

영상검사에서의 환자선량 저감화 방법

일반촬영

선량 저감화 원칙

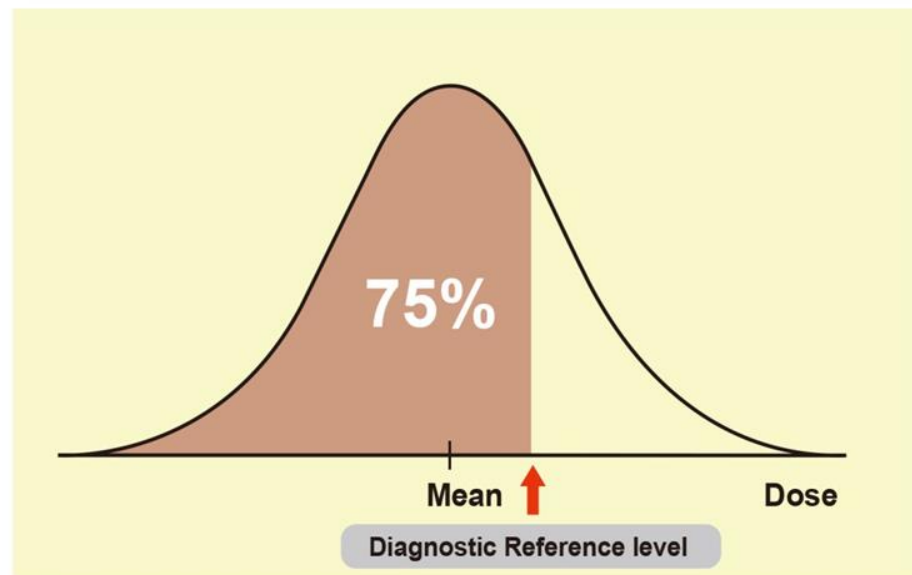
- 검사의 정당화 확보
 - 그 방사선 검사가 진단에 꼭 필요한가?
 - 위험보다 이익이 많은가?
 - 대체할 다른 방법은 없는가?
- 검사의 최적화 전략 수립
 - 정당화가 확보된 후
 - 최소한의 방사선 피폭을 주면서 진단에 적합한 영상 화질이나 필요한 결과를 얻어야 함

최적화

- 방사선 진료의 최적화는 정당화 후에 실시
- 환자개인 및 집단의 피폭선량을 방사선 진료에 지장을 주지 않으면서 최소한으로 하는 것
- 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
- ▶ 방사선진료의 설비와 기술에 대한 최적화
 - * 신체 검사부위에 있는 조직이 받는 선량을 최소한으로 감소
 - * 검사 부위 외에 대한 피폭을 제한

진단참고수준 Diagnostic Reference Level

- 진단방사선 및 핵의학 분야의 검사 및 시술 과정에서 일상적인 목적으로 사용되는 환자선량이 비정상적으로 높은 지를 확인하기 위해 사용되어 온 지표

