

발 간 등 록 번 호

11-1352159-001275-01

의료방사선시리즈No.16

국민의 내일을 위한 정부혁신
보다 나은 정부

진단참고수준 가이드라인

일반촬영

2019. 9.



보건복지부
질병관리본부

목차

PART

I

배경 및 목적

| 1

1. 배경 1
2. 목적 1

PART

II

의료피폭에서의 방사선방어

| 2

1. 의료방사선방어의 원리 2
2. 진단참고수준 (DRL) 2

PART

III

국내외 진단참고수준 현황

| 6

1. 국내 진단참고수준 현황 6
2. 국외 진단참고수준 현황 7

PART

IV

일반촬영에서의 진단참고수준 확립

| 13

1. 측정 대상 의료기관 분포 현황 13
2. 측정 대상 장치 현황 15
3. 측정 방법 17
4. 촬영 조건 분석 21
5. 환자선량 측정 결과 27
6. 진단참고수준 41

PART

V

참고문헌

| 46

배경 및 목적



1 배경

현대의학에서 X-선을 이용한 영상의학 검사는 필수적인 것으로 인식되고 있으며, 그 사용이 증가하고 있다. 우리나라에서 이루어지는 X-선 검사 건수는 2015년 한 해 동안 약 2억 6500만 건에 이르는 것으로 조사되었다. 하지만 진단목적의 영상의학 검사 또한 방사선인 X-선을 이용하는 것으로 여타 방사선과 마찬가지로 피폭에 의한 위험성을 수반하고 있다. 1980년대 미국인이 일인당 받는 방사선 유효선량은 3.6 mSv였으나, 2006년에는 6.2 mSv로 증가되었으며 이런 증가분의 대부분은 의료방사선에 의한 것으로 약 절반인 3 mSv를 차지하고 있다. 우리나라도 마찬가지로 의료방사선 사용 증가에 따라 의료방사선에 의한 선량이 증가하는 추세에 있으며, 2017년 연구에 의하면 2007년 우리나라 국민 1인당 의료방사선에 의한 유효선량은 0.93 mSv로 나타났으며, 2012년 1.2 mSv로, 2015년 1.38 mSv로 8년간 약 48 % 증가하였다.

이와 같은 의료 피폭은 환자에게 주는 이득이 방사선에 의한 위해보다 많기에 방사선량의 제한을 두고 있지는 않으나 전반적인 의료피폭 저감화를 위한 방법으로 진단참고수준(Diagnostic Reference Level, DRL)을 각 국가의 실정에 맞게 적용하도록 ICRP는 권고하고 있다.

이에 우리나라에서는 2006년부터 일반촬영을 비롯하여 유방촬영, 투시촬영, 중재시술, CT 및 치과촬영에 대한 진단참고수준을 확립하고 주기적인 개정을 위해 노력하고 있다.

2 목적

2012년 설정되었던 일반촬영에서의 진단참고수준을 개정하기 위해 2017년과 2018년에 걸쳐 조사 및 연구를 진행하였으며 이를 바탕으로 소아와 성인의 연령별 진단참고수준을 확립하였다.

의료기관에서 의료방사선 사용 수준을 확인하고 환자 의료피폭 저감에 기여할 수 있도록, 본 가이드라인이 적극 활용되기를 바란다.

의료피폭에서의 방사선방어



1 의료 방사선방어의 원리

의료 목적의 방사선 사용은 환자에게 높은 방사선피폭을 유발하지만, 이는 의도적이고 직접적으로 환자에게 이익(질병의 진단)을 제공하므로 다른 계획 피폭상황에서의 방사선 방어와는 다른 접근법이 요구된다.

의료 방사선 방어의 원리는 정당화(justification), 최적화(optimization), 방사선량의 제한(application of dose limits)로 이루어져 있다. 국제방사선방어위원회(ICRP, International Commission of Radiological Protection)은 의료영역에서 사용되는 방사선 선량은 환자 이익을 위해서 사용되어야 하고(justification), 최적화(optimization) 되어 있어야 한다고 명시하고 있다(ICRP 1990). 정당화의 원리는 방사선은 환자에 대한 이득이 방사선으로 인해 발생할 수 있는 잠재적인 위험보다 더 가치가 있을 때 사용되어야 함을 말하며, 최적화의 원칙은 ALARA(As low as reasonably achievable) 원리에 입각하여 합리적으로 선량이 쓰여져야 되어야 함을 말한다. 다시 말하면 피폭 발생 가능성, 피폭자 수 및 개인선량 크기가 경제적, 사회적 인자를 고려하여 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게 유지해야 함을 의미한다. 일반인 혹은 작업 종사자의 피폭허용량이 정해져 있는 반면에 정당화와 최적화를 이룬 의료방사선에 대해서는 방사선량의 제한을 두고 있지는 않다.

2 진단참고수준 (DRL)

진단참고수준(DRL)에 대한 개념은 1991년 국제방사선방어위원회 보고서-60 (ICRP 1990)에서 처음 소개되었으며, 이어서 1996년 국제방사선방어위원회 보고서-73과 ICRP publication No. 73 (ICRP 1996)과 2001년 보조지침(ICRP 2001)을 통해서 의료분야에서 그 사용을 권고하였다. 또한 세계보건기구 (WHO), 국제원자력기구(IAEA) 등 6개 국제기구에서는 공동으로 1996년 의료피폭 저감을 위한 진단 엑스선 검사 시 검사 부위별 환자가 받는 선량의 지침준위(Guidance Level)를 마련하여 국제기본안전기준115에서 권고하였다(IAEA 1996). 2007년에는 국제방사선방어위원회의 새로운 권고에 따라 ICRP publication No. 103과 No. 105이 발행되어 진단방사선 분야에서 의료영상을 목적으로 시행하는 방사선 검사에서 환자 방어를 위한

최적화를 위해 각 국가의 실정에 맞게 진단참고수준을 적용하도록 권고하였다(ICRP 2007a, ICRP 2007b). 이 외에도 미국의학물리학자협회 (American Association of Physicist in Medicine; AAPM) task group, 미국영상의학과 의사협회 (American College of Radiology; ACR) 등에서도 진단참고수준에 대한 지침을 제시하고 있다.

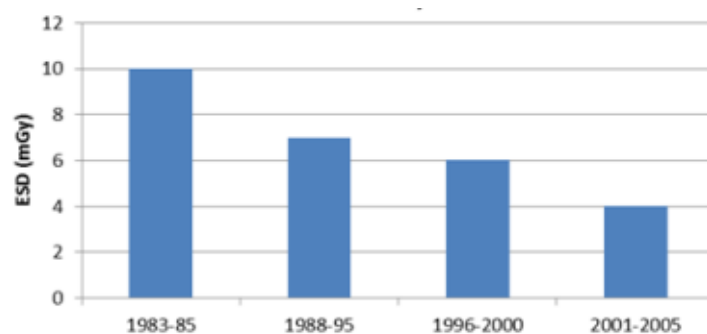
진단참고수준은 진단방사선 및 핵의학 분야의 검사 및 시술 과정에서 일상적인 목적으로 사용되는 환자 피폭선량이 비정상적으로 높은 지를 확인하기 위해 참고치로 사용되어 온 지표이다. 진단참고수준이 수립되어야 하는 첫 번째 이유는 같은 검사라도 시행하는 병원 및 국가마다 크게 다르다는 점에 있다. 만약 어떠한 시술이나 검사로 인해 환자가 받는 선량이 지속적으로 진단참고수준보다 높다면, 검토를 통해서 최적화가 제대로 되어있는지를 검토해야 한다. 이런 의미에서 진단참고수준은 방사선 방어에 있어서 최적화의 도구로 이용될 수 있으며, 또한 최적화 과정의 기본이 되는 전문적인 판단에 대한 보조적인 도구이다. 유럽에서는 유럽위원회(European Commissions; EC)를 주축으로 영상검사를 시행하는 데 있어서 기준을 마련할 것과, 의료적 목적의 방사선 통제를 위한 진단참고수준에 대한 내용을 담은 지침을 1997년에 마련하였다 (EC 1997). 유럽의 경우에는 미국보다는 규제적인 의미를 내포하고 있는데, 이 지침서에서 진단참고수준은 표준 치수의 환자의 특정한 검사에 관한 것으로 정의되어 있고, 이 값은 정상적으로 수행되는 표준 검사에서 넘지 않을 것으로 기대되는 수치라고 정하였다. 또한 진단적인 목적의 방사선 검사나 핵의학 검사에서만 진단참고수준을 적용하는 것을 허용하고 있지만, 방사선 치료에 대해서는 개개의 환자에 적용할 것을 제안하고 있지는 않다. 그렇지만, 방사선량이 지속적으로 진단참고수준보다 높다면 지역적인 검토가 필요하다고 말하고 있다. 진단참고수준은 전국의 의료기관별 진단용 방사선 검사에 대한 진단검사조건 및 환자 피폭선량 조사를 통해 설정된다. 이전에 전국 단위로 조사된 환자선량의 분포는 좌측으로 편향된 형태를 나타낸다. 대부분의 의료기관은 선량이 낮은 쪽에 분포하고 있지만 일부 의료기관은 선량이 비교적 높은 쪽에 분포하는 것으로 나타났다.

일반적으로 진단참고수준은 측정된 선량분포의 75 % 백분위 수준인 삼사분위에서 결정된다. 그러나 진단참고수준이 반드시 분포의 3사분위수에서 결정되어야만 하는 것은 아니다. 선량 조사의 결과에 따라 전문가 집단에 의해서 3사분위수가 아닌 적절한 값을 채택할 수도 있다. 이 선량조사는 대단위, 소단위의 기관일 수도 있고, 공공기관 또는 민간기관일 수 있으며, 또한 입원환자 또는 외래환자를 포함한 조사일 수도 있다. 신뢰도가 높은 진단참고수준을 설정하기 위해서 선량조사는 그 구성이 탄탄하고, 실제로 시행되는 검사나 시술을 대표할 수 있어야 하며, 어느 한 지역, 환자군, 검사장치 등에 치우치지 않아야 한다. 또한 진단참고수준은 꼭 국가적일 필요는 없으며, 선량분포조사의 범위에 따라 특정 기관이나 지역의 진단참고수준이 만들어질 수 있다. 그리고 진단참고수준은 일회성의 조사를 통해서 영구적으로 고정되는 값이 아니고, 지속적이고 주기적인 측정과 조사를 통해서 그 값을 갱신할 필요가 있다. 이는 검사나 시술에 기대하는 환자의 임상 상황이나, 영상 기법의 발전, 방사선 위험에 대한 인식의 변화 등이 시간에 따라서 변화하기 때문이다. 따라서 진단참고수준의 설정을 위한 선량분포 조사는 3년에서 5년

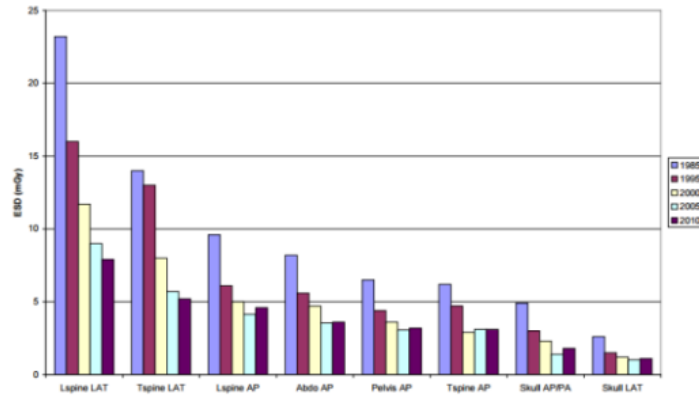
정도의 주기로 반복적으로 이루어져야 하며, 이를 바탕으로 진단참고수준 설정 값을 갱신할 필요가 있다.

의학적 검사나 시술에 있어서 지속적으로 진단참고수준보다 높은 방사선량은 합리적으로 정당화 될 수 없다. 진단참고수준을 기준으로 상위 25 %의 병원은 수립된 진단참고수준보다 높은 방사선량으로 검사나 시술을 시행하는 것이며, 이러한 기관들은 검사과정이나 장비의 검토를 통해서 최적화가 필요하다는 뜻이다. 진단참고수준이 좋은 검사, 나쁜 검사를 구분하기 위한 절대적인 지표가 아니기 때문에 주기적으로 선량분포조사를 하고 이를 통하여 진단참고수준을 재설정하면 앞서 설명한 것처럼 선량감소의 역할을 할 수 있다. 따라서 비정상적으로 높은 방사선량을 야기하는 시설이나 장비를 식별하여 최적화를 한다면, 방사선 검사로 인한 환자 피폭선량을 한 기관이나 지역, 국가적으로 줄일 수 있을 것이다. 여기에 진단참고수준 설정의 궁극적인 의도 및 목표가 있는 것이다.

이러한 선량의 감소를 가장 잘 반영하는 것이 영국방사선방어위원회(HPA)의 자료이다. 영국에서는 국가환자선량 데이터베이스(National Patient Dose Database; NPDD)를 구축하여, 영국방사선방어위원회(Health Protection Agency; HPA)에서 수집된 결과를 바탕으로 5년 주기로 환자의 방사선량 분포도를 작성하고, 국가 진단참고수준을 제안하고 있다. 이 결과에 의하면 일반촬영검사의 대부분에서 평균입사선량과 면적선량이 시간이 흐를수록 감소하는 경향을 알 수 있다. 1995년에는 1984년과 비교해서 일반방사선 촬영으로 인한 선량이 30 % 감소하였고, 2000년에는 1985년과 비교해서 약 50 %의 선량 감소가 있었다. 이러한 결과는 국가적인 차원에서 방사선 안전관리가 국민의 방사선 피폭을 크게 감소시킬 수 있음을 시사한다. 영국에서 1980년대 중반, 1995년, 2000년, 그리고 2005년에 시행한 선량조사에서 얻어진 복부 일반촬영의 평균입사표면선량과 진단참고수준의 변화를 보여주고 있다 [그림 1, 2].



[그림 1] 영국의 일반촬영 3사분위수 추이



[그림 2] 영국의 일반방사선촬영의 시간에 따른 평균 입사표면선량 (HPA 2012)

2010년 우리나라에서 시행한 일반방사선 촬영의 입사면 선량 통계를 보면 같은 검사라고 하더라도 흉부 PA 촬영의 경우 최솟값과 최댓값이 약 60 배 이상 차이를 보였으며, 위조영검사의 경우 선량면적 곱이 600 배 이상, 투시시간이 32 배 이상 차이를 보였다. 즉 기준보다 많은 양의 방사선량을 줄이도록 유도하여 전체적인 선량을 감소시키고 불필요한 방사선량에 노출되는 것을 막는 것뿐만 아니라, 이러한 넓은 범위의 선량분포를 제한하는 데에도 진단참고수준의 역할을 찾을 수 있다.

국가적인 차원에서 여러 의료기관을 대상으로 선량을 측정하고 이를 외국과 비교하며, 국가 단위의 진단참고수준을 수립하는 것은 의료기관으로 하여금 방사선 사용의 최적화를 할 수 있는 기반이 될 것이다. 이를 통해서 환자에 대한 피폭을 감소시킬 수 있으며, 영상의 질을 유지하여 진단의 정확성도 높일 수 있고, 전체적으로 국민 건강 증진에 긍정적인 효과를 가져 올 수 있을 것이다. 영국, 독일 등에서는 이미 자국의 실정에 맞는 환자선량 조사를 통하여 국가적인 진단참고수준을 수립하여 방사선량을 줄이고 있으며, 우리나라에서도 2008년의 흉부 엑스선 검사와 유방 엑스선 검사의 환자선량 조사 및 평가를 시작으로, 현재 질병관리본부에서 CT, 치과촬영, 투시촬영, 중재시술, 일발촬영 등 다양한 검사의 진단참고수준을 수립하여 권고하고 있다.

