

2020 환자 촬영종류별 영상진단 정당성 가이드라인

2020 Clinical Imaging Guidelines for Justification of Diagnostic Imaging Study by Types of Patients

개발자

주관연구기관: 대한영상의학회 (대표: 오주형)

정책연구용역 발주처: 질병관리청 의료방사선과 (과제담당관: 이현구)

책임연구원: 용환석, 대한영상의학회, 고려대학교 구로병원

연구원: 박철환, 대한영상의학회, 연세의대 강남세브란스병원

하은주, 대한영상의학회, 아주대학교병원

최치훈, 충북대학병원, 신경두경부

홍수진, 한양대구리병원, 심장

진광남, 보라매병원, 흉부

최항문, 강릉원주대학교, 치과

최미영, 한국보건의료연구원, 방법론

조창희, 대한영상의학회, 방법론/행정

김주연, 대한영상의학회, 행정

색인어

영상의학, 영상검사, 정당화, 가이드라인, 진료지침, 수용개작

권고안 요약

분 과	핵심질문	권고문 초안	권 고 등 급	근 거 수 준	방사선량
신 경 두 경 부	KQ 1. 성인에서 뇌하수체의 기능 저하가 의심되거나 알고 있는 경우 초기 검사는?	권고 1: 성인에서 뇌하수체 기능 저하가 의심되거나 알고 있는 경우 초기검사로는 터키안 MRI가 적절하며, 경우에 따라 조영제의 사용이 적절하다.	A	II	터키안 MRI 및 두부 MRA 0 터키안 CT 3 조영증강 두부 CTA 4 터키안 일반 방사선 촬영 1 추체정맥 동 샘플링 다양한 정도의 1
		권고 2: 터키안 CT는 초기 검사로 권고될 수 있으며, 터키안에 영향을 미칠 수 있는 두개저의 뼈파괴병변을 찾거나 수술 계획을 위한 시행을 고려할 수 있다.	B	IV	
	KQ2. 성인에서 뇌하수체의 기능과다가 의심되거나 알고 있는 경우 초기검사는?	권고 1: 성인에서 뇌하수체 기능 과다가 의심되거나 알고 있는 경우 초기검사로는 터키안 MRI가 적절하다.	A	II	
		권고 2: 조영증강 터키안 MRI는 수술안내를 위해서 시행할 수 있으며 역동적조영증강 MRI는 미세선종의 식별을 위해 고려할 수 있다.	B	II	
	KQ3. 성인에서 요붕증(diabetes insipidus) 있을 때 초기검사는?	권고 1: 성인에서 요붕증이 있을 때 초기 검사로 터키안 MRI 검사가 적절하다.	A	II	
		권고 2: 조영증강 터키안 MRI가 여러 질환의 감별진단에 도움이 된다. 그러나 신기능 저하 혹은 과민반응의 과거력 등의 이유로 조영제 사용이 어려울 경우 비조영증강 터키안 MRI 검사를 고려할 수 있다.	B	II	
		권고 3: MRI 검사는 터키안 및 터키안상부 영상에 최적화된 프로토콜으로 시행하는 것이 적절하다.	A	IV	
	KQ4. 성인에서 뇌하수체 졸중(pituitary apoplexy) 있을 때 적절한 검사는?	권고 1: 성인에서 뇌하수체 졸중이 의심되는 임상 상황에서 초기 검사로는 고해상도 뇌하수체 시퀀스를 이용한 비조영증강 MRI 검사가 적절하다.	A	II	
		권고 2: MRI 촬영이 어려운 경우이거나 두개내 출혈, 종괴를 응급실에서 배제하기 위한 용도로 비조영증강 CT를 고려할 수 있다.	B	IV	
	KQ5. 성인에서 뇌하수체나 터키안 종양	권고 1: 성인에서 뇌하수체 종양 수술 후 추적 검사로 MRI가 가장 적절하며, 수술 후	A	II	

수술 (postpituitary or sellar mass resection)을 받았던 경우 적절한 검사는?	생길 수 있는 육아종과 감별을 위하여 수술 후 3개월 이후 촬영이 적절하다.			
	권고 2: 조영 증강 영상 및 확산강조영상 (diffusion weighted images) MRI는 추적 검사에서 반드시 필요하지 않으나, 재수술 계획 및 정밀한 검사를 위해서는 고려할 수 있다.	B	II	
	권고 3: 뇌하수체 종양 수술 후 재발된 종양의 두개골 침습이 의심되는 경우 CT가 적절하다.	A	IV	
KQ6. 소아에서 성조숙증이 있는 경우 적절한 검사는?	권고 1: 소아에서 성조숙증이 있는 경우 최초검사로는 터키안 MRI가 적절하며, 경우에 따라 조영제의 사용이 적절하다.	A	II	
	권고 2: 두부 MRI는 일부 성조숙증 이외에 동반되는 중추신경계 증상이 있는 경우와 선천성 기형 양상을 확인하는 경우 등에 검사하는 것을 고려할 수 있다.	B	IV	
KQ 7. 성인에서 성인에서 근간대경련 (myoclonus)나 유스타키오관의 이상 없이 나타난 주관적 혹은 객관적인 박동성 이명에서 1차적 평가에 적절한 영상 검사는?	권고 1: 근간대경련이나 유스타키오관의 이상을 동반하지 않은 주관적 혹은 객관적인 박동성 이명이 있는 성인환자에서 조영제를 사용한 CT 혈관 조영술이나 MR 혈관 조영술이 1차적인 검사로 적절하다.	A	II	두부와 내이도 MRI 및 MRA 0 측두골 CT 및 CTA 3
	권고 2: 조영제를 사용할 수 없는 경우 비조영증강 측두골 CT나 비조영증강 MRA도 1차적인 검사로 적절하다.	A	II	
	권고 3: 조영증강 전후 영상을 포함하는 측두골 MRI도 1차적인 검사로 적절하다.	A	II	
KQ 8. 성인에서 이경검사상의 이상이나 비대칭성 청력저하, 신경학적 결손 혹은 외상의 병력 없이 비대칭성 혹은 일측성의 주관적인 비박동성 이명이 나타난 경우 1차적 평가에 적절한 영상 검사는?	권고 1: 일측성의 주관적인 비박동성 이명을 호소하는 성인 환자에서 임상적으로 명백한 원인이나 기타 관련 증상이 없는 경우 조영증강 또는 조영증강 전 두부와 내이도 (head and internal auditory canal) MRI 검사가 적절하다.	A	II	
KQ 9. 성인에서 청력 감소나 신경학적 결손 혹은 외상의 병력 없이 나타난 대칭적 혹은 양측성의 비박동성	권고 1: 대칭적 혹은 양측성의 주관적 비박동성 이명을 호소하는 성인 환자에서 청력 감소나 신경학적 결손 등의 다른 증상이 없는 경우 영상검사는 적절하지 않다.	C	II	

