

진단참고수준 가이드라인

투시조영촬영



진단참고수준 가이드라인

투시조영촬영

목차

제1장 진단참고수준의 필요성	5
제2장 국내외 기술 현황	10
제1절 국내 연구동향	10
제2절 국외연구동향	11
제3장 연구방법	13
제1절 DRL 설정을 위한 검사종류 및 환자조건 선정	13
제2절 환자 피폭선량 수집방법 제시	13
제3절 선량정보 조사 대상기관 선정	13
제4절 환자 피폭선량 데이터 수집	14
제5절 투시검사 시 환자의 피폭선량 데이터 분석	15
제4장 연구결과	17
제1절 투시검사 종류별 환자 피폭선량 데이터 수 및 장비 수 통계	17
제2절 투시검사에 대한 피폭선량 관련 정보 통계	19
제3절 투시검사 종류별 진단참고수준 국내외 비교	23
제4절 투시검사 종류별 피폭선량 정보 분포 및 3사분위값	26
제5절 투시검사로 인한 장기흡수선량 및 유효선량 평가	29
제5장 고찰 및 결론	31
제1절 고찰	31
제2절 결론	33
제6장 참고문헌	34

제1장 진단참고수준의 필요성

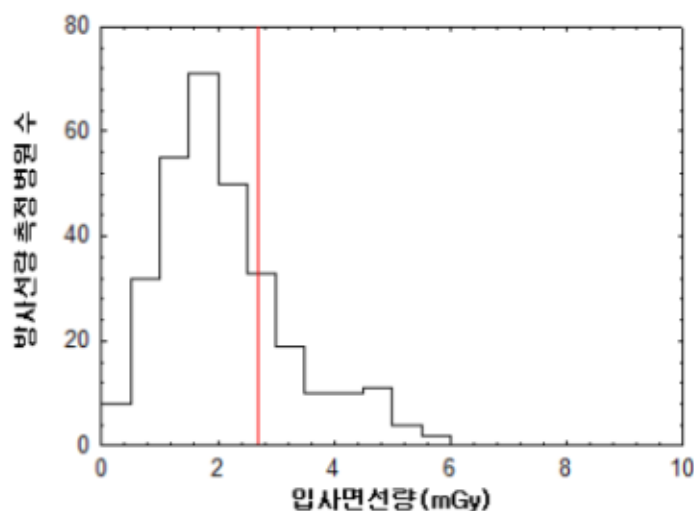
의료 목적의 방사선사용은 환자에게 높은 방사선피폭을 유발하지만, 이는 의도적이고 직접적으로 환자에게 이익을 제공하므로 다른 계획피폭상황에서의 방사선방어와는 다른 접근법이 요구된다.

의료방사선 방어의 원리는 정당화(justification), 최적화(optimization), 방사선량의 제한(application of dose limits)로 이루어져 있다. 국제방사선방호위원회(ICRP, International Commission of Radiological Protection)는 의료영역에서 사용되는 방사선은 환자의 이익을 위해서 사용되도록 정당화(justification)되고, 선량은 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.

진단참고수준(Diagnostic Reference Level, DRL)에 대한 개념은 1991년 국제방사선방어위원회 보고서-60 (ICRP 1990)에서 처음 소개되었으며, 이어서 1996년 국제방사선방어위원회 보고서 (ICRP 1996)과 2001년 보조지침(ICRP 2001)을 통해서 의료분야에서 그 사용을 권고하였다. 또한 세계보건기구 (WHO), 국제원자력기구 (IAEA)등 6 개 국제기구에서는 공동으로 1996년 의료피폭 저감화를 위한 진단 엑스선 검사 시 검사 부위별 환자가 받는 선량의 지침준위 (Guidance Level)를 마련하여 국제기본안전기준115에서 권고하였다 (IAEA 1996). 2007년에는 국제방사선방어위원회의 신권고에 따라 ICRP publication No. 103과 No. 105이 발행되어 진단방사선 분야에서 의료영상을 목적으로 시행하는 방사선 검사에서 환자 방어를 위한 최적화를 위해 각 국가의 실정에 맞게 DRL을 적용하도록 권고하였다 (ICRP 2007a, ICRP 2007b). 이 외에도 미국의학물리학자협회 (American Association of Physicist in Medicine; AAPM) task group, 미국방사선의학회 (American College of Radiology; ACR) 등에서도 DRL에 대한 지침을 제시하고 있다.

DRL은 전국의 의료기관별 진단용 방사선검사 촬영부위에 대한 진단검사조건 및 환자선량 조사를 통해 도출된다. 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 70~80% 백분위 수준인 삼사분위에서 결정된다. 진단용 방사선검사에 의해 환자가 받는 방사선량 분포의 예시 및 진단참고수준 설정에 대한 그래프는 <그림 1>에 나타내었다.

그러나 DRL이 반드시 분포의 3사분위수에서 결정되어야만 하는 것은 아니다. 선량조사의 결과에 따라 전문가 집단에 의해서 3사분위수가 아닌 적절한 값을 채택할 수도 있다. 이 선량 조사는 대단위, 소단위의 기관일 수도 있고, 공공기관 또는 민간기관일 수 있으며, 또한 입원 환자 또는 외래환자를 포함한 조사일 수도 있다. 신뢰도가 높은 DRL을 설정하기 위해서 선량 조사는 그 구성이 탄탄하고, 실제로 시행되는 검사나 시술을 대표할 수 있어야 하며, 어느 한 지역, 환자군, 검사기기 등에 치우친 자료가 아니어야 한다. 또한 DRL은 꼭 국가적일 필요는 없다. 선량분포조사의 범위에 따라 특정 기관이나 지역의 DRL이 만들어질 수 있다. 그리고 DRL은 일회성의 조사를 통해서 영구적으로 고정되는 값이 아니며, 지속적이고 주기적인 측정과 조사를 통해서 그 값을 갱신할 필요가 있다. 이는 검사나 시술에 기대하는 환자의 임상상황이나, 영상 기법의 발전, 방사선 위험에 대한 인식의 변화 등이 시간에 따라서 변화하기 때문이다.

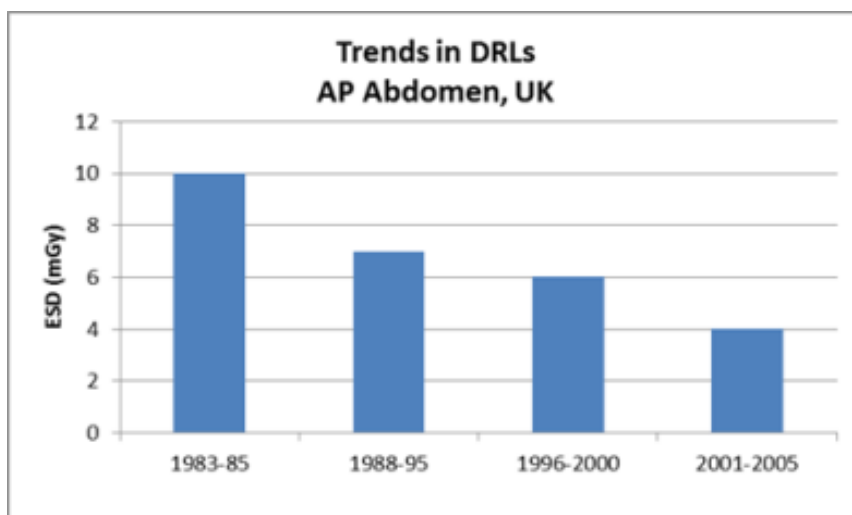


〈그림 1〉 진단용 방사선검사 환자선량 분포 및 진단참고수준

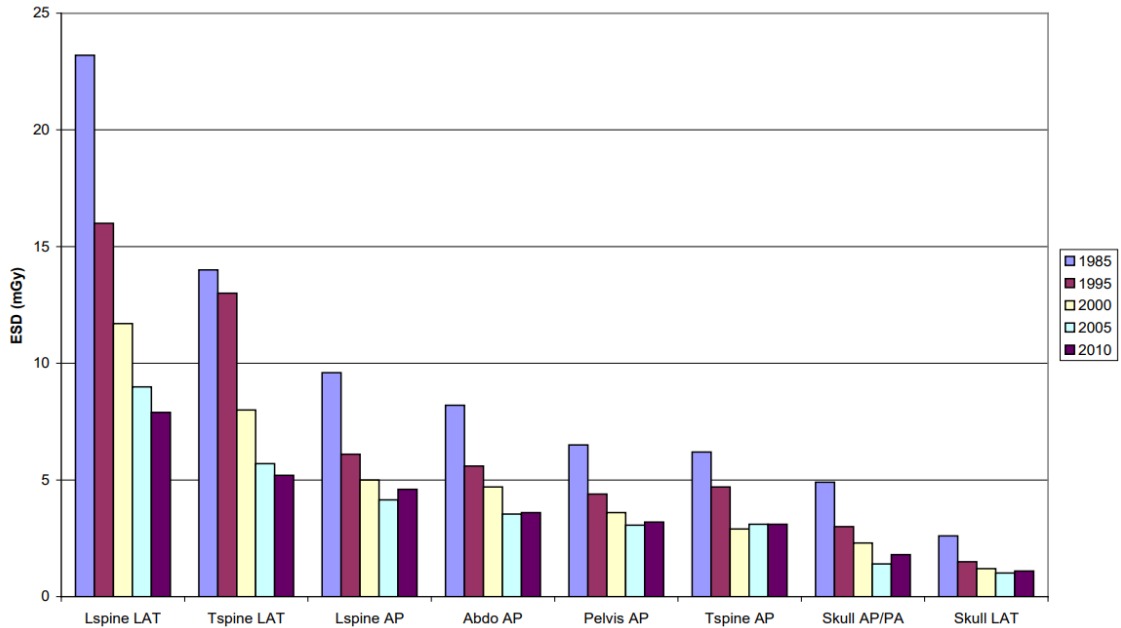
따라서 DRL의 설정을 위한 선량분포조사는 3년에서 5년 정도의 주기로 반복적으로 이루어져야 하며, 이를 바탕으로 DRL을 갱신할 필요가 있다. 의학적 검사나 시술에 있어서 지속적으로 DRL보다 높은 방사선량은 합리적으로 정당화 될 수 없다. 따라서 비정상적으로 높은 방사선량을 야기하는 시설이나 장비를 식별하여 최적화를 한다면 한 기관이나 지역, 국가적으로 검사로 인한 환자의 방사선량을 줄일 수 있을 것이다. 여기에 DRL의 궁극적인 의도 및 목표가 있는 것이다. 2010년 우리나라에서 시행한 일반방사선 촬영의 입사면 선량 통계를 보면 같은 검사라고 하더라도 흉부 PA 촬영의 경우 최소값과 최대값이 약 60배 이상 차이를 보였으며, 위조영검사의 경우 선량면적 곱이 600배 이상, 투시시간이 32배 이상 차이를 보였다. 즉 기준보다 많은 양의 방사선량을 줄일 수 있도록 유도하여 전체적인 선량을 감소시키고 불필요한 방사선량을 것뿐만 아니라, 이러한 넓은 범위의 선량분포를 제한하는 데에도 DRL의 역할을 찾을 수 있다.

