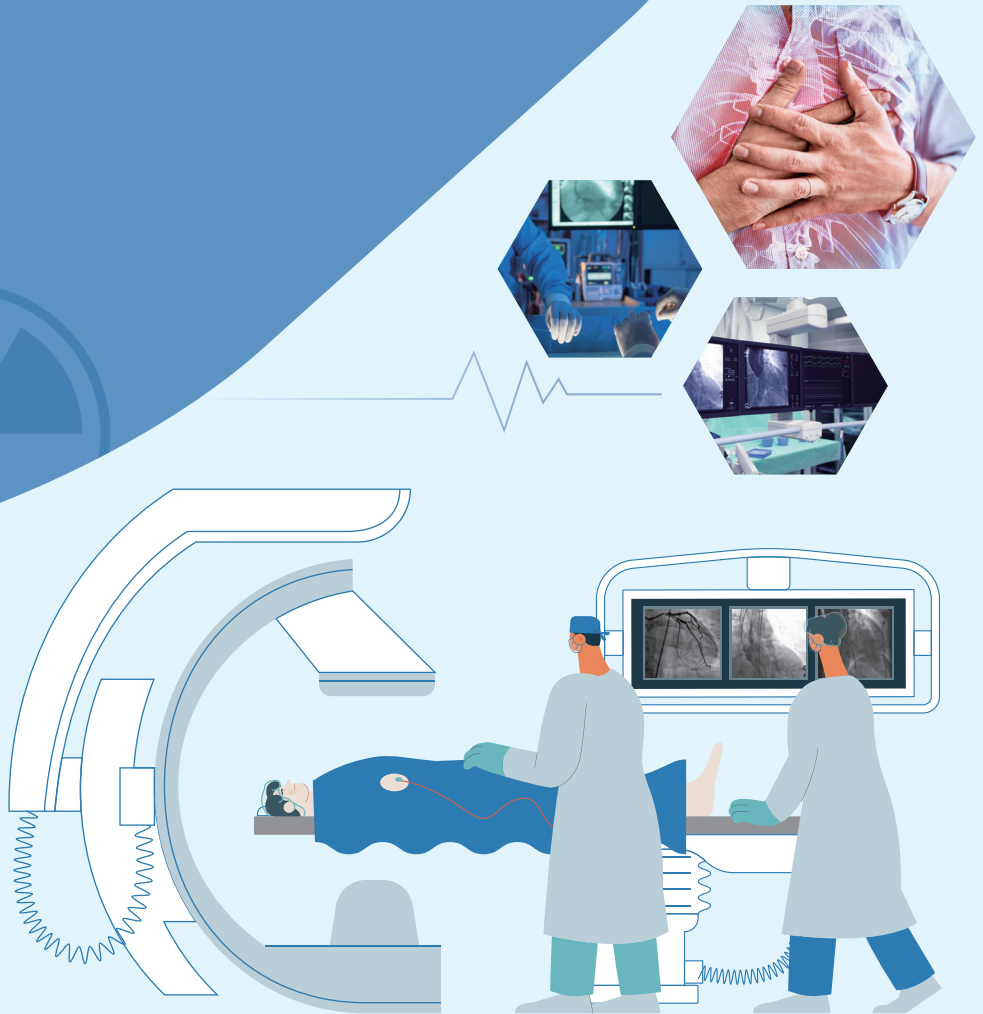


혈관조영촬영·중재적 방사선 시술의 진단참고수준 가이드라인

2025. 3.



 Contents >>

I	배경 및 목적	5
	1. 배경	7
	2. 목적	9
II	일반적 원칙	11
	1. 혈관조영촬영용 방사선 발생장치	13
	2. 적응과 금기증	13
	3. 자격과 책임	13
	4. 품질관리	14
	5. 환자간호	15
	6. 혈관조영촬영의 피폭선량 기록	15
	7. 방사선 방어	15
III	진단참고수준 및 환자선량 저감을 위한 노력	21
	1. 진단참고수준이란?	23
	2. 우리나라의 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 진단참고수준	27
	3. 외국의 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 진단참고수준	28
	4. 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 환자선량 저감을 위한 노력 ..	35
	5. 방사선 방어의 원리	37
IV	혈관조영촬영과 중재적 방사선 시술의 최적화 노력	39
	혈관조영촬영과 중재적 방사선 시술의 최적화 노력	41
V	참고문헌	45

배경 및 목적

-
1. 배경
 2. 목적



1 배경

1895년 빌헬름 콘라드 뢰트겐 (Wilhelm Conrad Röntgen)에 의해 X선이 발견된 이후 방사선은 인류 의학에 지대한 공헌을 하였다. 1927년 포르투갈의 의사 에가스 모니스(Egas Moniz)에 의해 시행된 최초의 뇌혈관 조영술을 시작으로 1953년 스웨덴의 스벤-이바르 셸딩거(Sven-Ivar Seldinger)가 혈관내로 도관을 삽입하는 기술인 셸딩거 기법(Seldinger Technique)을 개발했다. 이를 토대로 1964년 미국의 의사 찰스 닷터(Charles Dotter)와 멜빈 폴 저드킨스(Melvin Paul Judkins)는 혈관에 카테터와 풍선 장치를 개발해 “혈관 성형술”을 개발했다. 기존의 침습적인 치료의 영역에서 비침습적 시술이 가능하다는 장점을 보이며 혈관을 시각화하며 정확하고 고해상도의 이미지를 실시간으로 제공한다는 점에서 우리의 삶에 없어서는 안 될 중요한 부분으로 자리 잡고 있다.

UN 방사선영향과학위원회 (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 이하 UNSCEAR)의 과거 1988, 1993, 2000, 2008 보고서 (Report)부터 최근 2020/2021 보고서에 따르면 인구 1,000명당 방사선 검사 건수가 현저하게 증가하고 있다. 의료방사선 사용 증가는 외국의 사례만이 아니라 국내의 경우도 동일한 추세로 증가하고 있다. 2020년부터 2023년까지 국민 의료방사선 이용량 중 혈관조영검사는 2020년 532,686건, 2021년 569,842건, 2022년 549,180건, 2023년 646,188건으로 2023년에는 2020년에 비해 약 21.3% 증가하였다. 2023년 기준 혈관조영검사가 전체 방사선 검사에서 차지하는 비율은 0.2%에 불과하지만, 전체 방사선 피폭선량에서 차지하는 비율은 CT가 약 67%, 일반촬영 약 27%, 혈관촬영 약 2.3% 순으로 보고되었다.

방사선 피폭에 관한 최근 연구 보고에 의하면, 1980년대 미국인 1인당 방사선 유효 선량은 3.6 mSv로, 그 중 약 15%인 0.53 mSv가 의료방사선에 의한 것이었다. 미국 방사선 방호측정위원회(National Council on Radiation Protection and Measurements, 이하 NCRP)의 2009년 보고서(NCRP Report No. 160)에 따르면, 2006년 기준으로 1인당 유효선량이 6.2 mSv로 증가하였으며, 그 중 약 절반인 3.0 mSv가 의료방사선에서 기인하였다. 이는 1인당 의료방사선 피폭이 1980년대부터 2006년까지 5.7배 증가하였으며,

집단선량은 7.5배 증가했다는 결과를 나타낸다.

최근의 2019년 보고서(NCRP Report No. 184)에 따르면, 2016년 기준으로 1인당 유효선량은 3.0 mSv이고, 그 중 의료방사선이 차지하는 비율은 50%인 1.5 mSv이다. 이는 2006년의 것과 비교하여 감소하였지만, 여전히 의료방사선이 개인의 유효선량에 있어 중요한 부분을 차지하고 있음을 보여준다.

우리나라 국민 1인당 의료방사선 이용건수는 2020년 5.9건에서 2023년 7.7건으로 약 1.9건이 증가 그리고, 피폭선량은 1인당 2020년 2.46 mSv에서 2023년 3.13 mSv로 약 0.67 mSv 증가 하였다. 그 중 중재시술로 인한 1인당 유효선량 평균은 0.54 mSv로 국가별 평균 약 0.2 mSv에 비해 높게 나타나고 있다.