	이명의 경우 1차적 평가에 적절한 영상 검사는?				
심 장	KQ1. 심근경색이 배제된 급성 흉통이 있는 환자에서 심전도의 지속적인 ST 분절상승이 있을 때 심장 CT가 적절한가?	권고 1: 심근경색이 배제된 급성 흉통이 있는 환자에서 심전도의 지속적인 ST 분절상승이 있을 때 심장 CT를 고려할 수 있다. (단, 대동맥 박리, 급성관상동맥증후군, 폐 혈전 색전증을 동시에 확인하기 위해 더 긴 스캔 범위를 사용해야 한다.)	B	I	관상동맥 CT 2 or 3
	KQ2. 급성 흉통이 있으나, 급성 관동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 낮은 환자에서 관상동맥 CT가 적절한가?	권고 1: 급성 흉통이 있으나, 급성 관동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 낮은 환자에서 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절하다.	A	I	관상동맥 CT 2 or 3
	KQ3. 급성 흉통이 있고 급성관상동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 중등도인 환자에서 관상동맥 CT가 적절한가?	권고 1: 급성 흉통이 있고 급성 관동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 중등도인 환자에서 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절하다.	A	I	관상동맥 CT 2 or 3
	KQ4. 급성 흉통이 있고 급성관상동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 높은 환자에서 관상동맥 CT가 적절한가?	권고 1: 급성 흉통이 있고 급성 관동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 높은 환자에서 심전도 및 심장표지자 검사가 정상이거나 판단이 어려운 경우, 관상동맥질환의 평가를 위해 관상동맥 CT를 시행하는 것을 고려할 수 있다	B	II	관상동맥 CT 2 or 3
	KQ5. 위험인자는 있지만 관상동맥질환의 병력이 없는 무증상환자에서 관상동맥 석회수치 측정 (Ca scoring) CT가 적절한가?	권고 1: 중등도의 위험인자는 있지만 관상동맥질환의 병력이 없는 무증상 환자에서 약물치료 여부를 결정하기 위해 관상동맥 석회수치 측정 (Ca scoring) CT가 적절하다.	A	I	관상동맥 석회수치 측정 CT 검사 CT 2
	KQ6. 심장이식수술 후 관상동맥 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절한가?	권고 1: 심장이식수술 후 관상동맥동종이식혈관병증이 의심되는 경우 관상동맥 평가를 위해 관상동맥 CT를 고려할 수 있다. (단, 대상자의 심박동수와 CT의 시간분해능을 충분히 고려하여	B	II	심장CT 2(1-5mSv) -3 (5-10mSv)

	시행여부를 결정하여야 한다.))
KQ7. 관상동맥질환의 병력이 없는 환자에서 새로 진단된 심부전의 원인평가를 위해 심장 CT가 적절한가?	권고 1: 관상동맥질환의 병력이 없는 환자에서 새로 진단된 심부전의 원인평가를 위해 심장 CT를 고려할 수 있다.	B	I	관상동맥 CT 2 or 3
KQ8. 관상동맥 우회술(CABG) 이외의 심장수술이 필요한 환자에서 수술 전 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절한가?	권고 1: 관상동맥 우회술(CABG) 이외의 심장수술이 필요한 환자에서 수술 전 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT를 고려할 수 있다.	B	III	심장CT 2(1-5mSv) -3 (5-10mSv)
KQ9. 관상동맥 석회수치가 400 이하인 환자에서 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절한가?	권고 1: 관상동맥 석회수치가 400 이하인 환자에서 증상이 있는 경우 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절하다.	A	I	심장 CT 2 or 3
KQ10. 관상동맥 우회술(CABG) 시행 후 이식혈관의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?	권고 1: 관상동맥 우회술(CABG) 시행 후 이식혈관의 평가를 위해 심장 CT를 고려할 수 있다.	B	II	관상동맥 CT 2 or 3
KQ11. 심장판막질환이 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?	권고 1: 심장판막질환이 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT를 고려할 수 있다.	B	II	관상동맥 CT 2 or 3
KQ 12. 인공심장판막의 기능 이상이 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?	권고 1: 인공심장판막의 기능 이상이 의심되는 환자에서 경흉부 혹은 경식도 심초음파 영상의 질이 부적절한 경우 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다.	A	II	관상동맥(심장) CT 3
	권고 2: 인공심장판막의 폐쇄가 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다.	A	II	
KQ 13. 심장 종괴(종양 및 혈전)가 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?	권고 1: 심장 종괴(종양 및 혈전)가 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다.	A	I	심장 CT 3

	KQ 14. 심방세동에 대한 고주파 전기소작술이 예정된 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?	권고 1: 심방세동에 대한 고주파 전기소작술이 예정된 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다.	A	III	심장 CT 3
	KQ 15. 우심실 기능의 정량적 분석이 필요한 환자에서 심장 CT가 적절한가?	권고 1: 우심실 기능의 정량적 분석이 필요한 환자에서 심장 CT가 적절하다.	A	II	관상동맥(심장) CT 3
치 과	KQ1. 치수 생활력을 유지하기 위한 술식인 pulp capping이나 pulpotomy를 시작할 때 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고 1: 치료 후 평가의 기준을 제공하기 위해, pulp capping 이나 pulpotomy를 시작할 때 치근단방사선검사가 적절하다.	A	II	치근단방사선영상 검사 1 (약 1-8.3 uSv)
	KQ2. 치아의 근관치료 완료 후 추적검사를 위한 적절한 영상 검사는 무엇인가?	권고 1: 근관치료 완료 후 추적검사하는 경우 치근단방사선검사가 적절하다.	A	II	치근단방사선영상 1 (1mSv 이하 군에 속함)
		권고 3: 치근단방사선검사로 충분한 정보를 얻지 못하였을 경우 보조방법으로 제한된 범위의 고해상도 CBCT를 고려할 수 있다.	B	III	CBCT 2 (1~5mSv 군에 속함)
	KQ3. 영구치 맹출장애가 관찰되는 혼합치열기 환자에서 적절한 검사는 무엇인가?	권고 1: 영구치의 맹출이 적절한 시기에 이루어지지 않는 경우 치아의 결손 여부 및 맹출장애와 관련한 병적 소견을 확인하기 위해 파노라마방사선검사가 적절하다.	A	II	파노라마 방사선영상 1 (7.2 μSv)
		권고 2: 맹출 장애 치아에 의해 인접 치아 흡수 등 병적 소견이 의심되나 수술 전 일반방사선영상을 통해 평가가 어려운 경우, CBCT를 고려할 수 있다.	B	I	CBCT 검사 1 (유효선량 :11-674 μSv)
	KQ4. 비수술적 근관치료 중 적절한 영상검사는 무엇인가?	권고 1: 근관치료 중 근관장의 측정을 위해서는 전기근관장측정기의 사용과 더불어, 치근단방사선사진을 권고한다. 또한 근관형성 후 근단공 위치에 의문이 있는 경우, 최종 근관충전을 시행하기 전 위치 확인을 위해 마스터콘을 시적한 채 치근단방사선영상을 추가로 촬영하는 것이	A	III	치근단방사선검사 1 (약 1-8.3 uS) CBCT 장비 및

		적절하다.			촬영조건 에 따라 매우 다양
		권고 2: CBCT는 근관 구조를 확인하는 표준 방법으로 적절하지 않다.	C	II	
		권고 3: 좁은 범위의 고해상도 CBCT는 치근단방사선영상에서 부적절한 근관구조 정보를 제공할 때 선택적으로 사용하는 것을 고려할 수 있다.	B	II	
	KQ5. 임플란트 수술 중 적절한 영상 검사는 무엇인가?	권고 1: 임플란트 수술 중 인접한 해부학적 구조의 침범이 의심되거나 임플란트의 위치가 잘못 식립되었다고 의심될 경우 치근단방사선검사를 고려할 수 있다.	B	IV	치근단방사선검사1 (약 1-8.3 uSv),
		권고 2: 치근단방사선검사로 충분한 정보를 얻지 못한 경우, 파노라마방사선검사 또는 CBCT를 고려할 수 있다.	B	IV	파노라마 방사선검사1(약 7.2 uSv) CBCT 2 (1~5mSv 군에 속함)
흉 부	KQ1. COVID-19 확진자와 접촉한 사람에 대하여 RT-PCR 검사를 이용할 수 없거나 결과가 지연되는 경우 COVID-19의 진단 과정에 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?	권고 1. COVID-19 확진자와 접촉한 증상이 없는 사람에 대하여 COVID-19의 진단을 위하여 흉부영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용하지 않는 것이 적절하다.	C	III	CXR CTDIvol 0.4 mGy
		권고 2. RT-PCR 검사를 이용할 수 없는 경우 단순흉부촬영(CXR)을 고려할 수 있다.	B	IV	
	KQ 2. COVID-19가 의심되는 증상이 있는 환자에 대하여 RT-PCR 검사를 이용할 수 없거나, 결과가 지연되는 경우, 또는 RT-PCR 검사와 함께 COVID-19의 진단 과정에 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?	권고1. COVID-19가 의심되는 증상이 있는 환자에 대하여 다음과 같은 경우 COVID-19 진단검사를 위해 흉부영상검사(CXR, CT 스캔)의 사용을 고려할 수 있다. (1) RT-PCR 검사를 사용할 수 없는 경우 (2) RT-PCR 검사가 가능하지만 결과가 지연되는 경우 (3) 초기 RT-PCR 검사 결과는 음성이지만 임상적으로 COVID-19의 가능성이 높은 경우	B	II	CXR CTDIvol 0.4 mGy 흉부CT 유효선량 5 mSv
	KQ 3. COVID-19가	권고1. COVID-19가 확인된 무증상 또는	B	III	CXR