국가적인 차원에서 여러 의료기관을 대상으로 국가선량을 측정하고 이를 외국과 비교하며, 국가 단위의 DRL을 수립하는 것은 의료기관으로 하여금 방사선 사용의 최적화를 할 수 있도록 밑거름이 될 것이다. 이를 통해서 환자에 대한 피폭을 감소시킬 수 있으며, 영상의 질을 유지하여 진단의 정확도를 높일 수 있고, 전체적으로 국민 건강 증진에 긍정적인 효과를 가져올 수 있을 것이다. 영국, 독일 등에서는 이미 자국의 실정에 맞는 환자선량 조사를 통하여 국가적인 DRL을 수립하여 방사선량을 줄이고 있으며, 우리나라에서도 식품의약품안전평가원을 주축으로 2007년에 흉부 엑스선 검사와 유방 엑스선 검사의 조사를 하고 2008년에 이에 대해 발표한 것을 시작으로 CT, 치과촬영, 투시촬영, 중재시술, 일발촬영 등 다양한 검사의 DRL을 수립하여 권고하고 있다.

진단참고수준 설정을 통한 선량의 감소를 가장 잘 반영하는 것이 영국방사선방호위원회 (Health Protection Agency; HPA)의 자료이다. 영국에서는 국가환자선량 데이터베이스(National Patient Dose Database; NPDD)를 구축하여, HPA에서 수집된 결과를 바탕으로 5년 주기로 환자의 방사선량 분포도를 작성하고, 국가 환자선량 권고량을 제안하고 있다. 이 결과에 의하면 일반촬영검사의 대부분에서 평균입사선량과 선량면적곱이 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 차원에서의 방사선 안전관리가 국민의 방사선 피폭을 크게 감소시킬 수 있음을 시사한다. 영국에서 1980년대 중반, 1995년, 2000년, 그리고 2005년에 시행한 선량조사에서 얻어진 복부 일반촬영의 평균입사면선량과 진단참고수준의 변화를 보여주고 있다<그림 2, 3>.



<그림 2> 영국의 일반촬영 3사분위수 추이



〈그림 3〉 영국의 일반방사선촬영의 시간에 따른 평균 입사면선량 (HPA 2012)

DRL의 값은 일반적으로 선량분포조사를 통해서 얻은 분포에서 3사분위수(75%)값으로 정한다. DRL을 기준으로 25%의 병원은 수립된 DRL 보다 높은 방사선량으로 검사나 시술을 시행하는 것이며, 이러한 기관들은 검사과정이나 장비의 검토를 통해서 최적화가 필요하다는 뜻이다.

DRL이 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.

이전 국내에서 조사된 투시촬영검사 진단참고수준의 경우 영국과 비교할 때 대부분 높은 수준을 보였다<표 1>. 국내에서 2020년도에 조사된 검사 종류별 진단참조수준 중 자궁난관 조영술이 가장 높았으며 약 18.7배 가량 높게 나타났다.

또한, 각 국가에서는 연구가 진행됨에 따라 투시촬영 검사 중 소수의 검사에 대해 조사하는 것이 아니라 다양한 검사를 반영하고자 하였다. 이는 다양한 투시촬영 검사에 대한 환자선량 저감화를 위한 노력으로 볼 수 있다.

이러한 점에서 주기적인 진단참고수준 갱신을 위한 체계적인 로드맵의 설정과 이를 통한 전국적인 피폭선량 실태조사가 필요하다.

〈표 1〉 국내외 투시검사 종류별 선량면적곱 3사분위값 비교

검사 종류	선량면적곱(Gy·cm ²)					
	국내(2020)	국내(2011)	국내(2008)	영국(2025)	일본(2025)	호주(2021)
식도조영	12.7	-	-	5.0 1.2 ^a	5.0	60.6
위장조영	39.0	30.3	49.7	11.8 ^b 6.9 ^c	21	-
소장단순촬영	56.0	33.5	-	8.4 ^d 23 ^e	-	-
소장이중조영	105.5					
결장단순촬영	20.5	46.1	-	21 ^f 7.1 ^g	41	-
결장이중조영	90.7		56.8			
배뇨성요도방광조영	19.9	-	-	3.8	-	-
자궁난관조영	10.3	16.9	-	0.55	-	-
경정맥신우조영	-	-	-	14 ^h	16 ⁱ	

a Video swallow

b Barium meal

c Barium meal & swallow

d Barium follow thorough

e Barium small bowel enema

f Barium enema

g Proctography

h 2012년

i 2020년

제2장 국내외 기술 현황

제1절 국내 연구동향

국내 진단참고수준에 대한 연구는 2007년에 수행된 유방촬영 시 환자선량 진단참고준위 확립에 관한 연구를 시작으로 일반촬영, 전산화단층촬영(CT), 투시검사, 중재시술, 치과촬영 순으로 수행되었다. 현재까지 진단용 방사선검사에 대한 국내 환자선량 조사가 실시되었고, 이 중 유방촬영, 일반촬영, 전산화단층촬영(CT), 투시검사, 중재시술에 대한 진단참고수준이 설정되었다(식약청 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 질병관리본부 2017, 2018). 2018년 이전 국내에서 수행된 진단용 방사선검사에 대한 국내 환자선량 조사 및 진단참고수준 현황을 <표 2>에 나타내었다.

<표 2> 2025년 이전 국내 진단용 방사선 검사에 대한 국내 환자선량 조사 및 진단참고수준 현황

검사 종류	연도	측정값(단위)	진단참고수준
일반촬영			
두부(AP)	2023	입사표면선량 (mGy)	2.55
두부(LAT)	2019		2.48
흉부(PA)	2023		0.68
흉부(LAT)	2023		1.55
복부(AP)	2023		3.80
골반(AP)	2023		3.70
경추(AP)	2023		1.36
경추(LAT)	2023		1.22
흉추(AP)	2023		3.70
흉추(LAT)	2023		5.86
요추(AP)	2023		4.83
요추(LAT)	2023		8.49
소아흉부	2019		0.14
유방촬영			
유방상하방향	2022	평균유선선량 (mGy)	1.56
치과촬영			
구내촬영	2023	선량면적곱 (mGy·cm ²)	48
파노라마촬영	2023		354
치과CT촬영	2023		224
투시촬영			
식도조영	2020	선량면적곱 (Gy·cm ²)	12.7
위장조영	2020		39.0
소장단순촬영	2020		56.0
소장이중조영	2020		105.5
결장단순촬영	2020		20.5
결장이중조영	2020		90.7
배뇨성요도방광조영	2020		19.9
자궁난관조영	2020		10.3

검사 종류	연도	측정값(단위)	진단참고수준
중재시술			
TACE	2019	선량면적곱 (Gy·cm ²)	206.4
AVF	2019		12.3
PTBD	2019		22.3
TFCA	2019		121.9
전산화촬영			
두부	2021	DLP (mGy·cm)	969.8
복부	2021		473.70
흉부	2021		324.20

제2절 국외연구동향

1. 영국

영국에서는 국가환자선량 데이터베이스(National Patient Dose Database; NPDD)를 구축하여, 영국방사선방호위원회(Health Protection Agency; HPA)에서 수집된 결과를 바탕으로 5년 주기로 환자의 방사선량 분포도를 작성하고, 국가 환자선량 권고량을 제안하고 있다. 2025년 현재 일반촬영, 투시촬영, 전산화단층촬영, 치과촬영, 유방촬영에 대한 진단참고수준을 설정하였다. 아래 <표 3>은 투시촬영 진단참고수준 요약이다.

<표 3> 2025년 영국의 투시촬영 진단참고수준 요약

검사 종류	연도	측정값(단위)	진단참고수준
barium Swallow	2025	선량면적곱 (Gy·cm ²)	5.0
Water soluble swallow	2025		5.3
Barium swallow(video)	2025		1.2
Water soluble enema	2025		8.2
Hysterosalpingography	2025		0.55

2. 아일랜드

아일랜드는 보건정보품질관리국(Health Information and Quality Authority; HIQA)이 국가 진단참고수준을 설정하고 검토를 진행한다. 이전 2013년과 2017년의 경우 아일랜드 보건 서비스 관리국(Irish Health Service Executive; HSE)에서 진단참고수준을 연구 및 설정 진행하였다. 2021년 11월 HIQA에서 투시촬영, 중재시술 및 심혈관 중재시술을 포함한 진단참고수준 설정 연구를 진행하였다.

〈표 4〉 2021년 아일랜드의 투시촬영 진단참고수준 요약

* 5개 미만의 의료기관에서 수행되는 검사는 표본 수 부족으로 인해 국가 진단참고준위(DRL) 산출 대상에서 제외되었다.

검사 종류	측정값(단위)	진단참고수준	National Dose Range
Barium(or water soluble) enema	선량면적곱 (Gy·cm ²)	10.5	4.6-14.6
Barium(or water soluble) meal + swallow		10.6	1.5-24.6
Barium(or water soluble) swallow		5.8	0.4-28.5
Micturating or voiding cystourethrography(MCU/VCU)		-*	2.6-4.6
Nephrostography -unilateral		1.9	0.3-6.2
Hysterosalpingography(HSG)		1.4	0.1-1.3
TACE		127	47.2-137.6
ERCP		3	0.4-6.1

3. 일본

일본의 Japan DRLs 2025의 경우에는 일본 DRL개정 보고서로, 일본 진단 투시의 진단참고수준은 아래 〈표 5〉로 확인할 수 있다. ERCP의 경우 Air Kerma가 가장 높게 나왔으며, 그 다음으로는 대장 조영, 장폐색 시술 순이었다. PKA의 경우 장폐색 시술에서 가장 컸으며, 그 다음으로는 대장 조영, 식도·위·십이지장 조영 순이었다. 투시시간의 경우 장폐색 시술이 가장 길었으며, 다음으로는 ERCP, 대장 조영 순이었다. 촬영 횟수의 경우 대장조영이 가장 많았으며, 다음으로는 식도·위·십이지장 조영, ERCP 순이었다.

