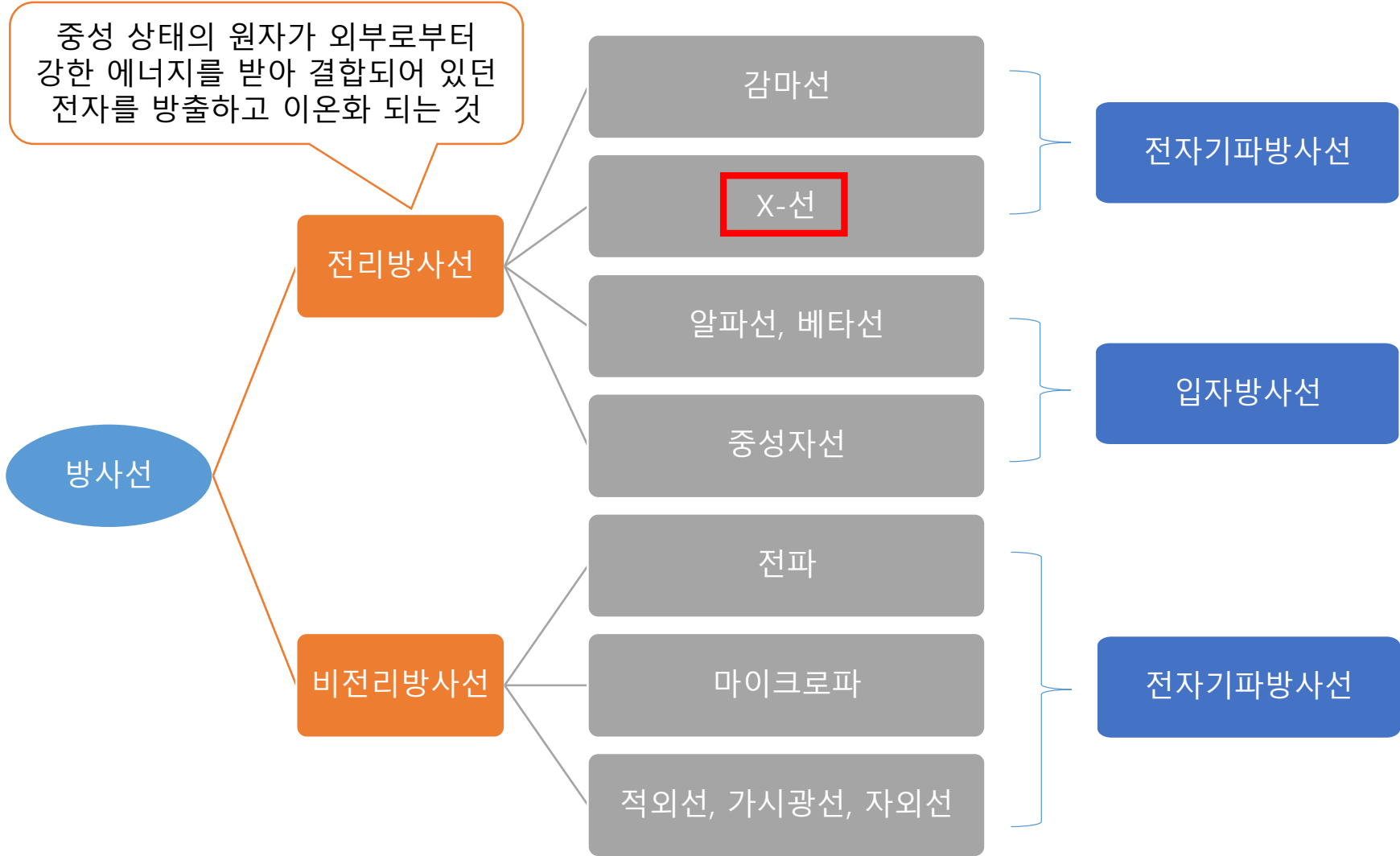
- 그 자체의 전리 능력은 없으나 물질과의 상호 작용 결과, 2차적으로 생성된 고속 전자에 의해서 전리 능력을 갖게 됨.
- X선, γ 선, 중성자선 등

전리 방사선 종류

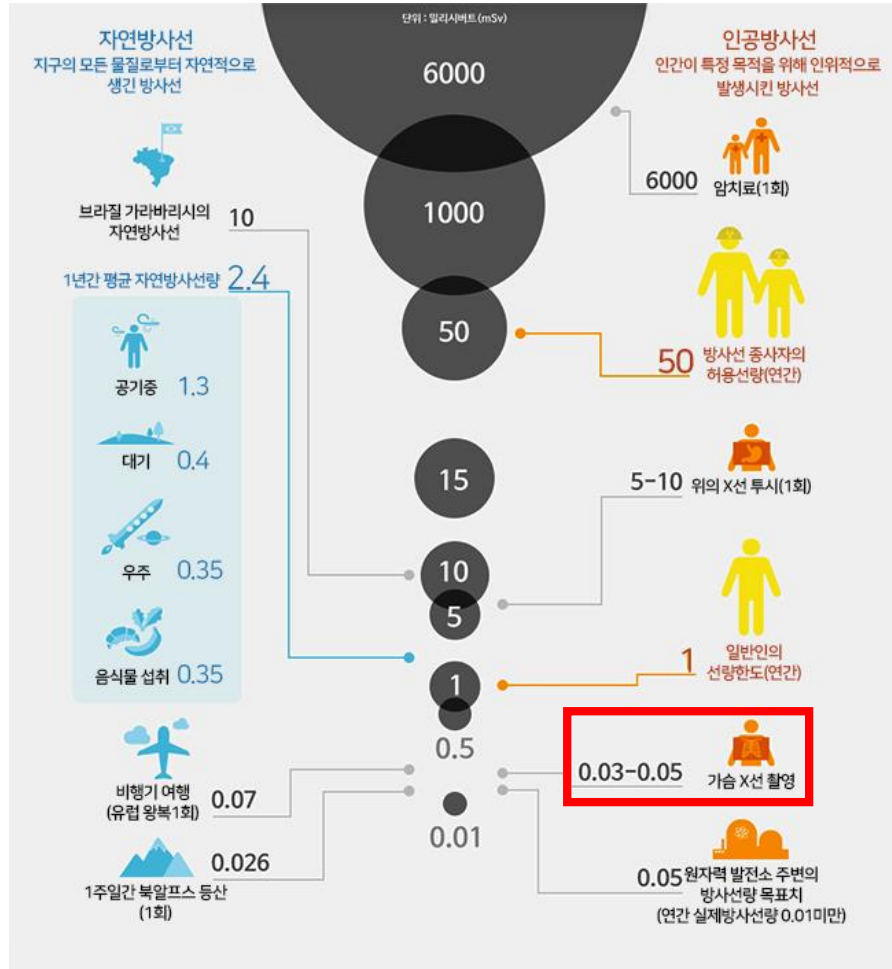
방사선	형태	전하	전리작용	투과력	상대적인 전리능력	차폐물질
알파선	입자	+2	대	소	10000	종이, 피부, 옷
베타선	입자	-1	중	중	100	플라스틱, 유리, 경금속
X-선/감마선	전자파	0	소	대	1	중금속, 납, 콘크리트, 지각



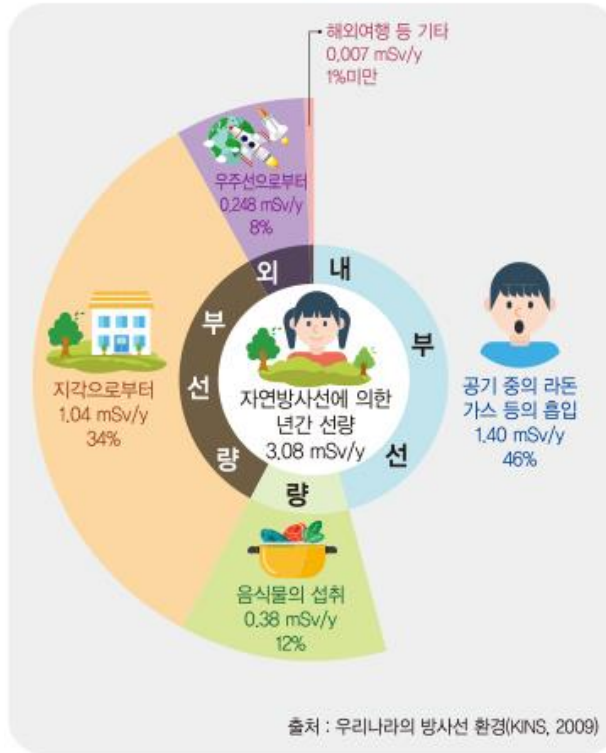
방사선의 종류



자연 방사선 vs 인공방사선



대한민국 국민 1인당 연평균 자연방사선 피폭선량



신체 내부의 방사성물질의 양 (체중 60kg인 경우)

칼륨40	K-40	4000
탄소14	C-14	2500
루비듐87	Rb-87	500
납, 폴로늄210	Pb, Po-210	20
(세슘137)	Cs-137	20~60

식품 중 칼륨40(K-40)의 방사능 (단위: Bq/kg)

쌀	30	분 유	200	녹차류	600
식 빵	30	시금치	200	감자칩	400
쇠고기	100	버섯류	700	청 주	1
생 선	100	곰 피	2000	맥 주	10
우 유	50	생미역	200	와 인	30

2. 방사선 측정단위

조사선량 (Exposure dose)

흡수선량 (Absorbed dose)

등가선량 (Equivalent dose)

유효선량 (Effective dose)

조사선량 (Exposure dose, X)

- 표준 단위: Coulomb/kg (C/kg), 구 단위: Roentgen (R)
- 정의: 단위 부피의 공기를 전리 시킬 수 있는 방사선의 양
- 식: 표준온도압력(0 °C, 1 기압)하에서, 1 cc의 공기 중에 1 esu (2.08×10^9 개의 이온쌍)을 형성할 수 있는 방사선의 양

$$1 \text{ R} = 1 \text{ esu/cc}$$

...