환자의 방사선량은 세계보건기구(World Health Organization, 이하 WHO), 국제 원자력기구(International Atomic Energy Agency, 이하 IAEA) 등 6개 기관이 공동으로 1996년에 국제 기본 안전기준(Basic Safety Standards, 이하 BSS) No. 115를 통하여 권고하고 있으며, 국제방사선방어위원회(International Commission on Radiological Protection, 이하 ICRP)는 각 국가의 실정에 맞게 의료피폭 저감을 위하여 진단참고 수준(Diagnostic Reference Levels, 이하 DRLs)을 설정하여 이를 활용할 것을 권고하고 있다. 우리나라에서는 2008년에 식품의약품안전처에서 DRLs을 마련하여 공표한 바 있으며, 현재는 질병관리청에서 수행하고 있다.

중재시술(Interventional Procedure) 또는 중재적 시술(Interventional Therapy)이란 진단 및 치료를 목적으로 환자의 몸에 최소한의 침습으로 접근하는 의료 절차를 의미한다. 이러한 시술은 주로 영상 유도하에 이루어지며, 수술과 같은 개방적 수술 없이도 특정 질환이나 상태를 치료하거나 진단과 치료를 병행할 수 있다.

- 중재시술의 장점 : 환자의 신체에 가해지는 부담이 적어 회복이 빠르고, 개방 수술과 비교하여 감염, 출혈, 통증 등의 합병증 위험이 적다. 실시간 영상 유도를 통해 시술이 정확하게 이루어져 목표 부위만을 확인 및 치료가 가능하다.
- 중재시술의 단점 및 고려 사항 : 일부 시술에서는 방사선을 사용하기 때문에, 환자와 의료진의 방사선 노출에 대한 관리가 필요하다.

이와 같이 중재시술은 다양한 질환을 최소한의 침습으로 치료할 수 있는 혁신적인 방법으로, 많은 환자들에게 효과적인 치료 옵션을 제공한다.

2 목적

ICRP 2007년 권고에서 “환자 개인의 선량을 제한하는 것은, 환자의 진단 또는 치료의 유효성을 감소시키는 것으로 유해무익할 수 있어 권장되지 않는다. 이에 의학적인 방법으로 정당화와 최적화에 중점을 두어야 한다”라고 기술하고 있다. 그러나 방사선 방어의 원칙은 “합리적으로 달성 가능한 낮게(As Low As Reasonable Achievable, ALARA)”를 강조하고 있다. 의료방사선의 사용 역시 ALARA를 달성하기 위해 임상에서 사용되는 선량을 토대로 설정되는 DRLs을 널리 활용할 수 있도록 하기 위함이다.

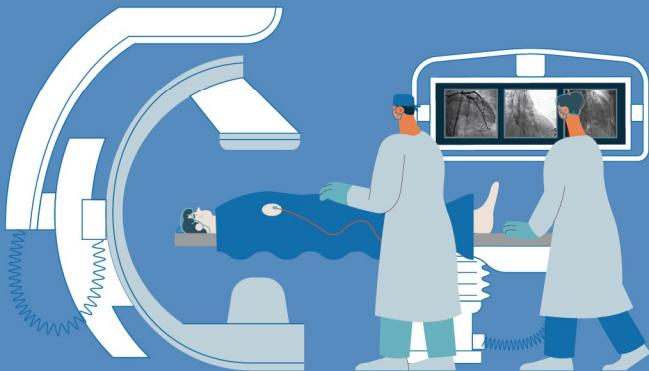
DRLs의 활용 방안으로 의료기관에서 검사 및 시술에서 사용하는 환자선량이 DRLs을 초과 기록하는 의료기관은 검사 및 시술에서의 장치 평가, 절차 프로토콜 평가 그리고 시술자 기량 평가까지 조사를 진행하도록 하고 있으며, 보다 낮은 선량을 기록하는 의료기관에서는 필요한 검사 및 시술에서의 유효성 즉 영상의 가치 있는 정보를 전달하고 있는지 확인할 필요가 있다.

ICRP 간행물 135에서의 중재방사선에서의 DRL 설정은 환자의 체격 외 다양한 인자에 의존하는 절차로 DRLs을 이행하기 쉽지 않지만, 중재방사선 절차의 최적화를 위한 도구로 평가되고 사용되어야 한다.

2024년 질병관리청에서 심장혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 DRLs을 마련하여 본 가이드라인에 수록하였으며, 가이드라인이 혈관조영촬영과 중재적 방사선 시술의 최적화를 위하여 임상에서 널리 활용되기를 바란다.

일반적 원칙

1. 혈관조영촬영용 방사선 발생장치
2. 적응과 금기증
3. 자격과 책임
4. 품질관리
5. 환자간호
6. 혈관조영촬영의 피폭선량 기록
7. 방사선 방어



1- 혈관조영촬영용 방사선 발생장치

질병의 진단에 필요한 진단용 방사선 장치와 인력은 진단용 방사선안전관리와 관련된 법과 규정에 따른 방사선 표준에 부합되어야 한다. 혈관조영촬영장치에 대해서는 적절한 관리기준에 의해 주기적인 품질관리를 시행하여야 한다. 혈관조영촬영장치에 대한 품질관리는 영상의학 및 심장학 전문의, 방사선사가 참여하여 장치의 특성에 따른 성능이 최적의 상태를 유지할 수 있도록 관리되어야 한다.

2- 적응증과 금기증

혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 요구되는 영상의 품질은 환자의 질병과 부위에 따라 다르게 적용된다. 의료진은 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술을 시행하기 전에 충분한 임상적 적응증과 검사 결과가 환자의 치료과정에 미치는 영향을 고려하여 합당한 이유가 있어야 한다. 이를 위해 임상 의사와 영상의학 및 심장학 전문의, 방사선사가 환자의 피폭선량을 최소로 하면서 임상적 이익을 극대화할 수 있도록 하는 행위가 동반되어야 한다.

3- 자격과 책임

□ 의사

혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술은 영상의학 및 심장학 전문의나 적절한 면허를 소지한 의사에 의해 관리되고 시술되어야 한다. 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술과 관련하여 공인된 수련이나 보수 교육을 이수하여야 하고, 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에 대한 방사선 물리와 장치에 대한 공인된 교육을 받아야 한다.

영상의학 및 심장학 전문의는 검사·시술 과정에 혈관조영 영상의 생성원리와 방사선 방어, 방사선 구역에 대한 관리, 방사선 노출에 대한 추적 조사와 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 인자에 대한 상관관계, 의료진 및 환자에 대한 방사선 방어 절차에 대한 영상의 품질과 임상적 의의와 관련된 모든 사항을 교육받아야 한다.

□ 방사선사

모든 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술은 면허를 갖춘 방사선사에 의해서 시행되어야 한다. 면허를 가진 방사선사는 공인된 교육을 받아야 하고 적절한 보수 교육을 받아야 한다. 이 과정에는 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 원리와 관련된 방사선 물리, 환자의 검사 자세 및 해부학적 특성과 관련된 임상이론, 혈관조영장치의 특성, 환자와 시술자의 방사선 방어, 영상품질과 관련된 인자의 설정, 장치에 대한 품질관리 및 정도 관리와 관련된 교육이 포함되어야 한다.

4 품질관리

혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 장치를 관련 규정에 따라 적절하게 관리하는 것은 임상적 의미가 있는 적절한 결과를 얻는데 기본이 된다. 적절한 관리를 위해서는 각 장치와 시설에 관한 QC(Quality Control) 프로그램의 운영이 절대적으로 필요하다. QC 프로그램은 반드시 환자, 의료진을 포함한 종사자 그리고 공공에 대한 방사선 조사(노출) 위험을 최소화할 수 있도록 고안되어야 한다.

혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 장치와 방사선에 대한 안정성은 영상의학 및 심장학 전문의와 방사선사에 의해 주기적으로 관리되고 기록되어야 하며 관련 법규에 따라 정기적인 검사를 통해 확보되어야 한다. 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 환자에 대한 방사선 피폭 기록 또한 의료영상표준통신규격(Digital Image and Communications in Medicine, 이하 DICOM)같은 적절한 규격에 따라 관리되어야 하며, 영상의학 및 심장학 전문의와 방사선사가 참여하는 조직에 의해 영상 품질과 함께 검토되어야 한다. 또한 품질관리의 기록은 주기적인 평가를 통해 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 장치가 최적의 성능을 유지할 수 있도록 해야 한다.

DICOM 규약에 따른 개별 환자의 피폭선량 모니터링을 기반으로 환자의 방사선방어와 최적화를 위해 노력해야 한다. 더 나아가, 국가 차원에서 체계적인 선량관리시스템을 마련하고, DRLs을 설정 및 활용할 수 있도록 제도적 기반을 갖추나갈 필요가 있다.