〈표 5〉 일본의 진단 투시의 진단참고수준

프로토콜	Ka,r [mGy]	PKA [Gy·cm ²]	투시시간(분)	촬영횟수(회)
연하조영	16	6.5	5.0	4.0
식도·위·십이지장조영	77	21	6.5	23
장폐색 시술	80	47	20	6.0
대장 조영	93	41	12	26
ERCP	110	28	15	13
기관지경 검사	27	7.4	8.7	2.0
중심정맥 카테터 삽입술	7.6	3.2	2.7	2.0
요추신경근 시술	22	5.5	3.0	2.0
요추척수강 조영	47	18	3.9	10

제3장 연구방법

제1절 DRL 설정을 위한 검사종류 및 환자조건 선정

2024년 검사 현황과 이전 투시검사의 진단참고수준 관련 국내외 연구 현황을 고려하여 자문 위원단 회의 및 연구팀 내부 회의를 거쳐 총 9가지 검사에 대해 선량 data를 수집하기로 하였으며 성인환자를 위주로 연구를 진행하기로 하였다.

1) 위장조영, 2) 식도조영, 3) 소장단순촬영, 4) 소장이중조영, 5) 결장단순촬영, 6) 결장이중조영, 7) 배뇨성요도방광조영, 8) 자궁난관조영, 9) 경정맥신우조영

제2절 환자 피폭선량 수집방법 제시

검사기관을 이용하여 방문 조사를 통한 환자 피폭선량 데이터를 수집 하였다. 조사 대상 기관에 데이터 조사표<그림 4>를 전달하여 데이터의 일관성을 갖도록 하였으며 DAP meter가 없는 장비를 대상으로 일부 실측을 시행하여 DAP 값을 얻기 위한 변환 인자를 도출하기 위한 데이터를 수집하였다.

제3절 선량정보 조사 대상기관 선정

이전 조사의 약 2배인 총 100개 의료기관을 선정하기로 하였으며 각 지역의 인구비를 고려하여 선정하기로 하였다. 하지만 검사 기관을 통한 모집과 기존 연구에서 사용한 공문 발송을 통한 참가 신청이나 학회 및 협회를 통한 추천을 이용하였으며 100개 의료기관이라는 적은 숫자를 고려하여 각 지역의 대푯값을 얻는 것이 중요할 것으로 생각되어 각 지역을 대표할 수 있는 수련기관을 중심으로 선정하기로 하였다. 지역별 선정 기관의 중별 분포<표 6>는 다음과 같다.

〈표 6〉 협조의료기관 지역별 종별 분포

지역(전체수)	상급종합병원(39)	종합병원(48)	병·의원(13)
서울(26)	12	11	3
부산(13)	3	10	
인천(4)	3		1
경기(19)	5	12	2
강원(2)	1	1	
충청(11)	5	5	1
전라(5)	3	2	
경상(19)	7	6	6
제주(1)		1	

제4절 환자 피폭선량 데이터 수집

검사 기관을 통한 직접 방문 및 on-line을 통해 각 검사 별 환자 피폭선량 데이터를 수집 하였으며 환자선량 데이터 수집을 위한 투시검사 방사선량 자료 조사표를 각 병원 담당자에게 보냈다. 〈그림 4〉

작성한 방사선량 자료 조사표는 향후 데이터 오류 확인을 위한 병원 및 담당자 정보, 장비 정보, 검사조건 및 측정선량 정보로 구성되어 있으며 DRL 설정을 위한 정보와 MCNP 방사선량 평가를 위한 아래의 정보가 포함되어 있다.

- DRL 설정을 위한 정보: 선량면적곱(DAP), 투시 시간(fluoroscopy time)
- MCNP 방사선량 평가를 위한 정보: 관전압, 관전류, 시간, 초점-표면간 거리(FSD), 부가필터, 검사범위, 방향별 DAP 혹은 투시시간 분율

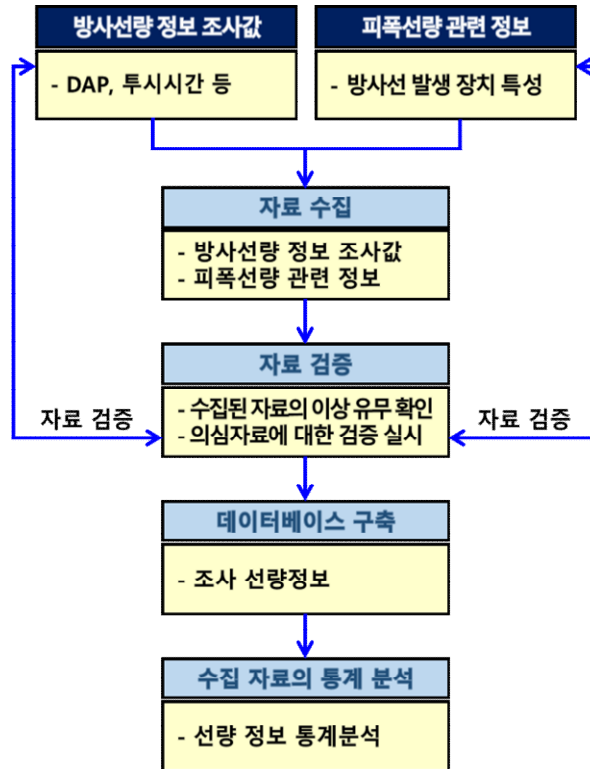
환자 연령	검사종류	촬영방향	AEC 사용여부	Fluoroscopy										Spot 촬영										
				관전압 (kVp)	관전류 (mA)	FSD (cm)	부가필터 (mm Cu)	검사범위(cm ²) 가로 세로	DAP (mGy×cm ²)	투시시간 (sec)	방향별 DAP or 투시시간 분율	촬영방향	관전압 (kVp)	관전류 (mA)	시간 (msec)	FSD (cm)	부가필터 (mm Cu)	검사범위(cm ²) 가로 세로	DAP/당 (mGy×cm ²)	Spot 장 수				
35	위장조영	합계	○	81-87	3-3.5	90	0.1	24	24	3000	130	100	합계	78-81	320-400	15-21	90-100	0.1	24	24	130	5		
		AP										40	AP										1	
		PA										40	PA											2
		RPO										10	RPO											1
		LPO										10	LPO											1
48	배뇨성요도방광조영	합계	○	85-100	3-3.5	85	0.1	20	24	2400	143	100	합계	80-81	320-400	15-21	85-100	0.1	24	20	350	2		
		AP										100	AP										2	
	식도조영술	합계											합계											
		AP											AP											
		RAO											RAO											
		LPO											LPO											
	소장단순촬영	합계											합계											
		AP											AP											
	소장이영조영	합계											합계											
		AP											AP											
	결장단순촬영	합계											합계											
		AP											AP											
		L-LAT											L-LAT											
	결장이영조영	합계											합계											
		AP											AP											
		PA											PA											
		L-LAT											L-LAT											
		LPO											LPO											
	자궁난관조영	합계											합계											
		AP											AP											
		RPO											RPO											
		LPO											LPO											

〈그림 4〉 투시검사 방사선량 자료 조사표

제5절 투시검사 시 환자의 피폭선량 데이터 분석

측정 및 조사를 통해 수집된 피폭선량 관련 데이터 자료를 검증하고, 검증된 자료를 데이터베이스화하여 통계 분석을 실시하였다.

투시검사 시 환자의 피폭방사선량 관련 데이터베이스 구축 및 통계 분석을 위한 절차를 아래 <그림 5>에 도식화하였다.



<그림 5> 환자의 피폭방사선량 관련 데이터베이스 구축 및 통계 분석 절차

본 연구에서는 투시검사 시 환자 피폭선량과 관련 있는 정보를 수집하였으며, 이는 다수 병원으로부터의 조사를 통해 수집되었다. 수집한 방사선량 정보는 선량면적곱(DAP), 투시시간(Fluoroscopy time), 스팟 장수가 있으며, 이외에도 피폭선량과 관련이 있는 정보를 수집하였다. 데이터 수집 시 투시검사 방사선량 자료 조사표를 이용하였으며, <표 7>에 조사표에 포함되어 있는 조사 항목을 나타내었다. 투시검사 장치에 DAP meter가 설치되어 있지 않아 작성자가 선량면적곱을 작성하는 것이 어려운 경우, 실측을 통해 방사선량을 수집하거나 검사조건, 장치의 방사선학적 특성평가 결과를 활용하여 선량면적곱을 도출하였다.

〈표 7〉 투시검사 방사선량 자료 조사표의 조사 항목

구 분	조사 항목
장비 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 제조사 • 모델명 • 고유필터 정보 • DAP 표시 여부 • 엑스선관 위치 • 영상획득방식 • 정류방식 • AEC 사용여부
방사선량 관련 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 선량면적곱(DAP) • 투시시간 • 스팟 장수
검사 조건	<ul style="list-style-type: none"> • 관전압(kVp) • 관전류(mA) • 초점-표면간 거리 • 부가필터 정보 • 촬영방향 • 검사범위

연구결과의 질적 향상을 위해 자료에 대한 검증과정을 거쳤다. 데이터 스크린 과정에서 이상한 정보가 발견되거나 추가적인 정보가 필요하다고 판단된 경우 자료에 대한 재확인 등의 검증과정을 수행하였다. 그리고 검증된 자료를 데이터베이스화하고, 피폭선량 관련 정보에 대한 통계 분석을 수행하였다. 본 연구에서 고려한 주요 정보로는 환자 피폭선량에 직접적으로 관계되는 선량면적곱, 투시시간 등이 있으며, 이러한 정보에 대한 평균값, 중간값, 1사분위수, 3사분위수 등의 정보를 통계분석하였다.