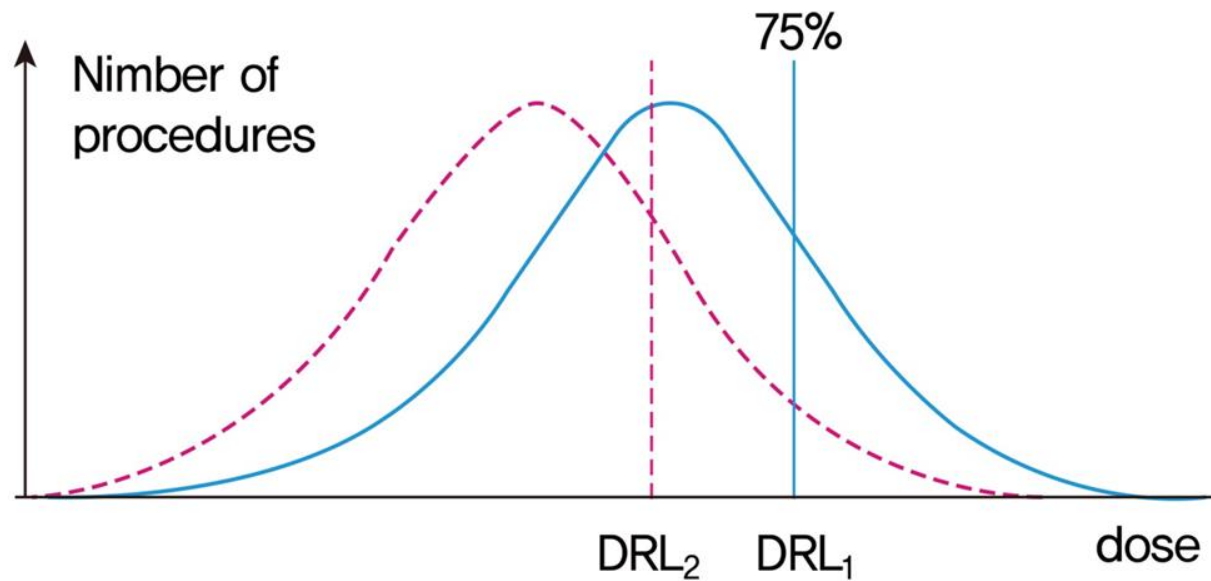


진단참고수준 Diagnostic Reference Level

• 특정 지역에서 권위있는 기관에서 수행한 조사 (survey)를 수행하여 전체 조사값의 75 percentile 수준으로 정의

- 의료피폭에만 적용되어야 함
- 전문가적 판단에 도움이 되는 것으로 절대적 지표는 아니다.
 - * 다양한 환자의 상황에 따라 일률적으로 적용할 수는 없음
- 규제나 상업적인 목적으로 사용되면 안되며 환자진료의 법적인 표준을 만들기 위한 목적으로 사용되어서도 안됨
 - * 선량 한도의 개념이 아님!!
- 값은 반드시 관련의료 전문기관(Professional medical bodies) 에서 정해야 하며 주기적으로 검토하여 (3-5년) 재설정되어야 한다.

- DRL의 궁극적인 의도 및 목표
- 비정상적으로 높은 방사선량을 야기하는 의료기관이나 장비를 식별 후, 가용한 방법으로 최적화 하여 의료기관이나 지역, 국가적으로 방사선 검사로 인한 환자의 의료 피폭량을 줄이는 것

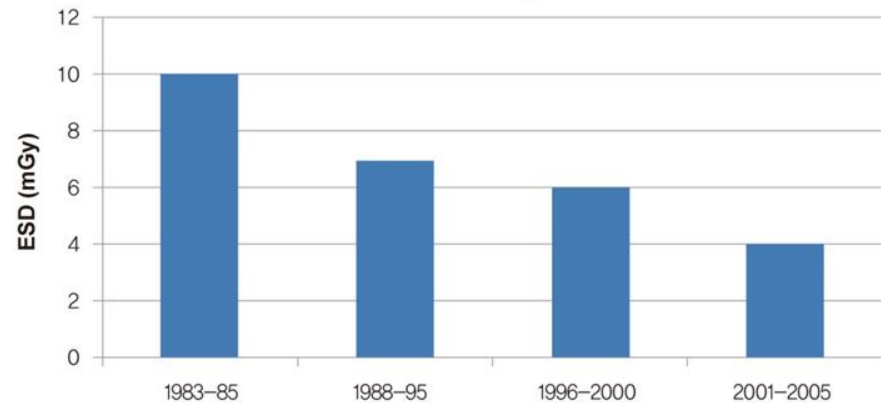


Trends in DRLs with time

- 영국

- 20 년간의 DRLs 경험
- 1985, 1995, 2000 and 2005에 선량조사
- 2005 review showed for radiography:
 - * On average about 16% lower than 2000 review
 - * Typically less than 50% of original DRLs

**Trends in DRLs
AP Abdomen, UK**



우리나라 진단참고수준(DRL)- 식약처 (2012)