진단참고수준 설정을 통해 진단참고수준 이상의 환자선량을 야기하는 시설이나 장비를 식별하여 시정조치를 취할 수 있다. 이와 같은 시정조치를 통해 비교적 높은 환자선량을 보이는 기관은 선량 저감화를 위한 노력을 이행할 것이다. 결과적으로 진단참고수준의 설정은 환자선량을 감소하는데 큰 기여를 할 것이다. 또한, 일정 기간 후 다시 전국조사를 통해 진단참고수준 값이 감소된 것을 확인하면 선량의 최적화가 이루어지고 있다고 판단할 수 있다. 또한, 각 국가에서는 연구가 진행됨에 따라 일반방사선촬영 중 소수의 검사에 대해 조사하는 것이 아니라 다양한 검사를 반영하고자 하였다. 이는 다양한 일반방사선촬영 검사에 대한 환자선량 저감화를 위한 노력으로 볼 수 있다. 이러한 점에서 주기적인 진단참고수준 갱신을 위한 체계적인 로드맵의 설정과 이를 통한 전국적인 피폭선량 실태조사를 지속적으로 실시하는 것이 필요하다.

국내외 진단참고수준



1 국내 진단참고수준 현황

우리나라에서는 현재 질병관리본부를 중심으로 환자선량 조사 및 진단참고수준 설정, 그리고 의료방사선 최적화에 대한 연구 및 활동이 활발히 진행되고 있으며, 현재까지 다수 연구를 통해 검사종류별 진단참고수준을 제시하였다(식약처 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2013). 이전에 설정된 성인의 일반촬영 진단참고수준 중 두부에 대해서는 2009년에, 흉부에 대해서는 2007년과 2011년에, 복부와 골반에 대해서는 2008년에, 경추와 흉추에 대해서는 2011년에, 요추에 대해서는 2008년과 2011년에 설정되었다. 소아 환자에 대해서는 5 세 연령에 한해서 2010년에 흉부, 2013년에 두부, 복부, 골반에 대해서 설정되었다.

〈표 1〉 우리나라 일반촬영 검사별 진단참고수준 설정 현황

	검사종류	수행연도	진단참고수준 (mGy)
성인	두부 (AP)	2009	2.23
	두부 (LAT)	2009	1.87
	흉부 (PA)	2007	0.34
	흉부 (AP)	2011	1.63
	흉부 (LAT)	2011	2.8
	복부 (AP)	2008	2.77
	골반 (AP)	2008	3.42
	경추 (AP)	2011	1.86
	경추 (LAT)	2011	1.03
	흉추 (AP)	2011	3.79
	흉추 (LAT)	2011	8.15
	요추 (AP)	2008	4.08
	요추 (LAT)	2011	10.53
	요추 (OBL)	2011	6.35
	소아	두부 (AP)	2013
두부 (LAT)		2013	0.8
흉부 (PA)		2010	0.1
복부 (AP)		2013	0.62
골반 (AP)		2013	0.8

2 국외 진단참고수준 현황

1) 영국의 일반촬영 검사에서의 진단참고수준

영국의 경우, 1980년대 영국방사선방어위원회(National Radiological Protection Board; NRPB)에서 일반촬영으로 인한 환자의 방사선량을 전국에 걸쳐 조사하였다(NRPB 1986). 1992년에는 영국 전역의 병원에서 일반촬영(radiography)과 투시촬영(fluoroscopy) 검사에 대한 환자 방사선량 값을 수집하고자, 국가 환자선량 데이터베이스(National Patient Dose Database; NPDD)를 구축하였다.

일반촬영의 경우에는 각각의 촬영에 대해 입사표면선량(entrance surface dose; ESD)과 면적선량(dose area product; DAP)을 측정하였으며, 투시촬영의 경우에는 전체 검사 또는 시술 중의 면적선량과 조사시간을 측정하였다. 이렇게 수집된 결과를 바탕으로, 영국방사선방어위원회는 주기적으로 환자의 방사선량 분포도를 작성하여 이를 바탕으로 국가 진단참고수준을 제안하고 있다(NRPB 1986, 1996, 2002, HPA 2007, 2012). 최근 영국에서 출간된 환자선량 관련 보고서의 경우, 영국 전역의 320개의 의료기관에서 2006년 1월부터 2010년 12월까지 4년간 수집된 자료를 토대로 작성되었고(HPA 2012), 일반촬영 및 중재적 시술을 포함한 투시촬영 등에 대한 검사 종류별 관련 정보(환자의 나이, 몸무게, 성별, 관전압, 필터, 조사조건) 및 환자 피폭선량 분포(입사표면선량, 면적선량, 조사시간)를 제공하고 있다.

〈표 2〉에서는 위 보고서의 일부를 발췌, 영국의 일반촬영에 대한 환자선량의 평균 및 삼사분위를 요약하여 나타내었다.

〈표 2〉 최근 영국에서의 수집된 일반방사선촬영(Radiography)으로 인한 환자의 입사표면선량 및 면적선량(HPA 2012)

방사선 촬영	입사표면선량 (mGy)		면적선량 (Gy·cm ²)	
	평균	3사분위	평균	3사분위
두부 AP/PA	1.8	1.8		
두부 LAT	1.1	1.1		
경부 AP			0.23	0.15
경부 LAT			0.2	0.16
흉부 AP	0.16	0.2	0.18	0.15
흉부 LAT	0.48	0.54		
흉부 PA	0.12	0.15	0.09	0.1
흉추 AP	2.9	3.3	0.8	1.0
흉추 LAT	5.2	7.2	1.3	1.5
어깨 AP	0.4	0.46		
복부 AP	3.6	4.4	2	2.5
요추 AP	4.6	5.7	1.3	1.5
요추 LAT	7.9	10	2.1	2.5
골반 AP	3.2	3.9	1.8	2.2
무릎 AP	0.26	0.3		
무릎 LAT	0.33	0.34		

2) 미국의 일반촬영 검사에서의 진단참고수준

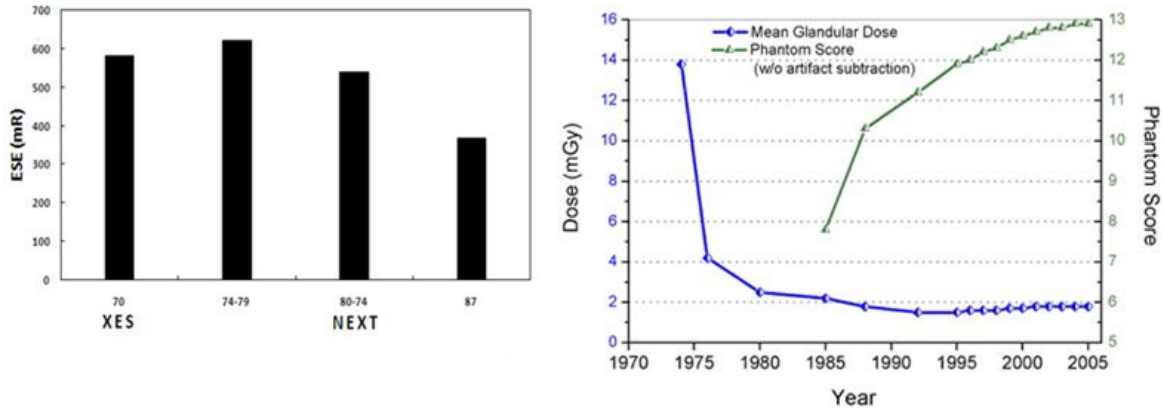
미국은 1972년부터 국가 X-선 촬영 경향분석 (Nationwide Evaluation of X-ray Trend; NEXT)이라는 프로그램을 통해, 미국 식약청(US Food and Drug Administration; FDA)내의 CDRH(Center for Devices and Radiological Health)와 방사선관리 프로그램 감독자 협의회가 함께 국가 규모의 환자선량 정보를 수집하고 이를 보고하고 있다(CRCPD 1990). 1973년부터 1983년까지는 각각의 병원에 대해 12 가지 일반적인 방사선촬영에 대한 환자의 피폭정보를 수집하였고, 1984년부터는 해마다 한 가지 방사선촬영을 지정해 놓고 자체 제작한 선량평가모의체를 이용하여 직접 방사선량을 측정하고 있다. <표 3>은 환자선량 측정조사를 위해 각 연도별로 수행된 방사선촬영의 종류를 나타낸다. 초반에는 유방촬영, 일반촬영, 투시촬영에 중점을 두고 조사가 이루어 졌으나, 최근의 연구에서는 전산화단층촬영 (CT), 소아 방사선촬영 등을 포함하고 있다.

<표 3> 미국 NEXT조사의 연도별 조사 대상 촬영 종류

연도	촬영종류	연도	촬영종류
1984	흉부 (Hospital)	1996	투시촬영
1985	유방촬영	1997	유방촬영 (MQSA) ^a
1986	흉부 (Private practice)	1998	소아 흉부
1987	복부/요·미추 (Hospital)	1999	치과촬영
1988	유방촬영	2000	전산화단층촬영
1989	복부/요·미추 (Private practice)		유방촬영 (MQSA) ^a
1990		2001	흉부
1991	투시촬영	2002	복부 (All)
1992	유방촬영		요·미추 (Private practice) (All)
1993	치과촬영	2003	투시촬영
1994	흉부 (Hospital)	2005	전산화단층촬영
	흉부 (Private practice)	2008	심장 카테터법
1995	복부/요·미추 (Hospital)	2009	심장 카테터법
	복부/요·미추 (Private practice)		
	카이로프랙틱 장비		
	유방촬영 (MQSA) ^a		

^a MQSA(Mammography Quality Standards Act)의 결과

[그림 3]은 시간에 따른 미국의 방사선촬영에 의한 환자선량의 변화를 나타낸 것이다. 영국의 경우와 마찬가지로 시간에 따라 환자의 피폭선량이 감소함을 볼 수 있다. 가장 크게 환자선량이 감소된 방사선촬영은 유방촬영이었는데, 유방촬영영상표준법(Mammography Quality Standards Act: MQSA) 도입이 환자선량 감소에 크게 기여한 것으로 나타났다.



[그림 3] 미국의 시간에 따른 환자 피폭선량의 변화 (CRCPD 1990, Spelic 2006),
(좌) 복부 촬영 (입사표면선량 (mR)), (우) 유방 촬영 (유선선량 (mGy))

미국의 진단참고수준은 미국의학물리학회 중심의 미국영상의학회 등 다양한 기관의 전문가로 구성된 TF팀에 의해 설정되었다. 검사 빈도가 높은 일반촬영, 투시촬영, 전산화단층촬영, 치과촬영 등을 포함한 9가지 방사선 촬영에 대해, NEXT 자료를 중심으로 대략 75~80 %의 백분위수에 해당하는 값을 진단참고수준으로 설정하였고, 설정된 값을 <표 4>에 요약하였다. 유방촬영의 경우는 유방촬영영상표준법에 의해 잘 관리가 되고 있어, 진단참고수준 설정에서 제외되었다.

<표 4> 미국의학물리학회에서 제시한 일반촬영과 투시촬영의 참고 값

방사선 촬영	입사피부조사선량(ESE) ^a	
	(mGy)	(mR)
일반방사선촬영		
흉부 (PA)	0.25	25
경추 (AP)	1.25	125
복부 (AP)	4.50	450
요추 (AP)	5.00	500
투시방사선 촬영		
투시방사선 장치 선량율	65.3 mGy/min	6,500 mR/min

^a 미국의학물리학회에서는 참고값을 후방산란(backscattering)을 고려하지 않은 입사피부조사선량 (ESE)으로 정의한다.

2013년에는 미국방사선방어협회(NCRP) 보고서-172를 바탕으로 개정된 ACR-AAPM Practice Guideline이 발간되었는데, 일반방사선촬영에 대한 진단참고수준을 <표 5>와 같이 제시하였다. 팔호 안의 숫자는 공기커마와 환자 표면 사이의 거리이다. 흉부 촬영에서, 성인의 경우 2001년 NEXT 자료의 3사분위수를 진단참고수준으로, 중간값을 AD(achievable dose)로 정하였다. 소아의 경우 1998 NEXT 자료를 바탕으로 진단참고수준을 수립하였는데, 이는 15개월의 10 kg 이하의 소아환자를 기준으로 하였다. 이 자료에 의하면 10 % 미만의 기관에서 소아 흉부 촬영 시 그리드를 사용하였으며, 95 % 정도의 기관에서 수동 촬영을 시행하였다. 미국에서 가장 많이 시행되는 일반방사선촬영은 흉부촬영과 유방촬영이었으며, 복부촬영과 요천추부(Lumbosacral junction) 촬영은 각각 세 번째와 네 번째로 많이 시행되는 검사였다. <표 5>에 기록된 복부와 요천추부 촬영의 진단참고수준과 AD는 2002년 NEXT 자료에서의 각각 3사분위수와 중간값이다.

<표 5> NCRP 보고서에 제시된 DRL와 Achievable dose (AD)

검사 종류	DRL (mGy)	AD (mGy)
성인 흉부 후전면, 그리드 사용(23 cm)	0.15	0.11
소아 흉부 후전면, 그리드 미사용(12.5 cm)	0.06	0.04
소아 흉부 후전면, 그리드 사용(12.5 cm)	0.12	0.07
성인 복부 전후면(22 cm)	3.4	2.4
성인 요천추 전후면(22 cm)	4.2	2.8

3) 기타 유럽의 일반촬영 검사에서의 진단참고수준

독일, 영국을 비롯한 유럽의 여러 국가들은 진단참고수준 수립을 위한 활동이 활발하게 진행되어 왔다. 독일의 경우 2003년 독일연방방사선방어청(BfS, German Federal Authority for Radiation Protection)을 중심으로 성인의 일반촬영과 투시촬영에 대하여 진단참고수준을 수립하였으며, 주기적으로 값을 개정하고 있다 <표 6, 7>. 2003년부터는 방사선 관련 규정을 개정하여 성인의 일반촬영, 투시촬영, CT촬영 시 진단참고수준을 사용하도록 권고하고 있으며, 현재는 소아에 대한 진단참고수준도 설정되어 있다.

<표 6> 독일의 일반촬영 진단참고수준(성인, 2016)

검사 종류	DAP(cGy·cm ²)
두부 전후/후전면	60
두부 측면	50
흉부 후전면	15
흉부 측면	40
흉추 전후면	110
흉추 측면	140
요추 전후면	200
요추 측면	350
골반 전후면	250
복부	230

<표 7> 독일의 일반촬영 진단참고수준(소아, 2016)

검사 종류	연령	DAP (cGy·cm ²)
흉부 전후/후전면	미숙아 (< 3 kg)	0.3
	신생아 (3-5 kg, 0-3 개월)	0.5
	영아 (5-10 kg, 3-12 개월)	1.0
	유아 (10-19 kg, 1-5 세)	2.0
	학동기 (19-32 kg, 5-10 세)	3.5
흉부 측면	유아 (10-19 kg, 1-5 세)	2.5
	학동기 (19-32 kg, 5-10 세)	5.0
복부 전후/후전면	신생아 (3-5 kg, 0-3 개월)	2.0
	영아 (5-10 kg, 3-12 개월)	5.0
	유아 (10-19 kg, 1-5 세)	10
	학동기 (19-32 kg, 5-10 세)	20
골반 전후면	유아 (10-19 kg, 1-5 세)	10
	학동기 (19-32 kg, 5-10 세)	20
두개골 전후면	영아 (3-12 개월)	12
	유아 (1-5 세)	24
두개골 측면	영아 (3-12 개월)	10
	유아 (1-5 세)	20

유럽공동체(European Commissions; EC)에서도 다양한 일반촬영에 대한 진단참고수준을 수립하여 그 사용을 권고하고 있으며(EC 1996a, EC 1996b, EC 1997, EC 1999), EC의 진단참고수준은 공기커마-면적곱(air kerma area product; KAP)을 진단참고수준의 단위로 사용하고 있다. 단위의 차이 외에도 후방산란 고려 여부(미국은 후방 산란을 고려하지 않은 값), 환자 선량자료(유럽)와 팬텀 측정자료(미국)의 차이에 의해서 유럽과 미국의 진단참고수준을 직접적으로 비교하는 것은 쉽지 않다. <표 8>에 유럽 여러 국가의 진단참고수준을 비교 요약하였다.