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

흡수선량 (Absorbed dose, D)

- 표준 단위: J/kg (Gy[Gray,그레이]), 구 단위: rad
- 정의: 방사선이 물질의 단위 질량에 부여한 에너지

(물질에 의해 방사선 에너지가 얼마나 쉽게 흡수 될 수 있는가를 나타내는 양)

- 식: 흡수체 kg 당 흡수된 에너지

$$D = E/m \text{ (D: 흡수선량, E: 흡수 에너지, m: 물질의 질량)}$$

- $1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/g} = 0.01 \text{ J/kg} = 0.01 \text{ Gy}$

등가선량 (Equivalent dose, H)

- 표준 단위: Sv [Sievert, 시버트], 구 단위: rem
- 정의: 1 rem 이란, 1 R의 X 선이나 감마선의 흡수에 의해 인체에 나타나는 생물학적 효과와 같은 효과를 나타낼 수 있는 전리방사선의 조사량
 - 인체 내에서의 방사선의 영향을 나타내기 위함.
 - 방사선의 종류에 따라 인체에 미치는 영향이 다르므로 방사선가중치를 고려해야함.
- 1 Sv = 100 rem
- 식: 등가선량 (H) = Σ 방사선가중계수 (WR) x 흡수선량 (D)

$$H = \Sigma WR \times D$$

유효선량 (Effective Dose, E)

- 표준 단위: Sv [Sievert,시버트], 구 단위: rem
- 정의: 등가선량을 전신에 미치는 영향으로 환산하여 실용화한 양
 - 방사선의 인체에 대한 영향은 신체의 어느 부위에 방사선을 받았는가에 따라 다름
 - 신체를 부위별로 나누어 각 부위에 받은 등가선량에 조직가중계수를 곱한 것을 모두 합하여 얻음
- 식: 유효선량 (E) = $\sum$ 조직가중계수 (WT) x 등가선량 (H)

$$E = \sum WT \times H$$

3. 방사능 및 방사선에 의한 피해 사례



대한영상치의학회



의료 방사선 사고

1) 미국 인디애나시 과피폭 사고 (1992)

:항문암이 걸린 82세의 여성에게 이리듐 선원을 이용한 치료 중 발생한 사고. 회음부에 삽입한 카테터를 항문부 종양에 1회당 6 Gy(총 3회) 조사하도록 되었는데, 카테터의 안에서 선원이 깨어졌다. 경보음을 발생했으나 이를 무시하고 체내에 선원을 넣은 채로 요양소에 돌아온 환자는 카테터를 제거하여 폐기할 때까지 총 92.7시간 피폭되었다. 주된 정상조직의 선량계산 결과 직장에만 7,770 Gy가 피폭 되었고, 사망 후 부검 결과 직장, 항문, 대장, 소장에서 괴사 부종과 골수 부전이 발견.

의료 방사선 사고

2) 코스타리카 의료방사선 사고 (1996)

코스타리카의 한 병원에서 코발트를 이용한 방사선 치료시 70% 이상의 과도한 선량이 환자에게 조사 된 사고.

교체한 선원의 흡수 선량률을 잘못 계산하여 발생하였다. 사고 조사 결과, 문서화된 교정(Calibration) 절차가 없었고 품질보증(QA) 요원(Physicist)이 없었으며, 외부의 감사 의견도 없었다. 사고 발생 9개월이 지난 후 치료를 받은 환자 중 모두 42명의 환자가 사망하였는데 이중 과다한 선량의 조사가 직접적인 원인이 되어 사망한 사람은 3명이며, 피폭이 주요한 원인이 되어 사망한 사람은 4명이었다.

4. 의료 방사선 피폭 실태

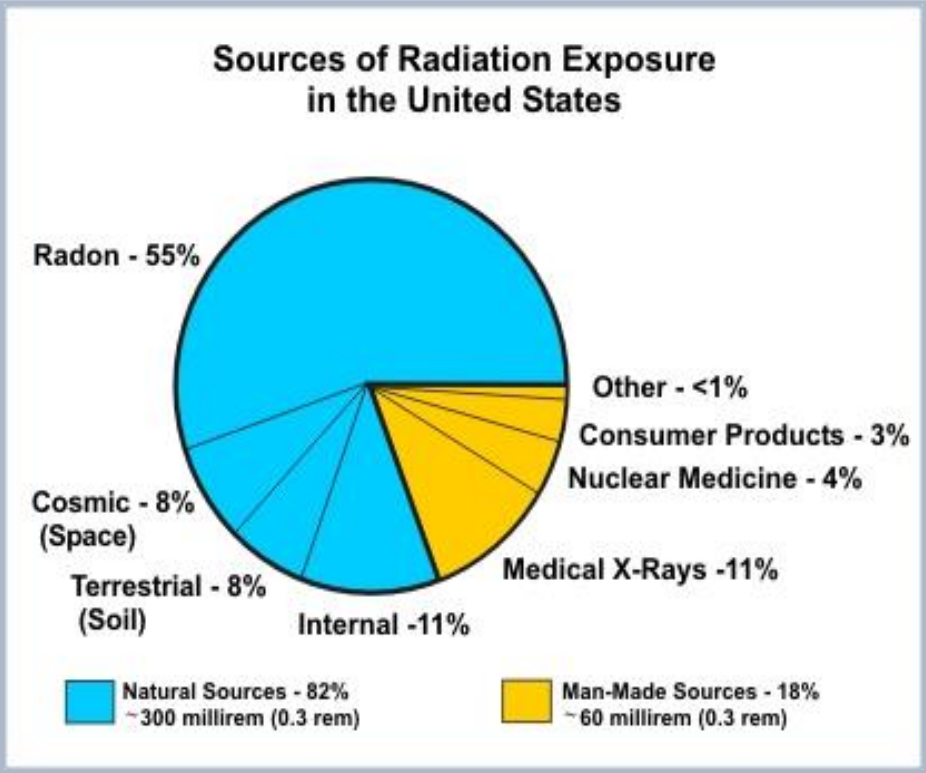


대한영상치의학회



대한방사선방호학회

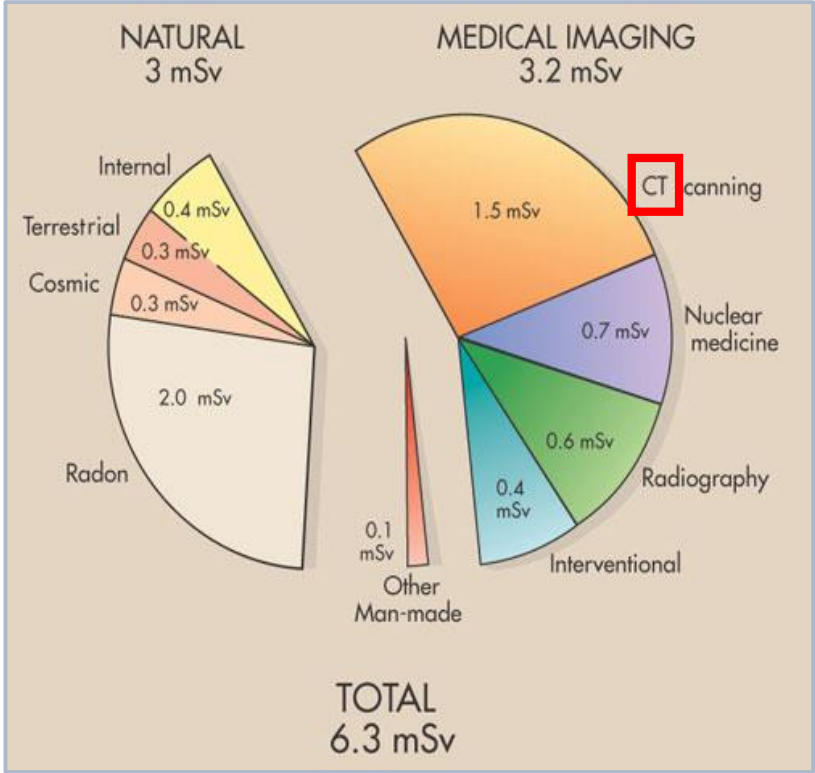
의료방사선 피폭의 증가



UNSCEAR 2000

자연 방사선: 2.4 mSv

의료 방사선: 0.4 mSv



NCRP 160 (2009)

자연 방사선: 3.0 mSv

의료 방사선: 3.2 mSv

국내 치과 의료방사선의 증가

장비명칭별(1)	장비명칭별(2)	2012 2/4		2013 2/4		2014 2/4		2015 2/4		2016 2/4		2017 2/4		2018 2/4		2019 2/4	
		치과병원	치과의원	치과병원	치과의원	치과병원	치과의원	치과병원	치과의원	치과병원	치과의원	치과병원	치과의원	치과병원	치과의원	치과병원	치과의원
영상진단·방사선 치료 행위	소계	1,102	36,036	1,169	37,757	1,194	39,504	1,237	41,327	1,337	42,273	1,517	44,511	1,524	45,936	1,539	47,248
	치과용방사선촬영장치	581	17,135	599	17,548	592	17,956	611	18,339	657	18,294	748	19,329	756	19,867	763	20,298
	치과방사선파노라마장치	215	11,725	228	11,607	223	11,500	214	10,763	211	9,730	227	8,898	214	7,887	203	6,870
	전산화단층촬영장치	4	0	4	0	4	0	5	0	5	0	5	0	4	0	4	0
	콘 빔(Cone beam) CT	171	2,670	179	3,356	191	4,061	205	5,343	236	6,659	276	8,114	289	9,505	308	10,848