또한 투시검사에 대한 유효선량 환산인자를 도출하기 위해 앞서 도출한 장기선량 및 뼈선량 평가방법을 이용하여 각 검사별 장기선량과 유효선량을 병원을 통해 수집된 데이터 분석 및 피폭 시나리오를 이용하여 평가하였다. 검사조건은 수집된 데이터의 평균값을 이용하였으며, 계산된 유효선량과 국내에서 조사된 각각의 투시검사에 대한 선량면적곱을 이용하여 검사별, 성별 유효선량 환산인자를 도출하였다.

제4장 연구결과

제1절 투시검사 종류별 환자 피폭선량 데이터 수 및 장비 수 통계

본 연구에서는 병원으로부터 수집한 환자 피폭선량 관련 자료를 바탕으로 통계 분석을 수행하였다. 피폭선량 관련 자료는 100개의 의료기관을 대상으로 9개의 투시검사 종류에 대한 자료를 수집하였다. 검사별 수집 자료는 선량면적곱(DAP), 투시시간(Fluoroscopy time), 스팟장수이다. <표 8>에는 본 연구에서 수집한 투시검사 종류별 환자 피폭선량 데이터 수를 나타내었다. 투시검사별 최소 49개 이상의 데이터를 수집하였으며, 수집한 전체 데이터 수는 약 2,383 건이다.

<표 8> 투시검사 종류별 수집된 환자 피폭선량 데이터 수

검사 종류	데이터 수
식도조영	459
위장조영	543
소장단순촬영	184
소장이중조영	49
결장단순촬영	194
결장이중조영	64
배뇨성요도방광조영	396
자궁난관조영	244
경정맥신우조영	250
합계	2383

<표 9>에는 본 연구에서 방사선량 정보를 수집한 투시검사 장비 수를 제조사에 따라 나타내었다. 총 110 대의 투시검사 장비 중 Shimadzu 사의 장비가 59 대(54%)로 가장 많았으며, 이어서 Siemens, Canon 순으로 높은 장비 수를 나타내었다.

<표 9> 투시검사 제조사별 장치 대수

제조사	장치 수	비율
Shimadzu	59	54%
Siemens	18	16%
Canon	10	9%
Hitachi	8	7%
Toshiba	6	5%
Philips	3	3%

제조사	장치 수	비율
Listem	2	2%
GE	1	1%
엠포스	1	1%
현대의료기	1	1%
중외메디칼	1	1%
합계	110	100%

<표 10>에는 본 연구에서 방사선량 정보를 수집한 투시검사 장비 수를 노후화 정도에 따라 나타내었다. 노후화 정도는 장비의 구입년도를 기준으로 선정하였으며, 2000년대부터 5년을 간격으로 투시검사 장비를 구분하였다. 총 110대의 투시검사 장비 중 2020-2025년에 구입한 장비의 수가 38 대로 가장 많았으며, 이어서 2015-2020년, 2010-2015년에서 높은 장비 수를 나타내었다.

<표 10> 노후화 정도에 따른 투시검사 장치 대수

구입연도	장치 수	비율
2000-2005년	4	4%
2005-2010년	12	11%
2010-2015년	21	19%
2015-2020년	30	27%
2020-2025년	38	35%
미표기	5	5%
합계	110	100%

<표 11>에는 본 연구에서 방사선량 정보를 수집한 투시검사 장비 수를 선량면적곱 표시 여부에 따라 나타내었다. 총 110대의 투시검사 장비 중 59 대(54%)의 장비가 선량면적곱에 대한 정보를 표시하였으며, 51 대(46%)의 장비는 선량면적곱에 대한 정보를 표시하지 않는 것으로 나타났다.

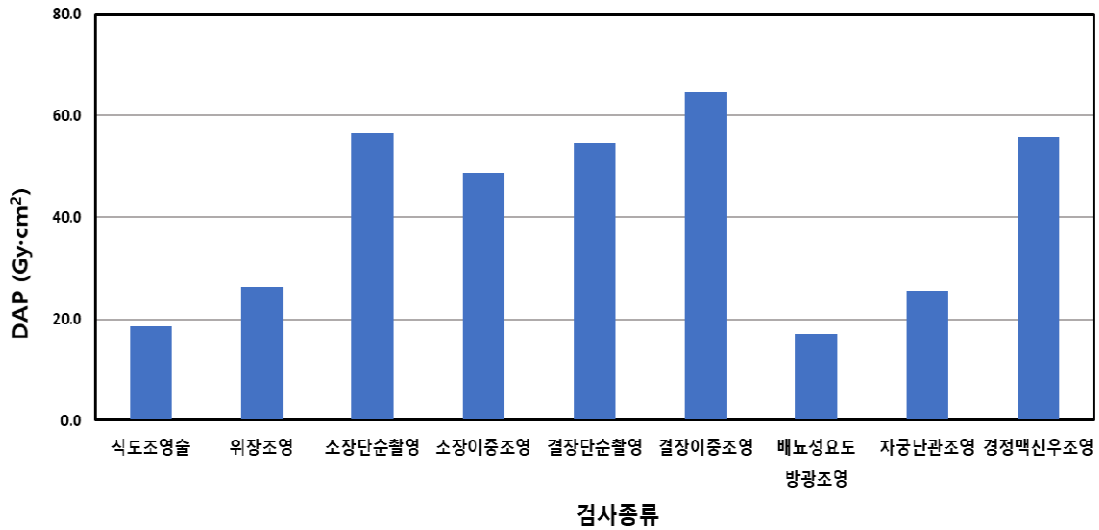
<표 11> 선량면적곱 표시 여부에 따른 투시검사 장치 대수

선량면적곱 표시 여부	장치 수	비율
표시	59	54%
미표시	51	46%
합계	110	100%

제2절 투시검사에 대한 피폭선량 관련 정보 통계

1. 선량면적곱 통계

〈그림 6〉에 투시검사 종류별 평균 선량면적곱을 나타내었으며, 〈표 12〉에는 투시검사 종류별 선량면적곱의 통계치를 나타내었다. 본 연구에서는 투시검사 데이터 통계분석 시 병원별 중간값을 이용한 통계값을 도출하였다. 투시검사 종류별 선량면적곱은 결장이중조영에서 64.6 Gy·cm²로 가장 높은 선량면적곱을 나타내었다. 결장이중조영 외 소장단순촬영, 경정맥신우조영 순으로 높은 선량면적곱을 나타내었다.



〈그림 6〉 투시검사 종류별 평균 선량면적곱

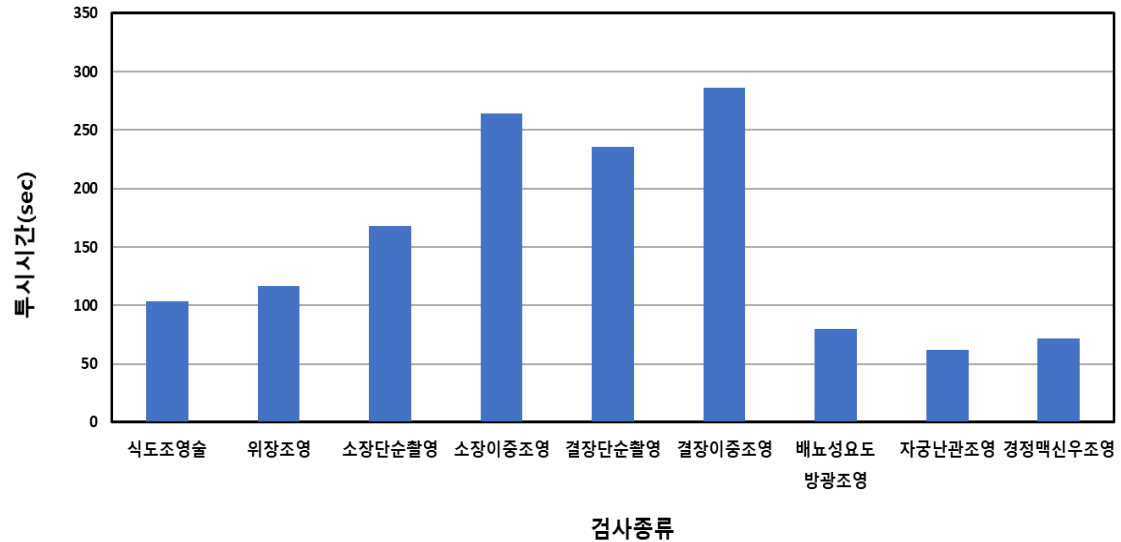
〈표 12〉 투시검사 종류별 선량면적곱 통계

검사 종류	선량면적곱(Gy·cm ²) ^a			
	평균	1사분위	중간값	3사분위
식도조영	18.7	5.7	11.4	20.8
위장조영	26.2	13.3	19.1	30.9
소장단순촬영	56.7	14.3	40.0	61.7
소장이중조영	48.8	22.4	69.0	71.8
결장단순촬영	54.7	15.7	25.5	56.4
결장이중조영	64.6	16.4	71.9	103.0
배뇨성요도방광조영	17.6	5.6	13.2	20.1
자궁난관조영	26.0	7.1	9.5	16.5
경정맥신우조영	56.5	2.6	8.9	41.7

a 병원별 중간값을 이용한 통계값

2. 투시시간 통계

〈그림 7〉에 투시검사 종류별 평균 투시시간을 나타내었으며, 〈표 13〉에는 투시검사 종류별 투시시간 통계치를 나타내었다. 결장이중조영 검사 시 평균 286초로 가장 높게 나타났으며, 결장이중조영 외 소장단순촬영, 소장단순촬영 순으로 높은 투시시간을 나타내었다.