〈표 8〉 유럽 국가들의 진단참고수준

단위: mGy

	프랑스('04)	독일('03)	이탈리아('00)	스페인('99)	스위스('06)
복부 전후면	10	10	10	10	
흉부 측면	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
흉부 후전면	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
요추 전후면	10	10	10	10	10
요추 측면	30	30	30	30	30
요천추 촬영			40	40	40
골반 전후면	10	10	10	10	10
두부 전후/후전면	5	5	5	5	5
두부 측면	3	3	3	3	3
흉추 전후면		7			
흉추 측면		12			
구강 내 촬영 (후방 산란선 제외)				7	

일반촬영에서의 진단참고수준 확립



질병관리본부에서는 2017년과 2018년에 일반촬영에 대한 진단참고수준 확립을 위한 전국 단위 조사 및 연구를 진행하였다. 2017년에는 전국 103 개 병원, 115 개 장치에 대해 5 세, 10 세, 성인의 Skull AP, Lat., Chest PA, Lat., AP, Abdomen AP, Pelvis AP와 성인 C-spine AP, Lat., T-spine AP, Lat., L-spine AP, Lat., Oblique 등 14 개 검사에 대해 환자선량(입사표면선량, Entrance Skin Dose, ESD)을 조사하였으며 신생아의 Chest AP, Abdomen AP에 대해서는 상급종합병원 총 23 곳과 종합병원 22 곳을 대상으로 조사하였다. 2018년에는 전국 178 개 병원, 178 개 장비에 대해 5 세, 10 세, 성인의 Shoulder AP, Clavicle AP, Humerus AP, Elbow AP, Wrist PA, Hand PA, Hip AP, Femur AP, Knee AP, Lat., Ankle AP 등 11 개 검사에 대해 의 환자선량(ESD)을 조사하였다.

1 측정 대상 의료기관 분포 현황

2017, 2018년 조사 모두 인구 분포를 고려하여, 공문을 통한 자발적 참여, 학회 및 협회 추천, 그리고 직접 접촉을 통한 섭외 방법을 통해 측정 의료기관을 선정하였다.

1) 2017년 조사

〈표 9〉에 본 연구의 검사정보 수집 대상 병원수를 지역별, 의료기관의 규모별로 정리하여 나타내었다. 2017년의 경우, 측정은 총 103 개 병원을 대상으로 수행되었으며, 병원 규모에 따라 상급종합병원 23 개(22%), 종합병원 51 개(50%), 병의원 29 개(28%)로 검사정보 및 선량측정이 수행되었다. 지역별로는 서울/인천/경기도는 44 개(42%), 강원/충청도는 18 개(18%), 전라도는 12 개(12%), 경상도는 26 개(26%), 제주도는 3 개(3%)의 기관에서 피폭선량 측정 및 실태조사가 이루어졌다.

〈표 9〉 2017년 선량 측정 대상 병원 수

지역구분	상급종합병원	종합병원	병의원	합계
서울/인천/경기	10	18	16	44
강원/충청도	2	11	5	18
전라도	4	4	4	12
경상도	7	15	4	26
제주도	0	3	0	3
합계	23	51	29	103

2) 2018년 조사

〈표 10〉에는 일반촬영에 대해 선량 측정 및 정보를 수집한 병원 수를 지역별, 의료기관 종별에 따라 나타내었다. 2018년 조사의 경우, 178 개 병원을 대상으로 수행되었으며, 병원 규모에 따라 상급종합병원 36 개(20 %), 종합병원 94 개(53 %), 병·의원 48 개(27 %)로 검사정보 및 선량측정이 수행되었다. 지역별로는 서울/인천/경기도는 84 개(47 %), 강원/충청도는 26 개(15 %), 전라도는 22 개(12 %), 경상도는 43 개(24 %), 제주도는 3 개(2 %)의 기관에서 선량 측정 및 실태조사가 이루어졌다.

〈표 10〉 일반촬영 방사선량 측정 및 정보수집 대상 병원 수

지역구분	상급종합병원	종합병원	병·의원	합계
서울/인천/경기	20	40	24	84
강원/충청도	4	11	11	26
전라도	4	13	5	22
경상도	8	27	8	43
제주도	.	3	.	3
합계	36	94	48	178

2 측정 대상 장치 현황

2017년에는 115 개 장비, 2018년에는 178 개 장치에 대해 조사를 진행하였다.

1) 2017년 조사

〈표 11〉에는 2017년 조사 대상 전체 장치의 영상획득 방식(Computed Radiography(CR), Digital Radiography(DR), 필름-스크린) 분포에 대해 정리하였으며, CR은 전체 115 개 중 19 개였으며 DR은 96 개였다. 필름-스크린을 이용하는 장치는 조사대상에 포함되지 않았다.

〈표 11〉 일반촬영장치 영상획득방식별 조사대상 현황(2017년)

	DR	CR	합계
상급종합병원	25	1	26
종합병원	55	3	58
병의원	16	15	31
합계	96	19	115

〈표 12〉에는 2017년 조사대상 전체 장치의 자동노출제어(automatic exposure control; AEC) 사용여부를 환자 연령대에 따라 정리하였으며, 5 세 환자를 대상으로 촬영하는 107 대 장치 중 27 대의 장치에서 AEC 기능을 사용하였으며, 80 대의 장비에서 AEC를 사용하지 않았다. 10 세 환자를 대상으로 촬영하는 106 대의 장치 중 AEC를 사용하는 장치는 32 대, 사용하지 않는 장치는 74 대로 나타났으며, 성인 환자 대상 장치의 경우, 조사된 113 대 장치 중 AEC 사용 장치는 39 대, 미사용 장치는 74 대로 나타났다.

〈표 12〉 일반촬영장치의 AEC 사용 여부

	AEC 사용	AEC 미사용
5 세	27	80
10 세	32	74
성인	39	74

2) 2018년 조사

〈표 13〉에는 2018년도 조사대상 일반촬영장치의 의료기관 규모별 영상획득 방식 현황을 나타냈으며 전체 178 개의 촬영기 중 CR은 16대로 그 중 대부분이 병의원에 분포하고 있었다. 상급종합병원 장비 36 대 모두 DR을 사용하고 있었다.

〈표 13〉 일반촬영의 병원규모별 영상획득장치 현황

병원규모	Image Type		합계
	DR	CR	
상급종합병원	36	0	36
종합병원	93	1	94
병의원	33	15	48
합계	162	16	178

〈표 14〉에는 일반촬영장치의 병원규모별 면적선량계(DAP meter) 부착유무를 나타냈으며 전체 178 대 장치 중 총 57 대의 장비에 면적선량계가 장착되어 있었으며 상급종합병원의 경우 총 36개의 장치 중 27 대의 장비에 부착되었으며 종합병원의 경우 94 대 중 26 대, 병의원은 총 48 대 중 4 대에서만 면적선량계가 부착되어 있었다.

〈표 14〉 일반촬영의 면적선량계 유무에 따른 장치 현황

병원규모	DAP 유무		합계
	유	무	
상급종합	27	9	36
종합병원	26	68	94
병의원	4	44	48
합계	57	121	178

3 측정 방법

1) 2017년 조사

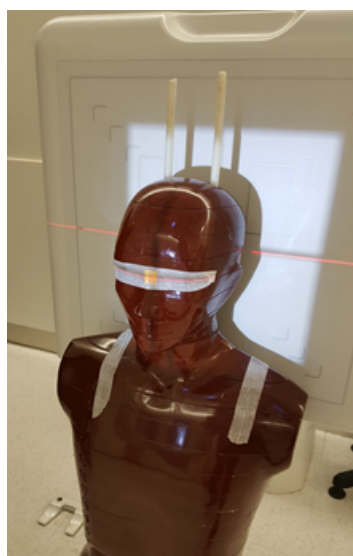
(1) 의료기관 실측

배정된 의료기관을 방문하여 [그림 4]와 같은 실측표를 사용하여 촬영 조건을 작성하였다.

Radiography (X-ray room:)																		
Manufacturer		Model		Year of purchase		Year of Exam		Inherent filtration		Image type		Generator wave form				FFD	FSD	
								Al (mm)	Cu (mm)	DR	CR	Three Phase	Single Phase	Inverter	etc			
Examination Type	Phantom	AEC	Technical Settings				Filtration		FFD (cm)	Grid ratio	Screen size (cm)	DAP (mSv/cm ²)	Dose				distance (cm)	distance (cm)
		Yes/No	kVp	mA	msec	mAi (mm)	Cu (mm)	phantom/no phantom					inverse	ratio	μSv	μSv		
Chest	AP																	
Abdomen	AP																	
Skull	AP																	
	Lat																	
Chest	PA																	
	Lat																	
Abdomen	AP																	
	AP																	
Pelvis	AP																	
	AP																	
Skull	AP																	
	Lat																	
Chest	PA																	
	Lat																	
Abdomen	AP																	
	AP																	
Pelvis	AP																	
	AP																	
C-spine	Lat																	
	Lat																	
T-spine	AP																	
	Lat																	
L-spine	AP																	
	Lat																	
	Dbi																	

[그림 4] 2017년 의료기관 방문 시 작성한 실측표

각 의료 기관을 방문하여 위의 실측표에 실제 사용하는 프로토콜을 작성 후 그것에 맞추어 실제와 같은 표준 촬영 기법 [그림. 5]로 각 연령대별 선량측정용 Phantom을 사용하여 실측하였다. Phantom이 없는 신생아의 경우에는 프로토콜만 작성하였다.



[그림 5] Skull AP에서의 유리선량계를 사용한 실측 장면

(2) 측정장비

일반촬영 진단 시 방사선량 측정을 위한 장비로는 열형광선량계(TLD), 유리선량계(Glass Dosimeter), Unfors 서베이미터 [그림 6], 이온전리함(Ionization chamber), 면적선량계(DAP meter) 등이 있다. 열형광선량계, 유리선량계와 Unfors 서베이미터는 팬텀에 부착함으로써 입사표면선량을 측정한다. 면적선량계는 X선의 방출구에 위치하며, 면적선량을 측정한다. 본 연구에서는 유리선량계와 Unfors 서베이미터를 이용하여 입사표면선량을 측정하였다 [그림 6].



[그림 6] 측정에 사용된 유리선량계 소자(좌)와 리더기(DoseAce FGD-1000, 가운데) 및 Unfors 서베이미터(우)

2) 2018년 조사

(1) 의료기관 실측

배정된 의료기관을 방문하여 [그림 7]과 같은 실측표를 사용하여 촬영 조건을 작성하였다.

작업사		Radiography (X-ray room)										FFD	FSD			
		국립	국립	국립	필터		Inherent filter		Image type		Generator wave form					
		Technical Settings			Filter		FFD	Grid ratio	Screen size		Dose			distance	distance	
검사조건	연령	ABC	kVp	mAs	Al (mm)	Cu (mm)	(cm)	1/2	가로 (cm)	세로 (cm)	phantom	no phantom	in/ise	in/ise	cm	cm
Shoulder	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Cervical	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Humerus	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Elbow	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Wrist	PA	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Hand	PA	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Hip	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Femur	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
knee	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
	Lat	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Ankle	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Shoulder	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Cervical	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Humerus	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Elbow	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Wrist	PA	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Hand	PA	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Hip	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Femur	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
knee	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
	Lat	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Ankle	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Shoulder	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Cervical	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Humerus	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Elbow	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Wrist	PA	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Hand	PA	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Hip	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Femur	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
knee	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
	Lat	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														
Ankle	AP	<input type="checkbox"/> Yes () <input type="checkbox"/> No ()														

[그림 7] 2018년 의료기관 방문 시 작성한 실측표

각 의료 기관을 방문하여 위의 실측표에 실제 사용하는 프로토콜을 작성 후 그것에 맞추어 실제와 같은 표준 촬영 기법으로 각 연령대에 해당하는 아크릴 phantom을 사용하여 실측하였다 [그림 8].



[그림 8] 의료기관 실측 장면

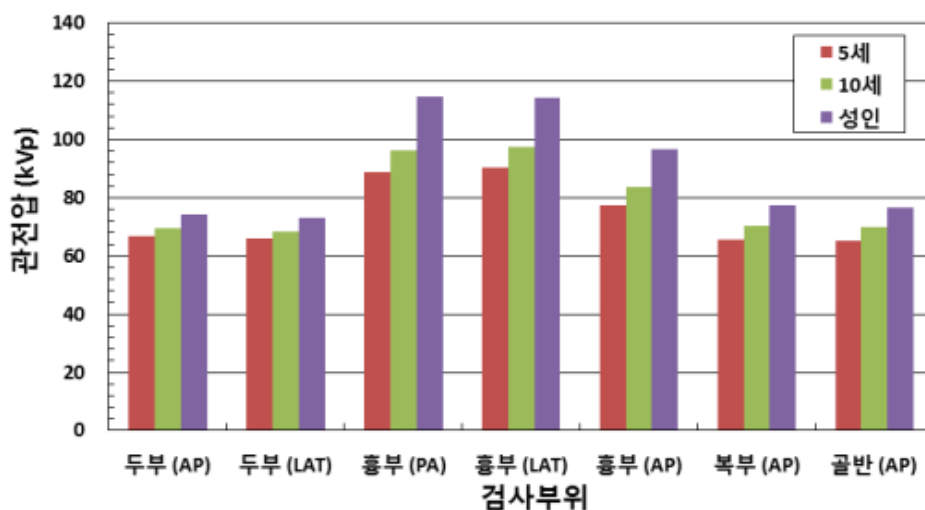
(2) 측정장비

유리선량계의 많은 시간 소요 및 깨짐, 변형과 같은 문제로 인해, 2017년 조사와 달리 2018년 조사에서는 Unfors 장비만 사용하여 측정을 진행하였다. 실제 측정에 앞서 Unfors 측정장비의 적정성을 확보하기 위해, ion chamber와의 비교 실험을 진행하였다.