확인된 무증상 또는 경미한 증상이 있는 입원하지 않은 환자에게 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?	경미한 증상 있는 입원하지 않은 환자에게 병원 입원을 결정하기 위하여 임상 평가 및 검사실 검사와 함께 흉부영상검사(CXR, CT 스캔)를 고려할 수 있다			CTDIvol 0.4 mGy 흉부CT 유효선량 5 mSv
KQ 4. COVID-19가 확인된 입원 환자의 증상의 경중* 및 위험요인의 유무**에 따라 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?	권고1. COVID-19가 확인된 입원 환자의 증상의 경중* 및 위험요인의 유무**에 따라 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 고려할 수 있다.	B	III	CXR CTDIvol 0.4 mGy (24) 흉부CT 유효선량 5 mSv
KQ 5. COVID-19가 확인된 입원 환자가 치료 방법을 결정하거나 수정하는데 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?	권고1. COVID-19가 확인된 입원 환자가 치료 방법을 결정하거나 수정하는데 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 고려할 수 있다.	B	III	CXR CTDIvol 0.4 mGy(23) 흉부CT 유효선량 5 mSv
KQ 6. COVID-19가 확인된 환자에서 임상적으로 객혈 또는 폐색전증이 의심되는 경우 영상검사(CT 폐혈관조영술, CT하지정맥조영술 등)를 사용해야 합니까?	권고1. COVID-19가 확인된 환자에서 임상적으로 객혈 또는 폐색전증이 의심되는 경우 영상검사(CT 폐혈관조영술, CT하지정맥조영술 등)를 고려할 수 있다.	B	III	CTDIvol 6m Gy이하
KQ 7. 증상이 호전된 COVID-19 환자의 경우, 병원 퇴원에 대한 결정을 하는데 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 추가해야 합니까?	권고1. 증상이 호전된 COVID-19 환자의 경우, 병원 퇴원에 대한 결정을 하는데 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용하지 않는 것이 적절하다.	C	IV	CXR CTDIvol 0.4 mGy 흉부CT 유효선량 5 mSv
KQ 8. COVID-19에서 회복된 환자를 추적 검사할 때 폐 손상 여부를 평가하기 위하여 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?	권고1. COVID-19에서 회복된 환자를 추적 검사할 때 폐 기능 장애가 있는 환자는 감염 또는 기계적 인공호흡 결과로 발생한 형태학적인 폐 이상 소견과 치료 가능한 질환과 구별하기 위해 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 고려할 수 있다.	B	IV	CXR CTDIvol 0.4 mGy(4) 흉부CT 유효선량

합니까?			5 mSv
<p>*증상의 경중</p> <ul style="list-style-type: none"> - 경증: 폐 기능 장애 또는 손상의 증거가 없음 (예: 저산소 혈증 없음, 경증 호흡 곤란) - 중등도: 심각한 폐 기능 장애 또는 손상의 증거 (예: 저산소 혈증, 중등도의 호흡 곤란) <p>**질병 진행의 위험 요인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 65 세 이상의 연령과 동반 질환의 유무에 따른 임상적 판단 (예 : 심혈관 질환, 당뇨병, 만성 호흡기 질환, 고혈압, 면역 저하) 			

배경: 의료영상검사의 정당화

의료 방사선은 건강상의 유익한 목적을 위하여 인위적인 전리방사선을 의료분야에서 사용하는 것으로 의료적 진단이나 치료, 건강검진 프로그램 등에서 사용되고 있고, 현대 의료에서 중요성과 활용 범위는 점차 증대되고 있다. 이에 불필요한 의료방사선 노출을 줄이고 적절하고 안전한 사용을 위하여, 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, 이하 IAEA), 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection, 이하 ICRP) 등의 주요 국제 방사선 관리 기구와 전문가 단체에서는 정당화와 최적화 원칙을 준수할 것을 제안했다(Bonn Call for Actions, 2012, International Basic Safety Standard, 2014).

특히 2012년 IAEA가 개최하고 세계보건기구(World Health Organization, WHO)와 범미보건기구(Pan American Health Organization, PAHO)가 후원하는 International Conference on Radiation Protection in Medicine의 국제회의에서 향후 10년간 의료에서의 방사선 방어의 전략을 수립, 국제적인 활동을 극대화하기 위해 ‘Bonn call for action’이라는 10개의 과제를 결의하였는데 그 첫 번째 action이 의료방사선에서의 “정당화의 실행을 증진시키는 것”이다. 이에 따라 방사선 방어와 관련 있는 전 세계 여러 단체들과 각 나라의 학회들에서 이를 증진하기 위한 2012년부터의 노력을 2017년 12월 비엔나 IAEA 본부에서 ‘Achieving change in practice’란 슬로건으로 지난 Bonn회의 후 5년간 여러 전문 학회들이 각 지역 방사선 방어 캠페인을 활성화하기 위해 진행한 Bonn call for action의 실행 결과를 평가하고 회원국들에게 이 분야의 진보를 알리는 목적으로 개최되었다.

정당화 원칙은 앞선 Bonn Call for actions에서도 첫 번째 과제로 수립될 정도로 의료피폭에서 불필요한 방사선 피폭 여부를 결정하는 중요한 단계이다. 하지만, 전문가의 판단이 작용하는 영역으로 임상 전문가의 의료행위에 대한 자율권의 문제와 규제기관의 실질적인 개입이 상충할 수 있는 부분으로 최적화 대비 현실적으로 구현하기 어려우며 영상의학 분야만의 노력으로는 달성하기 어려운 영역이다. 정당화 원칙의 액션 플랜(3As)에는 의료방사선 피폭의 위험성 인지(awareness), 검사나 시술의 적정성(appropriateness) 확보, 감사(audit)가 포함된다. 위험성 인지를 높이기 위해서 전문가 교육 및 훈련, 환자에게 정보 제공, 사전 동의(informed consent) 등이 이루어져야 하며 적정성 확보를 위해 임상 의뢰/결정 지원 가이드라인 개발 및 적용이 필요하다. 또한, 정당화 이행에 대한 임상적 감사(clinical audit)가 실시되어야 한다.

대표적인 정당화 가이드라인으로는 영국의 referral guideline, 미국의 appropriate criteria, 서호주의 Western Australian imaging guidelines 등을 들 수 있다. 영국의 referral guideline은 환자들에게 빠르고 정확한 진단을 내리는데 기여하고 진단기기의 효율적인 사용을 도모하기 위해 개발되었다. 1989년부터 시작되어 4년마다 개정되고 있으며 2017년 5월에 8판이 출판되었다. 1판의 가이드라인은 73개 적응증에서 현재 7판은 307개로 증가하였다. 7판은 300명의 영상의학과 전문의가 참여하였고 3,000개의 참고 문헌을 기반으로 Delphi 과정을 모든 가이드라인에 적용하였다. 배포된 국가는 아일랜드, 노르웨이, 네덜란드, 스페인, 포르투갈, 벨기에, 말타, 덴마크, 스웨덴, 호주, 싱가포르, 일본, 캐나다, 사우디아라비아, 남아프리카공화국이다. 웹 기반으로 된 형태가 일반화되었고 휴대폰 어플로도 개발되었다. 8번째 개정판은 정부의 자금 지원을 받았으며 GP협회의 도움을 받아 확산이 시작되었다. 질환 및 신체 조직별로 큰 분류가 있으며 각각의 세부 분류로 들어갈 수 있다.