5 환자간호

혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 환자간호는 임상적인 처치와 간호를 포함한다. 고품질 방사선 영상을 얻기 위해서는 환자의 질병과 특성을 고려한 적절한 간호가 동반되어야 한다.

환자간호에는 개인정보보호를 위한 적절한 처치와 감염 방지를 위한 간호가 포함되어야 하고 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 조영제 부작용과 같은 응급상황에 대비한 처치 체계를 갖추고 있어야 한다. 그뿐만 아니라 환자의 안전을 위한 의료기관의 응급처치 및 대처 방안을 수립하고 지속적인 교육 훈련을 시행하여야 한다.

6 혈관조영촬영의 피폭선량 기록

혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 검사 후 확인 가능한 선량정보를 통해 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 피폭선량과 관련한 기록은 보존하여야 한다. DICOM 규격에 따라 DICOM RDSR(Radiation Dose Structured Report)에 의해 생성된 환자의 피폭선량 기록은 의료영상저장전송시스템(Picture Archiving and Communication System, 이하 PACS) 또는 별도의 개별 환자선량 기록을 위해 개발된 시스템에서 기록되고 보관되어야 한다. 또한 기록된 정보를 주기적으로 검토하여 장치 이상이나 프로토콜 변화에 따른 피폭선량의 변화를 감시하여야 한다. 기록된 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 피폭선량기록은 국가 또는 지역단위의 DRLs 설정을 위한 자료로 사용될 수 있어야 하며 이를 위해 국가차원의 선량 관리시스템을 마련하여 전송될 수 있어야 한다.

7 방사선 방어

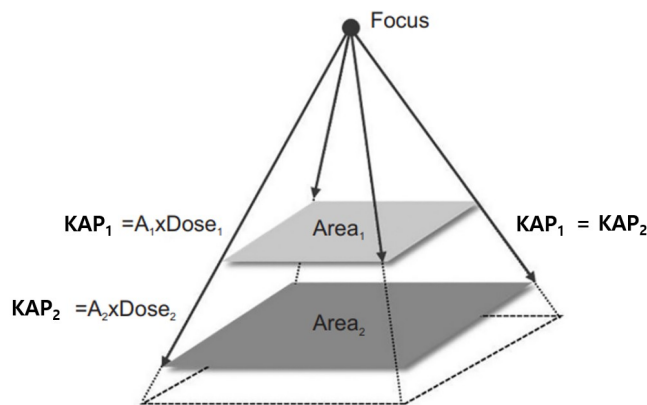
모든 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 검사에는 환자와 의료진을 포함한 종사자를 위한 적절한 방사선 방어가 이루어져야 하고 특히, 소아와 가임 여성에 대한 적절한 방어를 수반해야 한다. 그뿐만 아니라 소아 환자의 경우 보호자의 임신 여부를 확인하는 적절한 과정과 절차가 있어야 한다. 방사선관계종사자는 환자와 공공을 위한 방사선 방어에 주의를 기울여야 하며, 방사선의 위험과 임상적인 이득을 반드시 고려하여야 한다.

□ 방사선량과 단위

혈관조영촬영과 중재적 방사선 시술을 위한 X선 장치에서 사용되는 방사선량과 단위에 대한 이해가 필요하며 장치에 표시되는 면적선량곱(Kerma Area Production, 이하 KAP) 및 에어 커마(Air K)를 주기적으로 측정하여 환자에게 전달되는 방사선량을 정기적으로 측정하고, 이를 기준치와 비교하여 관리하여야 한다.

- 면적선량곱 (Kerma Area Product, KAP, $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$)

이 양은 주로 공기 중에서 구하므로 보다 정확히는 공기커마-면적곱이다. X선관으로부터 나오는 X선빔의 모든 단면에 걸친 공기커마의 적분 커마-면적곱은 빔이 환자에게 전달한 총 에너지의 대체 측정량이며, $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ 단위로 측정한다. 이 양의 국제방사선 단위측정위원회(International Commission on Radiation Units and Measurements, 이하 ICRU) 표기는 PKA이다. 과거 사용하던 명칭으로는 dose-area product의 축약어인 DAP를 사용했다.

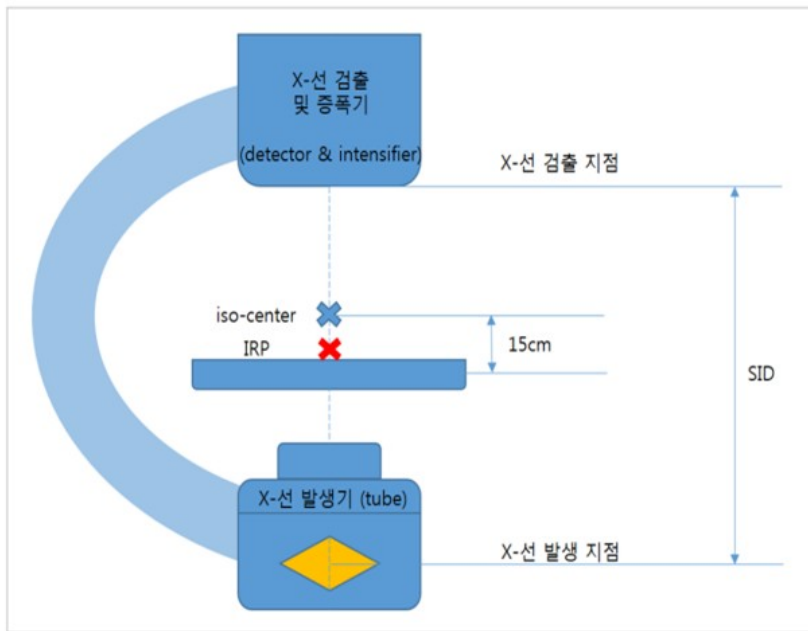


- 피폭선량 (Air Kerma, mGy)

질량 dm 내에 비하전 입자가 발생시키는 모든 하전입자의 운동에너지 dE_{tr} 의 합을 그 질량 dm 으로 나눈 값을 특정 지점에서 공기가 흡수하는 방사선량의 단위로 사용한다. 중재시술에서는 환자의 피부 표면에 흡수된 방사선량을 측정하는데 활용된다.

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

선량 측정 기준점인 IRP(Interventional Reference Point)는 등가 중심 (iso-center)의 아래 15 cm 지점이다. IRP는 피부 진입점으로 간주되며 시술테이블의 높이에 따라 변하지 않는다. SID(Source to Image Distance)도 방사선 노출을 줄이는 중요한 개념으로 X선 발생기에서 영상검출기까지의 거리로 가정한다.



* SID, Source-image distance; IRP, Interventional reference point

- 흡수선량 (Absorbed Dose, Gy)

물질(보통 조직)에서 흡수된 방사선 에너지의 양으로, 흡수선량은 방사선이 환자의 신체 조직에 미치는 직접적인 영향을 평가하는 데 사용한다.

- 등가선량 (Equivalent Dose, Sv)

방사선의 종류에 따라 가중치를 적용하여 인체에 미치는 효과를 평가하는 단위로 중재시술에서는 방사선에 노출된 특정 조직의 위험도를 평가할 때 사용됩니다.

- 유효선량 (Effective Dose, Sv)

인체의 여러 조직에 걸친 방사선 노출의 전체적인 위험을 평가하는 단위로 측정하는 양이 아니라 계산된 양이다. 각 조직의 방사선 민감도에 따라 가중치를 적용하여

계산한다. 유효선량은 일반 방사선방호체계에 사용할 현실적 양으로서 개발되었는데, 특히 방사선방호 최적화 원칙과 확률론적 영향에 대한 선량 제한에 적용된다.

이러한 단위들은 중재시술에서 환자의 방사선 노출을 관리하고 평가하는 데 중요한 역할을 하고 각 단위는 특정 상황에 따라 적절하게 선택되어 사용한다.

□ 환자를 위한 방사선 방어

질병의 진단과 치료를 동시에 시행하는 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 환자를 위한 방사선 피폭의 선량한도는 설정할 수 없다. 하지만 모든 방사선 검사에서 불필요한 부위의 검사나 임상적 목적에 맞지 않는 반복적 검사는 지양되어야 한다.