〈그림 7〉 투시검사 종류별 평균 투시시간

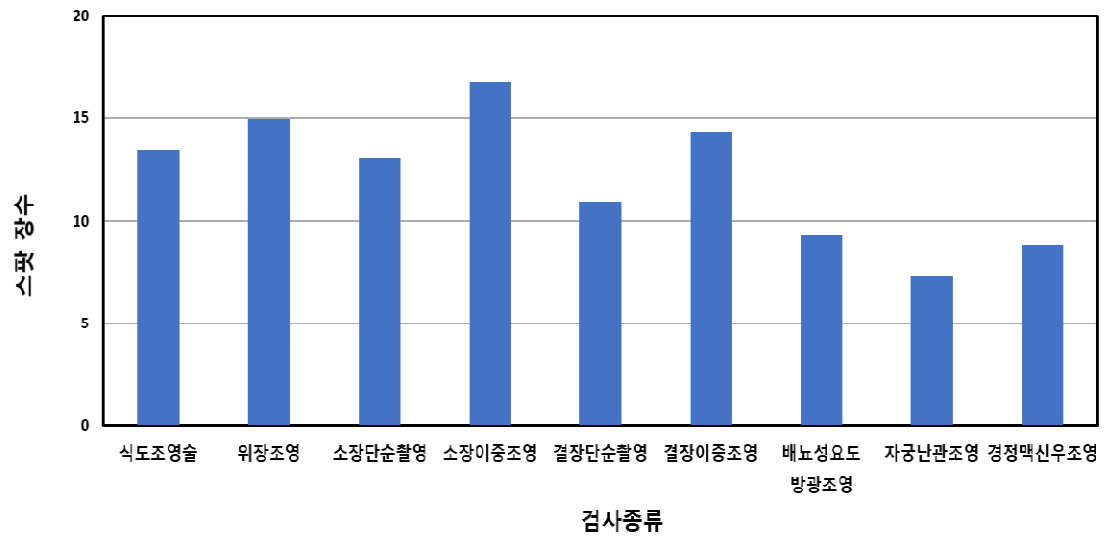
〈표 13〉 투시검사 종류별 투시시간 통계

검사 종류	투시시간(sec) ^a			
	평균	1사분위	중간값	3사분위
식도조영	104	81	107	107
위장조영	117	96	128	128
소장단순촬영	168	46	182	187
소장이중조영	265	164	253	253
결장단순촬영	236	206	273	273
결장이중조영	286	158	313	328
배뇨성요도방광조영	84	51	82	91
자궁난관조영	65	48	65	75
경정맥신우조영	81	57	57	124

a 병원별 중간값을 이용한 통계값

3. 스팟 장수 통계

〈그림 8〉에 투시검사 종류별 촬영되는 평균 스팟 장수를 나타내었으며, 〈표 14〉에는 투시검사 종류별 스팟 장수 통계치를 나타내었다. 스팟 장수의 경우 소장이중조영 검사 시 평균 17장으로 가장 많은 스팟 장수를 나타냈으며, 소장이중조영 외 위장조영, 결장이중조영과 식도조영 및 소장단순촬영이 많은 스팟 장수를 나타냈다.



〈그림 8〉 투시검사 종류별 평균 스팟 장수

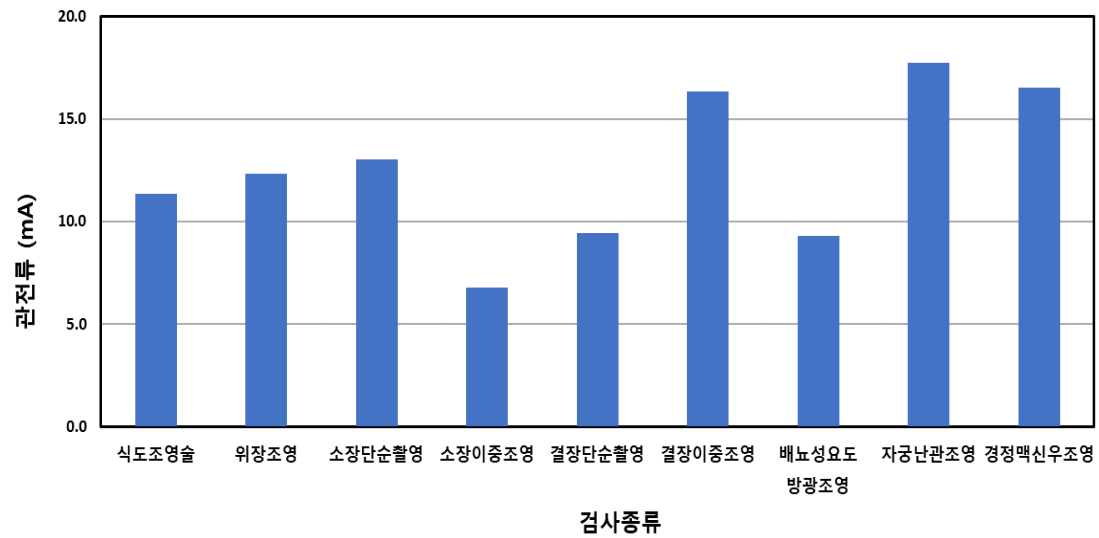
〈표 14〉 투시검사 종류별 스팟 장수 통계

검사 종류	스팟 장수 ^a			
	평균	1사분위	중간값	3사분위
식도조영	13	4	8	13
위장조영	15	9	13	18
소장단순촬영	13	7	11	14
소장이중조영	17	8	14	19
결장단순촬영	11	7	9	13
결장이중조영	14	8	11	23
배뇨성요도방광조영	9	6	8	12
자궁난관조영	7	5	7	9
경정맥신우조영	9	7	8	10

a 병원별 중간값을 이용한 통계값

4. 관전류 통계

〈그림 9〉에 투시검사 종류별 사용되는 평균 관전류를 나타내었으며, 〈표 15〉에는 투시검사 종류별 관전류 통계치를 나타내었다. 관전류의 경우 자궁난관조영 검사 시 평균 17.7 mA로 가장 높은 수치를 나타냈으며, 자궁난관조영 외 경정맥신우조영, 결장이증조영, 소장단순촬영 순으로 높은 관전류를 나타내었다.



〈그림 9〉 투시검사 종류별 평균 관전류

〈표 15〉 투시검사 종류별 관전류 통계

검사 종류	관전류 ^a			
	평균	1사분위	중간값	3사분위
식도조영	11.3	3.5	3.5	4.7
위장조영	12.3	4.0	4.0	5.5
소장단순촬영	13.0	3.9	3.9	8.0
소장이증조영	6.8	4.3	5.5	7.0
결장단순촬영	9.4	3.1	3.4	3.5
결장이증조영	16.4	4.2	5.0	8.8
배뇨성요도방광조영	9.3	3.1	3.1	9.9
자궁난관조영	17.7	3.2	3.9	21.1
경정맥신우조영	16.5	3.6	3.6	21.5

a 병원별 중간값을 이용한 통계값

제3절 투시검사 종류별 진단참고수준 국내외 비교

본 연구에서는 국내에서 수집한 선량면적곱, 투시시간, 스팟 장수 정보를 바탕으로 투시검사 종류별 진단참고수준을 도출하였다. <표 16> ~ <표 19>에는 본 연구결과와 타 연구결과를 비교하여 나타내었다. 국외의 경우, 소수 국가에서만 일부 검사에 대한 진단참고수준을 제시하고 있다. 본 연구의 진단참고수준과 2020년 선행 연구에서 도출된 진단참고수준의 비교 시 결장단순촬영의 경우 약 2.8배 증가하였으며, 식도조용과 자궁난관조영의 경우 약 1.6배 증가하여 평균적으로 1.3배가량 증가한 것으로 확인되었다. 그리고 2020년 통계치에 비해 투시시간이 약 37%, 검사면적은 약 20% 감소한 반면, 관전류 값은 약 2.32배 증가한 것으로 확인되었다.

<표 16> 국내외 투시검사 종류별 선량면적곱 3사분위값 비교

검사 종류	선량면적곱(Gy·cm ²)						
	국내(2025)	국내(2020)	국내(2011)	국내(2008)	영국(2025)	일본(2025)	호주(2021)
식도조영	20.8	12.7	-	-	5.0 1.2 ^a	5.0	60.6
위장조영	30.9	39.0	30.3	49.7	11.8 ^b 6.9 ^c	21	-
소장단순촬영	61.7	56.0	33.5	-	8.4 ^d 23 ^e	-	-
소장이중조영	71.8	105.5		-		-	
결장단순촬영	56.4	20.5	46.1	-	21 ^f 7.1 ^g	41	-
결장이중조영	103.0	90.7		56.8			
배뇨성요도 방광조영	20.1	19.9	-	-	3.8	-	-
자궁난관조영	16.5	10.3	16.9	-	0.55	-	-
경정맥신우 조영	41.7	-	-	-	14 ^h	16 ⁱ	-

a Video swallow

b Barium meal

c Barium meal & swallow

d Barium follow thorough

e Barium small bowel enema

f Barium enema

g Proctography

h 2012년

i 2020년

〈표 17〉 국내외 투시검사 종류별 투시시간 3사분위값 비교

검사 종류	투시시간 (sec)					
	국내(2025)	국내(2020)	국내(2011)	국내(2008)	영국(2025)	일본(2025)
식도조영	107	143	-	-	126 180 ^a	300
위장조영	128	217	300	360	155 ^b 114 ^c	390
소장단순촬영	187	372	600	-	118 ^d 533 ^e	-
소장이중조영	253	479				
결장단순촬영	273	288	600	-	90 ^f 80 ^g	720
결장이중조영	328	666		420		
배뇨성요도방광조영	91	165	-	-	96	-
자궁난관조영	75	107	255	-	44	-
경정맥신우조영	124	-	-	-	21 ^h	-

a Video swallow

b Barium meal

c Barium meal & swallow

d Barium follow thorough

e Barium small bowel enema

f Barium enema

g Proctography

h 2012년

〈표 18〉 국내외 투시검사 종류별 스팟 장수 3사분위값 비교

검사 종류	스팟 장수			
	국내(2025)	국내(2011)	국내(2008)	일본(2020)
식도조영	24	-	-	5
위장조영	19	15	20	27 45 ^a
소장단순촬영	18	20	-	-
소장이중조영	38			
결장단순촬영	10	16	-	27
결장이중조영	28		20	
배뇨성요도방광조영	12	-	-	-
자궁난관조영	8	6	-	