미국의 appropriateness criteria는 ACR Select 형태로 개발되었으며 환자의 특정 임상 증상이나 질병의 진단을 위해 의사들이 적합한 검사를 선택할 수 있도록 도움을 주고자 하였다. 자발적으로 참여하는 300명 이상의 영상의학과 의사와 20여개의 다른 분야의 전문가 주도 하에 개발되었으며 2년마다 주기적인 업데이트가 이루어지고 있다. ACR Select는 검사 지시과정에서 Electronic Health Record로 볼 수 있게 개발되었고(ACR Appropriateness Criteria의 Web 형태) 전자 의무기록시스템과 연동이 되어, 진단 검사 처방을 내릴 때마다 프로그램이 작동하도록 설계되었다. 진단 검사의 적응증을 선택하면 적절함의 근거에 따라 진단 검사 별 점수가 산출되는데 매번 지시할 때마다 점수가 부여되고 취합되어 ACR Select 데이터베이스로 전송 된다. 서호주의 Western Australian imaging guidelines은 Diagnostic Imaging Pathways 형태로 임상 적응증에 따른 순서도 형태로 구성되어 있다. 2007년 12월 빈에서 개최된 IAEA consultation 보고서에서는 정당화 과정에서 특히 환자의 인지가 강조되었으며 자기 의뢰(self-referral), 사회적, 경제적, 법의학적 또는 정치적 압력으로 초래되는 일부 스크리닝 프로그램 등의 부적절한 의뢰 패턴이 논의되었다. 또한, 의료피폭의 많은 부분에 적용할 수 있는 효과적인 정당화 과정을 규명하였다.

근거기반의학의 보급 이후 과학적이고 객관적인 최상의 근거를 임상에 받아들이고자 하는 수요와 맞물려 임상진료지침의 개발이 증가하였다. 따라서, 이제는 단순한 양적인 개발 건수의 증가보다는 미국의학한림원(Institute of Medicine, IOM)에서 2011년 제시한 바와 같이 개발과정에서의 투명성, 과학적인 방법, 이해관계의 배제 등의 특성을 가진 ‘신뢰도 높은(trustworthy) 임상진료지침’의 개발에 대한 중요성이 더욱 크다. 그동안 국내에서도 정당화 가이드라인의 개발의 필요성에 의해 CT 검사 및 재검사 가이드라인(건강보험심사평가원·대한영상의학회, 2013), 심장질환 심장CT 사용권고안(대한영상의학회·대한심장학회·근거창출임상연구국가사업단, 2015)이 개발되었다. 2015년 한국보건의료연구원과 대한영상의학회는 우리나라 의료환경에 적합한 근거기반 임상영상 진료지침을 개발하기로 하고, 영상의학분야의 임상적 전문성은 학회전문가들이, 체계적인 근거검색 및 근거평가에 대한 방법론적 지원에 대해서는 한국보건의료연구원이 담당하는 협력체계를 구축하였다. 우리나라 영상의학 분야에 적합한 한국형 임상영상 가이드라인 개발 방법론을 확정하여 근거기반 임상영상 가이드라인 개발 방법론을 발간하였고, 이후 질병관리본부의 정책용역사업으로 2017년에는 28개 핵심질문에 대한 66개 권고문, 2018년에는 52개의 핵심질문에 대한 72개 권고문, 2019년에는 50개의 핵심질문에 대한 68개(12월 23일 현재까지 진행된 권고문 수) 권고문을 개발하였고, 핵심질문 선정 및 권고문 검토에 많은 유관학회 임상전문가와 방법론 전문가가 참여하여 제시된 의견을 최대한 수정 반영하였으며, 공개발표회를 통해 환자/소비자 단체, 유관기관, 이해관계자의 의견을 수렴하였다.

임상진료지침은 개발만이 중요한 것이 아니라 그 지침이 임상현장에 적용되고 실행되어야 한다. 개발, 지침보급 및 확산 지침의 적용 및 실행의 순환구조를 보이며 지침개발에 지침이 실행이 잘 되려면 반드시 실행을 염두에 두고 개발을 하여야 한다. 지침의 실행가능성은 여러 가지 요인에 의해 달라질 수 있는데 내적요인과 외적요인으로 구분할 수 있고 지침개발자들은 내적요인으로 볼 수 있으며 지침을 개발할 당시에 실행에 대한 점을 미리 숙지하고 개발을 시행하여야 한다.

목표

영상검사는 의료 방사선피폭을 동반하는 경우가 많기 때문에 환자의 의료피폭 안전 관리를 위해 ‘환자가 피폭을 감수해야 하는 모든 상황에서 해로움(harm)보다 이로움(benefit)이 더 커야 하고, 반드시 필요한 검사만을 실시한다.’ 고 정의한 정당화(justification) 원칙을 반드시 지켜야 한다. 환자의 질병 진단을 위해 사용되는 각종 검사 중 방사선 영상검사가 반드시 필요한 경우에만 사용될 수 있도록, 특정 임상적 조건에서 가장 적절한 검사 및 기술이 이루어지도록 검사 및 기술에 대한 의사의 의뢰 또는 임상적 결정에 도움을 주는 근거기반 임상영상검사 의뢰 가이드라인(clinical imaging guidelines)을 개발하는 것이다. 가이드라인이 임상환경에서 널리 사용되기 위해서는, 가이드라인 개발이 근거를 기반으로 이루어져야 하고, 다양한 이해 당사자 및 전문가의 협의가 필요하다. 또한 의료 보장성 강화 정책 및 심사평가 체계 개편에 따라 근거 기반 영상가이드라인의 중요성이 더욱 커지게 되었다.

이번 연구의 목표는 2019년 연구에 추가하여 더 많은 임상상황에서 이용될 수 있는 가이드라인을 영상의학과 분야뿐 아니라 치과영역을 포함하는 등 포괄적인 임상영상가이드라인을 추가로 개발하는 것이다.

대상 인구집단

질병 진단 등을 위해 각종 영상검사가 필요한 모든 인구집단이 대상이며, 각 분과별 핵심질문에 따라 PICO 요소에 근거하여 대상 인구집단을 특정한다.

대상 사용자

- 질병 진단 등을 위해 각종 영상검사를 처방 또는 의뢰하는 임상.
- 임상의사의 자문에 응하고 영상검사를 시행/관리/감독하는 영상.
- 학생, 전공의 등의 교육 목적.
- 환자/보호자 등 의료 소비자.
- 의료 정책 참조.

개발그룹 (명단은 부록5 참조)

1. 근거기반 가이드라인 개발 총괄

- 연구총괄로 가이드라인 개발위원회
- 국내 외 문헌 수집 및 정리
- 실무위원회에 대한 가이드라인 개발 방법 교육
- 실제 가이드라인 개발할 실무위원의 구성 및 운영
- 가이드라인의 개발부터 적용 및 실행을 증진하기 위한 방법론 개발 및 개발에 적용
- 가이드라인 배포 및 홍보

2. 가이드라인 개발 실무팀

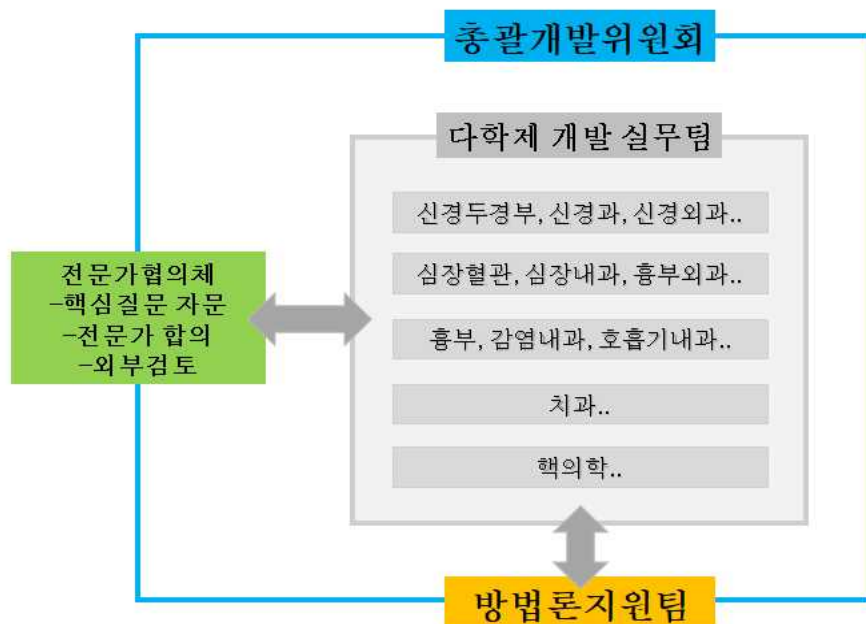
- 핵심질문의 선정 및 개발 실무 담당
- 각 실무팀에 각 9~11명씩 다학제 실무위원 구성