일반적인 환자 방사선 촬영	마이크로시버트(μ Sv)
구내 엑스레이 촬영	4~7
파노라마	17~26
CBCT	12~120
상악 및 하악을 기존 CT로 촬영	2100



대한영상치의학회



질병관리청

5. 방사선이 인체에 미치는 영향

결정적 영향 vs 확률적 영향

신체적 영향 vs 유전적 영향



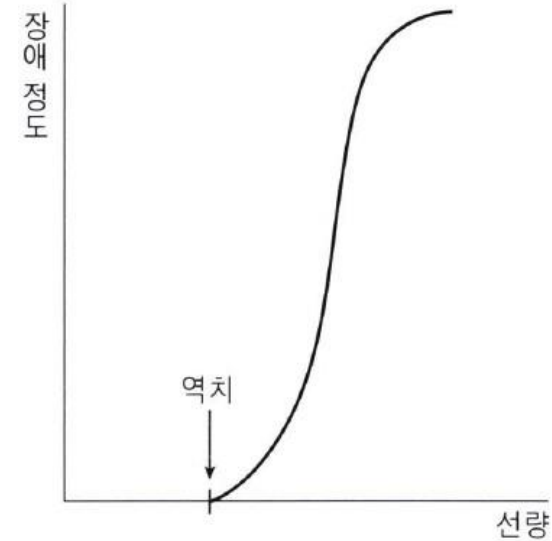
대한방사선종양학회



대한방사선종양학회

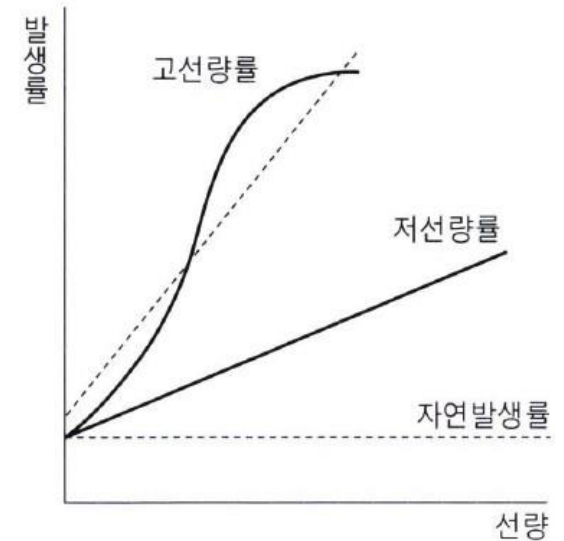
결정적 영향 (deterministic effect)

- 피폭이 세포에 직접 영향을 주어 효과가 나타나는 경우
- 역치가 있고 그 이하에서는 가시적 변화 없음
- 역치를 넘어 피폭시 손상의 정도가 증가
- 예) 구강점막염, 백내장, 탈모, 피부 홍반, 불임 등
- 방어 목표: 역치 아래까지 선량 제한



확률적 영향 (stochastic effect)

- 방사선이 세포의 돌연변이를 일으킨 후 암을 발생시키거나 유전적 영향을 미칠 때 확률적 우연성이 따르게 된다는 효과
- 역치가 없으며, 선량의 증가에 따라 영향의 발생률은 증가한다.
- 발생한 영향의 중등도는 선량에 의존하지 않는다.
- 예) 암, 돌연변이, 유전적 장애, 백혈병
- 방어 목표: 방사선피폭을 엄격히 제한



신체적 영향 (somatic effect)

- 신체적 영향 : 피폭자 본인에게 나타나는 영향

1) 급성 영향: 수 주 이내

조혈 조직 손상, 소화기 손상, 불임

2) 만성 영향: 수 개월 이후

악성 종양 발생, 국소적 영향, 수명 단축, 백내장

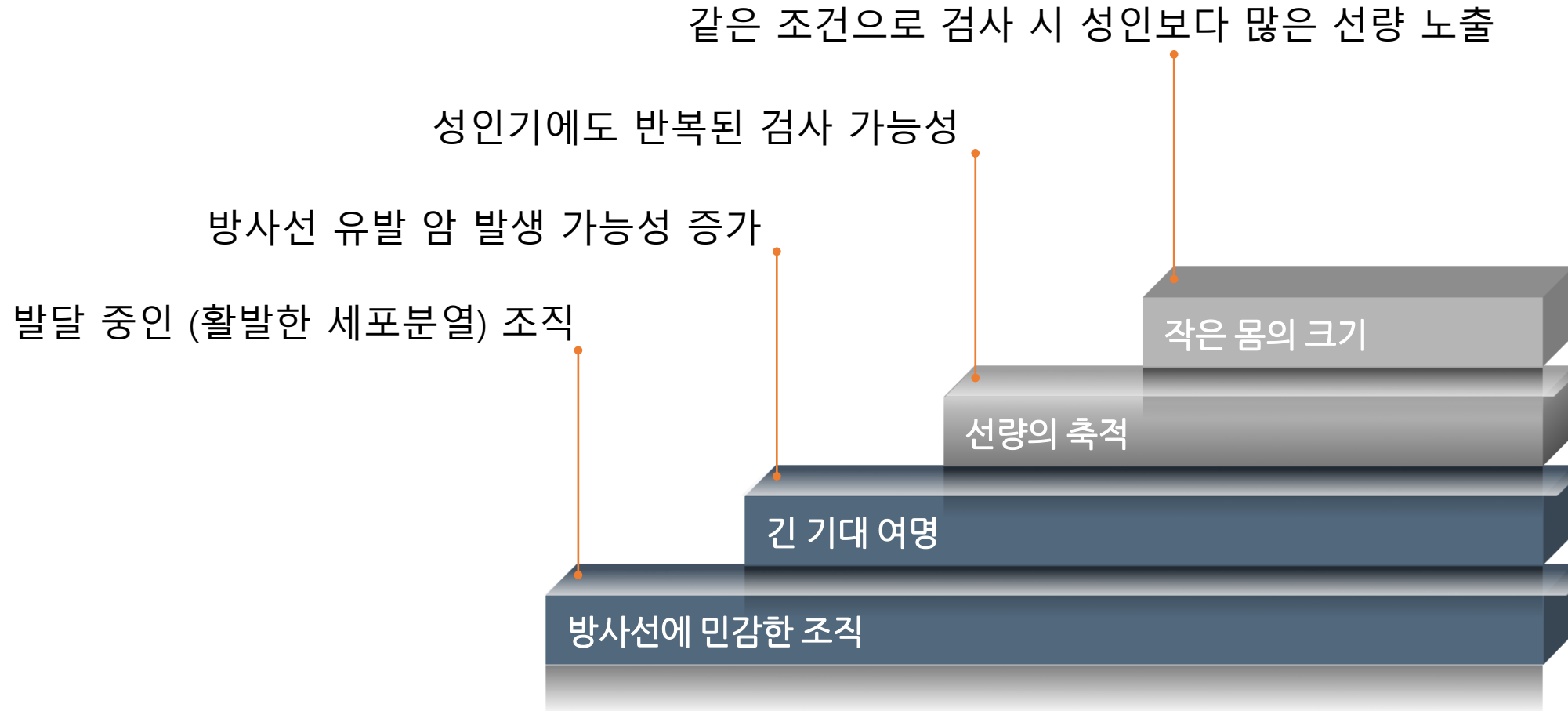
유전적 영향 (genetic effect)

- 유전적 영향 : 피폭자의 자손에게서 나타나는 영향
- 1) 염색체 이상
 - 2) 돌연변이

100만 명당 1명 사망의 각종 위험도 (미국 방사선 종사자 교육자료)

- 4개비의 흡연(폐암)
 - 땅콩버터 40스푼(티스푼) 섭취
 - 뉴욕 시에서 이틀간 거주(공기오염)
 - 65km 자동차 운전(사고)
 - 4,000km 비행기 탑승(사고)
- ➔ 0.1mSv 방사선 피폭(암) 과 동일한 위험

소아환자의 특수성



방사선이 인체에 미치는 영향

신체적 영향	급성영향	피부반점, 탈모, 백혈구감소, 불임	결정적 영향 (역치 있음)
	만성영향	백내장, 태아에의 영향	
			백혈병, 암
유전적 영향		대사 이상, 연골이상	

6. 임신과 방사선



대한영상치의학회



대한방사선학회

-
- 임신 중인 환자에게 두경부 CT 촬영이 필요하다면
어떻게 하실 건가요?

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).				

임신 중 피폭에 의한 태아 선량

표1. 영국에서 일반적 진단절차에 의한 대략적인 태아 선량(Sharp, Shrimpton, Buiy 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
흉주	<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

Examination	Dose Level	Typical Conceptus Dose (mGy)
Extra-abdominal		
Head CT	Standard	0
Chest CT		
Routine	Standard	0.2
Pulmonary embolus	Standard	0.2
CT angiography of coronary arteries	Standard	0.1
Abdominal		
Abdomen, routine	Standard	4
Abdomen/pelvis, routine	Standard	25
CT angiography of aorta (chest through pelvis)	Standard	34
Abdomen/pelvis, stone protocol*	Reduced	10

임신 중 방사선 검사

- 일반적인 진단용 방사선 검사를 이유로 임신 중절시술을 받는 것은 옳지 않다.
- 장비가 바른 사용 상태에 있고 의학적으로 요구된다면 태아에 직접적으로 피폭이 없는 검사(예; 가슴이나 손발의 방사선 촬영, 폐의 환기/관류 스캔)는 임신의 어떠한 시점에도 안전하게 수행될 수 있다.
- 일반적으로 진단을 회피함에 따르는 위험이 방사선에 의한 위험보다 더 크다.