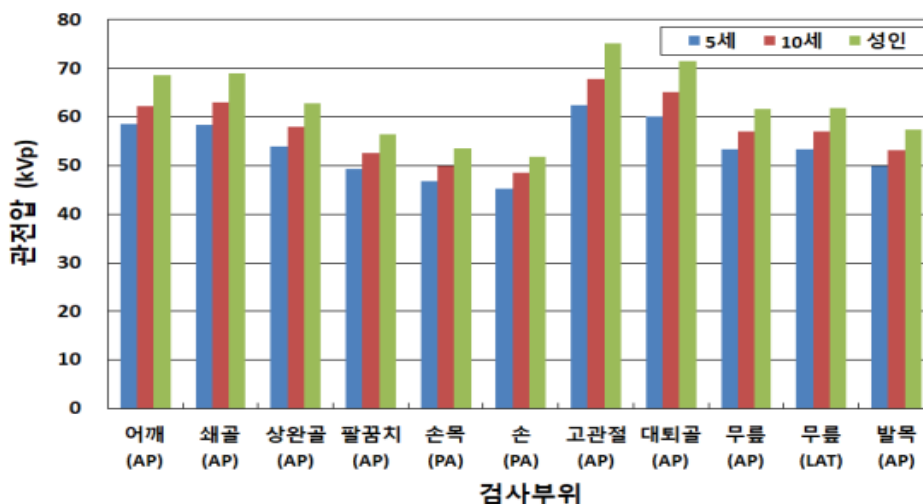
4 촬영 조건 분석

1) 관전압 (kVp)

[그림 9, 10]에는 연령별 일반촬영 진단 시 검사별 평균 관전압을 나타냈으며, <표 15, 16>에는 일반촬영의 검사별 관전압 평균, 1사분위값, 중간값, 3사분위값을 나타내었다. 일반적으로 환자의 연령이 높을수록 일반촬영 진단 시 높은 관전압을 이용하는 것으로 나타났다. 10 세에 대한 일반촬영 진단 시 5 세보다 평균 7 % 높은 관전압이 사용되었으며, 성인의 일반촬영 진단 시 5 세 및 10 세 보다 각각 20 %, 12 % 높은 평균 관전압이 사용되는 것으로 나타났다. 또한 검사종류에 대해서는 상대적으로 두꺼운 부위인 고관절(AP), 대퇴골(AP), 쇄골(AP), 어깨(AP) 진단 시 다른 사지에 대한 검사보다 높은 관전압을 이용하는 것으로 나타났다.



[그림 9] 일반촬영 시 연령별, 검사별 평균 관전압



[그림 10] 일반촬영 시 연령별, 검사종류별 평균 관전압

〈표 15〉 일반촬영의 검사별 관전압 통계

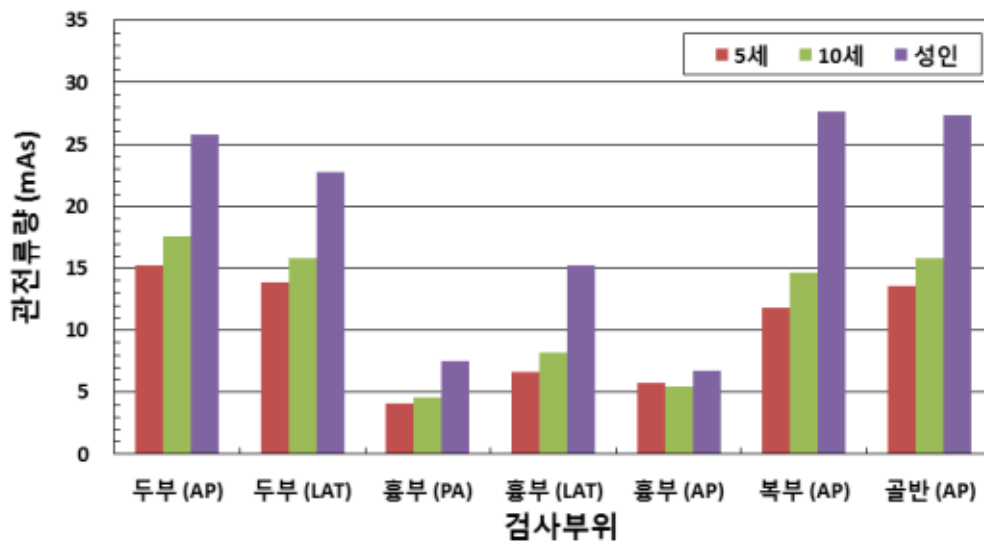
연령	검사종류	측정수	관전압(kVp)			
			평균	1사분위	중간값	3사분위
신생아	흉부 (AP)	55	60	52	55	65
	복부 (AP)	55	58	52	57	60
5 세	두부 (AP)	106	67	64	67	70
	두부 (LAT)	106	66	63	66	70
	흉부 (PA)	108	89	75	90	100
	흉부 (LAT)	107	91	80	90	100
	흉부 (AP)	106	77	66	71	90
	복부 (AP)	110	66	60	65	70
	골반 (AP)	104	65	60	65	68
10 세	두부 (AP)	106	70	66	70	72
	두부 (LAT)	106	68	66	68	70
	흉부 (PA)	107	96	85	100	110
	흉부 (LAT)	106	97	87	99	110
	흉부 (AP)	104	84	70	80	96
	복부 (AP)	110	70	65	70	75
	골반 (AP)	104	70	66	70	73
성인	두부 (AP)	112	74	70	75	77
	두부 (LAT)	112	73	70	73	75
	흉부 (PA)	114	115	110	120	124
	흉부 (LAT)	114	114	110	120	125
	흉부 (AP)	110	97	85	100	110
	복부 (AP)	115	77	73	77	80
	골반 (AP)	114	77	73	76	80
	경추 (AP)	113	70	66	70	75
	경추 (LAT)	113	75	70	75	78
	흉추 (AP)	114	77	75	77	80
	흉추 (LAT)	114	82	80	81	85
	요추 (AP)	114	79	75	78	80
	요추 (LAT)	115	86	85	85	90
	요추 (OBL)	110	81	77	80	85

〈표 16〉 일반촬영 시 연령 및 검사종류별 관전압

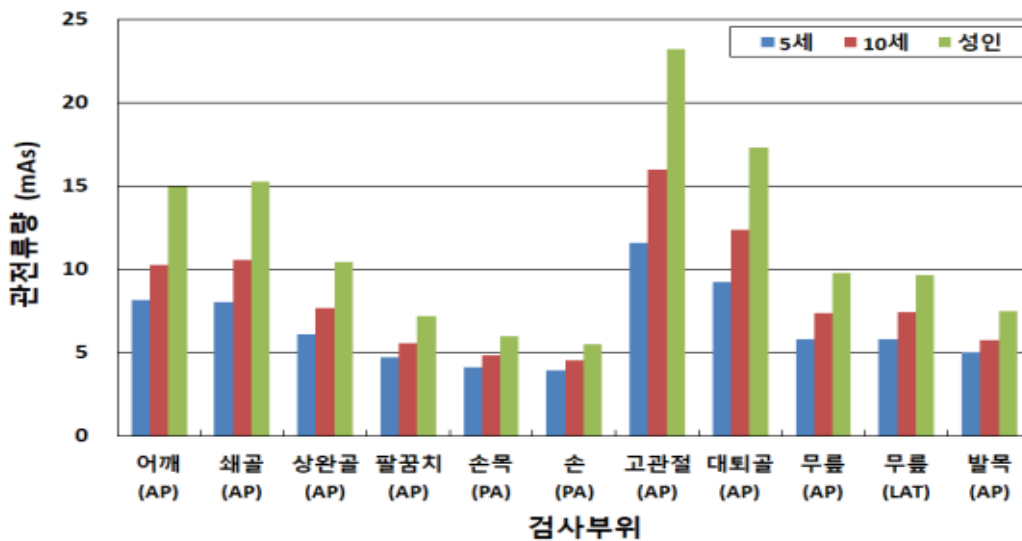
연령	검사종류	측정수	관전압 (kVp)			
			평균	1사분위	중간값	3사분위
5 세	어깨 (AP)	172	59	55	58	60
	쇄골 (AP)	170	58	55	58	60
	상완골 (AP)	169	54	50	55	56
	팔꿈치 (AP)	170	49	46	50	52
	손목 (PA)	170	47	45	46	50
	손 (PA)	169	45	42	45	48
	고관절 (AP)	169	62	60	61	65
	대퇴골 (AP)	170	60	58	60	63
	무릎 (AP)	169	53	50	55	56
	무릎 (LAT)	169	53	50	55	55
	발목 (AP)	169	50	46	50	53
10 세	어깨 (AP)	176	62	60	62	65
	쇄골 (AP)	175	63	60	63	66
	상완골 (AP)	176	58	55	57	60
	팔꿈치 (AP)	176	53	50	53	55
	손목 (PA)	176	50	48	50	52
	손 (PA)	175	49	46	48	50
	고관절 (AP)	176	68	65	66	70
	대퇴골 (AP)	176	65	62	65	68
	무릎 (AP)	176	57	55	56	60
	무릎 (LAT)	176	57	55	56	60
	발목 (AP)	175	53	50	54	55
성인	어깨 (AP)	178	69	65	70	71
	쇄골 (AP)	178	69	66	70	72
	상완골 (AP)	178	63	60	63	65
	팔꿈치 (AP)	178	56	55	56	60
	손목 (PA)	178	53	50	55	56
	손 (PA)	177	52	50	52	55
	고관절 (AP)	177	75	73	75	78
	대퇴골 (AP)	178	71	70	70	75
	무릎 (AP)	178	62	60	60	65
	무릎 (LAT)	177	62	60	60	65
	발목 (AP)	178	57	55	57	60

2) 관전류량 (mAs)

[그림 11, 12]에 연령별 일반촬영 진단 시 검사별 평균 관전류량을 나타내었으며, <표 17, 18>에는 일반촬영의 관전류량의 평균, 1사분위값, 중간값, 3사분위값의 정보를 나타내었다. 일반적으로 환자의 연령이 높을수록 일반촬영 진단 시 높은 관전류량을 이용하는 것으로 나타났다. 10 세에 대한 일반촬영 진단 시 5 세보다 평균 14 % 높은 관전류량이 사용되었으며, 성인의 일반촬영 진단 시 5 세 및 10 세 보다 각각 85 %, 60 % 높은 평균 관전류량이 사용되는 것으로 나타났다. 검사종류에 대해서는 다른 사지 검사에 비해 고관절(AP), 대퇴골(AP), 쇄골(AP), 어깨(AP) 진단 시 높은 관전류량을 이용하는 것으로 나타났다.



[그림 11] 일반촬영 시 연령별, 검사별 평균 관전류량



[그림 12] 일반촬영 시 연령 및 검사종류별 평균 관전류량

〈표 17〉 일반촬영의 검사별 관전류량 통계

연령	검사종류	측정수	관전류량 (mAs)			
			평균	1사분위	중간값	3사분위
신생아	흉부 (AP)	55	2.9	1.9	2.6	3.4
	복부 (AP)	55	4.8	2.5	4.0	5.0
5 세	두부 (AP)	106	15.2	10	12.7	17.5
	두부 (LAT)	105	13.9	9.3	12.4	16.0
	흉부 (PA)	108	4.1	2.0	3.2	5.0
	흉부 (LAT)	107	6.7	2.9	5.0	7.3
	흉부 (AP)	106	5.8	2.0	3.2	6.2
	복부 (AP)	110	11.8	6.0	8.0	15.0
	골반 (AP)	104	13.6	6.4	10.0	16.0
10 세	두부 (AP)	106	17.6	12.5	16.0	20.0
	두부 (LAT)	106	15.9	10.1	14.0	16.6
	흉부 (PA)	107	4.6	2.1	3.2	5.0
	흉부 (LAT)	105	8.2	3.2	5.3	8.0
	흉부 (AP)	104	5.5	2.5	3.8	6.4
	복부 (AP)	110	14.6	6.3	12.0	20.0
	골반 (AP)	104	15.8	9.9	12.6	20.0
성인	두부 (AP)	112	25.7	18.5	21.0	30.9
	두부 (LAT)	112	22.8	16.0	20.0	25.0
	흉부 (PA)	111	7.5	2.8	4.0	7.4
	흉부 (LAT)	114	15.2	8.0	10.6	16.0
	흉부 (AP)	110	6.7	2.7	4.5	7.8
	복부 (AP)	115	27.6	19.2	25.6	32.0
	골반 (AP)	114	27.4	19.9	25.0	32.0
	경추 (AP)	113	18.4	12.5	16.0	22.1
	경추 (LAT)	113	21.9	15.9	20.0	25.6
	흉추 (AP)	114	29.2	20.0	25.6	36.8
	흉추 (LAT)	113	37.4	25.0	38.4	44.8
	요추 (AP)	114	41.4	26.3	35.4	50.0
	요추 (LAT)	115	54.2	40.0	50.0	64.0
	요추 (OBL)	110	40.5	28.9	36.4	50.0

〈표 18〉 일반촬영의 검사종류별 관전류량

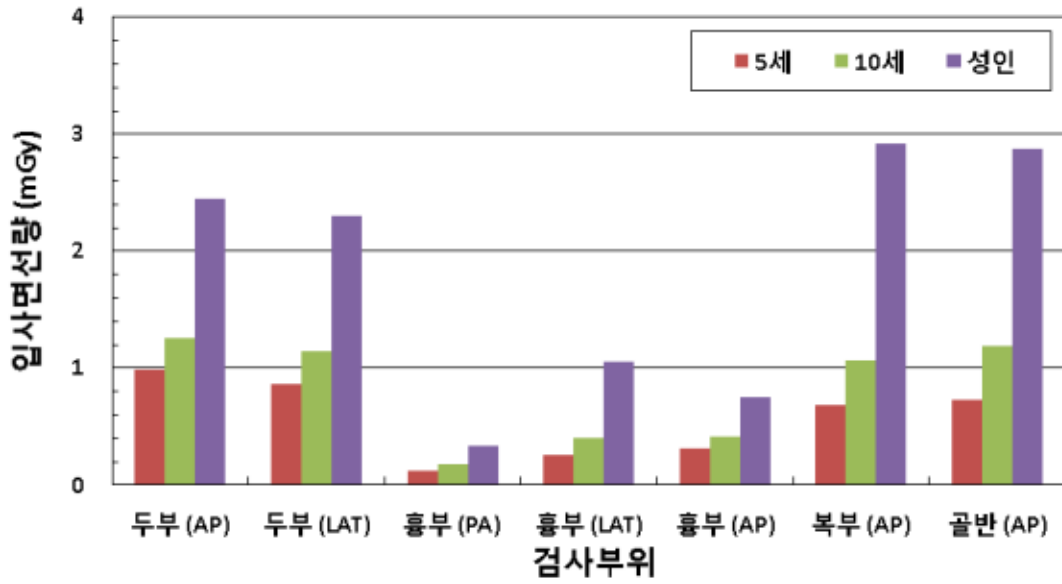
연령	검사종류	측정수	관전류량 (mAs)			
			평균	1사분위	중간값	3사분위
5 세	어깨 (AP)	146	8	5	8	10
	쇄골 (AP)	146	8	5	8	10
	상완골 (AP)	145	6	5	6	7
	팔꿈치 (AP)	146	5	4	5	6
	손목 (PA)	146	4	3	4	5
	손 (PA)	145	4	3	4	5
	고관절 (AP)	145	12	9	11	13
	대퇴골 (AP)	146	9	8	10	11
	무릎 (AP)	145	6	5	6	6
	무릎 (LAT)	145	6	5	6	6
	발목 (AP)	145	5	4	5	5
10 세	어깨 (AP)	150	10	8	10	13
	쇄골 (AP)	149	11	8	10	13
	상완골 (AP)	150	8	6	8	9
	팔꿈치 (AP)	150	6	5	6	6
	손목 (PA)	150	5	4	5	6
	손 (PA)	149	5	4	4	5
	고관절 (AP)	150	16	13	16	18
	대퇴골 (AP)	150	13	10	13	16
	무릎 (AP)	150	8	6	8	8
	무릎 (LAT)	150	8	6	8	8
	발목 (AP)	149	6	5	5	6
성인	어깨 (AP)	152	15	13	16	20
	쇄골 (AP)	152	16	13	16	20
	상완골 (AP)	152	11	8	10	13
	팔꿈치 (AP)	152	7	5	8	8
	손목 (PA)	152	6	5	6	7
	손 (PA)	151	6	5	5	6
	고관절 (AP)	151	24	20	25	26
	대퇴골 (AP)	152	18	14	16	20
	무릎 (AP)	152	10	8	10	12
	무릎 (LAT)	151	10	8	10	11
	발목 (AP)	152	8	6	8	9

5 환자선량 측정 결과

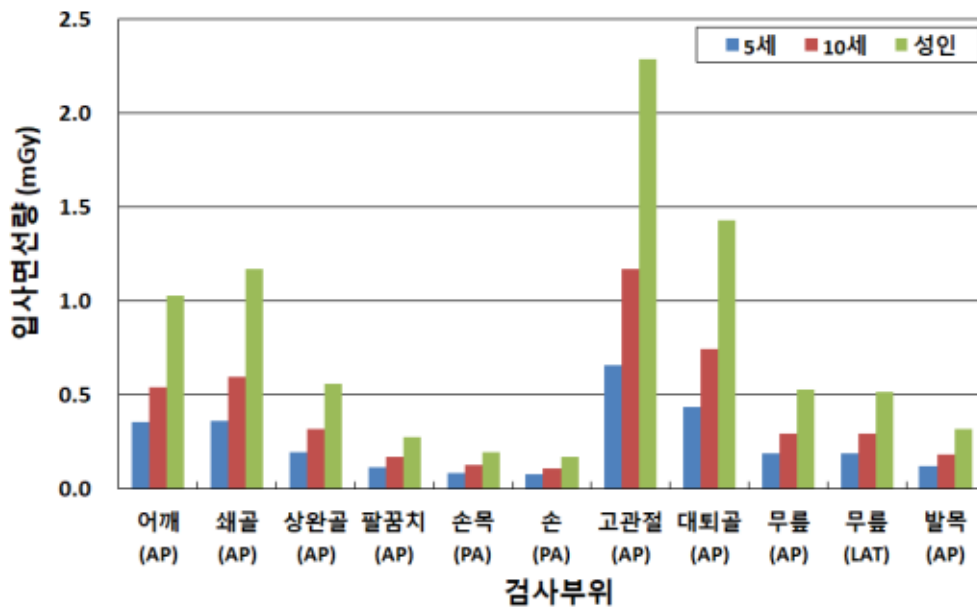
실제 조건에서 측정한 입사표면선량 통계치는 평균, 1사분위값, 중간값, 3사분위값을 나타내었다. 이 조사에서는 이전 진단참고수준 설정 값이 입사표면선량(ESD)으로 조사가 되어 있으며, 국내에 면적선량(DAP) 값을 얻을 수 없는 장치가 많은 점 등을 고려하여 입사표면선량을 진단참고수준 값으로 설정하였다.