3. 전문가 협의체

- 각 분야별 실 사용자가 될 임상과를 포함한 전문가로 구성되는 협의체 구성 및 운영

4. 방법론 지원팀

- 국내 외 문헌 수집 및 정리
- 가이드라인 개발 근거기반 방법 기술 지원



그림과 같이 각각 총괄개발위원회, 다학제 개발실무팀, 실행팀, 전문가협의체, 방법론 지원팀으로 업무를 분장하고 서로 협력하여 진행한다. 내부협력은 임상영상가이드라인 개발의 전반을 기획/지원하는 총괄개발위원회와 각 분과별 과별 직접 개발과정에 참여하여 권고문을 작성하는 개발실무팀, 실행의 가능성을 높이기 위한 실행팀, 연구방법론은 지원하는 방법론지원팀 간 협력을 말한다. 총괄개발위원회는 영상의학전문의, 연구방법론 전문가, 진료지침 관련 전문가 등으로 구성하였다. 개발실무팀은 대한영상의학회 산하학회 중 신경두경부, 심장, 흉부 및 치과를 선정하여, 각 분과에서 추천한 전문의 3~4명으로 구성한다. 실행위원회는 실행 부분에 중점을 둔 영상의학전문의와 임상의를 중심으로 구성한다. 총괄개발팀과 개발실무팀을 구성하는 단계에서 개발위원회 내의 영상의학 전문의와 진료지침 전문가가 팀을 이루어 2~3개의 실무팀을 담당하여 유기적인 협력이 이루어지도록 한다. 연구방법론 지원팀은 모든 실무팀 연구진행시 발생할 수 있는 방법론적 문제에 대한 지원을 담당한다.

개발과정(부록1 참조)

단 계	내 용	담 당
1 단계	핵심질문 선정	전문가협의체 실무위원회, 개발위원회
↓		
2 단계	근거(지침) 검색	개발위원회
↓		
3 단계	검색된 근거(지침) 선별	실무위원회
↓		
4 단계	근거(지침)의 질 평가	개발위원회, 실무위원회
↓		
5 단계	핵심질문별 권고 및 근거 정리 권고문 초안작성	실무위원회
↓		
6 단계	권고문 합의 및 권고등급 결정	전문가협의체, 실무위원회
↓		
7 단계	권고문 최종안 도출	실무위원회, 개발위원회
↓		
8 단계	외부 검토 임상진료지침 승인	외부전문가, 대한의학회

1. 영상가이드라인 개발을 위한 프로토콜 마련 등 기획

- 국내 기 개발 가이드라인 조사 및 분석
- 이전 수용개작 프로토콜 검토 및 개선

- (1)핵심질문 선정에서 유관학회의 자유로운 의견을 먼저 청취하여 핵심질문 선정에 반영
- (2)전문가 합의 방법에서 대면회의를 일부 포함

2. 분과별 실무위원회 대상 교육

실무위원회는 개발된 매뉴얼에 따라 진료지침 개발을 진행하면서 단계별로 개발방법 및 시범연구 사례 등에 대하여 교육을 실시하였다. 개발위원회와 실무위원회 구성 후 진료지침 개발의 목적, 수용개작 개발방법, 향후 일정 등에 대해 공유하는 교육을 실시하였다. 이후 주요 개발단계별(핵심질문 선정, 진료지침 선별, 근거표 작성, 권고문 초안작성)로 워크숍 형태의 교육들을 진행하였다. 필요한 경우 개발위원회 위원들이 담당 실무위원회별로 별도의 회의 형태로 교육을 실시하였다.

3. 가이드라인 개발 범위와 핵심질문 선정

○ 실사용자인 임상 의사와 시민단체 의견 수렴 : 진료지침을 개발하는 가장 첫 번째 단계로 임상적으로 필요한 핵심질문에 대해 자유롭게 의견을 구하고 이를 바탕으로 개발위원회와 실무위원회의 협력을 통해 문장형 핵심질문을 구성하여 이를 전문가가 자문하는 형태로 실시.

- 핵심질문 선정
 - 전문가협의체 : 대한의학회와 핵심질문관련 있는 전문분야별 전문 임상 과학회나 분과 학회를 포함하는 전문가 협의체를 구성
 - 각 실무팀별 관련 전문가의 자문을 통해 최종 핵심질문 선정
 - 핵심질문별 수용개작, 신규개발(de Novo), 최신성 검토 등의 방법의 결정
 - 신규개발이 필요한 경우 신규개발 프로토콜 확정
 - 핵심질문 선정과정에서 실행가능성에 대한 평가
- 핵심질문 및 핵심질문과 관련된 검색어 작성
 - 핵심질문 선정에서 유관학회의 자유로운 의견을 먼저 청취하여 핵심질문 선정에 반영
 - 각 분과 실무위원회에서 유관학회 의견 반영하여 일차 작성
 - 다루고자 하는 건강 관련 질문들이 PICO요소를 포함하고, 별도의 리스트로 찾기 쉽고 명 확히 서술
 - 진료지침을 적용할 대상(환자, 일반인 등)을 특징짓는 기본요소(대상집단, 성별, 나이 등) 들을 서술
 - 지침의 주제에 합당한 관련 요소(임상적 상태, 병의 중증도/진행단계, 동반질환, 제외되는 대상 등)들을 서술

4. 근거 검색, 선별, 평가

- 체계적인 방법을 사용하여, 검색의 요소(검색 데이터베이스, 검색기간, 검색어 등)들을 모 두 서술하고, 재검색이 가능할 정도로 검색전략 제시
 - 진료지침 검색은 PICO 중 P와 I만을 활용하여 검색의 민감도를 높이는 전략으로 수행
 - 개발위원회: 체계적으로 검색전략을 구성하고 국내외 데이터베이스를 활용하여 검색
 - 실무위원회: 검색전략 및 결과를 검토하여 누락된 주요 가이드라인은 수기검색
 - 최종 검색전략과 검색일자, 검색자 등의 정보를 기록하여 재현가능성을 높임
 - 국외DB: Ovid-medline, Ovid-embase, NGC, G-I-N
 - 국내DB: KoreaMed, KMBASE, KoMGI, KGC
- 최종 검색된 진료지침 선별과정
 - 1차 선택/배제, 2차 선택/배제를 각 개별 문헌 당 2인이 검토하여 객관성을 높임
 - 1차 선별은 문헌의 제목 및 초록을 검토하여 2인 이상 수행
 - 2차 선별은 1차 선택된 문헌의 원문을 검토하고, 배제 시 배제사유를 기입
 - 두 차례의 선별과정 모두 검토자 간 이견이 있을 경우 합의과정을 거침
- 문헌 질 평가
 - 1차 선별과정에서 선택된 문헌: 질 평가 대상문헌
 - 2차 선택된 문헌: 진료지침 형태만을 평가 대상으로 함
 - 평가도구: K-AGREE II (한국형 버전)

- 한 문헌 당 2인 이상의 평가자가 해당 과정을 수행 (개발위원회에서 평가)
- 질 평가 시 평가 항목 당 1~7점으로 하고 사유를 기입하여 평가 결과의 재현성 및 명확성 확보
- 평가자 간 동일항목 내 점수가 4점 이상 차이 날 경우 재검토과정을 거침
- 평가결과 영역별 점수 중 ‘개발의 엄격성’ 이 50점 이상인 진료지침을 권고 및 근거정리 대상 진료지침으로 함
- 최종 평가결과는 실무위원회에 제공하고, 질 평가 결과가 낮더라도 관련 진료지침이 현저하게 적거나 국내개발 지침인 경우 등 권고 및 근거정리를 위한 지침으로 최종선정 될 수 있음