대한임상치과학회



대한방사선학회

0.1~0.25 Gy (10~25 rad) rule

- 0.1 ~ 0.25 Gy 선량인 경우, 태아의 결정적 영향 역치가 0.1 Gy이므로 임신중절은

- 1) 정확한 조사 시기
- 2) 임신부의 정신적인 상태
- 3) 또 다른 출산의 고려 여부
- 4) 기타 사회적, 경제적 요인 등을 고려

-> 태아가 처한 위험을 정확히 알려 **부모가 결정하도록**

7. 방사선검사를 위한 원칙

7.1 정당화 (Justification)

7.2 최적화 (Optimization)

- ALARA

- 진단참고수준(DRL)

7.3 선량한도 (Dose limitation)

7.1 정당화

- 검사의 정당화 확보
 - 방사선 검사가 진단에 꼭 필요한가?
 - 위험보다 이익이 많은가?
 - 대체할 다른 방법은 없는가?

→ 방사선 피폭상황의 변화를 초래하는 모든 결정은

해로움보다 이로움이 더 커야 함, 반드시 필요한 검사만을 실시해야 함

7.1 정당화

- 진단과 치료를 위한 **이득이 손해보다 크다**고 판단 시 촬영
 - 1) 피폭의 위험성 인지
 - 2) 검사의 적정성 확보

7.1 정당화

- 영상검사 가이드라인

NECA-C 15-003
NECA-S 15-002

근거기반 임상영상 가이드라인 개발
: 영상진단검사의 적절성과 환자의 방사선
노출 수준에 대한 근거 제공

2016. 2. 29

NECA 한국보건의료연구원
National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency



대한영상치의학회

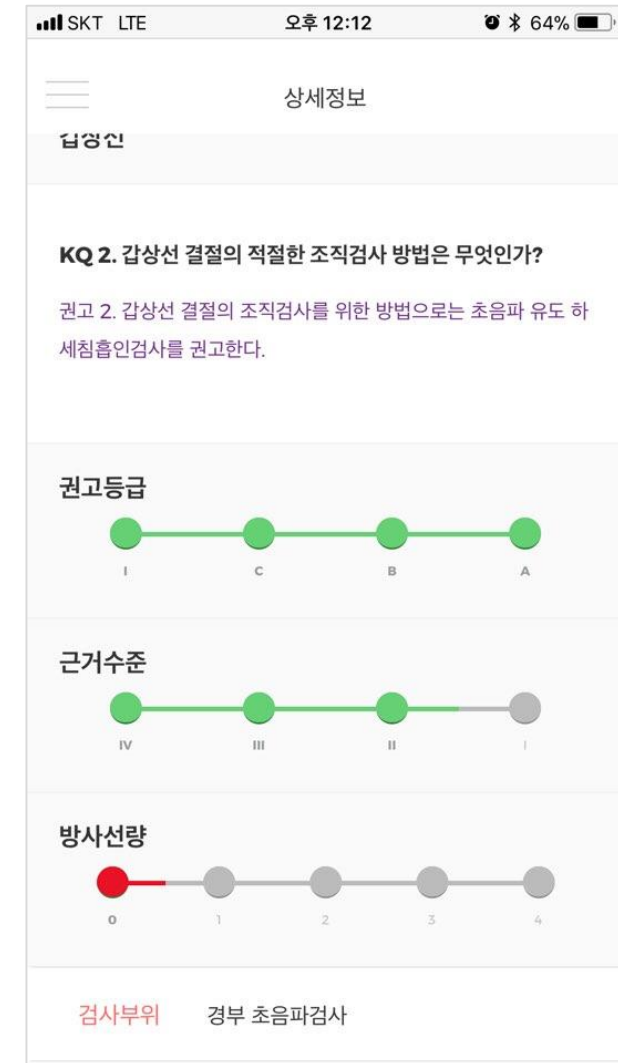


질병관리청

CDSS (clinical decision supporting system)

-임상 의사 결정 지원 시스템

<http://guide.cdss.or.kr/search.html>



7.1 정당화

• 우리나라 방사선 검사 가이드라인

핵심질문	권고문 초안	권고 등급	근거 수준	방사선량
KQ 2. 임플란트 식립을 계획 중인 환자에서 적절한 영상 검사법은 무엇인가?	권고 2-1. 구강 내에 임상적으로 이상이 없을 경우에는 골 상태와 인접한 해부학적구조물의 형태를 진단하기 위하여 파노라마방사선검사와 식립할 치조골부위의 치근단방사선검사를 시행할 것을 권고한다.	A	II	
	권고 2-2. 파노라마방사선검사와 구내방사선검사를 판독 후 단면영상이 필요하다고 판단된 개별환자에게 이차적으로 필요한 부위만 관찰할 수 있는 조정 가능한 시야를 가지는 CBCT 검사를 수행한다.	B	II	
	권고 2-3. CBCT 영상은 임상적으로 악골이나 상악동에 병적 이상이 의심되는 경우에는 일차검사가 될 수 있다.	B	II	
KQ1. 임플란트를 심은 후 추적검사에 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고1. 식립한 임플란트의 배치와 골유합, 그리고 임플란트 주변의 뼈 수준을 평가하고 추적검사 하기 위하여 파노라마방사선검사와 구내방사선검사를 권고한다.	A	II	
KQ2. 임플란트를 심은 후 감각이상 있는 환자에게 적절한 영상 검사는 무엇인가?	권고1. 임플란트를 심은 후 감각이상 있는 환자에게 임플란트와 주변 구조물과의 위치를 확인하고 환자의 임플란트 제거여부를 결정하기 위하여 CBCT를 권고한다.	A	II	

2018 영상진단 가이드라인

KQ1. 임플란트를 심은 후 추적검사에 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고1. 식립한 임플란트의 배치와 골유합, 그리고 임플란트 주변의 뼈 수준을 평가하고 추적검사 하기 위하여 파노라마방사선검사와 구내방사선검사를 권고한다.	A	II	
KQ2. 임플란트를 심은 후 감각이상이 있는 환자에게 적절한 영상 검사는 무엇인가?	권고1. 임플란트를 심은 후 감각이상이 있는 환자에게 임플란트와 주변 구조물과의 위치를 확인하고 환자의 임플란트 제거 여부를 결정하기 위하여 CBCT를 권고한다.	A	II	
KQ3. 식사할 때마다 귀앞/턱밑이 붓는 환자에게 적절한 영상 검사는 무엇인가?	권고1. 식사 시 귀앞 (혹은 턱밑) 부종을 호소하는 환자에서 폐쇄성 타액선염 진단을 위 해 특정검사를 권고하거나 반대할만한 근거는 불충분하다.	I	IV	0
KQ4. 씹을 때 통증이 있어 수직치근파절이 의심되는 환자에게 적절한 영상 검사는 무엇인가?	권고1. 씹을 때 통증을 호소하는 환자에서 수직치근파절을 진단 하기 위해서는 수평각을 달리한 2장 이상의 구내방사선검사를 권고한다.	A	II	
	권고2. 구내방사선영상이 치근파절에 대한 충분한 정보를 제공 하지 못하는 경우 CBCT를 고려할 수 있다.	B	II	
KQ5. 근관치료를 계획하고 있는 환자에게 적절한 영상 검사는 무엇인가?	권고1. 근관치료를 계획하고 있는 환자에게 해당 치아 부위의 치근단방사선검사를 권고한다.	A	II	

2018 영상진단 가이드라인

KQ1. 제3대구치(사랑니)를 제외한 매복치의 위치확인을 위한 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고1. 제3대구치(사랑니)를 제외한 매복치 위치확인을 위하여 구내 및 파노라마 방사선 영상에서 충분한 정보를 얻지 못하는 경우 CBCT를 고려할 수 있다.	B	II	
KQ2. 교정치료 전 두부계측분석을 위해 CBCT검사가 적절한가?	권고1. 복잡한 골격이상 특히 교정 및 수술의 복합치료가 필요한 경우 치료 전 두부계측분석을 위해 두개안면 CBCT를 고려할 수 있다.	B	II	
KQ3. 치아파절을 평가하기 위한 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고1-1. 치아파절을 평가하기 위해 치근단방사선검사를 권고한다.	A	I	
	권고1-2. 치근 파절의 경우 수직각 또는 수평각을 변화하여 1매의 추가 촬영을 고려할 수 있다.	B	I	
	권고2. 치근단방사선영상이 치근파절에 대한 충분한 정보를 제공하지 못하는 경우 CBCT를 고려할 수 있다.	B	II	

권고등급

Grading	내용	의미
A	시행하는 것을 권고함	해당 중재(검사)는 원하는 효과에 대한 충분한 근거가 있어 시행할 것을 권고함
B	(조건부) 시행하는 것을 권고함	해당 중재(검사)의 원하는 효과에 대한 근거는 중등도와 충분한 사이임. 중재(검사)를 선택적으로 제공하거나, 전문가 판단에 따라 특정개인에게 시행할 것을 권고함
C	시행하지 않는 것을 권고함	해당 중재(검사)의 원하지 않는 효과에 대한 충분한 근거가 있어, 시행하는 것을 권고하지 않음(시행하지 않는 것을 권고함)
I	권고 없음 (no recommendation)	해당중재(검사)의 효과가 있다거나 없다는 것에 대한 근거는 불충분하고, 효과에 대한 추가적인 연구가 필요함. 해당중재(검사)의 효과에 대한 확신도가 매우 낮아 권고등급결정자체가 의미없다고 판단되는 경우

근거수준

종합 근거수준(핵심질문별)	
등급	의미
높음 I	적절한 연구 설계 및 비뚤림 위험이 낮은 연구들로부터 추정된 결과이다
중등 도 II	적절한 연구 설계 및 비뚤림 위험이 중등도인 연구들로부터 추정된 결과이다
낮음 III	연구 설계가 부적절하거나, 비뚤림 위험이 높은 연구들로부터 추정된 결과이다
매우 낮음 IV	연구 설계가 부적절하거나 비뚤림 위험이 높은 연구들로부터 추정된 결과이다

방사선량의 상대적 수준과 예시

Symbol	방사선량의 상대적 수준 (Relative Radiation Level, RRL)	예시
0	0	초음파 검사, MRI
	< 1 mSv	Chest PA, Plain radiography, Mammography
	1~5 mSv	IVU, UGIS, Low dose chest CT, Brain CT, Brain CTA
	> 5 ~10 mSv	Routine Chest CT, Abdominal CT, Coronary CT
	> 10 mSv	3 Phase dynamic CT (abdomen)

7.2 최적화

- **정당화가 확보된 후 최적화를 실시**
- 진단의 질을 손실하지 않는 범위에서 최저의 선량으로 검사한다.
- 검사하는 영역이 받는 흡수선량과 그 검사로부터 얻을 수 있는 환자의 임상 정보가 조화되는 수준으로 관리되는 것을 말한다.