1) 연령별 및 검사종류별 입사표면선량

[그림 13, 14]에 연령별 일반방사선 촬영 검사별 입사표면선량과 성인의 검사별 입사표면선량을 나타냈다. <표 19, 20>에는 검사종류별 입사표면선량 통계치를 나타내었다. 입사표면선량 통계치는 평균, 1사분위값, 중간값, 3사분위값을 나타내었다. 5 세의 경우 검사종류에 따라 0.13 - 0.99 mGy의 선량범위를 나타내었으며, 두부(AP) 검사 시 가장 높은 입사표면선량을 나타내었다. 10 세의 경우 0.18 - 1.26 mGy 범위를 나타내었으며, 두부 AP 검사에서 가장 높은 선량을 나타내었다. 성인의 경우 0.33 - 8.44 mGy 의 선량범위를 나타내었으며, 요추 LAT 검사에서 가장 높은 선량을 나타내었다. 신생아의 경우에는 적절한 phantom이 없어 직접 측정이 불가하여 부득이하게 주어진 조건을 바탕으로 계산한 값을 적용하였다. 사지 일반촬영에 대한 입사표면선량은 연령이 증가함에 따라 함께 증가하는 추세를 나타내었으며, 고관절 (AP), 대퇴골 (AP), 쇄골 (AP) 순으로 높은 입사표면선량을 나타내었다. 5 세의 경우 검사종류에 따라 0.08 - 0.66 mGy의 선량범위를 나타내었으며, 10 세의 경우 0.11 - 1.17 mGy의 선량범위를 나타내었다. 성인의 경우 0.17 - 2.29 mGy의 선량범위를 나타내었다.



[그림 13] 연령별 검사종류에 따른 평균 입사표면선량



[그림 14] 연령별 검사종류에 따른 입사표면선량

〈표 19〉 일반촬영의 검사별 입사표면선량 통계

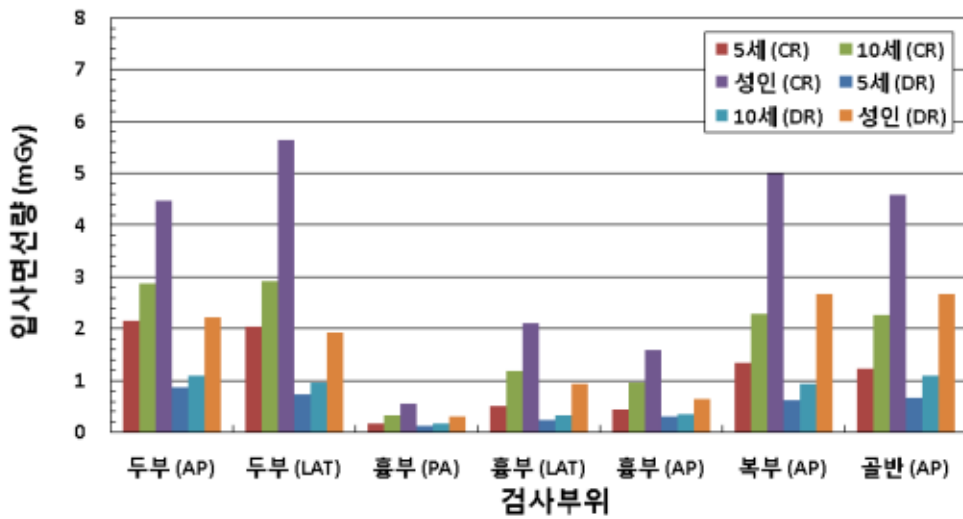
연령	검사종류	측정수	입사표면선량 (mGy)			
			평균	1사분위	중간값	3사분위
신생아	흉부 (AP)	55	0.11	0.05	0.09	0.14
	복부 (AP)	55	0.26	0.11	0.18	0.26
5 세	두부 (AP)	106	0.99	0.55	0.73	1.02
	두부 (LAT)	106	0.86	0.47	0.62	0.92
	흉부 (PA)	108	0.13	0.05	0.09	0.17
	흉부 (LAT)	107	0.26	0.09	0.20	0.33
	흉부 (AP)	106	0.31	0.12	0.21	0.35
	복부 (AP)	110	0.68	0.26	0.49	0.80
	골반 (AP)	104	0.73	0.35	0.60	0.88
10 세	두부 (AP)	106	1.26	0.73	0.97	1.38
	두부 (LAT)	106	1.14	0.63	0.88	1.20
	흉부 (PA)	107	0.18	0.08	0.12	0.24
	흉부 (LAT)	106	0.40	0.13	0.25	0.50
	흉부 (AP)	104	0.42	0.15	0.25	0.47
	복부 (AP)	110	1.06	0.36	0.80	1.38
	골반 (AP)	104	1.19	0.64	0.96	1.43
성인	두부 (AP)	112	2.45	1.47	1.96	2.85
	두부 (LAT)	112	2.30	1.30	1.87	2.48
	흉부 (PA)	114	0.33	0.13	0.25	0.40
	흉부 (LAT)	114	1.06	0.48	0.75	1.26
	흉부 (AP)	110	0.75	0.26	0.48	0.90
	복부 (AP)	115	2.91	1.85	2.61	3.64
	골반 (AP)	114	2.87	1.86	2.45	3.59
	경추 (AP)	113	1.31	0.75	1.06	1.65
	경추 (LAT)	113	0.61	0.37	0.54	0.74
	흉추 (AP)	114	2.91	1.88	2.61	3.64
	흉추 (LAT)	114	5.81	3.57	5.59	7.29
	요추 (AP)	114	4.12	2.63	3.74	4.89
	요추 (LAT)	115	8.44	5.29	7.55	10.55
	요추 (OBL)	110	4.85	3.02	4.33	6.09

〈표 20〉 일반촬영의 검사종류별 입사표면선량 통계

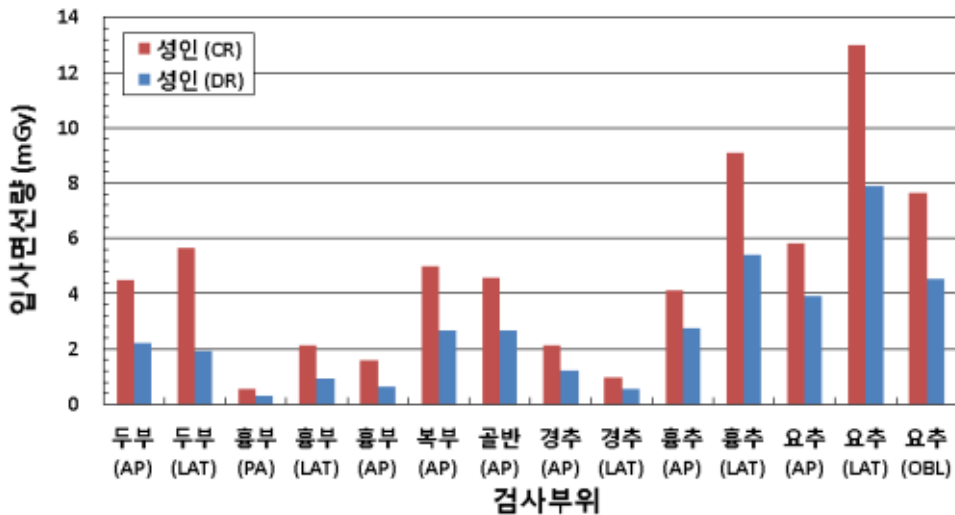
연령	검사종류	측정수	입사표면선량 (mGy)			
			평균	1사분위	중간값	3사분위
5 세	어깨 (AP)	172	0.36	0.20	0.31	0.50
	쇄골 (AP)	170	0.36	0.21	0.33	0.46
	상완골 (AP)	169	0.20	0.12	0.17	0.25
	팔꿈치 (AP)	169	0.12	0.07	0.10	0.16
	손목 (PA)	170	0.09	0.05	0.07	0.11
	손 (PA)	169	0.08	0.04	0.06	0.09
	고관절 (AP)	169	0.66	0.40	0.58	0.83
	대퇴골 (AP)	170	0.44	0.23	0.36	0.54
	무릎 (AP)	169	0.19	0.12	0.17	0.22
	무릎 (LAT)	169	0.19	0.12	0.17	0.22
	발목 (AP)	169	0.12	0.08	0.10	0.15
10 세	어깨 (AP)	176	0.54	0.34	0.48	0.72
	쇄골 (AP)	175	0.59	0.36	0.54	0.76
	상완골 (AP)	176	0.32	0.20	0.27	0.40
	팔꿈치 (AP)	176	0.17	0.10	0.15	0.23
	손목 (PA)	176	0.13	0.08	0.11	0.15
	손 (PA)	175	0.11	0.07	0.09	0.14
	고관절 (AP)	176	1.17	0.77	1.01	1.50
	대퇴골 (AP)	176	0.75	0.44	0.63	0.97
	무릎 (AP)	176	0.30	0.19	0.26	0.36
	무릎 (LAT)	176	0.30	0.19	0.26	0.37
	발목 (AP)	175	0.18	0.11	0.16	0.22
성인	어깨 (AP)	178	1.03	0.63	0.87	1.33
	쇄골 (AP)	178	1.17	0.75	1.09	1.51
	상완골 (AP)	178	0.56	0.34	0.45	0.70
	팔꿈치 (AP)	178	0.28	0.15	0.24	0.37
	손목 (PA)	178	0.20	0.11	0.16	0.24
	손 (PA)	177	0.17	0.10	0.14	0.21
	고관절 (AP)	177	2.29	1.44	2.12	2.89
	대퇴골 (AP)	178	1.43	0.86	1.20	1.73
	무릎 (AP)	178	0.53	0.33	0.45	0.68
	무릎 (LAT)	177	0.52	0.33	0.43	0.65
	발목 (AP)	178	0.32	0.19	0.28	0.39

2) 영상획득장치별 입사표면선량

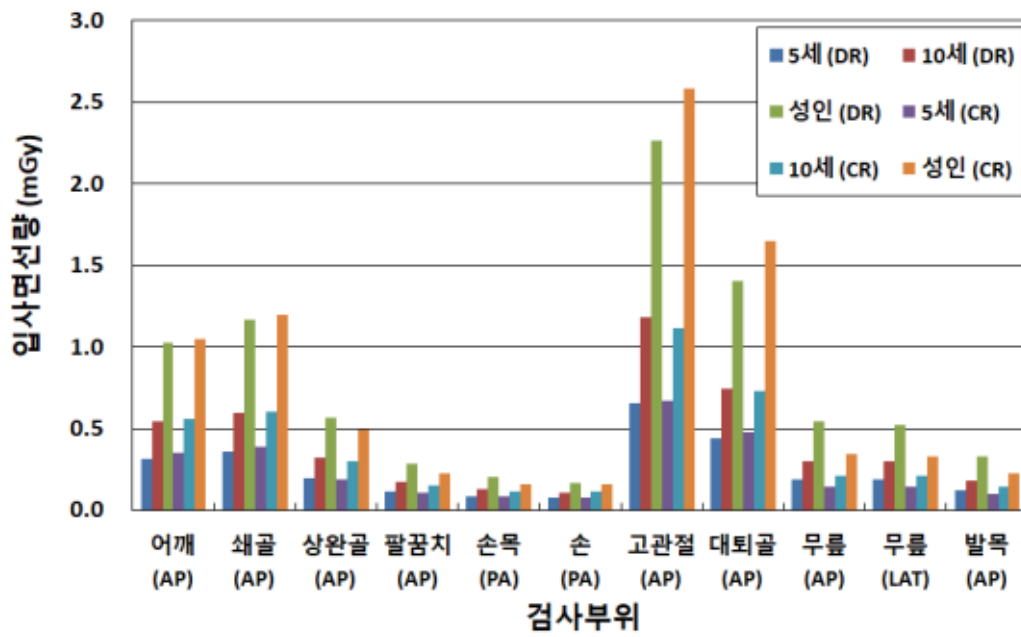
[그림 15-17]과 <표 21, 22>는 일반촬영의 영상획득장치별 평균 입사표면선량을 나타낸 것이다. 대부분의 검사에서 컴퓨터영상(CR)의 입사표면선량이 디지털영상(DR)보다 높게 나타났으나 비교적 인체 두께가 얇은 상완골, 팔꿈치, 손목, 손, 무릎, 발목에서는 DR 이용 시 높은 선량을 나타내었다. 대부분의 검사에서 ESD 평균값과 3사분위값이 DR 보다 CR 장비가 높은 값을 보였으며, 이는 CR을 이용하는 병원들의 프로토콜과 검사조건의 확인이 필요한 부분이라 생각된다. 관용도가 떨어지는 장비의 경우 재촬영을 감소하기 위하여 검사조건을 높이는 경향이 있어서 이러한 점이 상대적으로 높은 선량값을 보이는 원인이라고 생각된다.