5. 핵심질문별 권고 및 근거 정리, 권고문 초안 작성

1) 핵심질문별 권고 및 근거

- 진료지침 평가가 완료된 지침의 권고 및 근거를 핵심질문별로 정리하고, 권고문 초안 작성

○ 권고 정리

- 핵심질문 별 권고의 내용과 고유 권고등급 정리
- 진료지침의 최신성 및 수용성, 적용성 평가
- 권고들을 국내 상황과 비교하여 종합적인 측면에서 받아들여질 수 있는가, 실제 적용할 있는가를 검토
- 국내 근거에 대한 검토가 필요하다고 판단한 경우 국내에서 지침 또는 개별연구를 별도로 검색하여 최신성을 높임

○ 근거 정리

- 핵심질문 별로 권고와 관련된 개별 문헌을 정리하고 우리 연구에서의 근거수준을 부여함
- 기본 서지정보 및 대상자 수, 연구유형, 연구결과, 근거의 질 등급을 항목으로 하고, 5가지 항목(reference standard 유무, 연속적 환자 모집 여부, 판독의 맹검화 여부, 체계적 문헌고찰 여부, case-control 연구유형 여부)을 검토하여 근거수준을 판단함
- 개별문헌의 근거수준 평가를 위한 근거등급은 5가지로 구성. 개별문헌들의 근거수준 평가 후 핵심질문별 종합 근거수준을 결정함
- 종합근거 수준은 높음(Ⅰ)-중등도(Ⅱ)-낮음(Ⅲ)-매우낮음(Ⅳ)으로 결정

○ 권고문 초안

- 핵심질문에 대한 권고문, 근거의 요약, 권고 고려사항, 참고문헌으로 구성됨
- 각 권고문은 권고등급(recommendation grading)과 종합 근거수준을 포함
- 권고등급은 A, B, C, I로 구성되며 권고의 방향성을 제시하고, 근거수준은 권고의 강도를 나타냄
- 권고 고려사항에는 이득과 위해, 국내 수용성과 적용성, 검사별 방사선량을 내용으로 함

한국형 근거기반 임상영상 가이드라인의 근거수준

문헌별 근거수준		종합 근거수준(핵심질문별)	
KCIG	내 용	등급	의 미
1	아래의 3가지를 조건을 모두 만족하는 연구 1) 적절한 참고표준 검사 2) 연속적 환자 모집 3) 맹검적 결과 해석 Level 1 수준의 체계적 문헌고찰 중재/참고표준 검사를 적용하여 결과를 비교관찰한 무작위임상시험연구, 단면코호트 연구	높음 I	적절한 연구 설계 및 비뚤림 위험이 낮은 연구들로부터 추정된 결과이다
2	아래의 2가지 조건을 만족하는 연구 1) 적절한 참고표준 검사 2) 연속적 환자 모집연구 또는 맹검적 결과 해석 Level 2 수준의 체계적 문헌고찰 중재/참고표준 검사를 적용하여 결과를 비교관찰한 비교연구 (전향적 코호트, 후향적 코호트, Quasi-RCT)	중등도 II	적절한 연구 설계 및 비뚤림 위험이 중등도인 연구들로부터 추정된 결과이다
3	일관성 있게 적용한 참고표준 검사가 없는 경우	낮음 III	연구 설계가 부적절하거나, 비뚤림 위험이 높은 연구들로부터 추정된 결과이다
4	환자-대조군 연구 부적절하거나 비-독립적 참고표준 검사	매우 낮음 IV	연구 설계가 부적절하거나 비뚤림 위험이 심각하게 높은 연구들로부터 추정된 결과이다
5	전문가 의견		

한국 임상영상 가이드라인의 권고등급 체계

Grading	내용	의미
A	시행하는 것이 적절함	해당 중재(검사)는 원하는 효과에 대한 충분한 근거가 있어 시행하는 것이 적절함

B	(조건부) 시행하는 것을 고려할 수 있음	해당 중재(검사)의 원하는 효과에 대한 근거는 중등도와 충분한 사이임. 중재(검사)를 선택적으로 제공하거나, 전문가 판단에 따라 특정 개인에게 시행하는 것이 적절함
C	시행하는 것이 적절하지 않음	해당 중재(검사)의 원하지 않는 효과에 대한 충분한 근거가 있어, 시행하는 것이 적절하지 않음
I	권고 없음 (no recommendation)	해당중재(검사)의 효과가 있거나 없다는 것에 대한 근거는 불충분 하고, 효과에 대한 추가적인 연구가 필요함. 해당중재(검사)의 효과에 대한 확신도가 매우 낮아 권고등급결정 자체가 의미 없다고 판단되는 경우

방사선량의 상대적 수준과 예시

단계	방사선량의 상대적 수준 (Relative Radiation Level, RRL)	예시
0	0	초음파 검사, MRI
1	< 1 mSv	Chest PA, Plain radiography, Mammography
2	1~5 mSv	IVU, UGIS, Low dose chest CT, Brain CT, Brain CTA
3	> 5 ~10 mSv	Routine Chest CT, Abdominal CT, Coronary CT
4	> 10 mSv	3 Phase dynamic CT (abdomen)

6. 전문가 동의(합의) 및 권고등급 결정

- 1차로 작성된 권고문 초안에 대하여 관련 분야 전문가로 구성된 컨센서스 그룹에서 검토 후 합의
- 컨센서스 그룹의 합의 결과를 바탕으로 최종 권고등급을 기술
- 컨센서스 그룹 구성: 영상의학과 전문의 및 관련 임상분야 전문가 등으로 구성하며 7인 ~15인 사이로 함

1) 합의 방법론

○ 델파이 방법

- 익명을 원칙으로 하는 델파이 방법을 사용하며, 최소 2 round로 구성

- 조사지는 핵심질문, 권고문 초안, 권고등급, 근거수준을 한눈에 볼 수 있도록 구성
- 권고문에 대한 동의 정도는 1점(매우 동의하지 않음)에서 9점(매우 동의함)의 척도로 응답은 1점~3점이 동의하지 않음, 4~6점이 모르겠음, 7~9점을 동의함으로 정의
- 동의정도를 판단하는데 참고할 수 있도록 별도로 개발과정을 단계별로 정리한 문서 및 개발방법론 프로토콜을 첨부하여 송부
- 2차조사는 1차 조사 시 응답자의 조사 결과를 반영하여 변이계수(coefficient variation, CV)* 산출 후 일치도가 낮은 문항에 대해서 재조사를 진행
 - * 변이계수(CV, coefficient variation): 표준편차를 산술평균으로 나눔. 0.5이하 (추가설문 불필요), 0.5~0.8 (안정적이나 추가설문 유동적 논의), 0.8이상(추가 설문 필요)
- 2차 조사 시에는 전체 응답자의 분포와 평가자 각 개인의 평가 결과를 항목별로 제공하여 평가자는 본인의 1차 평가 결과를 수정 또는 유지 여부를 판단하여 응답하는 방식으로 진행
- 최종 결과에서 동의정도가 낮거나 일치도가 낮은 권고문은 실무위원회와 개발위원회의 검토 후 최종 권고등급이나 권고등급을 수정

7. 전문가 동의도 조사 결과

○ 조사결과 개요

분과	유관학회		다학제 개발팀 (대한핵의학회 포함)	총 (N)
	임상 전문가	N		
신경두경부	대한신경과학회 대한신경외과학회 대한이비인후과학회	2	4	6
심장	대한심장학회 대한흉부외과학회	6	7	13
치과	대한치과교정학회 대한치과보존학회 대한영상치의학회 대한구강악안면외과학회 대한치주과학회 대한치과이식임플란트학회 대한구강악안면임플란트학회	7		7
흉부	대한결핵및호흡기학회 대한감염학회 대한흉부영상의학회	7		7

○ 1차 조사 결과

자세한 결과는 부록4에 정리하였다.