모든 방사선 검사는 최적의 검사 조건에서 수행되어야 하며 임상적 진단과 치료 목적에 맞게 최적화를 제공해야 한다. 임상적 목적에 부합하는 최적의 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술을 위한 파라미터를 사용하여 영상과 시술의 품질을 확보하고 환자 보호에 최적화를 이루도록 하여야 한다.

□ 환자와 동반하는 보호자를 위한 방사선 방어

혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 있어 X선이 조사될 때 불가피한 경우를 제외하고는 보호자 및 종사자 등은 모두 검사실 밖에 위치해야 한다. 환자가 반드시 도움이 필요한 경우에는 방사선 방어용앞치마와 같은 방어기구를 착용하여야 한다.

□ ALARA 원칙

ALARA는 As Low As Reasonably Achievable의 약어로 합리적으로 달성 가능한 최소의 피폭을 의미한다. 모든 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에 있어 피폭선량이나 위험을 합리적 범위에서 최소화하는 것을 기본적인 원칙으로 두지만, 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 무조건적인 방사선량의 감축을 의미하지는 않는다. 의사, 영상의학 및 심장학 전문의, 방사선사는 최소의 비용으로 최적의 영상을 얻고 목적하는 치료를 수행하기 위한 노력으로 합리적 최적화를 이루는 노력을 기울여야 한다.

□ 항상 기억해야 하는 것

방사선(X선)은 보거나 느낄 수 없다는 점을 항상 인지해야 하며 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 환자와 의료진 모두 방사선의 최적화와 정당화가 적용되어야 한다.

진단참고수준 및 환자선량 저감을 위한 노력

1. 진단참고수준이란?
2. 우리나라의 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 진단참고수준
3. 외국의 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 진단참고수준
4. 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 환자선량 저감을 위한 노력
5. 방사선 방어에의 원리



1 진단참고수준이란?

□ 개념

진단참고수준(DRLs)은 방사선 진단 시 환자가 받는 방사선량을 측정하고 평가하여 진단에 참고할 수 있도록 권고하는 값이다. 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 기술에서 DRLs은 방사선(X선)의 활용 과정에서 임상적 목적에 기여하지 못하는 방사선 피폭을 최소화하기 위한 목적으로 제정되었다.

방사선을 사용하는 검사 중 사용 빈도가 높거나 정기적인 검사 혹은 추적검사에 대해 확립하고, 표준 체형의 환자를 기준으로 한다. 이전에 모의체 사용을 통한 DRLs의 설정은 다양한 X선 장치의 성능을 비교하기 위해서는 유용하나 새로운 DRLs의 설정을 위해서는 적절하지 않다. DRLs의 설정은 국가나 지역에 기반을 둔 환자 데이터를 사용하는 것을 권고한다. DRLs은 방사선 영상의 최적화를 위한 가이드로서 활용될 수 있다. 여기에서 최적화의 의미는 영상의 품질과 방사선의 피폭선량을 고려하여 가장 낮은 선량으로 가장 많은 정보를 획득하기 위한 과정이다. 일반적으로 DRLs은 국가 또는 지역 단위를 포함하여 설정되고 권고된다. DRLs은 해당 지역, 국가 또는 지방의 데이터에서 도출되고 임상에서 필요한 정보를 포함한 적정 범위 내에서 최소의 선량을 사용하도록 하며 의료기관에서 실질적으로 적용할 수 있도록 일정 기간의 환자 선량 분포에서 제3사분위 값을 기준으로 설정한다.

방사선 투시를 이용하는 혈관조영촬영과 중재적 방사선 기술의 DRLs 설정은 가급적이면 촬영 및 기술을 위한 직접 측정으로부터 얻을 수 있어야 한다. KAP와 투시시간을 사용할 수 있다. KAP는 콜리메이션을 고려한다. KAP는 공기커마와 방사선조사영역의 크기 모두에 의해 결정되며 환자선량에 영향을 미치는 모든 인자를 고려하고 있다. KAP미터가 설치되어 있거나 시스템이 KAP를 계산해 쉽게 얻을 수 있어야 한다.

국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission, 이하 IEC)의 규격에서는 혈관조영 및 중재기술의 피폭선량을 DICOM 선량보고서 정보에 기록하도록 규정하고 있다.

DRLs은 방사선 방어의 최적화를 위해 이들의 적극적인 활용을 권장하고 있다. 다만, DRLs은 절대 넘어서는 안 되는 값이 아니라 가장 최적화된 프로토콜을 찾고 영상의학 검사에서 방사선 피폭의 정당성을 확보하기 위한 권고치이다.

□ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 진단참고수준

영상의학 검사에서 환자의 선량관리를 위한 방사선 방어 권고는 1982년 ICRP Publication 34에서 논의되었고, 1991년에 권고한 ICRP Publication 60에서는 의료피폭에서 방사선 방어의 주목적이 방사선 피폭을 발생시키는 유익한 행위를 제안하는 것이 아니라 환자에 대한 적절한 방어 기준을 정하는 것이라고 표현하고 있다. 이와 더불어 영상의학 영역에서 방사선의 이용은 환자에게 직접적인 이익을 가져오는 범위에만 사용되어야 하며 정당성을 확보한 행위로서 ALARA원칙에 근거하여야 함을 명시하고 있다.

ICRP에서는 2008년에 ICRP Publication 103을 발간하여 새로운 방사선 방어 체계를 위한 권고안을 발표하였다. 여기에서는 방사선 방어의 기본 원리인 정당화, 최적화, 선량한도의 개념을 유지하였고, 상황에 따라 계획된 피폭 상황, 비상 피폭 상황, 기존 피폭 상황으로 나누어 상황에 따른 정당성과 방어의 최적화를 다루었다. 이후 2017년 발간된 ICRP Publication 135 Diagnostic reference levels in medical imaging에서는 DRLs에 대한 보완을 수행하여 개념을 재정립하였다.

ICRP에서는 1996년에 ICRP Publication 73을 통하여 의료피폭 저감을 위하여 영상의학 검사에서 DRLs의 설정을 권고했고, ICRP Publication 85에서는 중재적 의료 절차에서 방사선 장애의 예방, ICRP Publication 120에서는 심장학에서의 방사선방어에 대한 간행물을 발표하였다. 이와 더불어 WHO, 미국보건기구(Pan American Health Organization, 이하 PAHO), 경제협력개발기구 원자력 기관(Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency, 이하 OECD/NEA), 국제연합 식량농업기구(United Nations Food and Agriculture Organization, 이하 FAO), 국제노동기구(International Labour Organization, 이하 ILO), IAEA의 6개 기구가 공동으로 방사선 방어를 위한 BSS No. 115를 마련하여 Guidance Level 1을 발표하였다.

이후 ICRP Publication 103과 ICRP Publication 105까지는 ICRP Publication 73의 개념을 유지하면서 의료방사선에 대한 환자의 정당성과 관련하여 더욱 세분화하여 접근하였다. 그 후 ICRP Publication 135를 통해 임상현장의 여건에 더욱 부합하는 DRLs을 정의하였으며, 미국, 영국, 캐나다, 일본, 호주 등 여러 나라에서 DRLs을 제정하여 사용하고 있다.

DRLs을 설정하기 위해서는 국가나 지역 단위로 환자의 피폭선량을 수집하여야 한다. DRLs은 일반적으로 특별히 낮거나 높지 않은 범위로 설정되고, 방사선 안전관리 정부기관과 안전관리 전문가, 그리고 영상의학 및 심장학 전문의와 방사선사가 함께 참여하여 제정된다.

DRLs은 크게 3가지 목적으로 분류한다.

- 1) 국가 또는 지역의 영상의학 방사선 검사에서 정당성에 위배되는 높거나 낮은 선량의 값을 가지는 분포의 수를 줄이는 목적으로 사용된다.
- 2) 특정 방사선 영상의학 검사에서 검사의 질을 높이는데 사용된다.
- 3) 특정 검사의 프로토콜에서 최적화의 범위를 확대하는데 사용된다.

특정 방사선 영상 검사 업무에서 DRLs보다 낮은 값이 반드시 최적이라는 것은 아니며 현재의 영상 검사에서의 환자 선량 수준을 나타낸다. 지속적으로 DRLs보다 높다면 환자 선량에 영향을 미치는 인자 등에 대해 영상 검사 프로토콜을 변경할 필요가 있는지 결정하기 위한 검토가 필요하다. 영국의 사례에서 DRLs을 활용한 결과 환자 선량을 30%가량 감소시키는 효과를 나타냈었다.