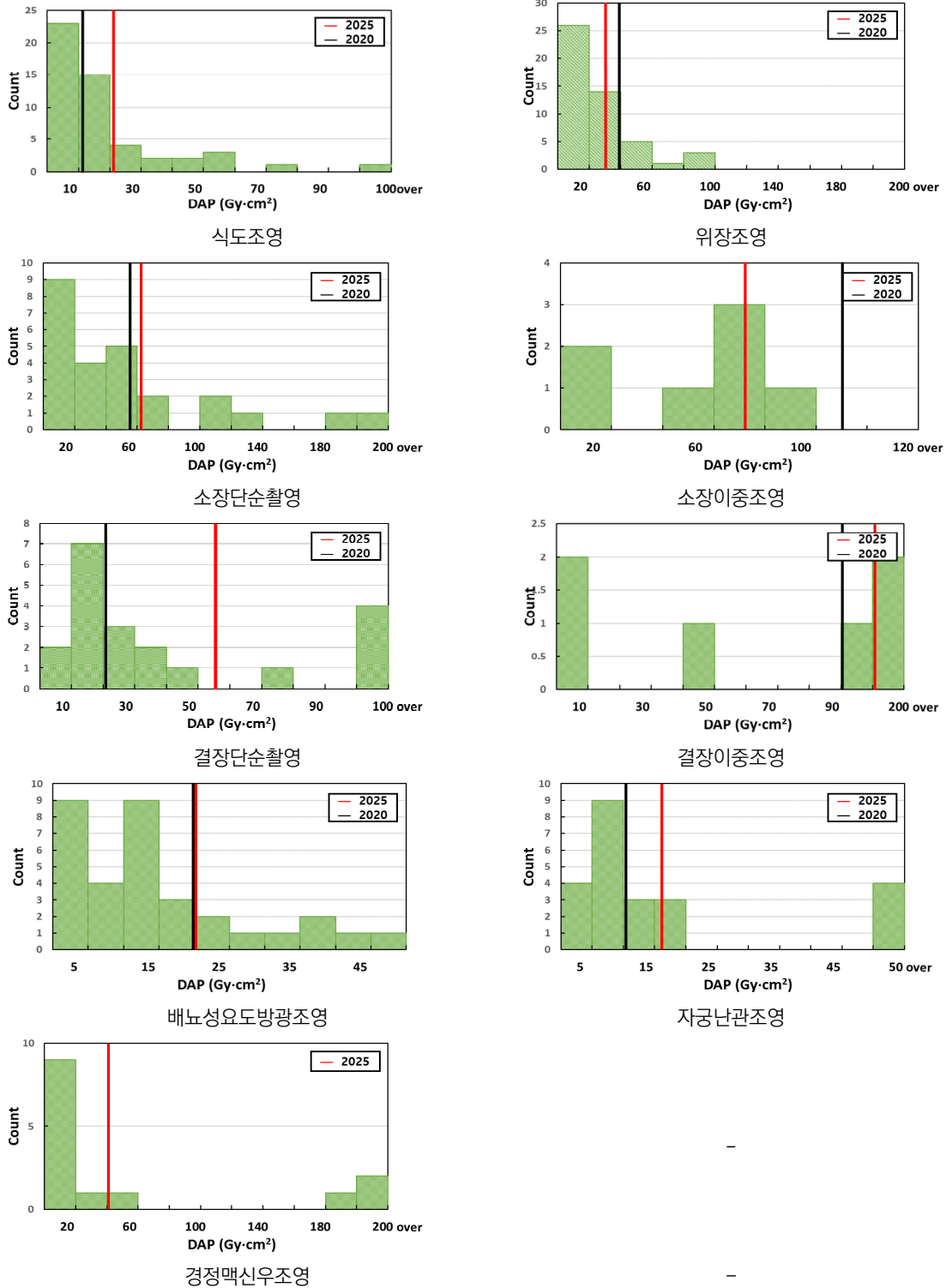
a Detailed examination

〈표 19〉 국내 투시검사 종류별 관전류 3사분위값 비교

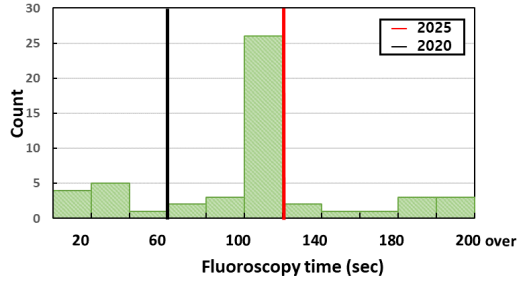
검사 종류	관전류(mA)	
	국내(2025)	국내(2020)
식도조영	4.7	3.6
위장조영	5.5	4.7
소장단순촬영	8.0	4.0
소장이중조영	7.0	4.5
결장단순촬영	3.5	4.5
결장이중조영	8.8	4.5
배뇨성요도방광조영	9.9	3.3
자궁난관조영	21.1	3.1
경정맥신우조영	21.5	-

제4절 투시검사 종류별 피폭선량 정보 분포 및 3사분위값

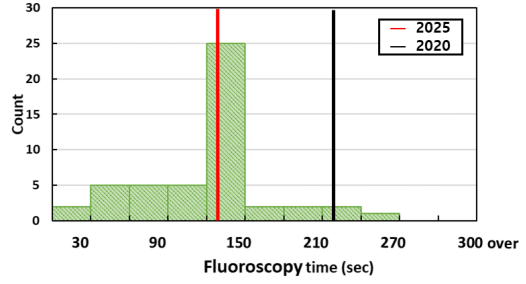
<그림 10> ~ <그림 12>에 투시검사 종류별 선량면적곱, 투시시간, 스팟 장수 분포와 3사분위값을 나타내었다.