○ 2차 조사 결과

2차 조사는 1차 조사 결과를 반영하여 변이계수¹⁾를 산출하고 일치도가 낮은 문항에 대해

재조사를 실시한다. 신경두경부 KQ1 권고 2의 CV값이 0.57, KQ3 권고3의 CV값이 0.66이 나왔다. 재조사 여부 결정의 기준으로 고려한 CV값 0.5이상이었으나 으로 2차 조사를 실시하여 의견을 반영할 수도 있으나 반영/비반영 여부가 확실해 시행하지 않았다. 자세한 설명은 부록4에 제시하였다.

* 변이계수(CV, coefficient variation): 표준편차를 산술평균으로 나눈 값으로 0.5이하 (추가 설문 불필요), 0.5~0.8 (안정적이나 추가설문 유동적 논의), 0.8이상(추가 설문 필요)

○ 기타의견 취합 및 반영

표 2. 분과별 델파이 참여 위원의 기타의견수

	1차 조사	
	1차 기타 의견 수	반영건수
신경두경부	11	8
심장	13	9
치과	9	6
흉부	8	5

8. 권고문 최종안

- 컨센서스 그룹의 합의를 바탕으로 한 권고등급을 반영하여 최종 권고안을 확정하고 문서화함
- 작성된 권고문을 취합하여 최종 검토
- 필요 시 대면회의(워크샵)을 통해 최종안 도출

9. 외부 검토

- 가이드라인 개발에 참여하지 않은 관련 전문가의 검토(외부 검토)를 거쳐 가이드라인 최종본을 확정
- 외부 검토 결과의 반영 여부를 기록

근거기반 영상진단 정당성 가이드라인

1. 신경두경부

* 신경내분비

근거요약

서론 및 배경

신경내분비 이상은 신경인성 호르몬 불균형과 장기-특이적인 뇌하수체 이상을 아우르는 용어이다. 이미지 검사는 일반적으로 뇌하수체와 터키안 주변부에 중점을 두어야 하며 내분비 평가가 필수적이다 [1]. 뇌하수체의 이상은 종종 자주 다른 적응증에 의해서 시행된 영상검사에서 우연히 발견되며 이것은 잠재적인 내분비이상과 연관이 있을 수 있다 [2]. 그래서 이런 병변의 추적 검사에는 이쪽에 초점을 둔 영상검사가 흔히 요구된다.

시상하부-뇌하수체 축은 뇌하수체 전엽과 후엽의 두개의 분리된 신경내분비 기관으로 구성이 된다. 뇌하수체 전엽의 호르몬에는 갑상선자극호르몬(thyroid-stimulating hormone), 부신겔질자극호르몬(adrenal corticotrophic hormone), 프로락틴(prolactin), 성장호르몬(growth hormone), 생식샘자극호르몬(gonadotropins)이 있다. 이들은 시상하부의 영양인자들의 영향 하에 분비된다. 뇌하수체 후엽은 신경세포체가 시상하부에 있는 뉴런의 축삭의 말단으로 구성된다. 이 세포들에서 분비되는 주호르몬으로는 옥시토신(oxytocin)과 바소프레신(vasopressin) 또는 항이뇨호르몬(antidiuretic hormone)이 있다. 시상하부는 또한 섭식, 체온조절, 수면 및 각성, 기억, 갈증 과 다른 자율신경 기능의 복잡한 중재과정에 관여한다.

적절한 영상 기법의 선택을 위해 체계적 검색을 시행하여 4편의 가이드라인이 최종 선정되었고 이를 통해 핵심 질문에 맞는 권고안을 도출하였다 [3-6].

KQ 1.. 성인에서 뇌하수체의 기능 저하가 의심되거나 알고 있는 경우 초기 검사는?

권고 1. 성인에서 뇌하수체 기능 저하가 의심되거나 알고 있는 경우 초기 검사로는 터키안 MRI가 적절하며, 경우에 따라 조영제의 사용이 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

권고 2. 터키안 CT는 초기 검사로 권고될 수 있으며, 터키안에 영향을 미칠 수 있는 두개저의 뼈파괴병변을 찾거나 수술 계획을 위한 시행을 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준IV)

뇌하수체 기능 저하증은 뇌하수체 외부의 고형성 또는 낭성 병변이나 뇌하수체 내부의 병변에 의해 생길 수 있다. 남자에서 작은 프로락틴-분비 선종은 저생식샘자극호르몬 생식샘저하증을 일으켜 성욕의 감소와 발기부전을 일으킨다 [1]. 신경내분비계에 영향을 미칠 수 있는 다른 흔한 종괴 병변은 생식세포종양, 뇌수막종, 두개인두종, 라스케열낭종 등이다 [7]. 전이성 병변, 사코이드증, 그리고 다른 염증성 질환이 터키안과 터키안 주변을 침범할 수도 있다. 추가로 빈안장증후군이 지주막하공간의 터키안으로의 돌출과 함께 보일

수 있는데 이것은 보통 우연히 발견되는 소견으로 30% 가까이의 환자들은 검사에서 생식샘기능저하증을 보인다 [8].

터키안CT는 터키안에 영향을 미칠 수 있는 두개저의 뼈파괴병변과 큰 뇌하수체선종을 찾는데 쓰인다. 최적화된 기술을 쓰더라도 CT는 뇌하수체 병변을 찾는데 MRI보다 덜 민감하다 [9]. 정맥내 조영제주사는 병변을 특성화 하거나 연부조직침범을 평가하는데 유용할 수 있다. 그러나 일차영상검사로 간주되지 말아야 한다. 이중에너지기술을 사용하는 CT는 큰 뇌하수체 종양을 뇌수막종 같은 다른 종양으로부터 구분할 수 있다 [10]. 고형 종양은 터키안 상부수조의 뇌척수액과 혼동될 수 있는 낭성 병변들과 비교하여 쉽게 구분될 수 있다. 선택된 터키안 상부 종양의 CT특성들은 그들의 특성화에 도움이 될 수 있다. 해면정맥동의로의 종양침범은 발견하기 힘들 수가 있으며 추가적으로 검사를 위해 정맥조영제 투여가 필요할 수도 있다. 이중위상 CT영상검사는 최초의 영상검사로는 적합하지 않다. 얇은 절편획득과 다중평면 재구성은 직접적인 관상 영상을 크게 개선시킬 수 있으며 필수적이다. 이것은 또한 경접형동 수술에서 수술중 탐색을 돕고 접형동 뼈의 해부학적 세부사항을 제공할 수 있다.

두부CT 혈관조영술과 두부MR 혈관조영술은 시상하부-뇌하수체 축에 매우 드물게 증상을 일으키는 뇌동맥류가 의심되는 경우에 적응증이 된다. 그 외에 일반적으로 초기평가에 쓰이지 않는다 [11].

고해상도 뇌하수체 프로토콜을 사용한 터키안 MRI는 뇌하수체 및 터키안 병변을 평가하는데 선호되는 진단검사이다[1, 7]. 고해상도의 터키안과 터키안 상부에 초점을 맞춘 영상범위를 가진 조영증강 전 후의 이미지에서 해부와 뇌하수체, 누두부, 시신경교차 및 혈관구조물을 침범하는 병태는 확실하게 식별되고 특성화 될 수 있다 [12, 13]. MRI는 뇌하수체 후엽의 결여 및 이소증을 확인할 수 있다. 뇌하수체 발육부전은 이미지에 기초해서 제안될 수 있으나 뇌하수체 형성저하에 대한 객관적인 기준은 존재하지 않는다 [12, 14]. 빈안장증후군은 조영증강 전 MRI에서도 잘 식별될 수 있다.

뇌하수체 저하증의 평가에서 추체정맥동의 샘플링은 유용한 검사가 아니다. 일반 방사선 사진은 터키안 병태를 평가하는데 있어서 민감도 및 특이도가 낮은 검사이다.

KQ2. 성인에서 뇌하수체의 기능과다가 의심되거나 알고 있는 경우 초기검사는?