DRLs은 장치의 기술 발전과 임상적 필요성에 의해 지속적으로 변화하는 값이다. 따라서 현대의 DRLs은 새로운 장치 개발과 함께 기술의 변화와 임상적 여건 변화에 따라 재검토 및 수정되어야 한다.

□ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 진단참고수준의 필요성

혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술은 장시간 동일 부위에 투시검사를 시행하며 진단과 치료를 병행하는 시술이다. 검사 건수는 많지 않으나 의료에서의 방사선 상해와 관련된 대부분이 혈관조영촬영과 중재적 방사선 시술에서 발생한다. 혈관조영촬영과

중재적 방사선 시술의 피폭선량은 유사한 유형의 검사라 할지라도 시술자의 숙련도, 병변의 정도, 환자 신체적 조건이나 장치, 검사 프로토콜에 따라 상당한 차이를 나타낸다. 이러한 차이는 임상적 진단 목적에 따라 최대한 허용되는 범위 내에서 피폭선량을 저감하기 위한 절차를 필요로 한다. 따라서 DRLs을 제공하는 것은 의료기관이 환자의 피폭선량을 저감하는 방안으로 이용될 수 있으며 DRLs의 평가는 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에 종사하는 의료진의 피폭선량 저감으로도 연결된다.

2 우리나라의 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 진단참고수준

2020년과 2025년에 질병관리청에서 발표한 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에 대한 DRLs은 표1과 같다.

[표 1] 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 진단참고수준

종류	2020		2025	
	KAP (Gy·cm ²)	투시시간 (sec)	KAP (Gy·cm ²)	투시시간 (sec)
간암 경동맥화학색전술(TACE)	206	1,379		
혈액투석용 동정맥루(AVF)	12	861		
하지 혈관질환의 중재적 시술 (LE intervention)	43	1,408		
뇌혈관 조영술(TFCA)	122	927		
뇌동맥류 코일 색전술 (Cerebral aneurysm coil embolization)	214	2,919		
경피경간 담즙 배액술(PTBD)	22	431		
담도 스텐트 설치술(Biliary stent)	60	978		
경피적 신루설치술(PCN)	7	191		
히크만 카테터 삽입술 (Hickman catheter insertion)	2.1	36		
중심정맥 카테터 삽입술 (Chemoport insertion)	1.4	41		
기관지 동맥 색전술(BAE)	104	1,616		
관상동맥조영술(CAG)			18.68	440
관상동맥조영술(CAG) + 경피적 관상동맥 중재술(PCI)			63.40	1,201
관상동맥조영술(CAG) + 경피적경관 관상동맥 확장술(PTCA)			53.89	1,284
관상동맥조영술(CAG) + 관상동맥 경련 유발 검사(SPASM)			25.44	341
급성심근경색 시술(AMI) [ST분절 상승 심근경색(STEMI), 비ST분절 상승 심근경색(NSTEMI)]			58.52	947
관상동맥 만성 완전 폐색 시술(CTO)			106.83	2,819
경피적 관상동맥 중재술(PCI)			49.94	1,479

3 외국의 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 진단참고수준

□ 일본의 진단참고수준

2020년 일본의 혈관조영촬영과 중재적 방사선 시술에 대한 DRLs은 다음과 같다.

[표 2] 일본의 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 진단참고수준

Diagnosis Angiography(pre-op)	Ka,r [mGy]	PKA [Gy·cm ²]
Saccular aneurysm	590	89
Cerebral arteriovenous malformation	770	160
Cerebral dural arteriovenous fistula	1,100	190
Cervical carotid artery stenosis/occlusion	560	120
Acute cerebral artery stenosis/occlusion	480	83
Intracranial tumor	720	140
Diagnosis Angiography(post-op)	Ka,r [mGy]	PKA [Gy·cm ²]
Saccular aneurysm	510	57
Cerebral arteriovenous malformation	470	77
Cerebral dural arteriovenous fistula	820	150
Cervical carotid artery stenosis/occlusion	390	72
Acute cerebral artery stenosis/occlusion	500	83
Intracranial tumor	(1,000)*	(77)*
Endovascular treatment(IVR)	Ka,r [mGy]	PKA [Gy·cm ²]
Saccular aneurysm	3,100	210
Cerebral arteriovenous malformation	4,100	410
Cerebral dural arteriovenous fistula	4,700	430
Cervical carotid artery stenosis/occlusion	820	150
Acute cerebral artery stenosis/occlusion	1,400	230
Intracranial tumor	2,500	320

Note 1) Ka, r: Incident air kerma at the patient entrance reference point (mGy) displayed on the equipment

Note 2) PKA: Air kerma-area product (Gy·cm²) displayed on the equipment

Note 3) Cervical carotid artery stenosis/occlusion was in an elective case.

Note 4) *: Reference only because only few data are available

[표 3] Cardiac Regions(Adult)

	Ka,r [mGy]	PKA [Gy·cm ²]
Diagnostic catheterization	700	59
Non-CTO PCI	1,800	130
CTO PCI	3,900	280
Non-PVI RFCA	560	57
PVI RFCA	645	89

Note 1) PCI: Percutaneous Coronary Intervention Note 2) CTO: Chronic Total Occlusion
 Note 3) RFCA: Radiofrequency Catheter Ablation Note 4) PVI: Pulmonary Vein Isolation

[표 4] Cardiac Regions(Pediatric, age grouping)

Diagnostic catheterization	Ka,r [mGy]	PKA [Gy·cm ²]
<1 y	100	7
1 - < 5 y	130	12
5 - < 10 y	190	14
10 - < 15 y	350	47
Interventional radiography		
<1 y	150	8
1 - < 5 y	210	16
5 - < 10 y	240	16
10 - < 15 y	500	46

[표 5] Interventional radiography for chest and abdomen

	Ka,r [mGy]	PKA [Gy·cm ²]
TACE	1,400	270
TEVAR	830	200
EVAR	1,000	210

Note 1) TACE: Transcatheter Arterial ChemoEmbolization
 Note 2) TEVAR: Thoracic Endovascular Aortic Repair
 Note 3) EVAR: Endovascular Aortic Repair

[표 6] Entrance-surface air kerma rate in fluoroscopy

Entrance-surface air kerma rate in fluoroscopy ($\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$)	17
---	----

Note 1) Phantom incident surface dose rate at the patient irradiation reference point (Entrance surface dose rate: Incident surface dose rate including backscattered radiation from a phantom)

□ 영국의 진단참고수준

2022년 영국의 UK Health Security Agency에서 발표한 DRLs은 다음과 같다.

[표 7] UK DRLs for angiography

	DAP per exam [$\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$]	Fluoroscopytime per exam [minutes]
Coronary angiography ¹⁾	31	4.3
Coronary graft angiography ¹⁾	47	13
Femoral angiography	56	5.9
Fistulography	8	6.7
Nephrostography	9	3.9
T-tube cholangiography	5	1.8

Note 1) Mean patient weight range 75 to 85kg

[표 8] UK DRLs for Interventional procedures

	DAP per exam [$\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$]	Fluoroscopytime per exam [minutes]
Biliary intervention	43	14
Facet joint injection	6	1.4
Hickman line insertion	3	1.5
Nephrostomy	13	6.7
Oesophageal stent	13	5
Pacemaker (permanent)	7	6
Percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) (single stent) ¹⁾	40	11.3

Note 1) Mean patient weight range 75 to 85kg

□ 유럽의 진단참고수준

2020년 EU의 Radiation Protection No 195 European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging에서는 혈관조영촬영과 증재적 방사선 시술의 DRLs을 아래와 같이 제시하고 있다.

[표 9] EU DRLs for Interventional procedures

	PKA[Gy·cm ²]	T [minutes]	Ka,r [mGy]
Arterial occlusive disease of iliac arteries	57	10	251
TACE	241	18	1867
Arterial occlusive disease of femoropopliteal arteries	26	12	99
Biliary drainage	22	10	194

□ 미국의 진단참고수준

2003년부터 2009년까지 식품의약국(U.S. Food and Drug Administration, 이하 FDA)과 증재방사선학회(Society of Interventional Radiology, 이하 SIR)가 주도한 증재적 방사선 시술(RAD-IR)의 방사선량 연구에서 2,100건의 시술에서 방사선량 데이터를 수집하였고 DAP, 형광투시 시간 및 이미지 수에 대해 조사를 수행하여 DRLs을 설정하였다.