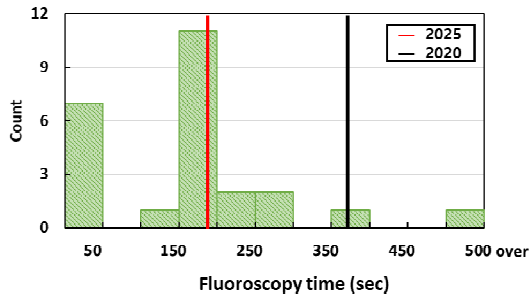
<그림 10> 투시검사 종류별 선량면적곱 분포와 진단참고수준



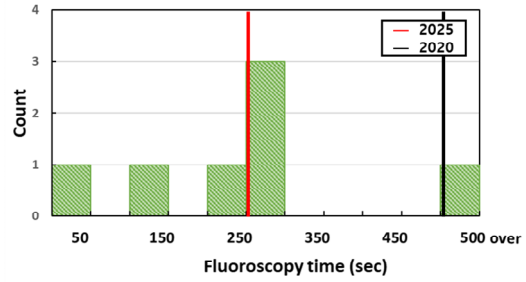
食道造影



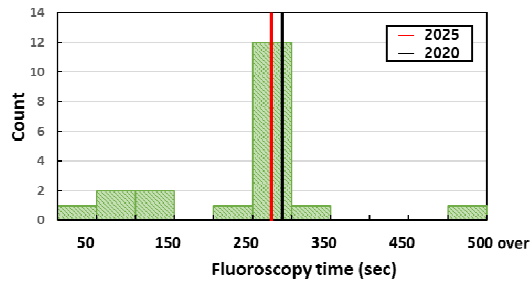
위장조영



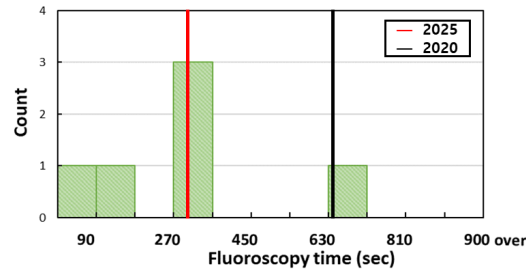
소장단순촬영



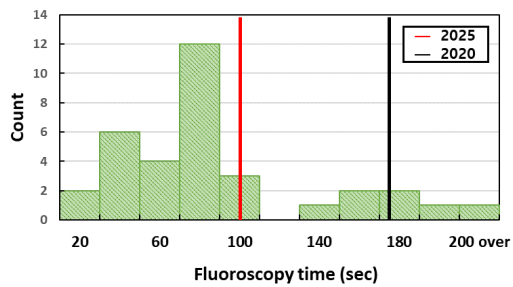
소장이증조영



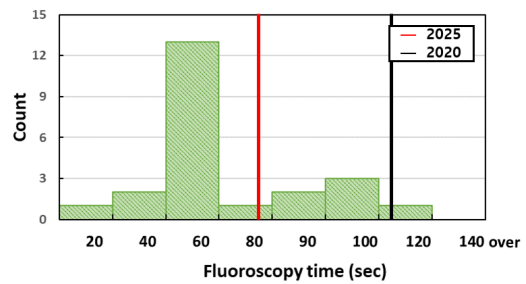
결장단순촬영



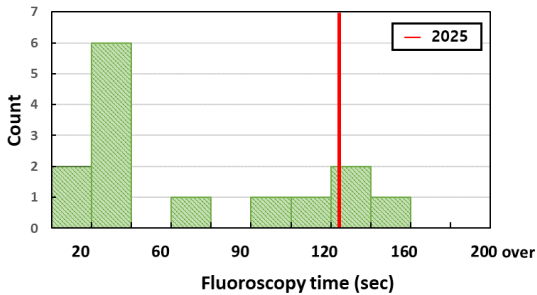
결장이증조영



배뇨성요도방광조영

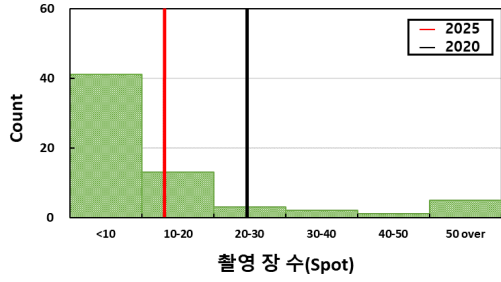


자궁난관조영

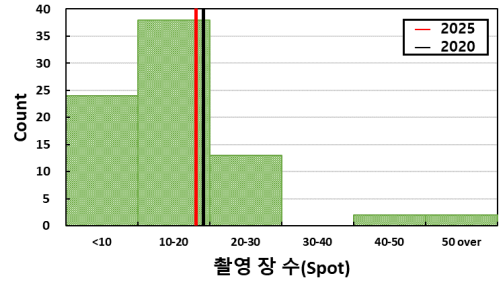


경정맥신우조영

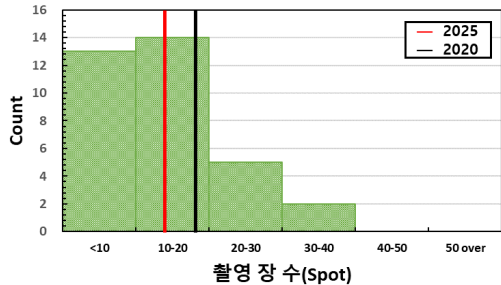
〈그림 11〉 투시검사 종류별 투시시간 분포와 진단참고수준



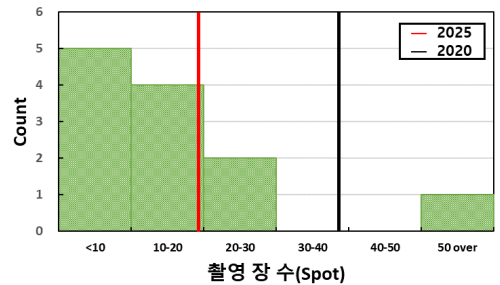
식도조영



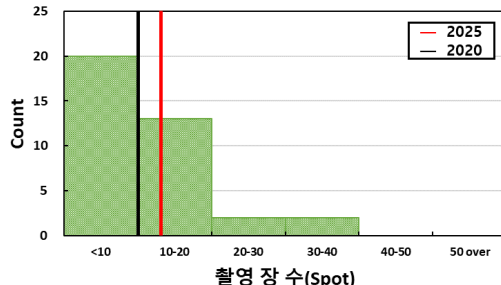
위장조영



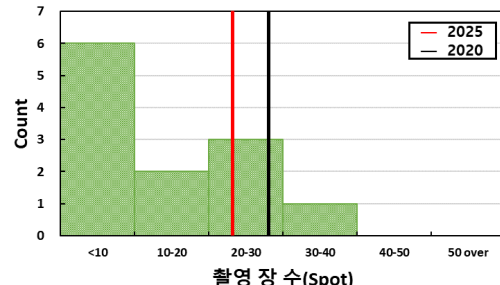
소장단순촬영



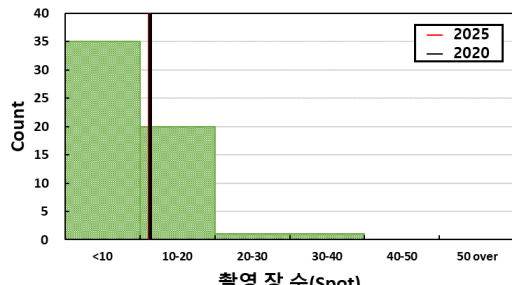
소장이중조영



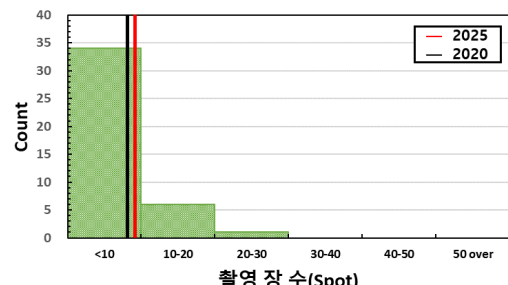
결장단순촬영



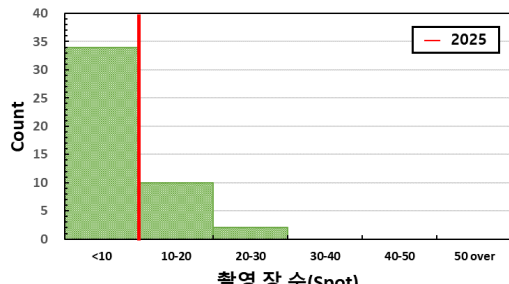
결장이중조영



배뇨성요도방광조영



자궁난관조영



경정맥신우조영

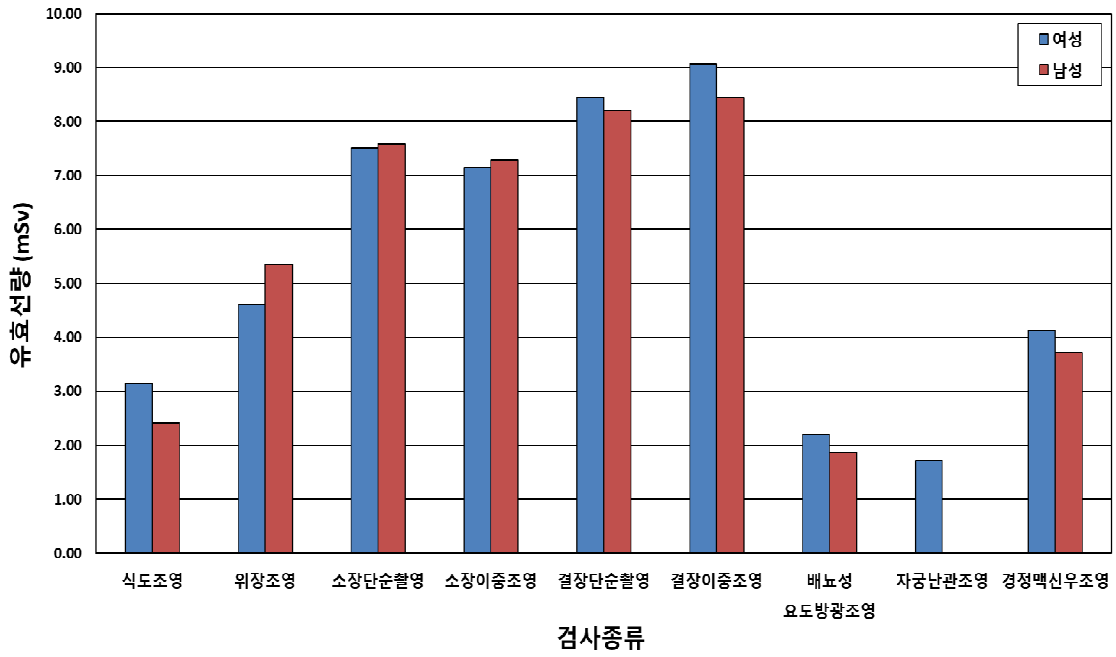
〈그림 12〉 투시검사 종류별 스팟 장수 분포와 진단참고수준

제5절 투시검사로 인한 장기흡수선량 및 유효선량 평가

〈표 20〉에 투시검사 종류별 3사분위 선량면적곱과 유효선량 평가 결과를 나타내었으며, 〈그림 13〉에는 투시검사 종류별 환자의 성별 유효선량을 비교하여 나타내었다. 본 연구에서는 투시검사로 인한 환자의 장기 및 유효선량 평가 시 국내 선량면적곱 평균값을 이용하였다. 일반적으로 투시검사 시 여성의 유효선량이 남성보다 높게 평가되었다. 이는 신체의 크기가 작을수록 동일한 방사선량에 대한 장기흡수선량이 높게 나타나기 때문이다. 그리고 투시검사 종류에 따른 유효선량 비교 시 결장이중조영, 결장단순촬영, 소장이중조영, 소장단순촬영에서 높은 유효선량을 나타내었다. 검사에 따른 유효선량의 차이는 사용되는 방사선량, 방사선 조사 부위, 검사종류별 소요되는 검사 시간에 의한 것으로 나타났다. 유효선량이 높게 평가된 검사들은 비교적 복잡하여 검사 시간이 길고, 높은 방사선량이 사용되었다. 그리고 결장이중조영, 결장단순촬영, 소장이중조영, 소장단순촬영 등의 검사는 조직가중치가 높은 장기가 포함되는 흉부, 복부가 피폭되므로, 유효선량이 더 높게 평가되었다.

〈표 20〉 투시검사 종류별 3사분위 선량면적곱 및 유효선량

검사 종류	선량면적곱($Gy \cdot cm^2$)	유효선량(mSv)
식도조영	20.8	2.78
위장조영	30.9	4.98
소장단순촬영	61.7	7.55
소장이중조영	71.8	7.21
결장단순촬영	56.4	8.33
결장이중조영	103.0	8.75
배뇨성요도방광조영	20.1	2.03
자궁난관조영	16.5	1.72
경정맥신우조영	41.7	3.93



〈그림 13〉 투시검사종류별 및 환자 성별에 따른 유효선량

제5장 고찰 및 결론

제1절 고찰

본 연구에서는 국내에서 수집한 선량면적곱, 투시시간, 스팟 장수 정보를 바탕으로 투시검사 종류별 진단참고수준을 도출하였다. 2020년 이후 5년만에 이루어진 진단참고수준 재개정을 위한 설정연구이다.

이 연구는 투시엑스선 검사 시 검사종류별 진단참고수준을 도출하는 것을 목적으로 하여 진단참고수준 도출을 위해 투시엑스선 검사의 환자데이터를 수집하였다. 투시엑스선 검사는 위장조영, 식도조영, 소장단순촬영, 소장이중조영, 결장단순촬영, 결장이중조영, 배뇨성요도방광조영, 자궁난관조영, 경정맥신우조영을 포함하였다.

이 중 경정맥신우조영은 이전(2020년) 진단참고수준 설정 시에는 포함되어 있는 않았던 것으로 검사 건수를 바탕으로 자문회의를 거쳐 추가하였다.

기존에 설정되었던 검사 뿐 아니라 경정맥신우조영까지 포함하여 그 동안의 관리실태와 현황을 파악하였으며, 앞으로의 정책방향 수립에 기반이 되는 자료를 수집하여 환자 의료방사선 피폭선량 관리를 위한 기본 데이터를 구축하였다.

이를 위해 기존과는 달리 투시장치의 정기검사가 도래한 의료기관을 대상으로 데이터를 수집하기 위해 노력하였으나 의료기관의 비협조와 같은 문제로 인해 소기의 성과를 거두지 못 하고 기존처럼 대한영상의학회를 비롯한 전문가 단체를 통하거나 영상의학과 전공의 수련 병원을 직접 접촉하는 방식으로 데이터를 수집하였다.

여기에 더해 실제 환자에게 영향이 크게 미치는 유효선량을 계산하여, 검사별로 다양한 장기에 미치는 실제 선량값을 계산하여 향후 방사선 방어 연구의 기초자료를 아울러 제시하였다. 전체 100개의 의료기관에 대하여 조사가 진행되었으며, 식도조영 70개, 위장조영 85개, 소장단순촬영 40개, 소장이중조영 13개, 결장단순촬영 35개, 결장이중조영 14개, 배뇨성요도방광조영 59개, 자궁난관조영 44개, 경정맥신우조영 43개 병원을 포함하였다.