촬영부위	진단참고수준	촬영부위	진단참고수준
두부 (AP)	2.23 mGy	경추 (AP)	1.86 mGy
두부 (lateral)	1.87 mGy	경추 (lateral)	1.03 mGy
흉부 (PA)	0.34 mGy	흉추 (AP)	3.79 mGy
흉부 (AP)	1.63 mGy	흉추 (lateral)	8.15 mGy
흉부 (lateral)	2.80 mGy	요추 (AP)	4.08 mGy
복부 (AP)	2.77 mGy	요추 (lateral)	10.53 mGy
골반 (AP)	3.42 mGy	요추 (oblique)	6.35 mGy
소아 흉부	100 μ Gy	치과(구내치근단)	3.1 mGy
유방촬영 (cranio-caudal)	1.36 mGy	파노라마	110.9 mGy*cm ²
		세팔로	161.1 mGy*cm ²
CT(2008)	CTDIvol	DLP	
두부 (Head)	60 mGy	1000 mGy*cm	
복부 (abdomen)	20 mGy	700 mGy*cm	

어린이 CT 연령별 DRL(식약처 2012)

촬영부위	연령	CTDIvol (mGy)			DLP (mGy*cm)		
		한국 (2012)	영국 ¹⁾ (2003)	독일 ²⁾ (2006)	한국 (2012)	영국 (2005)	독일 (2006)
두부	신생아	16	-	27	210	-	290
	1세이하	20	35	33	260	270	390
	2~5세	28	50	40	370	470	520
	6~10세	36	65	50	500	620	710
흉부	신생아	2	-	2	25	-	25
	1세이하	3	12	3.5	45	200	55
	2~5세	5	13	5.5	100	230	110
	6~10세	6	20	8.5	120	370	210
복부	신생아	2	-	3	50	-	55
	1세이하	3	-	5	80	-	145
	2~5세	6	-	8	180	-	255
	6~10세	8	-	13	240	-	475

촬영부위에 따른 CT 참고 수준

□ 촬영부위에 따른 CT 진단참고수준

구 분	촬영부위	한국('17)		한국('08)		영국('14)	미국('17)	일본('15)
		CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)	CTDI _{vol} (mGy)	CTDI _{vol} (mGy)	CTDI _{vol} (mGy)
소 아	~ 1세	20	298	20	260	25	-	38
	2 ~ 5세	24	405	28	370	40	-	47
	6 ~ 10세	30	494	36	500	60	-	60
	11 ~ 15세	63	1,088	-	-	-	-	-
	두부 비조영	64	1,119	60	1000	60	56	85
성 인	뇌혈관	22	836	-	-	-	-	-
	목	14	442	-	-	-	19	-
	경추	18	434	-	-	-	-	-
	흉부	7	297	15	550	12	13	15
	저선량 흉부	3	101	-	-	-	-	-
	관상동맥	30	447	-	-	-	-	90
	관상동맥 석회화	5	77	-	-	-	-	-
	대동맥	10	719	-	-	-	-	-
	복부·골반 조영	10	472	20	700	15	15	20
	복부·골반 비조영 (요로결석)	9	461	-	-	10	15	-
	복부 4중시기	-	1,511	-	-	-	-	1800*
	요추	18	601	-	-	-	-	-

- CTDI_{vol}(CT Dose Index): X-선관이 1회전 했을 때의 방사선량을 적분하여 절편두께로 나눈 값
- DLP(Dose Length Product): CT촬영에 의해 발생된 전체 방사선량을 나타낸 값(전체 스캔범위에 대한 선량)
- Reference: (영국) Public Health England, Dose from Computed Tomography(CT) Examinations in the UK
(미국) American Association of Physicists in Medicine, Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations: the report of AAPM Task Group 204
(일본) Diagnostic Reference levels Based on Latest Survey in Japan



일반방사선검사에서 환자피폭을 줄이는방법



환자의 선량에 영향을 주는 인자

초점-필름간 거리, 관전압,
관전류, 자동노출조절장치,
필터, 그리드 비율, 조사야,
스크린 크기

X선 촬영
조건의
영향

성별, 키, 몸무게,
촬영부위...