[표 10] US DRLs for Interventional procedures(2012)

Procedure	Number	Dose[Gy]	DAP [mGy·cm ²]	Fluoro time [minutes]
Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation	300	3	525	3,600
Biliary drainage	20	1.4	100	1,800
Nephrostomy for obstruction	12	0.4	40	900

Procedure	Number	Dose[Gy]	DAP [mGy·cm ²]	Fluoro time [minutes]
Nephrostomy for stone access	14	0.7	60	1,500
Pulmonary angiography	215	0.5	110	600
Inferior vena cava filter placement	40	0.25	60	240
Renal or visceral angioplasty without stent	210	2	200	1,200
Renal or visceral angioplasty with stent	200	2.3	250	1,800
Iliac angioplasty without stent	300	1.25	250	1,200
Iliac angioplasty with stent	350	1.9	300	1,500
Bronchial artery embolization	450	2	240	3,000
Hepatic chemoembolization	300	1.9	400	1,500
Uterine fibroid embolization	450	3.6	350	2,160
Other tumor embolization	325	2.6	390	2,100
Gastrointestinal hemorrhage localization and treatment	425	3.8	520	2,100
Embolization in the head for AVM	1,500	6	550	8,100
Embolization in the head for aneurysm	1,350	4.75	360	5,400
Embolization in the head for tumor	1,700	6.2	550	12,000
Vertebroplasty	120	2	120	1,260
Pelvic artery embolization for trauma or tumor	550	2.5	550	2,100
Embolization in the spine for AVM or tumor	1,500	8	950	7,800

□ 아일랜드의 진단참고수준

아일랜드의 Health Information and Quality Authority에서는 2023년 업데이트된 DRLs에서 중재적 방사선 시술에 대한 DRLs을 다음과 같이 제시하고 있다.

[표 11] Ireland DRLs for Interventional procedures(2023)

	DRLs Quantity	DRLs
Aortic endovascular aneurysm repair (EVAR)	PKA	103 Gy·cm ²
Inferior vena cava (IVC) filter insertion/retrieval	PKA	11.3 Gy·cm ²
Transcatheter arterial chemoembolisation (TACE)	PKA	127 Gy·cm ²
Percutaneous transhepatic biliary drainage	PKA	127 Gy·cm ²

[표 12] Ireland DRLs for Interventional cardiology procedures(2023)

Procedure	DRLs Quantity	DRLs
Angiography coronary arteries	PKA	26 Gy·cm ²
Angiography coronary arteries (CA) + Grafts	PKA	39.2 Gy·cm ²
Angiography coronary arteries (CA) + percutaneous coronary intervention (PCI) – single vessel	PKA	50.2 Gy·cm ²
Angiography coronary arteries (CA) + percutaneous coronary intervention (PCI) – multi vesse	PKA	68.3 Gy·cm ²
Percutaneous coronary intervention (PCI) – multiple vessels	PKA	96.5 Gy·cm ²
Percutaneous coronary intervention (PCI) –single vesse	PKA	51.9 Gy·cm ²
Implantable cardioverter defibrillator (ICD) insertion – dual chamber	PKA	6.3 Gy·cm ²
Implantable cardioverter defibrillator (ICD) insertion – single chamber	PKA	1.3 Gy·cm ²
Pacemaker insertion – dual chamber	PKA	4 Gy·cm ²
Pacemaker insertion – single chamber	PKA	3.3 Gy·cm ²
Right heart study	PKA	4.2 Gy·cm ²
Transcatheter aortic valve implantation (TAVI)	PKA	89.7 Gy·cm ²
Cardiac ablation +/- electrophysiological (EP) study – atrial flutter	PKA	6.7 Gy·cm ²
Cardiac ablation +/- electrophysiological (EP) study – atrial fibrillations	PKA	7 Gy·cm ²
Cardiac ablation +/- electrophysiological (EP) studyPremature ventricular contractions (PVC)	PKA	7 Gy·cm ²

□ 세계 각 나라의 심혈관분야 진단참고수준

[표 13] DRLs for Interventional procedures

	DRLs for CAG		DRLs for PTCA	
	PKA (Gy·cm ²)	Time (min)	PKA (Gy·cm ²)	Time (min)
IAEA (2009)	50	9	125	22
Europe (2008)	45	6.5	85	15.5
U K* (2009)	29	4.5	50	13
Ireland (2009)	41.74	5	83.56	17.8
Belgium (2009)	71.3	-	106	-
Croatia (2010)	32	6.6	72	19
USA (2012)	83	5.5	193	18.5
Italy (2012)	49	478	100	1014
Italy(2017)	70	7	160	19
Kenya (2013)	45.75	6.5	94	16
Greece (2013)	53	6	129	18
China (2013)	43.3	4.5	299	32.2
Australia (2014)	58.65	-	129	-
Korea (2015)	75.6	5.3	213	20.1
Qatar (2015)	72.14	4.67	143.7	8
France (2016)	38	6	80	15

CA, coronary angioplasty; PTCA, percutaneous transluminal coronary angioplasty; DRLs, diagnostic reference level; NF, number of frames; PKA, dose areaproduct. * 75-85 kg.

4. 혈관조영촬영 및 증재적 방사선 시술에서 환자선량 저감을 위한 노력

혈관조영촬영 및 증재적 방사선 시술에서 발생하는 환자선량은 일반적인 X선 촬영보다 높으며 동일한 부위에 집중적으로 조사된다는 특징을 가진다. 또한 검사자와 병변의 복잡성에 따라 환자의 피폭선량은 상당한 차이를 나타낸다. 따라서 혈관조영촬영과 증재적 방사선 시술을 수행하는 의료진과 방사선사는 검사에 임하기 전에 충분한 교육훈련을 이수하여야 하며 장치의 특성을 충분히 이해하고 환자와 의료진 모두 피폭선량을 줄이는 데 노력해야 한다. 또한 장치 제조사에서도 환자의 선량을 줄이기 위한 장치 개발에 적극적인 노력을 기울여야 한다.

환자와 사용자의 안전을 위해 혈관조영촬영 및 증재적 방사선 시술을 시행하기 전 아래의 내용을 확인하여야 한다.

□ 환자에 대한 확인

- 환자 구분을 위한 등록번호 확인 및 신원을 확인해야 한다.
- 감염성 질환의 유무와 병력 기록을 확인해야 한다.
- 조영제 사용 여부와 조영제 부작용에 대한 기왕력을 확인해야 한다.
- 검사에 대한 충분한 설명과 환자 및 보호자의 동의 여부를 확인해야 한다.
- 소아 및 유아 검사에 대한 충분한 설명과 방사선 방어 장치를 확인해야 한다.
- 정확한 프로토콜 선정을 위한 환자의 특성(키, 몸무게 등)을 파악해야 한다.
- 환자의 병변 부위에 대한 고정 장치 또는 부속 장치 유·무를 확인해야 한다.
- 혈관조영 영상 결손 방지를 위한 인체 내 삽입 보정물의 위치 및 유·무를 확인해야 한다.

□ 사용자의 확인

- 장치에 대한 일일 정도관리를 시행한다.
- 장치의 청결도를 유지해야 하며 응급상황에 대한 장비와 약품, 기구에 대한 관리가 이루어져야 한다.
- 임상 지표에 따른 정확한 프로토콜 설정을 확인해야 한다.

- 항상 DRLs을 확인하여 현재 사용하고 있는 장치에 대한 선량 감시를 진행해야 한다.
- 혈관조영촬영과 중재적 방사선 시술 이후 가능한 경우 환자 선량 정보를 확인하고 기록·보관해야 하며, PACS나 방사선 선량 관리시스템에 선량 정보를 보관해야 하며 국가차원의 선량 관리시스템을 마련하여 전송할 수 있어야 한다.
- 장치의 주기적 품질관리 상태 유지를 확인해야 한다.
- 영상의학 및 심장학 전문의와 임상 지표에 따른 검사 방법에 관한 일상적 소통과 선량 저감을 위한 협력을 주기적으로 진행해야 한다.
- 주기적 선량 영상 품질관리를 통해 의료진과 사용자가 선량 저감을 위한 노력을 함께 기울여야 한다.
- 정기적 선량 감시 활동으로 영상의학 및 심장학 전문의, 방사선사 등 관련 전문가가 참여하는 선량 감시 활동을 진행해야 한다.
- 환자에 대한 선량 감시 활동 결과 선량이 높게 부여되는 경우, 적절한 임상적 처치가 제공될 수 있는 절차가 마련되어 있어야 한다.
- 장치에 대한 모든 조작법과 표시 정보에 대해 이해하고 적절한 교육을 정기적으로 이수하여야 한다.