7.2 최적화

- 높은 선량으로 촬영된 영상이 곧 훌륭한 영상은 아니다



90 kVp, 14 mA



70 kVp, 10 mA

7.2 최적화

- ALARA 원칙 (As Low As Reasonably Achievable)

: ICRP가 권고한 방사선 방어의 기본 개념으로 방사선의 사용에 있어서 사회 경제적인 요소를 감안하여 방사선 피폭 수준을 합리적으로 달성 가능한 한 감소시켜야 한다는 개념

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

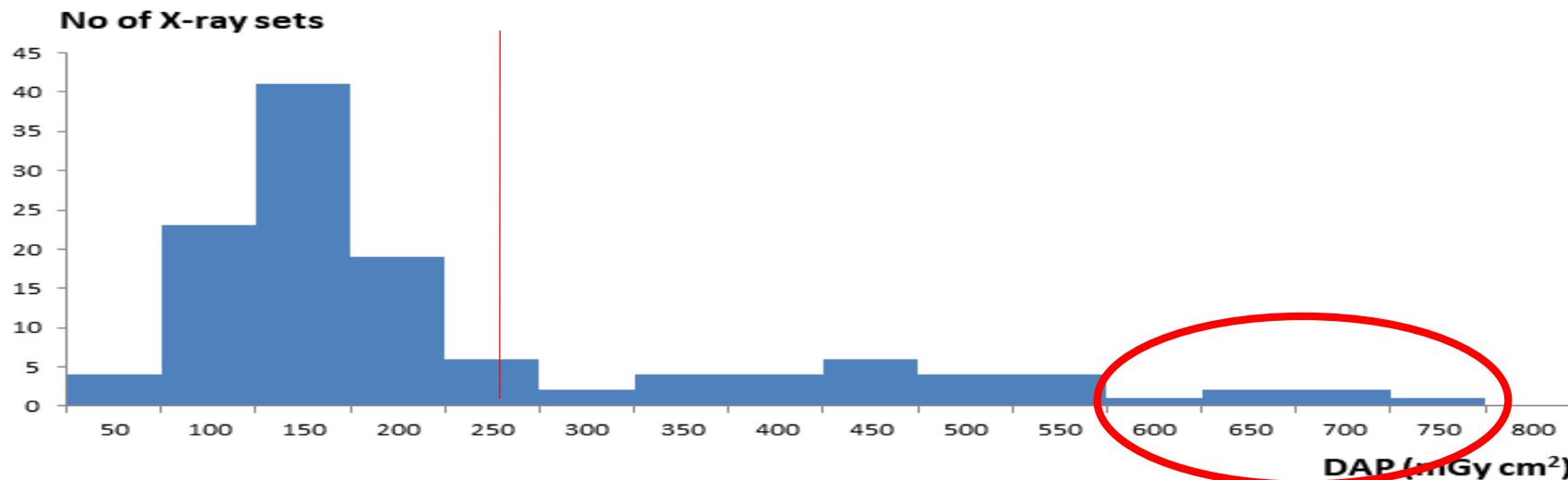
7.2 최적화 전략

- 방사선발생장치관리
- 방사선방어시설관리
- 영상화질관리
- 환자조사선량 관리
 - 진단참고수준(DRL)
 - 선량기록
 - 방사선노출조건

7.2 진단참고수준 (Diagnostic Reference Level) - 설정

- DRL: diagnostic reference level (ICRP 2007)
 - 의료영상을 목적으로 수행하는 검사 시 환자의 방사선피폭 저감을 위하여 적용하는 기준
- 진단 시 환자가 받는 방사선량을 측정, 평가하여, 추후 촬영 시 참고하도록 권고하는 값.
- 전국 의료기관에서 피폭선량을 조사하여 환자피폭선량 분포의 3사분위 값으로 설정
- 값은 반드시 관련의료 전문기관에서 정해야 하며 주기적으로 검토하여 (통상 5년) 재설정

성인에서 파노라마방사선촬영시 측정된 선량의 분포 및 제 3사분위 값



7.2 진단참고수준 (Diagnostic Reference Level) - 적용

- 특정 병원에서 환자 선량이 비정상적으로 높은 지를 확인하기 위해 사용되어 온 지표
- 만약 어떠한 시술이나 검사로 인해 환자가 받는 선량이 지속적으로 DRL 보다 높다면, 검토를 통해서 최적화가 제대로 되어있는지를 검토해야 함
- 절대 넘어서는 안 되는 값이 아니라, 최적화된 프로토콜을 찾고, 피폭의 정당성을 확보하기 위한 권고치
- 상위 1/4의 선량 보이는 의료기관은 선량 저감화를 위해 노력

7.2 진단참고수준 (Diagnostic Reference Level) - 단위

- DRL에 사용되는 단위 [DAP, ESD, PED....]
- DAP(dose area product)
 - DWP(dose width product) = 'peak dose in the center of the beam' X 'beam width at that point'

단위: mGy X mm

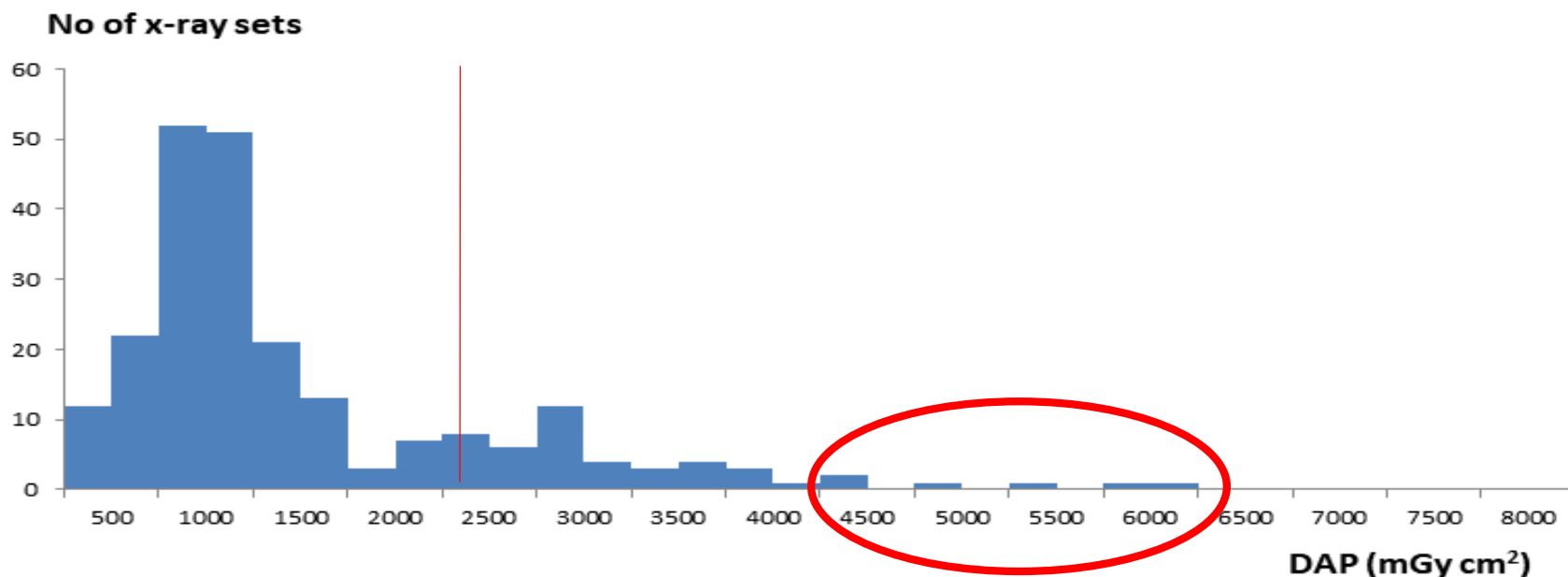
- DAP = DWP X 'beam height'

단위 : mGy X cm X cm

7.2 DRL의 궁극적인 의도 및 목표

- 비정상적으로 높은 방사선량을 야기하는 의료기관이나 장비를 식별 후, 가용한 방법으로 최적화하여 의료기관이나 지역, 국가적으로 방사선 검사로 인한 환자의 의료 피폭량을 줄이는 것