환자의
영향

X선 촬영
장치의 영향

영상획득장치, 관전압 파형,
선량저감화 기법,
방사선 계측기의 효율,
방사선 스펙트럼

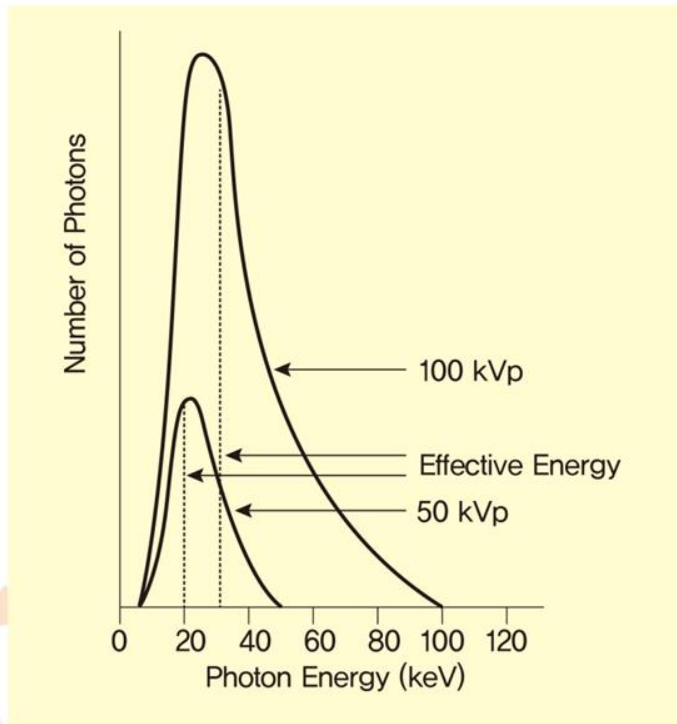
관전류 (mA)

- 방출되는 X-선 광자 수와 비례하는 인자
- 필라멘트 온도를 높여 전자의 방출 수 늘임
- **영상의 선명도 (sharpness)**; 다른 음영의 경계선 구분: **반비례**
 - 관전류가 작을수록 x선과 물질의 상호작용이 적게 일어나 선명도 향상
 - 두 개 이상의 장기가 겹친 것을 구분, 연부조직을 볼 때
- **환자의 선량과는 선형적 정비례 관계**

관전압 (kVp)

- 필라멘트에서 나오는 전자의 가속 에너지와 비례
- 방출되는 X-선 강도 결정
- 영상의 대조도 (contrast, 흑백의 차)와 반비례관계
- 환자선량: 관전압의 자승과 비례
~kVp 2배 → 환자선량 4배
- 그러나 관전압이 높다고 해서 반드시 환자에게 해를 주는 것만은 아니고, 충분한 에너지를 갖는 광자를 매우 짧은 시간 동안 투입하여 진단에 적합한 영상을 만든다면 오히려 고전압에서 저선량 효과를 기대

관전압 증가 → 환자선량 감소



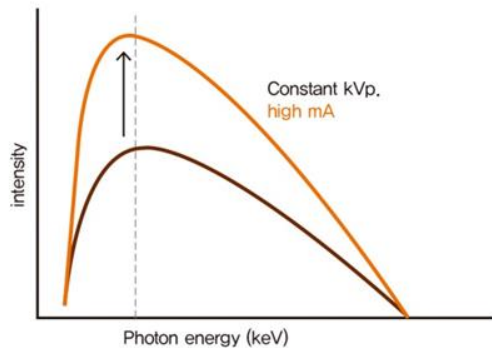
Effective Energy of X-Ray Spectra

- 관전압을 상승시킴으로써 상대적으로 저 에너지의 X선 양을 감소시킬 수 있는데 동일한 환자 전면의 선량(동일한 수준의 영상이미지)에 대해서는 관전압이 감소할 수록 방사선량이 증가
- 100 kVp 대신 55 kVp의 관전압을 사용하는 경우 → 방사선량이 50-100% 증가
- 낮은 관전압의 경우에는 영상 품질에는 기여하지 못하는 X선의 양이 상대적으로 많기 때문
- 관전압이 증가하면 대조도 감소 → 이를 고려한 최적화 작업 필요