이러한 의료기관에서 모아진 데이터에 대해서 통계 분석 작업을 진행하였으며 투시엑스선 검사의 선량면적곱 삼사분위수는 식도조영 20.8 Gy·cm², 위장조영 30.9 Gy·cm², 소장단순촬영 61.7 Gy·cm², 소장이중조영 71.8 Gy·cm², 결장단순촬영 56.4 Gy·cm², 결장이중조영 103.0 Gy·cm², 배뇨성요도방광조영술 20.1 Gy·cm², 자궁난관조영술 16.5 Gy·cm², 경정맥신우조영 41.7 Gy·cm² 였다.

이는 기존 2020년 연구결과와 비교해서 식도조영은 12.7 Gy·cm²에서 20.8 Gy·cm²으로, 소장단순촬영은 56.0 Gy·cm²에서 61.7Gy·cm²으로, 결장단순촬영은 20.5 Gy·cm²에서 56.4 Gy·cm²으로, 결장이중조영은 90.7 Gy·cm²에서 103.0 Gy·cm²으로 배뇨성요도방광조영은 19.9 Gy·cm²에서 20.1 Gy·cm²으로, 자궁난관조영은 10.3 Gy·cm²에서 16.5 Gy·cm²으로 증가되었으며 위장조영은 39.0

Gy·cm²에서 30.9 Gy·cm²으로, 소장이중조영은 105.5 Gy·cm²에서 71.8 Gy·cm²으로 감소된 양상을 보였으나 전체적으로 약간 증가되었다. 이중 결장단순촬영의 경우 2배 이상 증가한 것으로 감소한 투시시간이나 검사면적에 비해 2배 높아진 mA에 기인한 것으로 생각된다. 이는 높은 기본 설정값에 기인한 것으로 생각되며 추후 이루어지는 피드백을 통해 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 처음 추가된 경정맥 신우조영의 경우 선량면적곱 삼사분위가 2012년 영국과 비교하였을 때 약 3배 높았으며 이는 약 6배 긴 투시 시간과 연관이 높을 것으로 생각되며 2020년 일본과 비교하였을 때도 약 2.61배 높은 수치였다. 이를 줄이기 위해서는 표준 촬영법의 보급 및 이를 통한 투시 시간의 감소가 필요할 것으로 생각되며 앞서 다른 검사와 마찬가지로 기본 설정값을 낮춤으로써 어느정도 선량을 감소시킬 수 있을 것으로 추정된다.

또한 검사 건수가 감소하였다는 일선의 발언과는 달리 검사건수가 증가한 통계를 볼 수 있었다. 하지만 이는 전체적인 검사건수이며 이번 우리 연구에 포함된 검사로 한정하였을 때는 전체적으로 감소하는 추세였다. 이에 대해서 좀더 자세히 들여다보면 2024년과 2000년을 비교하였을 때 식도조영은 34.4%, 위장조영은 30.3%, 소장단순촬영은 37.7%, 소장이중조영은 55.4%, 결장단순촬영은 5.3%, 결장이중조영은 52.7%, 배뇨성요도방광조영술은 32.9% 감소하였으나 오히려 자궁난관조영술은 4.5%, 경정맥신우조영술은 8.6% 증가하였다. 하지만 이를 상급종합병원만을 놓고 보았을 때 식도조영은 25.4%, 위장조영은 27.8%, 소장단순촬영은 45.8%, 소장이중조영은 59.9%, 결장단순촬영은 1.0%, 결장이중조영은 34.1%, 배뇨성요도방광조영술은 35.0% 감소하였으며 자궁난관조영술과 경정맥신우조영술, 또한 각각 46%, 40.3% 감소하였다. 즉, 검사건수가 급속하게 감소하고 있다는 일선의 발언들은 분명 타당한 것으로 생각된다.

이러한 검사 건수의 감소는 내시경을 비롯한 다른 검사법의 발달로 인한 것으로 생각되며 남아 있는 검사가 좀 더 복잡한, 다른 검사로 대체가 힘든 경우에 이루어지는 것으로 추정된다.

이러한 이유에서인지 이번 연구에 따른 진단참고수준은 2020년과 비교해서 대체로 약간 증가하였으며 영국보다 최대 30배(자궁난관조영술) 높았으며 이전에는 비슷했던 일본과 비교해서도 최대 4.16배(식도조영) 높은 수치를 나타냈다.

여기에 대해서는 앞서 말씀드린 관전료값의 증가가 원인이 될 것으로 생각되며 이는 이전 연구에서 50개 의료기관에서 측정한 것과 달리 100개의 의료기관을 대상으로 연구가 진행되면서 이전 참여기관과 달리 새로 참여한 의료기관에서의 선량관리가 덜 이루어졌을 것으로 생각되며 이전 참여기관들이 수차례 참여를 통해 피드백을 받고 선량관리를 해왔다는 점을 고려해 보았을 때 이후 이루어질 피드백을 통해서 선량을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

이번 연구는 투시엑스선 검사 중 기준에 조사가 이루어지지 않았던 검사를 포함하여 진단참고수준을 설정하고 진단참고수준을 개정하기 위한 환자 의료방사선 피폭선량 관리를 위한 기본 데이터를 구축하는데 목적을 두었다. 또한 실제 환자에게 영향이 크게 미치는 유효선량을 계산하여, 검사별로 다양한 장기에 미치는 실제 선량값을 계산하여 향후 방사선 방어 연구의 기초자료를 아울러 제시하였다.

또한 향후 지속적인 교육과 진단참고수준(DRL)에 대한 홍보가 필요할 것으로 생각된다.

제2절 결론

이번 연구를 바탕으로 <표 21>과 같이 우리나라 투시 검사에 대한 진단참고수준을 설정할 것을 제안하고자 한다.

<표 21> 투시검사에 대한 진단참고수준 제안 (2025)

검사 종류	선량면적곱 (Gy·cm ²)	투시시간 (sec)	스팟 장수
식도조영	20.8	107	13
위장조영	30.9	128	18
소장단순촬영	61.7	187	14
소장이중조영	71.8	253	19
결장단순촬영	56.4	273	13
결장이중조영	103.0	328	23
배뇨성요도방광조영	20.1	91	12
자궁난관조영	16.5	75	9
경정맥신우조영	41.7	124	10

제6장 참고문헌

1. UNSCEAR. UNSCEAR 2020/2021 Report, Annex A: Evaluation of medical exposure to ionizing radiation. Vienna: United Nations; 2022. (Accessed 2025-10-08) [unscear.org](https://www.unscear.org)
2. UNSCEAR. Online launch slides: Annex A, Evaluation of medical exposure (key findings). (Estimated global annual effective dose per caput 0.57 mSv). (Accessed 2025-10-08) [unscear.org](https://www.unscear.org)
3. NHS England. Diagnostic Imaging Dataset – Statistical Release (22 May 2025). “There were 48.9 million imaging tests … during the year from February 2024 to January 2025.” (Accessed 2025-10-08) NHS England
4. NHS England. Statistics: Diagnostic Imaging Dataset (DID) — dataset description/scope. (Accessed 2025-10-08) NHS England
5. NHS England / NHS Digital. Diagnostic imaging dataset for January 2025 — publication page. (Accessed 2025-10-08) NHS England Digital
6. HIQA & EPA. Ionising Radiation National Dose Report (2024) — Joint report (Ireland). Dublin; 2024. Average annual dose per person in 2023: 0.433 mSv; 2008: 0.540; 2014: 0.546. (Accessed 2025-10-08) [hiqa.ie](https://www.hiqa.ie)
7. EPA (Ireland). Ionising radiation national dose report – news/overview. (Accessed 2025-10-08) [epa.ie](https://www.epa.ie)
8. J-RIME. Japan DRLs 2025 (English version). Japan Network for Research and Information on Medical Exposures; 2025. (Accessed 2025-10-08) J-RIME
9. KDCA(질병관리청). 2024년 국민 의료방사선 평가연보. 2025.
10. Korea Biomedical Review. Koreans had 7.7 medical radiation exams per capita last year (English article citing KDCA). (Accessed 2025-10-08) KBR
11. Maeil Business (Eng.). Last year, medical radiation tests … 412.71 million; per-capita dose 3.13 mSv (2024). (Accessed 2025-10-08) 매일경제
12. National Diagnostic Reference Levels(NDRs) from 8 July 2025 (updated 8 July 2025), UK Health Security Agency
13. National Diagnostic Reference Levels(DRLs) for Fluoroscopy and Fluoroscopically Guided Interventions.(November 2024), Health Information and Quality Authority
14. United Nations. UNSCEAR 2020/2021 report volume I: sources, effects and risks of ionizing radiation. Avail-able at.

https://www.unscear.org/unscear/publications/2020_2021_1.html. Published 2022. Accessed August 27, 2024

15. Ministry of the Environment Government of Japan. Comparison of exposure doses per year (2.5 radiation around us). Available at.

<https://www.env.go.jp/en/chemi/rhm/basic-info/1st/02-05-03.html>. Accessed August 27, 2024

16. Mahesh M, Ansari AJ, Mettler FA Jr. Patient exposure from radiologic and nuclear medicine procedures in the United States and worldwide: 2009–2018. *Radiology* 2023;307:e221263

17. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. Fact sheet: ionising radiation and health. Available at.

<https://www.arpansa.gov.au/sites/default/files/legacy/pubs/factsheets/IonisingRadiationandHealth.pdf>. Published 2015. Accessed August 27, 2024

진단참고수준 가이드라인 **투시조영촬영**

발 행 년 월 일 : 2026년 3월

발 행 인 : 임 승 관

편 집 위 원 장 : 오 진 희

질병관리청 건강위해대응관 : 민유정, 박진희, 길종원, 장재욱, 이한솔, 곽하영
의료방사선건강관리과 정성호, 송승기, 임광래, 김재호, 원종훈, 김현지

발 행 처 :  **질병관리청**
KDCA

<http://www.kdca.go.kr>

(28161) 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명 2로 125
고려대학교의생명공학연구원 208호
전화:(043)719-7512~18, 20~22 팩스: (043)719-7519



의료방사선 시리즈 No. 38.

2026. 3.

진단참고수준 가이드라인

투시조영촬영