□ 제조사 및 관리자의 확인

- 장치에 대한 품질관리가 이루어질 수 있도록 적절한 관리 체계를 갖추고 있어야 한다.
- 장치의 매뉴얼이 항상 비치되어 있어야 하며 비상 상황에 대한 응급조치 방법 및 연락망이 구축되어 있어야 한다.
- 방사선피폭관리위원회를 두어 사용자와 기기 제조사, 관리자가 방사선 피폭의 관리 체계를 수립하여야 한다.
- 사용자가 방사선 안전과 관련한 정기적인 교육 훈련을 받을 수 있도록 해야 하고 안전에 대한 적절한 방어 장비를 구비 할 수 있도록 해야 한다.

5 방사선 방어의 원리

□ 행위의 정당화(Justification)

모든 혈관조영촬영과 증재적 방사선 기술을 시행함에 있어 정당화가 적용되어야 한다. 정당화의 결정을 위해서 영상의학과 또는 심장학 의사는 환자에 대한 방사선 검사의 잠재적 가치를 평가하고, 의료방사선에 따르는 이득과 위험을 평가하여 환자에 도움을 줄 수 있는 최적의 선택을 해야 한다.

정당화의 과정에서 영상의학 및 심장학 증재적 방사선 기술을 시행하는 의사는 환자의 병력, 환자의 임상 검사, 진단검사 결과를 고려하여 방사선 검사 기법을 선택해야 하고, 필요시 대안 검사를 제시하여야 한다. 이러한 일련의 과정을 통해 행위에 대한 정당성을 확보하도록 한다.

□ 최적화(Optimization)

방사선 검사의 최적화는 최소 선량으로 최선의 의료영상을 얻는 것으로, 검사하는 영역이 받는 흡수선량과 그 검사로부터 얻을 수 있는 환자의 임상 정보가 조화되는 수준으로 관리되는 것이다. 특히 혈관조영촬영 및 증재적 방사선 기술은 높은 선량이 한정된 신체부위에 부가되기 때문에 영상의 품질과 선량에 대한 적절한 이해가 필수적이다. 검사 목적을 합리적으로 달성할 수 있는 최소의 환자선량으로 ALARA원칙에 맞추어 시행되어야 한다.

혈관조영촬영·중재적 방사선 시술의
진단참고수준 가이드라인

Part
IV

혈관조영촬영과 중재적 방사선 시술의 최적화 노력



○ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 최적화 노력

□ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술용 X선 시스템의 이해

- 추가적 필터(예: 구리필터)가 일반적으로 X선빔에 미치는 영향에 대해 이해하여야 한다.
- 가상 집속 썬기필터의 중요성에 대해 이해하여야 한다.
- 연속형 및 펄스형 X선 발생 모드의 설정에 대해 이해하여야 한다.
- 펄스 빔을 사용할 때 그리드 제어형 X선관의 장점에 대해 이해하여야 한다.
- 경로매핑(roadmapping) 개념에 대해 이해하여야 한다.
- 선량과 영상품질 측면에서 그 장점을 대해 이해하여야 한다.
- 영상 수용체로부터 환자까지 거리가 변함에 따른 선량률 변화에 대해 이해하여야 한다.

□ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에 방사선계측량에 대한 이해

- 선량면적곱(DAP, 혹은 KAP)과 단위에 대한 정의를 이해하여야 한다.
- 형광투시에서 입사선량과 입사선량률에 대한 정의를 이해하여야 한다.
- 누적 공기커마 및 입사선량과 관계를 이해하여야 한다.
- 입사면선량과 DAP 사이 관계를 이해하여야 한다.
- DAP와 유효선량과의 관계를 이해하여야 한다.
- 환자 입사면 선량, 환자 출사면 선량, 영상강화기 입력면에서 선량 사이 관계를 이해하여야 한다.

□ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술의 위험성에 대한 이해

- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 발견될 수 있는 결정론적 영향에 대해 이해하여야 한다.
- 환자가 받은 표면선량의 함수로서 결정론적 영향의 위험을 평가하여야 한다.
- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 행위에서 결정론적 영향의 확률에 유의하여야 한다.

- 피폭 선량과 눈 수정체의 결정론적 영향 사이 관계를 분석할 수 있어야 한다.
- 피폭과 여러 결정론적 영향 발생 사이 예상 시간 간격, 요구되는 추적과 환자 관리에 유의하여야 한다.
- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 절차에서 확률론적 위험과 연령과의 상관관계를 이해하여야 한다.

□ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 의료진에 대한 방사선 방어

- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술실에서 의료진 선량에 대한 지식을 가지고 있어야 한다.
- X선관과 검출기의 위치가 의료진의 직무피폭에 미치는 영향에 대해 알고 있어야 한다.
- 서로 다른 형광투시 모드 사용이 피폭에 미치는 영향을 이해하여야 한다.
- 개인방호구(예: 납치마, 갑상선보호대, 납안경, 장갑 등) 사용과 관리에 관한 지식을 알고 있어야 한다.
- 천장에 거는 관절형 방어용 기구의 사용법과 장단점을 분석 하여야 한다.
- 방어용 납 커튼을 사용해 다리를 보호하는 이점을 이해하여야 한다.
- 개인선량계의 적절한 위치의 중요성을 이해하여야 한다.

□ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 환자보호

- 투시 시간 및 획득영상 수와 환자가 받은 선량과의 관계를 알고 있어야 한다.
- 서로 다른 투시 모드가 환자선량에 미치는 영향을 이해하여야 한다.
- 초점과 피부 사이 거리 및 환자와 X선 검출기 사이의 거리에 따른 영향을 이해하여야 한다.
- 디지털 감산 혈관조영 영상의 획득이나 심장혈관 영상 획득에서 시간당 획득영상의 수를 수정함으로써 선량감축 효과를 가져올 수 있다.
- 영상의 확대에 따른 환자선량과의 상관관계를 이해하여야 한다.
- 피폭선량에 대해 환자이력을 DICOM 표준의 형태로 기록할 수 있어야 한다.

□ 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 품질보증

- 기기 성능변수 중 시간이 지나도 저하되지 않는 변수와 주기적 관리가 필요한 변수를 구분하여 관리하여야 한다.
- 영상품질 평가 방법을 이해하고 주기적인 관리를 수행하여야 한다.
- 상황별로 환자의 선량을 파악하기 위해 DRLs을 주기적으로 설정하여야 한다.
- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 절차의 복잡성을 고려하여 환자선량의 주기적 관리와 DRLs을 설정하고 국가 DRLs과 비교 검토되어야 한다.
- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에서 품질보증 프로그램의 중요성을 강조하고 DRLs을 적극적으로 활용하여야 한다. 이 경우 DRLs은 엄밀한 의미의 '진단'으로 사용된 것은 아니며 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 절차에서 받는 환자선량에 대한 것임을 이해하여야 한다.
- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에 대한 품질관리 가이드라인을 준수하고 임상적 지표와 국제적 가이드라인을 이해하고 있어야 한다.
- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술에 대한 국제기구(WHO, IAEA, ICRP, EC 등)의 권고에 대해 충분히 교육하여야 한다.
- 고선량 모드를 제한하고 국제권고 정보를 확인하여 환자선량의 저감화에 노력하여야 한다.
- 조영제 사용이 kVp 및 mA가 영상 대조와 환자선량에 미치는 영향을 이해하여야 한다.
- 진단방사선 기기에 가용한 여러 특성을 이해하고 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 절차에서 방사선방어의 최적화 중요성을 강조하여야 한다.
- 혈관조영촬영 및 중재적 방사선 시술 절차의 복잡성을 고려하고 지역, 국가 또는 국제 수준에서 환자선량과 연계되는 DRLs의 중요성을 논의하고 주기적으로 검토하여야 한다.
- 시술실별로 주기적 환자선량 관리의 중요성을 분석하고 결정론적 영향 문턱에 이를 수 있는 장시간 검사가 시행된 경우 절차에서 다른 방향에서 X선을 조사할 수 있도록 하여야 한다.
- 개별 환자에게 부여된 선량 정보를 DICOM정보에 따라 기록하고 국가차원의 선량 관리시스템을 마련하여 해당 시스템으로 전송하여 국가 DRLs을 설정할 수 있도록 하여야 한다.