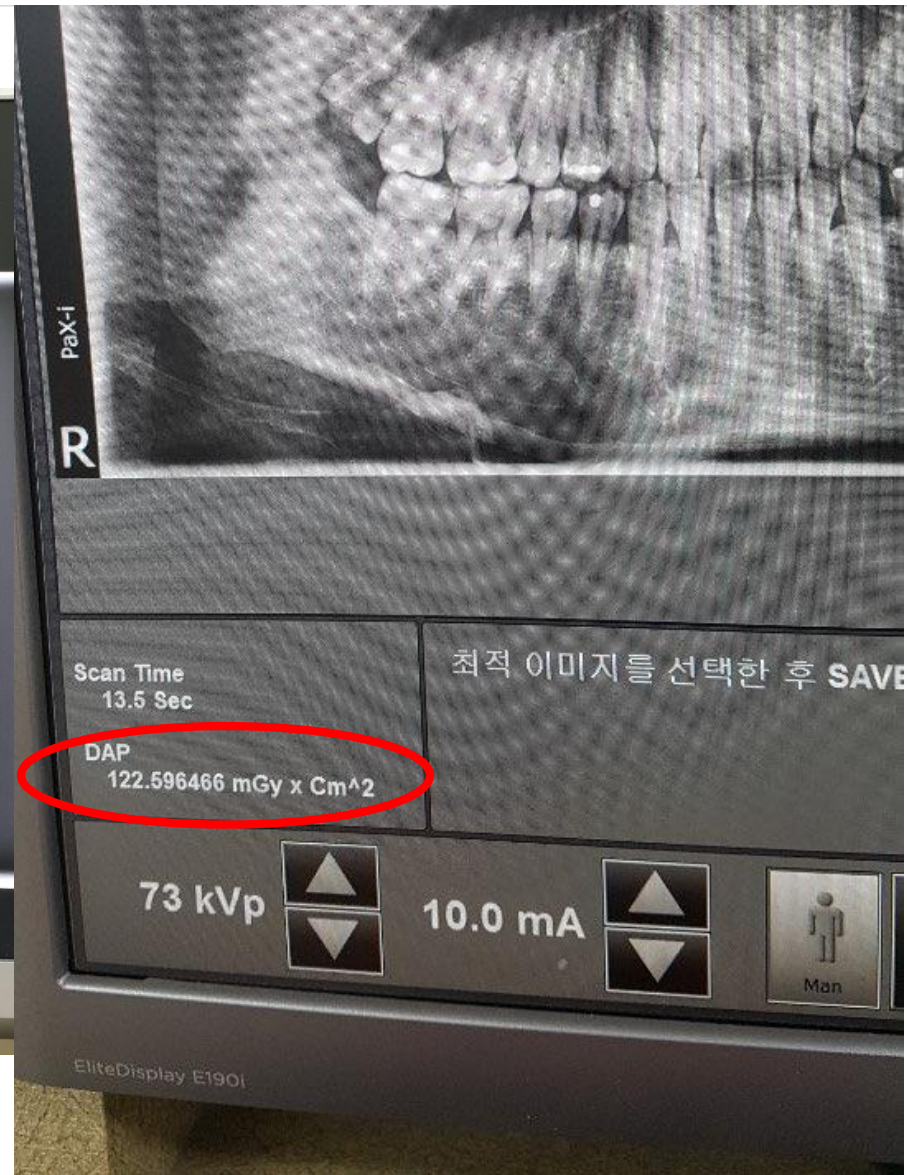
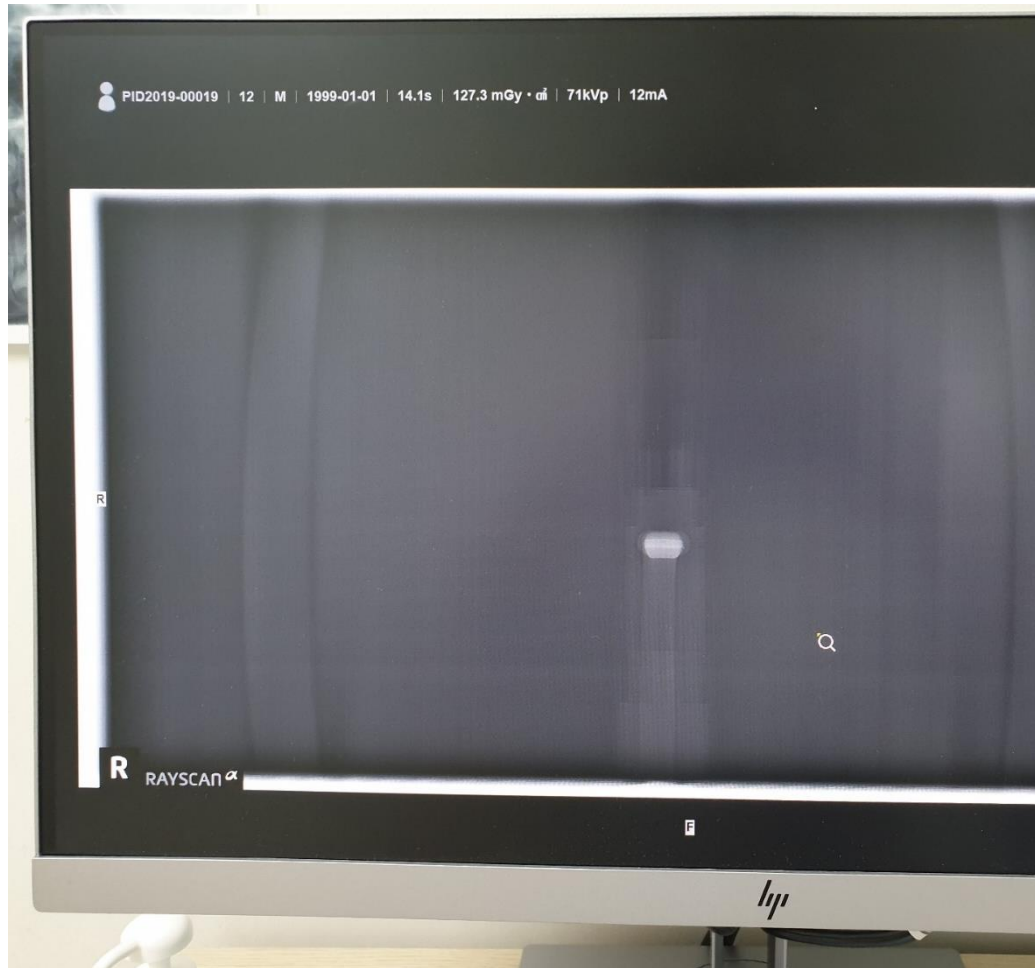
성인에서 Cone-beam CT 촬영시 측정된 선량의 분포 및 3사분위값



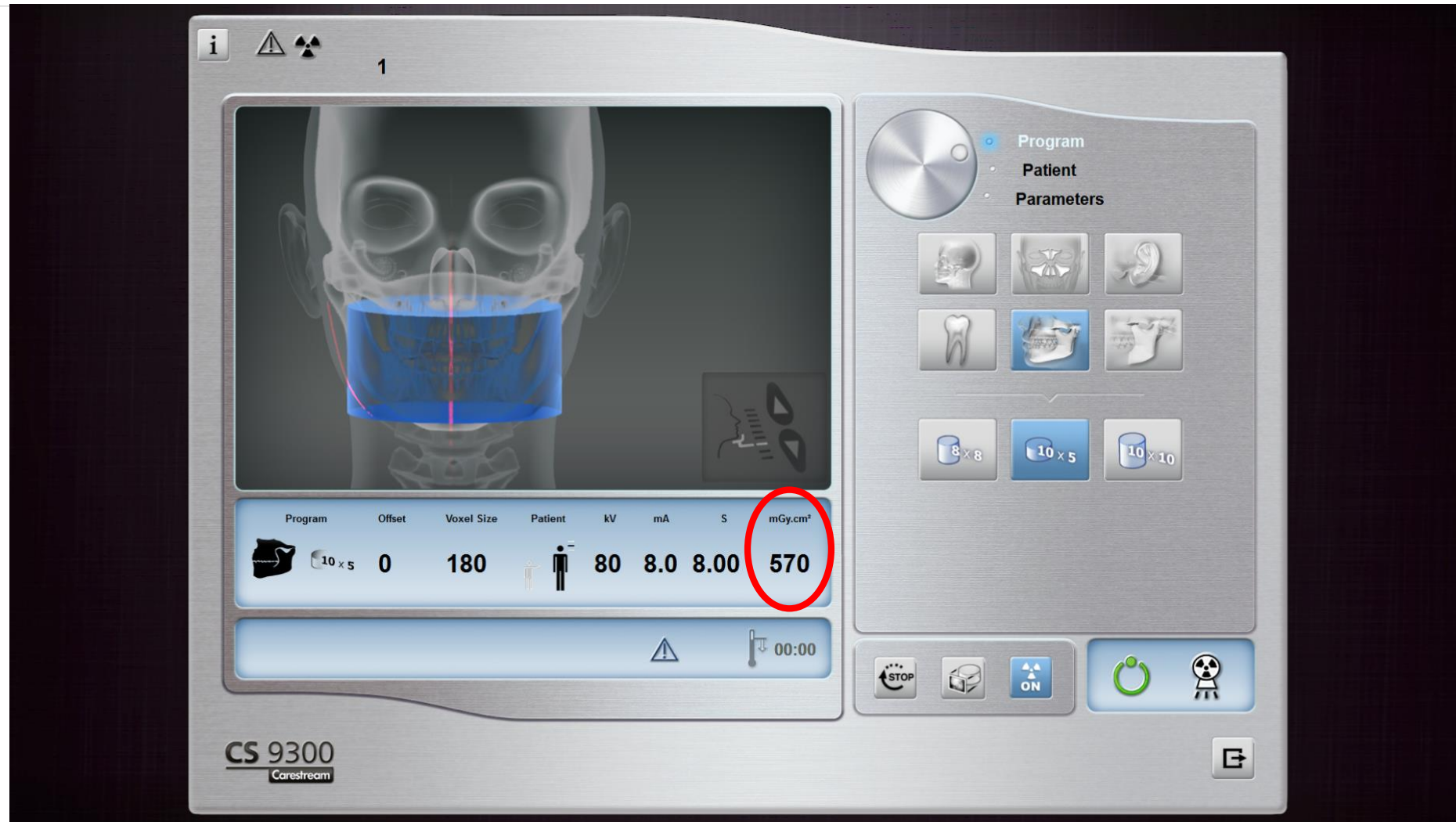
7.2 진단참고수준 (Diagnostic reference level)