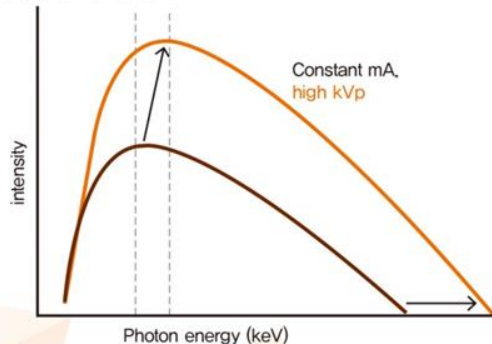
관전류, 관전압의 변화에 따른 변화

SPECTRUM OF X-RAY

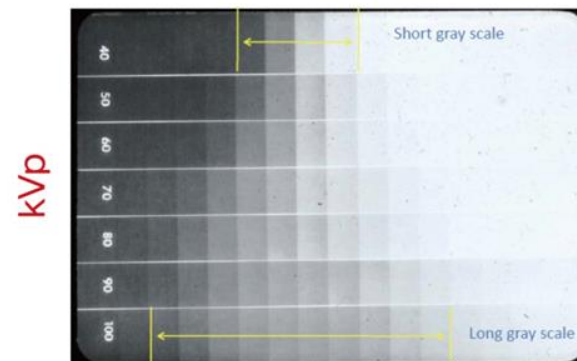
관전류와의 관계



관전압과의 관계



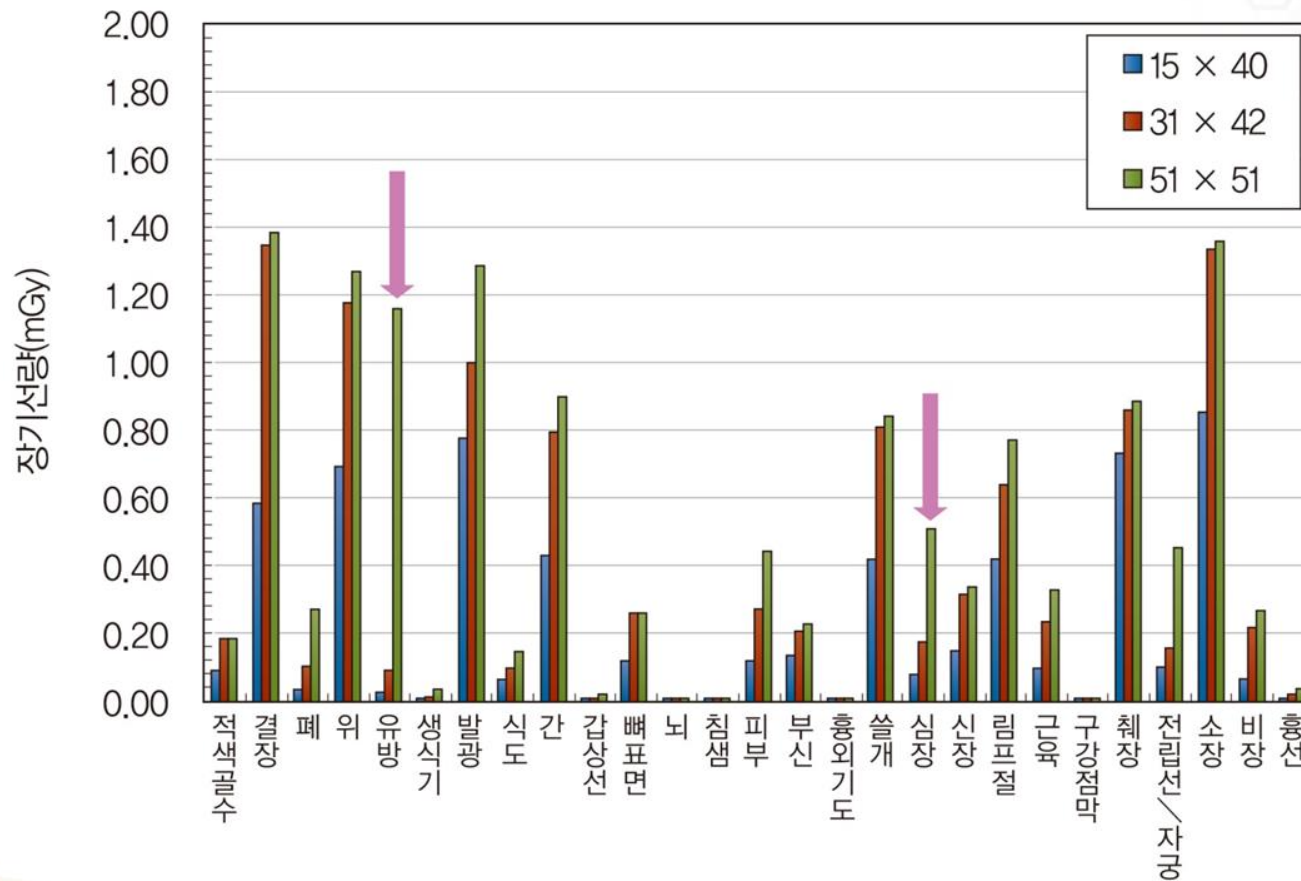
- 관전류 감소, 관전압 유지
 - 잡음 증가, 선량 감소, 영상대조도 유지
- 관전류 증가, 관전압 감소
 - 잡음 유지, 선량 유지, 저대조도 분해능 감소
- 관전류 감소, 관전압 증가
 - 잡음 유지, 선량 유지, 저대조도 분해능 증가