참고문헌



PART
V

참고문헌



1. 질병관리청 홈페이지. 2020년~2022년 국민 의료방사선 평가 연보 https://kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20305050000&bid=0003&act=view&list_no=724637&tag=&nPage=1
2. 질병관리청 홈페이지. 2023년 국민 의료방사선 평가 연보 https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20305050000&bid=0003&tag=&act=view&list_no=725970
3. World Health Organization. (1994). International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources.
4. Vañó, E., Miller, D. L., Martin, C. J., Rehani, M. M., Kang, K., Rosenstein, M., ... & Rogers, A. (2017). ICRP publication 135: diagnostic reference levels in medical imaging. *Annals of the ICRP*, 46(1), 1-144.
5. Nam, S., Park, H., Kwon, S., Cho, P. K., Yoon, Y., Yoon, S. W., & Kim, J. (2022). Updated national diagnostic reference levels and achievable doses for ct protocols: a national survey of Korean hospitals. *Tomography*, 8(5), 2450-2459.
6. 질병관리청 홈페이지. 진단참고수준 가이드라인(중재적방사선기술) <https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20305050000&bid=0003>
7. Kim, J. S., Lee, B. K., Ryu, D. R., Chun, K. J., Choi, H. H., Roh, Y., ... & Cho, B. R. (2019). A multicentre survey of local diagnostic reference levels and achievable dose for coronary angiography and percutaneous transluminal coronary intervention procedures in Korea. *Radiation protection dosimetry*, 187(3), 378-382.
8. National Diagnostic Reference Levels (NDRLs) from 13 October 2022 <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-natio>

- nal-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl#national-drls-for-general-radiography-and-fluoroscopy
9. J-RIME, National Diagnostic Reference Levels in Japan (2020) - Japan DRLs 2020
 10. European study on clinical diagnostic reference levels for X-ray medical imagin <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a78331f7-7199-11eb-9ac9-01aa75ed71a1>
 11. Guidance on the establishment, use and review of diagnostic reference levels for medical exposure to ionising radiation <https://www.hiqa.ie/reports-and-publications/guide/guidance-establishment-use-and-review-diagnostic-reference-levels>
 12. Wunderle, K. A., Jones, A. K., Dharmadhikari, S., Duan, X., Kim, D. S., Mahmood, U., ... & Schoenfeld, A. H. (2020). The American College of Radiology fluoroscopy dose index registry pilot: technical considerations and dosimetric performance of the interventional fluoroscopes. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 31(10), 1545-1550.
 13. DICOM Standards Committee, Working Group 6, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Supplement 94: Diagnostic X-Ray Radiation Dose Reporting (Dose SR). <https://www.dicomstandard.org/News-dir/ftsup/docs/sups/sup127.pdf>
 14. Dicom X-Ray Radiation Dose SR IOD Templates. https://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/chtml/part16/sect_XRayRadiationDoseSRIODTemplates.html#figure_A-14
 15. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 60. *Ann ICRP*. 1991.
 16. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: radiation. Volume 100D: A review of human carcinogens. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2012.

17. International Commission on Radiological Protection. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP publication 85. Ann ICRP. 2000.
18. International Commission on Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Ann ICRP. 2007; 37:1-332.
19. International Commission on Radiological Protection. Radiological protection in medicine. ICRP publication 135. Ann ICRP. 2017.
20. 식품의약품안전처. 중재적 방사선기술에서의 환자선량 평가에 관한 연구. 서울: 서울대학교병원; 2012.
21. 질병관리청. 2019년 보고서: 한국의 진단방사선 직업 피폭 방사선량. 질병관리청; 2020.
22. 질병관리청. 2020년 보고서: 한국의 진단방사선 직업 피폭 방사선량. 질병관리청; 2021.
23. 질병관리청. 2021년 보고서: 한국의 진단방사선 직업 피폭 방사선량. 질병관리청; 2022.
24. 질병관리청. 2021년 진단용 방사선 안전관리 통계. 의료안전예방국 의료방사선과; 2021.
25. 질병관리청. 2022년 진단용 방사선 안전관리 통계. 의료안전예방국 의료방사선과; 2022.
26. 질병관리청. 환자종류별 진단참고수준 마련: 중재기술 11개 종류. 서울: 서울대학교병원; 2019.
27. 식품의약품안전처. 방사선장해방어용기구의 평가기술 개발 및 시험방법 마련.; 2019.
28. U.S. Food and Drug Administration. Guidance document: Radiation safety considerations for X-ray equipment designed for hand-held use. December 2008.
29. National Council on Radiation Protection and Measurements. Patient exposure from radiologic and nuclear medicine procedures in the United States and worldwide: 2009-2018. Bethesda, MD: NCRP; 2020.

30. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources, effects, and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2020/2021 report, Volume I. New York: United Nations; 2021.
31. Federal Guidance Report No. 14. Radiation protection guidance for diagnostic X-rays. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
32. ResearchAndMarkets.com. Diagnostic Imaging Equipment Global Market Report 2021: COVID-19 Impact and Recovery to 2030.
33. ResearchAndMarkets.com. Diagnostic Imaging Equipment Global Market Report 2024.
34. Kim CH, Choi SH, Jeong JH, Chung MS. HDRK-Man: A whole-body voxel model based on high-resolution color slice images of a Korean adult male cadaver. *Phys Med Biol.* 2008; 53:4093-4106.
35. Yeom YS, Jeong JH, Kim CH, Han MC. HDRK-Woman: Whole-body voxel model based on high-resolution color slice images of a Korean adult female cadaver. *Phys Med Biol.* 2014; 59:3969-3984.
36. Seoung YH, Lee SY. Evaluation of effective dose with national diagnostic reference level using Monte-Carlo simulation. *J Korean Soc Radiol.* 2021; 15(7):1041-1053.
37. 남형우. MCNP 전산코드 및 인체 팬텀을 이용한 의료방사선 검사 방사선량 평가 소프트웨어 개발. 석사학위논문, 경희대학교 대학원; 2022.
38. Ministry of Health of China. An analysis of the status of diagnostic radiology equipment in China. National Health Commission of the People's Republic of China; 2019.
39. Ofori EK, Angmorte SK, Ofori-Manteaw BB, Acheampong F, Aboagye S, Yarfi C. National inventory of authorized diagnostic imaging equipment in Ghana: data as of September 2020. *Pan Afr Med J.* 2020; 36:32.
40. Kabongo JM, Nel S, Pitcher RD. Analysis of licensed South African diagnostic imaging equipment. *Pan Afr Med J.* 2015; 22:57.

41. Mbewe C, Chanda-Kapata P, Sunkutu-Sichizya V, Lambwe N, Yakovlyeva N, Chirwa M et al. An audit of licensed Zambian diagnostic imaging equipment and personnel. *Pan Afr Med J.* 2020; 36:32.
42. Ngoya PS, Muhogora WE, Pitcher RD. Defining the diagnostic divide: an analysis of registered radiological equipment resources in a low-income African country. *Pan Afr Med J.* 2016; 25:99.
43. Maboreke T, Banhwa J, Pitcher RD. An audit of licensed Zimbabwean radiology equipment resources as a measure of healthcare access and equity. *Pan Afr Med J.* 2019; 34:60.
44. Kiguli-Malwadde E, Byanyima R, Kawooya MG, Mubooke AG, Basiimwa RC, Pitcher R. An audit of registered radiology equipment resources in Uganda. *Pan Afr Med J.* 2020; 37:295.
45. Ofori EK, Angmortherh SK, Ofori-Manteaw BB, Acheampong F, Aboagye S, Yarfi C. An audit of MRI machines and services in Ghana. *Radiography (Lond).* 2021; 27(1):127-131.

혈관조영촬영·중재적 방사선 시술의 진단참고수준 가이드라인

발행년월 : 2025년 3월

발행인 : 지영미

편집위원장 : 오진희

질병관리청 만성질환관리국 : 민유정, 박진희, 김형선, 길종원, 장재욱,
의료방사선건강관리과 송승기, 임광래, 김재호, 원종훈, 김현지

발행처 :  **질병관리청**
KDCA

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

(28161) 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명 2로 125
고려대학교의생명공학연구원 208호
질병관리청 의료방사선건강관리과

전화:(043)719-7511~18, 20~29 팩스: (043)719-7519