국가 및 단체	연도	구내치근단촬영	파노라마촬영	Cone beam CT
HPA (UK)	2010	성인 1.7 mGy 소아 0.7 mGy	성인 93 mGy cm ² 소아 67 mGy cm ²	
PHE (UK)	2018	성인 1.7 mGy	성인 93 mGy cm ² 소아 67 mGy cm ²	
NCRP172 (USA)	2012	1.6 mGy	100 mGy cm ²	
Tierris et al (Greece)	2004	62 mGy cm ²	성인 117 mGy cm ² 소아 77 mGy cm ²	
France	2014		200 mGy cm ²	
STUK (Finland)	2014	5 mGy	120 mGy cm ²	
대한민국	2009	87.4 mGy cm ² , 3.1 mGy		
대한민국	2014		성인 151 mGy cm ² 10세 105 mGy cm ² 5세 97 mGy cm ²	
대한민국	2019	성인 46 mGy cm ² , 1.5 mGy 12세 37 mGy cm ² , 1.2 mGy 6세 30 mGy cm ² , 1.0 mGy	성인 227 mGy cm ² 12세 175 mGy cm ² 6세 163 mGy cm ²	성인 2060 mGy cm ² 소아 1208 mGy cm ²

선량표시



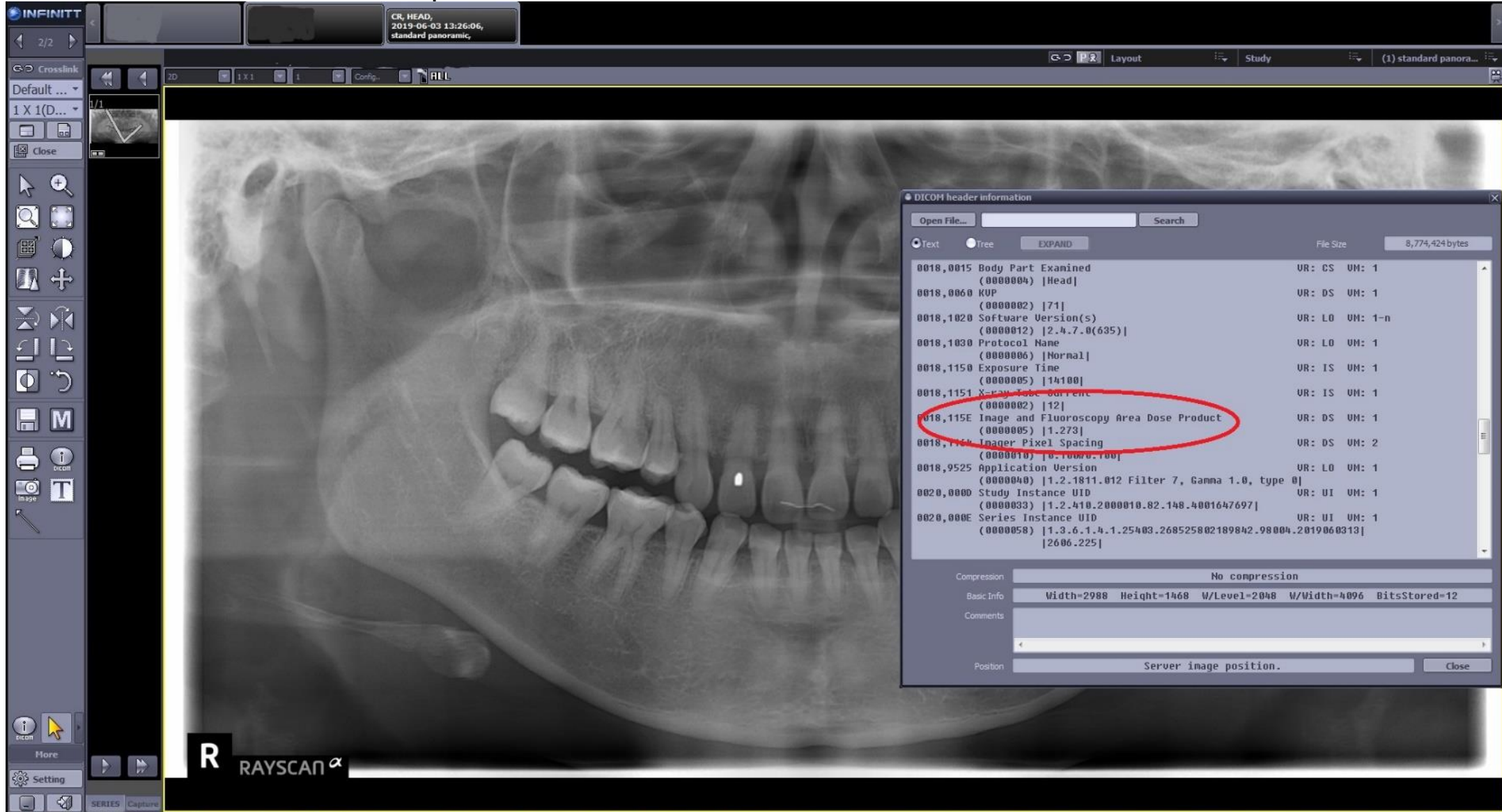
선량표시



예. 12세 소아의 매복 견치 CBCT 촬영 조건

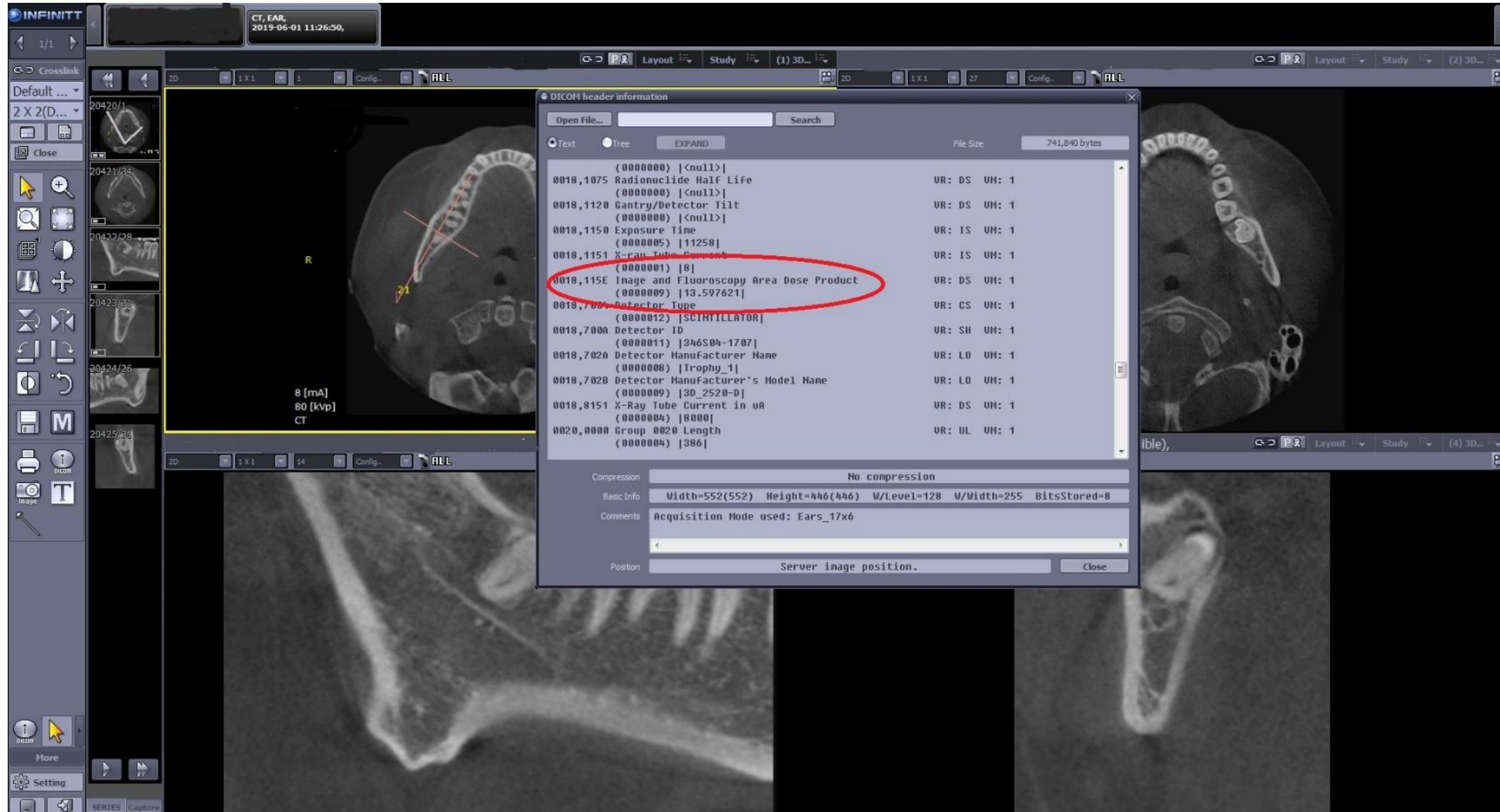
dicom header

- 0.018.115E 에 dose area product 가 있음



dicom header

- 0.018.115E 에 dose area product 가 있음



7.3 선량한도

- 일반 대중에 대한 진단영역에서는 선량한도가 있음
- 방사선 관련 종사자에게는 선량한도가 있음

표 12-3. ICRP에서 권고하는 방사선관련종사자 및 일반 대중의 방어기준

	방사선관련종사자	일반 대중
유효선량 한도 (effective dose limit: 확률적 영향과 관련)	연간 유효선량 한도가 50 mSv/년. 그러나 5년간 누적 량이 100 mSv를 넘으면 안된 다.	1 mSv/년 만일 이 수치보다 높게 노출되면 5년간 평균이 1 mSv를 넘지 않 아야 한다.
등가선량 한도 (equivalent dose limit: 확정 적영향과 관련)	수정체: 150 mSv/년 피부, 손, 발: 500 mSv/년	수정체: 15 mSv/년 피부, 손, 발: 50 mSv/년
태아-배아(embryo-fetus)		임신이 확인된 후 2 mSv

International Commission on Radiological Protection: Radiation Protection, ICRP Publication 60, 1990.