[그림 15] 일반촬영 시 연령별, 검사별 컴퓨터영상(CR) 디지털영상(DR)에서의 평균 입사표면선량



[그림 16] 일반촬영 시 성인의 검사별 컴퓨터영상(CR) 디지털영상(DR)에서의 평균 입사표면선량



[그림 17] 연령 및 검사종류별 영상획득장치에 따른 입사표면선량

〈표 21〉 일반촬영의 영상획득장치별 입사표면선량 통계

연령	검사종류	평균 입사표면선량(mGy)		3사분위 입사표면선량(mGy)	
		CR ^a	DR ^b	CR ^a	DR ^b
5 세	두부 (AP)	2.14	0.87	3.53	0.98
	두부 (LAT)	2.05	0.74	2.86	0.86
	흉부 (PA)	0.18	0.12	0.27	0.17
	흉부 (LAT)	0.52	0.24	0.69	0.29
	흉부 (AP)	0.44	0.30	0.48	0.35
	복부 (AP)	1.34	0.62	1.71	0.75
	골반 (AP)	1.24	0.68	1.34	0.82
10 세	두부 (AP)	2.86	1.09	4.56	1.28
	두부 (LAT)	2.92	0.96	3.86	1.14
	흉부 (PA)	0.34	0.16	0.36	0.23
	흉부 (LAT)	1.19	0.33	1.80	0.42
	흉부 (AP)	0.97	0.36	1.61	0.45
	복부 (AP)	2.29	0.94	3.49	1.37
	골반 (AP)	2.27	1.09	2.36	1.40
성인	두부 (AP)	4.48	2.23	4.47	2.62
	두부 (LAT)	5.64	1.93	5.11	2.42
	흉부 (PA)	0.56	0.31	0.51	0.39
	흉부 (LAT)	2.11	0.93	2.22	1.08
	흉부 (AP)	1.60	0.66	2.08	0.76
	복부 (AP)	4.99	2.67	6.82	3.38
	골반 (AP)	4.58	2.67	6.78	3.23
	경추 (AP)	2.13	1.21	2.74	1.58
	경추 (LAT)	0.95	0.57	1.05	0.72
	흉추 (AP)	4.11	2.77	5.61	3.37
	흉추 (LAT)	9.08	5.43	10.87	6.76
	요추 (AP)	5.81	3.92	7.35	4.78
	요추 (LAT)	13.01	7.91	18.52	9.87
	요추 (OBL)	7.64	4.54	9.46	6.02

^a 컴퓨터영상(Computed Radiography; CR)

^b 디지털영상(Digital Radiography; DR)

〈표 22〉 일반촬영의 영상획득장치별 입사표면선량 통계

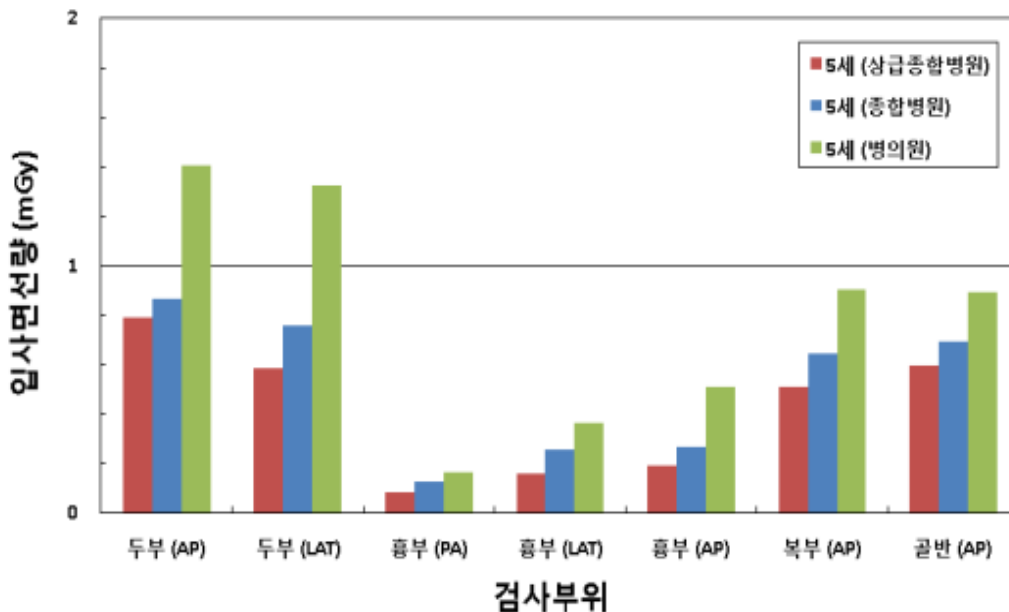
연령	검사종류	평균 입사표면선량 (mGy)		3사분위 입사표면선량 (mGy)	
		CR	DR	CR	DR
5 세	어깨 (AP)	0.35	0.32	0.35	0.44
	쇄골 (AP)	0.39	0.36	0.38	0.47
	상완골 (AP)	0.19	0.20	0.20	0.26
	팔꿈치 (AP)	0.11	0.12	0.15	0.16
	손목 (PA)	0.08	0.09	0.11	0.11
	손 (PA)	0.08	0.08	0.09	0.09
	고관절 (AP)	0.67	0.66	0.77	0.85
	대퇴골 (AP)	0.48	0.44	0.61	0.57
	무릎 (AP)	0.15	0.19	0.19	0.23
	무릎 (LAT)	0.15	0.19	0.19	0.23
	발목 (AP)	0.10	0.12	0.12	0.15
	10 세	어깨 (AP)	0.56	0.54	0.51
쇄골 (AP)		0.61	0.59	0.60	0.77
상완골 (AP)		0.30	0.32	0.32	0.40
팔꿈치 (AP)		0.16	0.17	0.20	0.23
손목 (PA)		0.12	0.13	0.16	0.15
손 (PA)		0.12	0.11	0.14	0.14
고관절 (AP)		1.12	1.18	1.20	1.50
대퇴골 (AP)		0.73	0.74	0.91	0.96
무릎 (AP)		0.21	0.30	0.28	0.38
무릎 (LAT)		0.21	0.30	0.28	0.38
발목 (AP)		0.15	0.18	0.17	0.23
성인		어깨 (AP)	1.05	1.03	1.15
	쇄골 (AP)	1.20	1.17	1.29	1.52
	상완골 (AP)	0.49	0.57	0.66	0.70
	팔꿈치 (AP)	0.23	0.28	0.29	0.37
	손목 (PA)	0.16	0.20	0.24	0.24
	손 (PA)	0.16	0.17	0.21	0.20
	고관절 (AP)	2.58	2.26	2.99	2.89
	대퇴골 (AP)	1.65	1.41	1.82	1.73
	무릎 (AP)	0.34	0.55	0.42	0.70
	무릎 (LAT)	0.33	0.53	0.41	0.67
	발목 (AP)	0.22	0.33	0.28	0.40

3) 병원규모별 입사표면선량

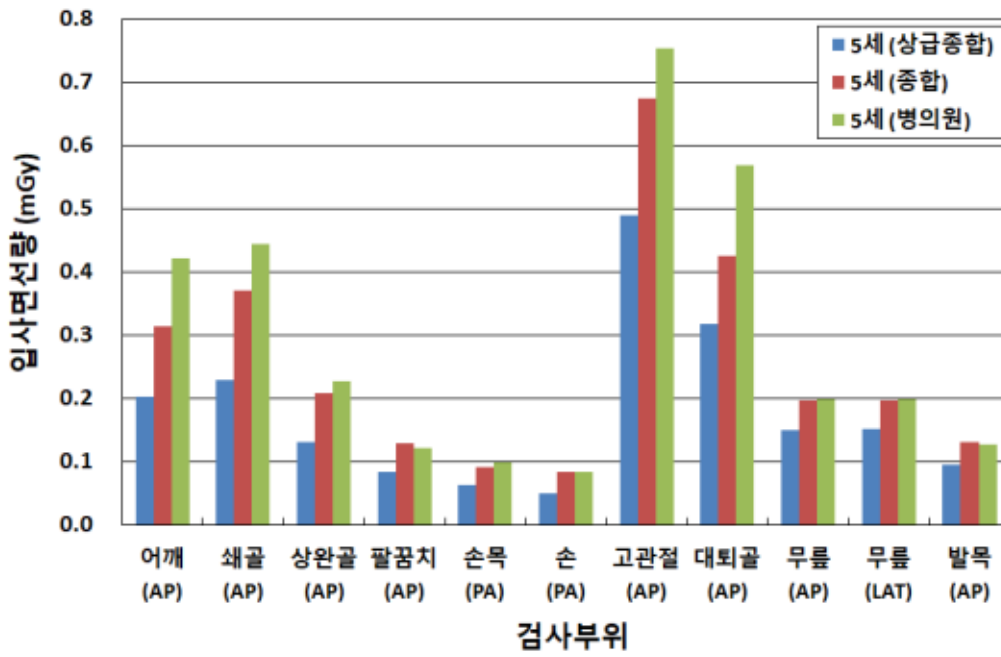
[그림 18~23]과 <표 23, 24>는 병원규모에 따른 입사표면선량을 나타낸 것이다. <표 25>에 따르면 요추 검사를 제외한 모든 일반촬영 검사에서 상위기관일수록 입사표면선량은 낮은 것으로 나타났다. 상급종합병원의 검사별 입사표면선량은 종합병원 보다 평균 21 % 낮은 것으로 나타났으며, 종합병원의 경우 병의원보다 평균 32 % 낮은 선량을 이용하는 것으로 나타났다. 성인에 대한 요추(AP), 요추(OBL) 검사의 경우 상급종합병원에서 비해 종합병원의 선량 각각 5 %, 13 % 낮게 나타났다.

상급종합병원이 입사표면선량 값이 낮은 편이었으며 병의원이 같은 검사에서 선량이 높은 편이었다. 성인의 요추 검사 일부(AP,OBL) 의 경우 상급종합병원에 비해 종합병원의 선량이 낮게 나타났는데, 이는 환자군의 차이 때문일 수 있을 것으로 생각된다. 대체로 교육의 기회가 많으며, 전문인력에 의하여 관리되는 상급종합병원, 종합병원 급에서는 선량이 잘 관리되고 있는 것으로 보이나 병의원에서는 선량관리가 잘 되지 않고 있을 가능성이 있다는 점을 시사한다.

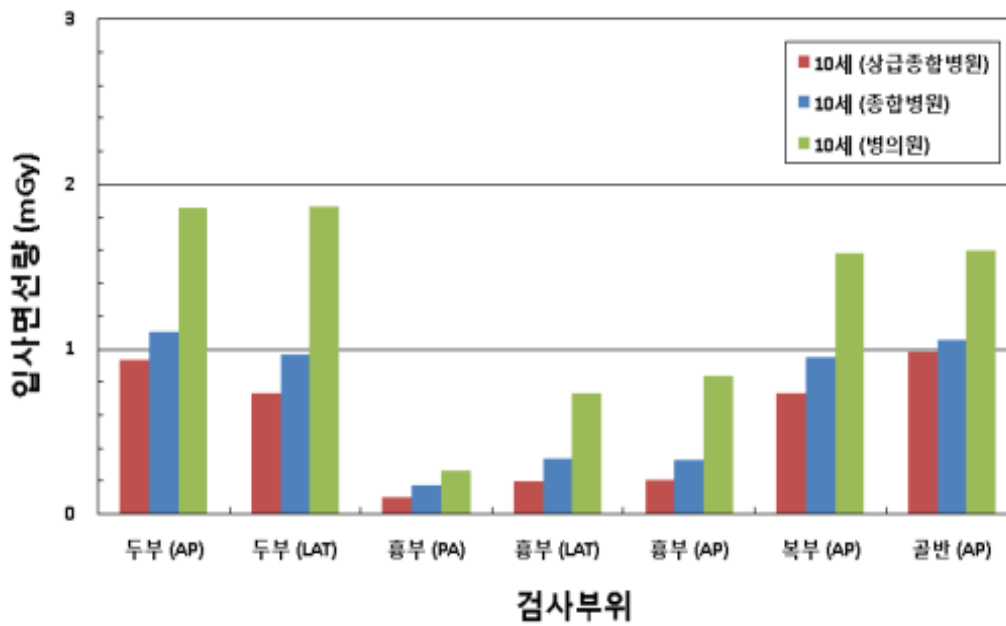
장비적인 요소(장비의 노후 및 저사양 장비 사용), 인적 요소(촬영기술 부족, 교육 부족, 선량 저감화에 대한 인식 부족) 등이 원인일 것으로 생각되며, 향후 장비관리, 교육활성화, 표준 프로토콜 보급 등 향후 홍보가 필요한 것으로 보인다.