저대조도
분해능 감소

저대조도
분해능 증가

스크린 크기에 따른 선량변화



요추(AP), 스크린크기 변화에 따른 남성의 장기선량

일반촬영에서의 방사선량 감소방법 tip

- 촬영조건에 따른 방사선량 및 영상화질에 대한 이해 필요
- 방사선검사에 의한 의료상 목적 (ex. 진단) 은 달성하고 선량은 줄일 수 있는 촬영 프로토콜의 개발
- 높은 관전압 사용을 권고
 - 순간촬영 시 고화질을 유지하면서 선량을 최소화
 - 가능한 관전류시간곱 (mAs) 을 최소로 유지
- 방사선검사에 필요한 부분만 피폭되도록 최소의 조사야 (스크린, collimation) 사용

유방촬영검사의 방사선피폭

- 유방촬영검사의 유용성 및 단점
 - 유방암 조기발견의 선별검사로 사용
 - * 생존율 30% 증가
 - 위음성, 위양성으로 인한 불필요한 방사선피폭으로 유방암 발생 가능성
 - 노출되는 나이가 어릴 수록 유방암 발생증가
 - * 40세 이후 무시할 정도
- 유방암 조기발견을 위한 검진 가이드라인 (2015, 국립암센터)

40-69세

2년마다 유방촬영술

유방촬영검사 선량측정

- 평균 유선선량 (Average glandular dose)
 - 평균 성인 (4.2cm compressed breast thickness, 50% 지방, 50% 유선구조)의
 - 전형적인 입사선량을 측정하기 위해 표준화된 방법
 - 환자피폭 선량에 따른 위험도를 반영
 - 40세 ~90세 까지 매년 유방촬영검사: 200~400mGy
 - 유방촬영검사(장당) → 한번의 유방촬영: 4배
 - * 0.8~1.2mGy x4=3.2~4.8 mGy (자연방사선의 3개월 정도)
 - * Spot compression 약 1.2mGy
 - * Magnification 약 3.0mGy
 - ICRP권고 < 3mGy (4.2cm compressed breast thickness, 50% 지방, 50% 유선구조)

유방촬영검사에서 환자선량 줄이는 방법

- 적절한 품질관리 → 잘 관리된 장비
- 촬영기술에 대해 방사선사 교육 → 재촬영 감소
(국립암센터 이러닝 사이트, <http://education.ncc.re.kr>)
- 불필요한 추적, 추가 검사 피하기
- 40세 미만의 경우 MR, 초음파 등의 대체 검사
- 우리나라 진단참고수준(DRL)

▶ 1.36 mGy

결론

- 영상의학검사에서의 방사선피폭 저감화 방법은 검사의 정당화 확보가 가장 중요
- 정당성이 확보되면 최소한의 방사선 피폭으로 진단에 적합한 영상을 얻는 것 (최적화)
- 사용하는 장비 별로 촬영조건에 따른 방사선량 및 영상화질에 대한 이해 필요
- 방사선검사에 의한 의료상 목적은 달성하고 선량은 최저화할 수 있는 촬영 프로토콜의 개발하여 사용
- ▶ - 진단참고수준(DRL)을 인식하여 저감화 노력
- 주기적인 장비의 품질관리