- 환자에 대한 치료영역에서는 선량한도가 규정되어 있지 않음

8. 방사선관계 종사자 선량 저감화



대한영상치의학회



대한방사선방호학회

선량한도

- 방사선 관계 종사자란?

진단용 방사선 발생장치를 설치한 곳을 주된 근무지로 하는 자로서 진단용 방사선 발생장치의 관리·운영·조작 등 방사선 관련 업무에 종사하는 자

- 「진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙(보건복지부령)」

구 분	방사선 관계 종사자
유효선량	5년간 100mSv (20mSv/년) (단 특정 1년에 한하여 50mSv까지 허용)
특정 장기의 등가선량	
- 수정체	연간 150mSv
- 피부	연간 500mSv
- 손, 발	연간 500mSv

국제방사선방어위원회 권고(ICRP)



** 5년간 누적선량 한도 100mSv → 연 평균 한도 20mSv → 분기 별 선량한도 5mSv

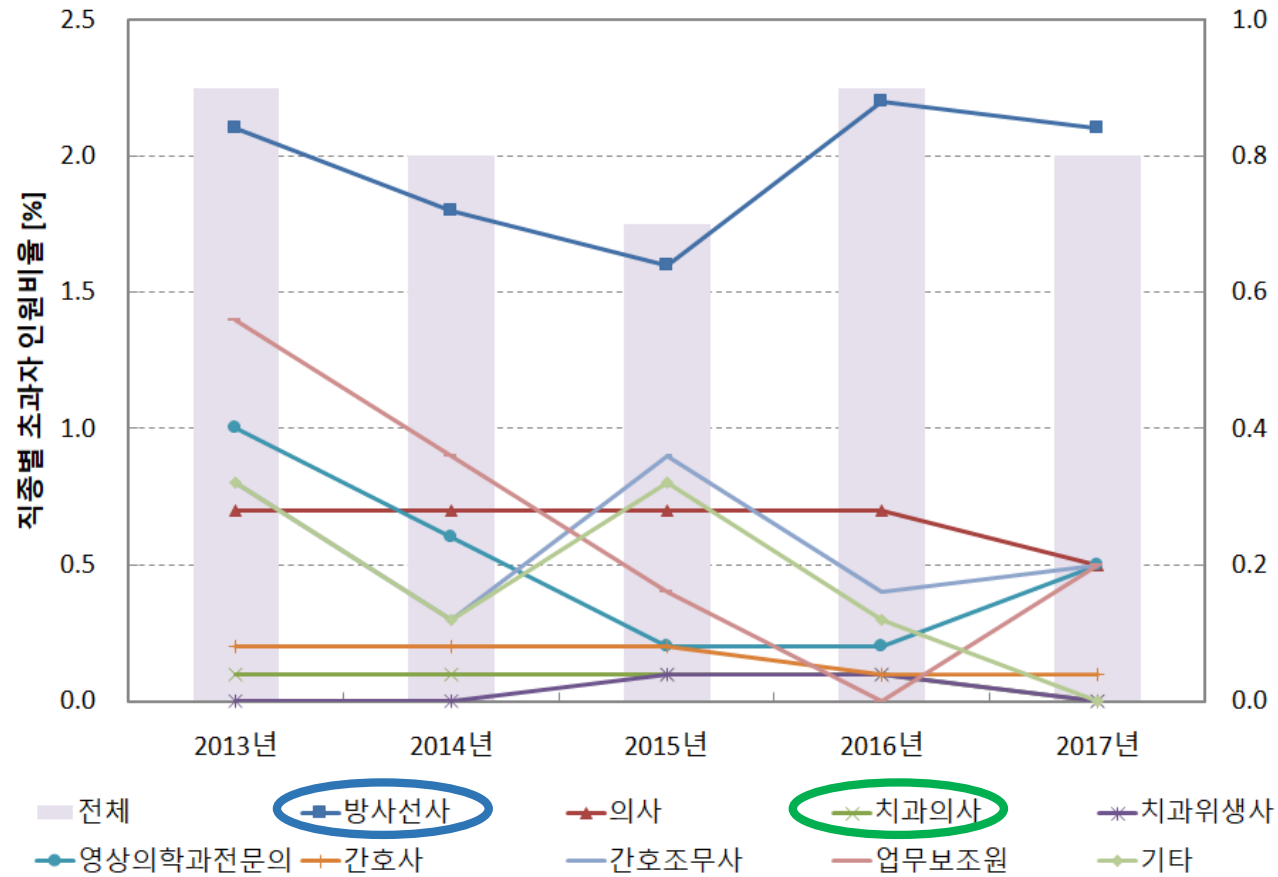


대한영상치의학회



질병관리청 · 질병관리원

방사선관계종사자



□ 2013년도~2017년도 직종별 주의통보(>5 mSv/분기) 현황

직종	연 도				
	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
방 사 선 사	446 (21,636) ^a (2.1) ^b	414 (22,419) (1.8)	392 (23,485) (1.7)	549 (24,756) (2.2)	546 (25,797)
의 사	94 (13,738) (0.7)	109 (14,950) (0.7)	118 (16,330) (0.7)	118 (17,292) (0.7)	100 (18,251) (0.5)
치 과 의 사	11 (14,905) (0.1)	12 (15,951) (0.1)	19 (16,587) (0.1)	12 (17,111) (0.1)	8 (17,769) (0.0)
치과위생사	2 (8,064) (0.0)	3 (8,912) (0.0)	6 (9,563) (0.1)	6 (10,086) (0.1)	3 (10,791) (0.0)
영상의학과 전 문 의	14 (1,448) (1.0)	9 (1,475) (0.6)	4 (1,542) (0.3)	3 (1,643) (0.2)	9 (1,757) (0.5)
간 호 사	7 (3,397) (0.2)	9 (4,891) (0.2)	11 (6,265) (0.2)	8 (6,819) (0.1)	6 (7,441) (0.1)
간호조무사	7 (846) (0.8)	3 (1,081) (0.3)	12 (1,294) (0.9)	5 (1,408) (0.4)	7 (1,491) (0.5)
업무보조원	3 (222) (1.4)	3 (329) (0.9)	1 (381) (0.3)	0 (235) (0.0)	1 (211) (0.5)
기 타	14 (1,676) (0.8)	3 (1,088) (0.3)	6 (1,046) (0.6)	2 (765) (0.3)	0 (765) (0.0)
합 계	598 (65,932) (0.9)	565 (71,096) (0.8)	569 (76,493) (0.7)	703 (80,115) (0.9)	680 (84,273) (0.8)

^a 초과자 인원수(종사자수)

^b 초과자 인원 비율, 초과자수/종사자수(%)

※ 연도별 초과자 인원수는 분기별 초과자 인원수를 합산한 값이므로 중복인원이 있을 수 있음.



대한영상치의학회



대한영상치의학회

선량한도 - 피폭선량 관리

- 측정주기

- 방사선 관계 종사자로 등록된 자에 대하여 3개월 주기 (분기별)로 개인피폭선량 측정

- 개인피폭선량계 착용방법

- 착용 부위: 허리와 목 사이 (가슴 부위)
 - 납가운을 착용할 경우: 반드시 납가운 안쪽 가슴 부위



▶ 개인피폭선량계 보관

: 인공방사선에 의한 피폭이 되지 않는 장소 (X선 촬영실 내 보관금지)

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

방사선 피폭



△장기간 방사선 노출에 의한 피부괴사로 진단된 환자의 손 모습.<논문 발췌>. 사진=연합뉴스

<https://www.mk.co.kr/news/it/view/2015/01/46078/>

선량한도- 초과자 안전조치

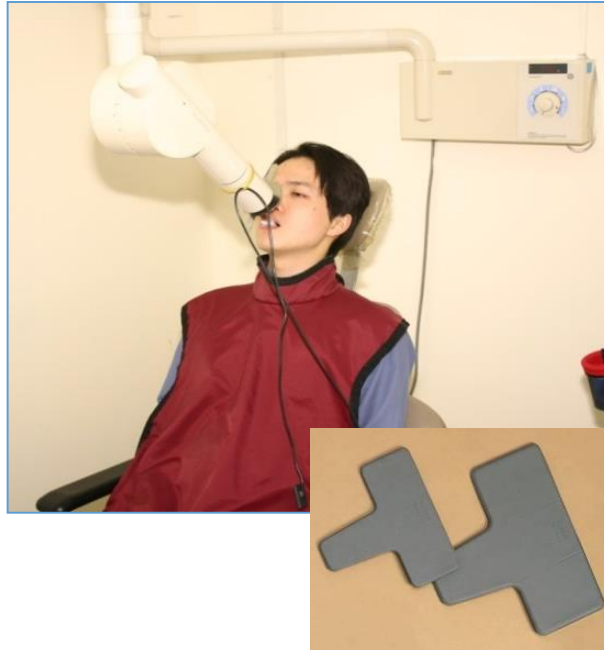
- 초과기준 (TLD)
 - 1) 분기 당 5 mSv 초과
 - 의료기관에 **주의통보서** 발송
 - 2) 분기 당 20 mSv, 연간 50 mSv, 5년 누적 100 mSv 초과
 - **즉시 건강진단 실시**
 - **질병관리본부 현장조사 실시**
 - 선량초과자 면담

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 방어 장비

- 납가운
- 납장갑
- 납고글
- 납갑상선 보호대



결론

- 방사선 검사에는 benefit, harm 함께 존재
- : 방사선 안전 관리가 필요함
 - 정당화, 최적화
 - DRL
 - 선량한도

감사합니다



대한영상치의학회