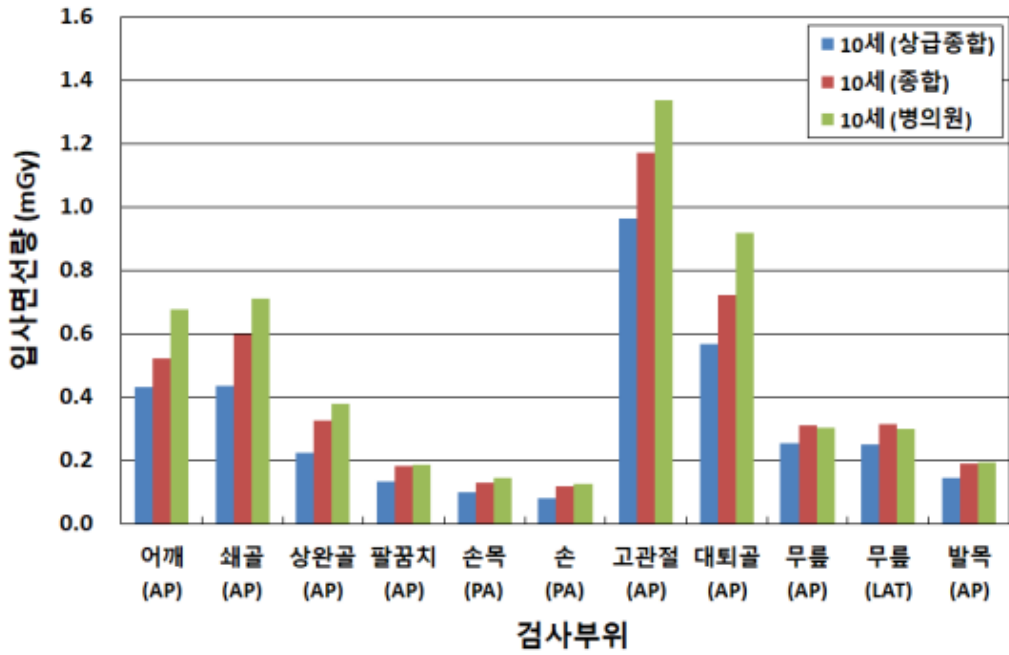
[그림 18] 병원별 5 세 평균 입사표면선량



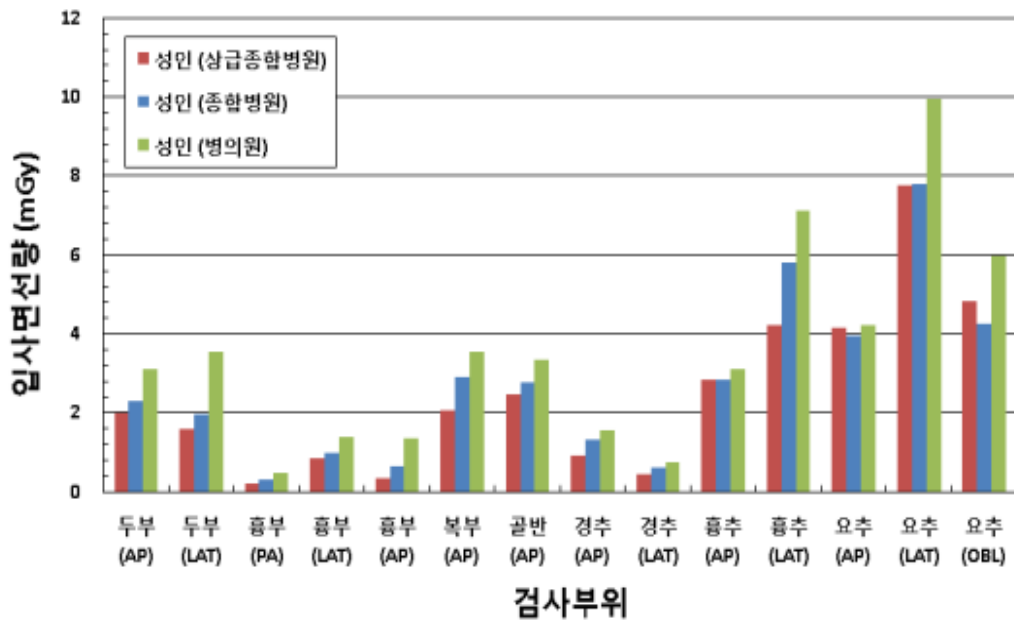
[그림 19] 병원규모별 5 세 평균 입사표면선량



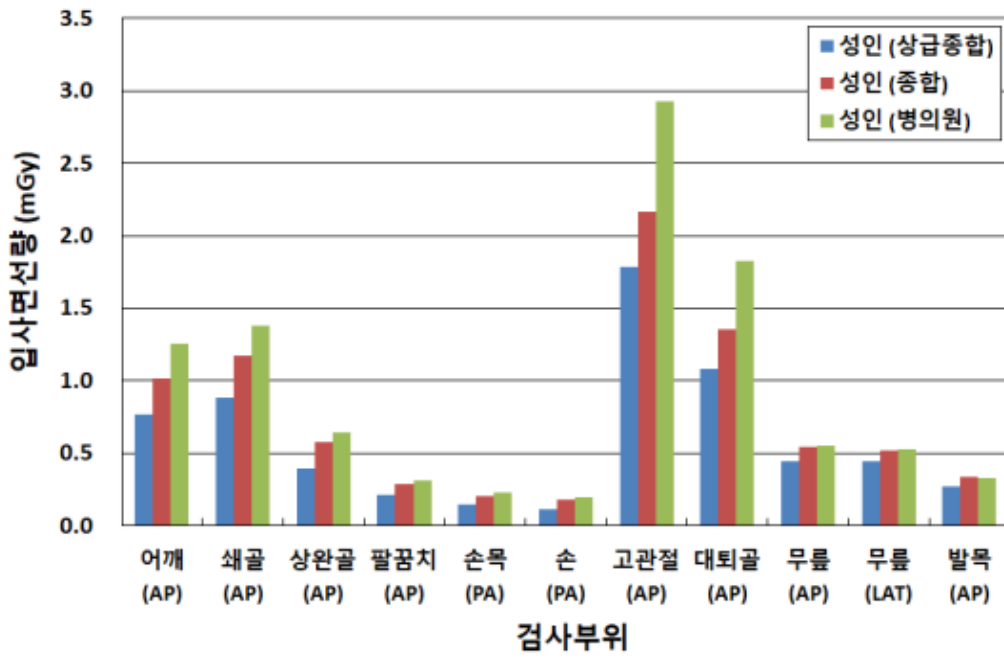
[그림 20] 병원별 10 세 평균 입사표면선량



[그림 21] 병원규모별 10 세 평균 입사표면선량



[그림 22] 병원별 성인 평균 입사표면선량



[그림 23] 병원규모별 성인 평균 입사표면선량

〈표 23〉 일반촬영의 병원규모에 따른 입사표면선량 통계

연령	검사종류	평균 입사표면선량(mGy)			3사분위 입사표면선량(mGy)		
		상급종합	종합병원	병의원	상급종합	종합병원	병의원
5 세	두부 (AP)	0.79	0.87	1.41	0.95	0.96	1.37
	두부 (LAT)	0.59	0.76	1.32	0.76	0.87	1.25
	흉부 (PA)	0.09	0.13	0.17	0.10	0.18	0.24
	흉부 (LAT)	0.16	0.26	0.37	0.25	0.32	0.50
	흉부 (AP)	0.19	0.27	0.51	0.24	0.35	0.56
	복부 (AP)	0.51	0.65	0.91	0.44	0.84	0.98
	골반 (AP)	0.60	0.70	0.90	0.78	0.88	0.93
10 세	두부 (AP)	0.94	1.11	1.85	1.00	1.24	1.83
	두부 (LAT)	0.73	0.97	1.87	0.92	1.07	1.75
	흉부 (PA)	0.10	0.17	0.27	0.11	0.24	0.30
	흉부 (LAT)	0.20	0.34	0.74	0.25	0.50	0.88
	흉부 (AP)	0.21	0.33	0.83	0.31	0.45	1.48
	복부 (AP)	0.74	0.95	1.59	0.67	1.38	1.78
	골반 (AP)	0.99	1.06	1.60	1.19	1.43	1.82
성인	두부 (AP)	1.99	2.31	3.11	2.29	2.85	3.19
	두부 (LAT)	1.60	1.98	3.54	1.82	2.32	3.38
	흉부 (PA)	0.22	0.31	0.47	0.28	0.39	0.49
	흉부 (LAT)	0.84	0.98	1.38	0.96	1.16	1.61
	흉부 (AP)	0.33	0.64	1.37	0.48	0.86	1.95
	복부 (AP)	2.07	2.90	3.54	2.51	3.43	4.16
	골반 (AP)	2.46	2.77	3.35	3.19	3.33	3.94
	경추 (AP)	0.91	1.32	1.57	1.18	1.74	1.95
	경추 (LAT)	0.45	0.61	0.75	0.51	0.73	0.93
	흉추 (AP)	2.84	2.84	3.11	3.83	3.38	4.00
	흉추 (LAT)	4.21	5.80	7.14	5.31	7.00	8.59
	요추 (AP)	4.17	3.97	4.23	5.32	4.77	4.83
	요추 (LAT)	7.76	7.79	9.96	11.26	9.63	11.51
	요추 (OBL)	4.84	4.27	5.99	6.18	5.30	6.55

〈표 24〉 일반촬영의 병원규모에 따른 입사표면선량 통계

연령	검사종류	평균 입사표면선량 (mGy)			3사분위 입사표면선량 (mGy)		
		상급종합	종합병원	병의원	상급종합	종합병원	병의원
5 세	어깨 (AP)	0.20	0.31	0.42	0.24	0.42	0.58
	쇄골 (AP)	0.23	0.37	0.45	0.33	0.48	0.58
	상완골 (AP)	0.13	0.21	0.23	0.16	0.28	0.29
	팔꿈치 (AP)	0.08	0.13	0.12	0.10	0.16	0.16
	손목 (PA)	0.06	0.09	0.10	0.08	0.12	0.12
	손 (PA)	0.05	0.08	0.08	0.06	0.11	0.10
	고관절 (AP)	0.49	0.67	0.75	0.57	0.87	0.87
	대퇴골 (AP)	0.32	0.43	0.57	0.40	0.62	0.73
	무릎 (AP)	0.15	0.20	0.20	0.18	0.23	0.23
	무릎 (LAT)	0.15	0.20	0.20	0.18	0.23	0.23
	발목 (AP)	0.10	0.13	0.13	0.10	0.16	0.16
	10 세	어깨 (AP)	0.43	0.52	0.67	0.51	0.65
쇄골 (AP)		0.44	0.60	0.71	0.56	0.75	0.94
상완골 (AP)		0.22	0.32	0.38	0.25	0.41	0.47
팔꿈치 (AP)		0.13	0.18	0.19	0.13	0.23	0.24
손목 (PA)		0.10	0.13	0.14	0.12	0.16	0.17
손 (PA)		0.08	0.12	0.13	0.10	0.14	0.16
고관절 (AP)		0.96	1.17	1.34	1.10	1.52	1.66
대퇴골 (AP)		0.57	0.72	0.92	0.71	0.96	1.16
무릎 (AP)		0.25	0.31	0.30	0.29	0.40	0.37
무릎 (LAT)		0.25	0.31	0.30	0.28	0.40	0.37
발목 (AP)		0.14	0.19	0.19	0.17	0.23	0.24
성인		어깨 (AP)	0.76	1.02	1.26	0.87	1.27
	쇄골 (AP)	0.88	1.18	1.38	1.18	1.43	1.63
	상완골 (AP)	0.40	0.58	0.65	0.49	0.71	0.85
	팔꿈치 (AP)	0.22	0.29	0.31	0.27	0.36	0.40
	손목 (PA)	0.14	0.20	0.23	0.18	0.24	0.27
	손 (PA)	0.11	0.18	0.20	0.15	0.20	0.25
	고관절 (AP)	1.79	2.16	2.93	2.13	2.88	3.35
	대퇴골 (AP)	1.09	1.36	1.83	1.38	1.71	2.21
	무릎 (AP)	0.44	0.55	0.55	0.48	0.70	0.70
	무릎 (LAT)	0.45	0.52	0.53	0.49	0.67	0.68
	발목 (AP)	0.27	0.34	0.33	0.29	0.43	0.40

6 진단참고수준

본 가이드라인에서는 수집 및 실측 자료를 바탕으로 환자 연령에 따른 일반촬영 진단 시 검사 종류별 진단참고수준을 도출하였다 <표 25>. 신생아에 대한 진단참고수준은 수집된 검사조건을 이용하여 계산한 입사표면선량을 이용하였으며, 5 세, 10 세, 성인의 경우 실측 방사선량 정보를 이용하여 도출하였다.

이를 타 국가의 진단참고수준과 비교함으로써 국내 일반촬영별 방사선량에 대한 현 상황을 알아보았다. 진단참고수준 비교를 위해 2010년 영국 자료와 2014년 발간된 유럽연합의 RP180 보고서에 제시된 진단참고수준을 이용하였다. 유럽연합의 경우 36 개국에 대한 의료방사선 관련 정보를 포함하고 있다. 하지만 일반촬영에 대한 진단참고수준은 16 개 국가(소아 8 개 국가)에 대한 정보만 제시되어 있다. 본 가이드라인에서는 유럽연합 국가에 대해 비교적 선량이 낮은 국가와 높은 국가의 2 개 그룹으로 구분하였으며, 각 그룹별 평균 진단참고수준을 본 연구의 결과와 비교하였다. <표 26>에는 유럽연합 내 국가에 따른 일반촬영 검사별 진단참고수준과 그룹별 평균 진단참고수준을 나타내었다.

소아의 일반촬영 검사별 진단참고수준 비교를 위해서도 영국의 자료와 유럽연합의 자료를 이용하였다. 영국 자료의 경우 2010년에는 소아에 대한 진단참고수준을 제시하지 않아 2000년 자료를 이용하여 비교하였다. 유럽연합의 경우 8 개 국가에서 진단참고수준을 제시하였지만 다수 국가에서 유사한 결과를 나타내었다. 유럽연합 자료의 경우 검사종류에 따른 진단참고수준 중 높은 선량과 낮은 선량으로 그룹화한 후 평균 진단참고수준을 이용하였다. 표 27에 진단참고수준 비교를 위해 요약한 유럽연합의 소아 일반촬영 진단 시 진단참고수준을 나타내었다.

사지 검사에 대해서는 국외의 경우, 소수 국가에서 몇 개의 상·하지 일반촬영에 대한 성인의 진단참고수준을 제시하고 있으며, 소아의 상·하지 일반촬영에 대한 진단참고수준을 설정하고 있지 않았다. 영국, 일본의 상·하지 일반촬영에 대한 진단참고수준은 국내의 절반 수준이었으며, 프랑스 및 리투아니아의 경우 국내 보다 높은 진단참고수준을 제시하고 있다 <표 28>.

이전 및 국외와의 전반적인 비교를 통해 아직 우리나라의 진단참고수준이 아직 높은 수준임을 알 수 있으며 이전과 비교해서도 약간 감소하였으나 대체로 비슷하며 일부 올라간 검사가 있음을 알 수 있었다. 이는 적극적인 홍보와 교육을 통해 낮춰야 함을 의미한다.

〈표 25〉 환자 연령에 따른 일반촬영검사의 검사종류별 진단참고수준

연령	검사종류	진단 참고수준 (mGy)	연령	검사종류	진단 참고수준 (mGy)	연령	검사종류	진단 참고수준 (mGy)
신생아	흉부 (AP)	0.14	10 세	두부 (AP)	1.38	성인	두부 (AP)	2.85
	복부 (AP)	0.26		두부 (LAT)	1.2		두부 (LAT)	2.48
5 세	두부 (AP)	1.02		흉부 (PA)	0.24		흉부 (PA)	0.40
	두부 (LAT)	0.92		흉부 (LAT)	0.5		흉부 (LAT)	1.26
	흉부 (PA)	0.17		흉부 (AP)	0.47		흉부 (AP)	0.90
	흉부 (LAT)	0.33		복부 (AP)	1.38		복부 (AP)	3.64
	흉부 (AP)	0.35		골반 (AP)	1.43		골반 (AP)	3.59
	복부 (AP)	0.8		어깨 (AP)	0.72		골반 (AP)	3.59
	골반 (AP)	0.88		쇄골 (AP)	0.76		경추 (AP)	1.65
	어깨 (AP)	0.50		상완골 (AP)	0.40		경추 (LAT)	0.74
	쇄골 (AP)	0.46		팔꿈치 (AP)	0.23		흉추 (AP)	3.64
	상완골 (AP)	0.25		손목 (PA)	0.15		흉추 (LAT)	7.29
	팔꿈치 (AP)	0.16		손 (PA)	0.14		요추 (AP)	4.89
	손목 (PA)	0.11		고관절 (AP)	1.50		요추 (LAT)	10.55
	손 (PA)	0.09		대퇴골 (AP)	0.97		요추 (OBL)	6.09
	고관절 (AP)	0.83		무릎 (AP)	0.36		어깨 (AP)	1.33
	대퇴골 (AP)	0.54		무릎 (LAT)	0.37		쇄골 (AP)	1.51
	무릎 (AP)	0.22		발목 (AP)	0.22		상완골 (AP)	0.70
	무릎 (LAT)	0.22					팔꿈치 (AP)	0.37
	발목 (AP)	0.15					손목 (PA)	0.24
				손 (PA)	0.21			
				고관절 (AP)	2.89			
				대퇴골 (AP)	1.73			
				무릎 (AP)	0.68			
				무릎 (LAT)	0.65			
				발목 (AP)	0.39			

〈표 26〉 유럽연합 내 국가에 따른 성인의 일반촬영 검사별 진단참고수준 (ESD; mGy)

그룹	국가	두부 (AP)	두부 (LAT)	흉부 (PA)	흉부 (LAT)	복부 (AP)	골반 (AP)	흉추 (AP)	흉추 (LAT)	요추 (AP)	요추 (LAT)
낮은 그룹	벨기에	3.5	1	0.25	1.2	4.5	4.5	-	-	6.5	16
	불가리아	2.5	-	0.5	-	-	4	-	-	9	12
	스위스	2.5	1.5	0.15	0.15	-	-	-	-	7	10
	핀란드	-	-	0.2	0.8	5	5	-	-	5	15
	영국	3	1.5	0.2	1	6	4	3.5	10	6	14
	덴마크	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
높은 그룹	키프로스	-	3	0.3	1.5	-	10	-	-	10	30
	체코	-	3	0.4	1.5	10	10	7	20	10	30
	스페인	5	3	0.3	1.5	10	10			10	30
	프랑스			0.3	1.2	8	9	5	7	10	25
	크로아티아	-	-	0.4	1.5	-	-	7	20	10	30
	이탈리아	5	3	0.4	1.5	10	10	-	-	10	30
	리투아니아	-	-	0.3	1.7	5	5	6	10	10	20
	몰도바	5	3	0.6	2	-	10	7	20	10	30
	루마니아	5	3	0.3	1.5	-	10	-	-	10	-
	슬로바키아	5	3	0.4	1.5	10	10	7	20	10	30
그룹별 평균 진단참고수준											
높은 그룹		5.00	3.00	0.37	1.54	8.83	9.33	6.50	16.2	10	28.3
낮은 그룹		2.88	1.33	0.26	0.79	5.17	4.38	3.50	10.0	6.8	13.4

〈표 27〉 유럽연합 내 국가에 따른 소아의 일반촬영 검사별 진단참고수준 (ESD; mGy)

연령	국가	두부 (AP)	두부 (LAT)	흉부 (PA)	흉부 (LAT)	흉부 (AP)	복부 (AP)	골반 (AP)
신생아	키프로스	-	-	-	-	0.08	-	0.2
	덴마크	-	-	-	-	-	0.075	-
	아일랜드	-	-	0.057	-	-	0.55*	0.27*
	이탈리아	-	-	-	-	0.08	-	0.2
	룩셈부르크	-	-	-	-	0.08	-	0.2
	폴란드	-	-	-	-	0.08	-	0.2
	루마니아	-	-	-	-	0.08	-	0.2
높은 선량 평균		-	-	-	-	-	0.55	0.27
낮은 선량 평균		-	-	0.057	-	0.08	0.08	0.20
5 세	키프로스	1.5*	1*	-	0.2	0.1	1*	0.9*
	덴마크	-	-	0.8*	0.95*	0.8*	-	0.375
	프랑스	-	-	0.1	0.2	-	-	-
	아일랜드	1.37	0.82	0.053	-	-	0.752	0.475
	이탈리아	1.5*	1*	0.1	0.2	-	1*	0.9*
	룩셈부르크	1.5*	1*	0.1	0.2	-	1*	0.9*
	폴란드	1.5*	1*	0.1	0.2	0.1	1*	0.9*
	루마니아	1.5*	1*	0.1	0.2	0.1	1*	0.9*
높은 선량 평균		1.50	1.00	0.80	0.95	0.80	1.00	0.90
낮은 선량 평균		1.37	0.82	0.09	0.20	0.10	0.75	0.43

* 동일 검사 내에서 높은 선량을 의미함.

〈표 28〉 일반촬영 사지 검사 시 연령 및 검사종류별 진단참고수준 비교

검사종류	진단참고수준 (mGy)				
	5 세	10 세	성인	국내 2011년 (성인)	기타 국가 (성인)
어깨 (AP)	0.50	0.72	1.33	1.73	0.5 ¹⁾
쇄골 (AP)	0.46	0.76	1.51	1.82	-
상완골 (AP)	0.25	0.40	0.70	0.64	-
팔꿈치 (AP)	0.16	0.23	0.37	0.35	-
손목 (PA)	0.11	0.15	0.24	0.28	-
손 (PA)	0.09	0.14	0.21	-	-
고관절 (AP)	0.83	1.50	2.89	3.42	9 ²⁾ , 5 ³⁾
대퇴골 (AP)	0.54	0.97	1.73	-	2 ⁴⁾
무릎 (AP)	0.22	0.36	0.68	0.61	0.3 ¹⁾
무릎 (LAT)	0.22	0.37	0.65	-	0.3 ¹⁾
발목 (AP)	0.15	0.22	0.39	0.38	0.2 ⁴⁾

1) 영국, 2) 프랑스, 3) 리투아니아, 4) 일본

참고문헌



- 국립보건원. 국립보건원보 제 23권. 1984.
- 국립보건원. 국립보건원보 제 26권. 1987.
- 독일연방방사선방어청. 방사선검사 및 핵의학 검사에 적용되는 진단참고수준, 2003.
- 건강보험심사평가원, 건강보험통계연보, 2016
- 식품의약품안전청. 두부 엑스선 일반촬영을 위한 기술 정보, 2010
- 식품의약품안전청. 복부, 골반, 요추 영상의학 검사에서의 환자선량 진단참고수준 가이드라인, 2011.
- 식품의약품안전청. 소아 일반영상의학검사에서의 환자선량 진단참고수준 가이드라인, 2013
- 식품의약품안전청. 소아 방사선 촬영을 위한 기술정보, 2010
- 식품의약품안전청. 영상의학 검사(일반촬영)에서의 표준 촬영기법, 2014
- 식품의약품안전청. 흉부엑스선검사에서의 환자선량 진단참고수준 가이드라인, 2008
- 식품의약품안전청. 연구결과보고서 - 전산화단층엑스선 검사에서의 환자선량평가연구. 식품의약품안전청; 08142방사선390; 2008.
- 식품의약품안전청. 연구결과보고서 - 지역별 국가환자선량 진단참고수준 개발에 관한 연구 ; 11172방사선524; 2011.
- 원자력안전기술원. 국민방사선 위해도 평가. 원자력안전기술원; KINS/GR-300; 2005.
- 질병관리본부. 연구결과보고서 - 의료방사선 이용에 따른 국민방사선량 평가 연구; 2017.
- 일본방사선기사회. Textbook of Medical Dosimetry: Patient Exposures and Dosimetry for X-ray Procedures. 일본방사선기사회; 2006.
- Bogucarskis K, Salmins A, Gfirtner H, Anatschkowa E. Estimation of patient doses for common diagnostic X-ray examinations in Latvian hospitals, analysis of radiographic techniques and comparison with European guidelines. Radiation

- Protection Dosimetry 114: 176-179; (2005)
- CRCPD. Nationwide evaluation of x-ray trends (NEXT): Tabulation and graphical summary of surveys 1984 through 1987. Frankfort, KY: Conference of Radiation Control Program Directors; CRCPD Publication 89-3; 1989.
- CRCPD. Nationwide evaluation of x-ray trends (NEXT): Evaluation of past impact, current status, and future plans. Frankfort, KY: Conference of Radiation Control Program Directors; CRCPD Publication 90-5; 1990.
- CRCPD. Nationwide evaluation of x-ray trends (NEXT): Tabulation and graphical summary of the 1998 pediatric chest survey. Frankfort, KY: Conference of Radiation Control Program Directors; CRCPD Publication E-04-5; 2004.
- CRCPD. Nationwide evaluation of x-ray trends (NEXT): Tabulation and graphical summary of 2001 survey of adult chest radiography. Frankfort, KY: Conference of Radiation Control Program Directors; CRCPD Publication E-05-2; 2005.
- CRCPD. Nationwide evaluation of x-ray trends (NEXT): Tabulation and graphical summary of 2002 abdomen/lumbosacral spine survey. Frankfort, KY: Conference of Radiation Control Program Directors; CRCPD Publication E-06-2b; 2006.
- CRCPD. Nationwide evaluation of x-ray trends (NEXT): Summary of 2003 fluoroscopy survey. Frankfort, KY: Conference of Radiation Control Program Directors; CRCPD Publication E-09-5; 2009.
- EC. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. Brussels, Belgium: European Commission; EUR 16260; 1996a.
- EC. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in pediatrics. Brussels, Belgium: European Commission; EUR 16261; 1996b.
- EC. Radiation protection 109 . Guidance on diagnostic reference levels (DRLs) for medical exposures. Luxembourg: European Commission; 1999.
- Gray JE, Archer BR, Butler PF, Hobbs BB, Mettler FA, Pizzutiello RJ, Schueler BA, Strauss KJ, Suleiman OH, Yaffe MJ, Re AAPMTG. Reference values for diagnostic radiology: Application and impact. Radiology 235: 354-358; 2005.
- GSF. The calculation of dose from external photon exposures using reference

- human phantoms and Monte Carlo methods, Part I: The male (Adam) and female (Eva) adult mathematical phantoms. München: Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH; GSF-Bericht S-885; 1982.
- HPA. Dose to patients from radiographic and fluoroscopic x-ray imaging procedures in the UK - 2005 Review. Chilton, UK: Health Protection Agency; HPA-RPD-029; 2007.
- HPA. Frequency and collective dose for medical and dental x-ray examinations in the UK, 2008. Chilton, UK: Health Protection Agency; HPA-CRCE-012; 2010.
- HPA. Radiation risks from medical x-ray examinations as a function of the age and sex of the patient Chilton, UK: Health Protection Agency; HPA-CRCE-028; 2011.
- IAEA. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Vienna: International Atomic Energy Agency; Safety Series No. 115; 1996.
- IAEA. International basic safety standards for protection against IAEA ionizing radiation and for the safety of radiation sources. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency; Safety Guide No RS-G-1.5; 2002.
- IAEA. Dosimetry in diagnostic radiology: An international code of practice. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency; Safety Guide No 457; 2007.
- ICRP. 1990 recommendations of the international commission on radiological protection. International Commission on Radiological Protection; ICRP Publication 60; Ann ICRP 21 (1-3); 1991.
- ICRP. Radiological Protection and Safety in Medicine. International Commission on Radiological Protection; ICRP Publication 73, Ann ICRP 26/2; 1996.
- ICRP. Radiation and your patient: A guide for medical practitioners. New York, NY: International Commission on Radiological Protection; ICRP Supporting Guidance 2; 2001.
- ICRP. Managing patient dose in digital radiology. International Commission on Radiological Protection; ICRP Publication 93; 2004.
- ICRP. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological

- Protection. New York, NY: International Commission on Radiological Protection; ICRP Publication 103; 2007.
- ICRP. Adult reference computational phantoms. New York, NY: International Commission on Radiological Protection; ICRP 109; 2009.
- ICRU. Patient dosimetry for x rays used in medical imaging. Brussels, Belgium: The international commission on radiation units and measurements; ICUR 74; 2005.
- IPEM. Catalogue of diagnostic x-ray spectra and other data. York, UK: Institute of Physics and Engineering in Medicine; IPEM Repor 78; 1997.
- IRPA. How to assess the dose to the patient in diagnostic radiology. Vienna, Austria: International Radiation Protection Association; IRPA 9; 1996.
- Khelassi-Toutaoui N, Berkani Y. Experimental evaluation of PCXMC and prepare codes used in conventional radiology. Radiation protection Dosimetry 131: 374-378, 2008.
- Kim KP, Miller DL. Minimising radiation exposure to physicians performing fluoroscopically guided cardiac catheterisation procedures: a review. Radiation Prot Dosimetry 133: 227-33; 2009.
- Kosunen A, Komppa T, Toivonen M. Evaluation of methods to estimate the patient dose in interventional radiology. Radiation Protection Dosimetry 117: 178-184; 2006.
- Kramer R, Khoury H J. MAX06 and FAX06: update of two adult human phantoms for radiation protection dosimetry. Physics in Medicine and Biology 51: 3331-3346; 2006.
- Kramer R, Khoury H J. CALDose_X-a software tool for the assessment of organ and tissue absorbed doses, effective dose and cancer risks in diagnostic radiology. Physics in Medicine and Biology 53: 6437-6459; 2008.
- Kramer R, Cassola V F. FASH and MASH: female and male adult human phantoms based on polygon mesh surfaces:II. Dosimetric calculations. Physics in Medicine and Biology 55: 163-189; 2010.
- Linnet MS, Kim KP, Rajaraman P. Children's exposure to diagnostic medical radiation and cancer risk: epidemiologic and dosimetric considerations. Pediatr

- Radiol 39 Suppl 1: S4-26; 2009.
- Marshall NW, Chapple CL, Kotre CJ. Diagnostic reference levels in interventional radiology. *Physics in Medicine and Biology* 45: 3833-3846; 2000.
- Miller DL, Balter S, Cole PE, Lu HT, Berenstein A, Albert R, Schueler BA, Georgia JD, Noonan PT, Russell EJ, Malisch TW, Vogelzang RL, Geisinger M, Cardella JF, St George J, Miller GL, Anderson J. Radiation doses in interventional radiology procedures: The RAD-IR study - Part II: Skin dose. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 14: 977-990; 2003a.
- Miller DL, Balter S, Cole PE, Lu HT, Schueler BA, Geisinger M, Berenstein A, Albert R, Georgia JD, Noonan PT, Cardella JF, George JS, Russell EJ, Malisch TW, Vogelzang RL, Miller GL, Anderson J. Radiation doses in interventional radiology procedures: The RAD-IR Study - Part I: Overall measures of dose. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 14: 711-727; 2003b.
- NCRP. Medical X-Ray and Gamma-Ray Protection for Energies Up to 10 MeV. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements; NCRP Report No. 33; 1968.
- NCRP. Ionizing radiation exposure of the population of the United States. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements; NCRP Report No. 160; 2009.
- NRPB. A national survey of doses to patients undergoing a selection of routine X ray exposures in English hospitals Chilton, UK: National Radiological Protection Board; NRPB-R200; 1986.
- NRPB. Estimation of effective dose in diagnostic radiology from entrance surface dose and dose-area product measurements. Chilton, UK: National Radiological Protection Board; NRPB-R262; 1994.
- NRPB. Dose to patients from medical x-ray examinations in the UK - 1995 Review. Chilton, UK: National Radiological Protection Board; NRPB-R289; 1996.
- NRPB. Reference doses and patient size in paediatric radiology. Chilton, UK: National Radiological Protection Board; NRPB-R318; 2000.
- NRPB. Dose to patients from medical x-ray examinations in the UK - 2000 Review. Chilton, UK: National Radiological Protection Board; NRPB-W14; 2002.

- NRPB/IPSM. Dosimetry working party of the institute of physical sciences in medicine. National protocol for patient measurements in diagnostic radiology. Chilton, UK: National Radiological Protection Board; 1992.
- ORNL. Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photon sources. . Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory; ORN/TM-8381; 1987.
- Petoussi-Henb N, Panzer W, Zankl M, Drexler G. Dose-area product and body dose. *Radiation protection Dosimetry* 57: 363-366, 1995.
- Simon SL, Weinstock RM, Doody MM, Neton J, Wenzl T, Stewart P, Mohan AK, Yoder RC, Hauptmann M, Freedman DM, Cardarelli J, Feng HA, Bouville A, Linet M. Estimating historical radiation doses to a cohort of U.S. radiologic technologists. *Radiation Research* 166: 174-92; 2006.
- Snyder WS, Fisher HL, Jr., Ford MR, Warner GG. Estimates of absorbed fractions for monoenergetic photon sources uniformly distributed in various organs of a heterogeneous phantom. *J Nucl Med: Suppl* 3:7-52; 1969.
- Spelic DC. Dose and Image Quality in Mammography: Trends during the First Decade of MQSA. 2006.
- STUK. PCXMC 2.0 Userguide. Helsinki, Finland: Radiation and Nuclear Safety Authority; STUK-TR 7, 2008.
- STUK. A monte carlo program for calculating patient dose in medical x-ray examinations. Helsinki, Finland: Radiation and Nuclear Safety Authority; STUK-A231, 2008.
- UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation. Vol. I. New York: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; 2010.
- User Guide for CALDose_X, version 5.0.
- Vano E, Fernandez JM, Ten JJ, Guibelalde E, Gonzalez L, Pedrosa CSA. Real-time measurement and audit of radiation dose to patients undergoing computed radiography. *Radiology* 225: 283-288; 2002.
- Zahringer M, Hesselmann V, Schulte O, Kamm KF, Braun W, Haupt G, Krug B, Lackner K. Reducing the radiation dose during excretory urography: Flat-panel silicon X-ray detector versus computed radiography. *American Journal of*

Roentgenology 181: 931-937; 2003.

Ziliukas J, Morkunas G. Results of a patient dose survey on diagnostic radiology in Lithuania. Radiation Protection Dosimetry 114: 172-175; 2005.

진단참고수준 가이드라인 - 일반촬영

발 행 년 월 : 2019년 9월

발 행 인 : 정 은 경

편집위원장 : 박 욱

질병관리본부 질병예방센터 의료방사선과 : 이현구, 이병영, 이정은, 길종원,
박요균, 송승기, 임광래, 김재호,
김현지

발 행 처 : 질병관리본부 질병예방센터 <http://www.cdc.go.kr>

(28159) 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187

질병관리본부 의료방사선과

전화 (043) 719-7511~18, 7520~22

FAX (043) 719-7519

진단참고수준 가이드라인

일반촬영