권고 1. 성인에서 뇌하수체 기능 과다가 의심되거나 알고 있는 경우 초기 검사로는 터키안 MRI가 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

권고 2. 조영증강 터키안 MRI는 수술안내를 위해서 시행될 수 있으며 역동적조영증강 MRI는 미세선종의 식별을 위해 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준II)

뇌하수체 선종은 성인에서 뇌하수체의 가장 흔한 병변이다. 내분비 기능과다가 의심되는 경우에 영상검사가 종양의 식별, 특성화, 추적관찰, 수술적 치료계획을 위해 적응증이 된다 [1, 7, 15]. 종양은 도파민 유사체나 다른 약물을 이용한 내과적 치료에 반응을 할 수 있다. 뇌하수체 선종은 크게 자랄 수 있지만 보통 호르몬 분비 종양은 10mm미만의 작은 크기이다. 프로락틴 분비 선종은 폐경전 여성에서 미세선종은 무월경, 젖분비과다 등의 증상을 일으키고, 남자에서는 시신경교차가 압박되어 시야증상이 생기기 전까지 무증상일

수 있으며, 저생식샘자극호르몬 생식샘저하증, 성욕의 저하나 발기부전 등의 증상을 일으킬 수 있다 [16].

CT는 큰 뇌하수체 선종을 식별해낼 수 있으며 조영증강 CT는 일부 미세선종도 구별해 낼 수 있다 [17]. 큰 종양은 터키안의 확장이나 주변뼈의 미란, 터키안상부로 확장, 경사대(clivus)로의 침범과 같은 터키안의 리모델링을 일으킨다.

두부CT 혈관조영술은 일부 수술 계획이나 영상 가이드를 위해 쓰일 수는 있으나 최초검사로서는 일반적으로 쓰이지 않는다. 과다기능 뇌하수체 선종이 의심되거나 있는 환자에서 두부MR 혈관조영술 및 일반방사선 사진촬영에 관한 관련 문헌은 없다. 고해상도 뇌하수체 프로토콜을 사용한 터키안 MRI는 호르몬분비 선종이 의심되는 경우의 표준검사이다 [18]. 조영증강 전 MRI에서 직접적으로 뇌하수체를 볼 수 있으며 조영증강 후 MRI에서는 전형적으로 정상조직보다 덜 조영증강되는 병변으로 보이는 작은 선종을 더욱 명료하게 볼 수 있다 [19, 20]. MRI는 조직경도를 특성화 하는데에 사용되어 왔으며 말단비대증 환자들에서 치료반응을 예측하는데도 사용되어져 왔다 [21]. 뇌하수체의 역동적조영증강영상은 미세선종의 식별에 일부저자들로부터 추천되어 왔다 [22]. 호르몬분비 뇌하수체 종양은 미세선종 (<10mm)이 더 흔한데 이는 고해상도, 초점을 맞춘 영상범위, 얇은 절편 등의 필요성을 더 강조한다. MRI는 T2WI에서 신호강도가 감소되어 보이는 선종내의 출혈을 특성화 할 수도 있다 [23].

추체정맥동의 샘플링은 확실하게 뇌하수체 호르몬 과다가 있지만 내과적 치료가 실패하고 영상검사에서 이상 소견이 없거나 애매하고 수술이 계획되어 있을 때 시행하는 침습적인 검사이다 [24].

KQ3. 성인에서 요붕증(diabetes insipidus) 있을 때 초기 검사는?

권고 1. 성인에서 요붕증이 있을 때 초기 검사로 터키안 MRI 검사가 적절하다. (권고등급A, 근거수준II).

권고 2. 조영증강 터키안 MRI 가 여러 질환의 감별진단에 도움이 된다. 그러나 신기능 저하 혹은 과민반응의 과거력 등의 이유로 조영제 사용이 어려울 경우 비조영증강 터키안 MRI 검사를 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준II)

권고 3. MRI 검사는 터키안 및 터키안상부 영상에 최적화된 프로토콜으로 시행하는 것이 적절하다. (권고등급A, 근거수준IV)

요붕증(Diabetes insipidus)의 원인 중 중추신경계의 이상은 뇌하수체 줄기 및 시상하부-뇌하수체 축을 침범하는 질환과 관련이 있을 수 있다 [7, 25]. 이러한 원인은 종양 염증성 병변, 그리고 그 외 기타 질환으로 분류할 수 있다. 이러한 병변들에 의한 뇌하수체 줄기 및 시상하부-뇌하수체 축을 침범하는 병변은 환자의 증상을 설명할 수 있다 [7, 8, 25]. 따라서 성인에서 요붕증이 있을 때 초기 검사는 해당 병변을 정확하게 선별하고 감별할 수 있는 MRI 검사가 추천된다. 조영증강 영상은 감별진단에 도움이 되어 사용이 추천된다. 그러나 비조영증강 MRI 또한 진단적으로 중요한 정보를 제공할 수 있으므로, 대상자의

임상적 상황에 따라 비조영 증강 검사만 시행할 수 있다.

뇌하수체 및 두개저부를 위해 설계된 MRI 촬영 프로토콜로 획득된 뇌하수체 MRI 영상은 요붕증이 있는 성인에서 1차 검사로 가장 적절하다. 특히 얇은 절편 T1 강조 영상은 뇌하수체 후엽의 정상 T1 고신호강도를 확인할 수 있어, 이러한 신호의 소실을 확인하여 뇌하수체 후엽 이소증 혹은 만성적 요붕증에 의한 소견으로 의심할 수 있다. 얇은 절편 T2 강조영상을 통하여 뇌하수체 및 뇌하수체 줄기의 위축, 외상에 의한 손상, 염증성 병변 및 종양에 의한 침범을 확인하는데에 도움이 된다 [26]. 조영증강 검사는 병변의 감별진단에 도움이 되나 screening 에 필수적으로 시행될 필요는 없다. 따라서 대상자의 임상적 상황에 따라 조영증강 검사는 선택적인 시행이 추천된다.

뇌하수체 CT 는 터키안 상부수조의 종괴 등을 진단할 수 있으며 뇌하수체 줄기를 침범하는 병변을 확인 할 수도 있다. 그러나 낭성 병변 (cystic tumor)은 CT 에서 구분이 어려울 수 있다. 얇은 두께의 다평면 재구성 영상이 진단에 필수적이다. 조영증강 CT 의 경우 뇌하수체 줄기의 조영증강 및 뇌하수체줄기 병변을 구분하는데 도움이 될 수 있으나 MRI 와 비교하여 그 진단적 가치가 떨어진다. 또한 전리방사선의 피폭에 의한 피폭을 고려할 때 뇌하수체 CT 는 요붕증이 있는 성인의 1차 검사로 제한적으로 고려될 수 있으나 추천되지 않는다.

CT 뇌혈관 조영술은 수술 계획등을 위하여 필요할 수 있으나 초기 검사로 적절하지 않다. MR 뇌혈관 조영술 및 일반방사선 사진촬영은 초기검사로 진단적 가치가 없다. 추체정맥동 샘플링은 요붕증의 초기검사로서의 가치가 보고된 문헌이 없다.

KQ4. 성인에서 뇌하수체 졸중(pituitary apoplexy) 있을 때 적절한 검사는?

- 권고 1. 성인에서 뇌하수체 졸중이 의심되는 임상 상황에서 초기 검사로는 고해상도 뇌하수체 시퀀스를 이용한 비조영증강 MRI 검사가 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

권고 2. MRI 촬영이 어려운 경우이거나 두개내 출혈, 종괴를 응급실에서 배제하기 위한 용도로 비조영증강 CT를 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준IV)

뇌하수체 졸중은 뇌하수체의 출혈 또는 혈관 손상과 관련하여 급작스럽게 발생하는 신경학적 증상과 호르몬 기능 장애를 말한다 [27, 28]. 뇌하수체 출혈을 발견하기 위해 영상검사를 사용할 수 있으며 이러한 뇌하수체 출혈은 뇌하수체 선종의 초기 증상, 치료 후 상태 또는 이전 방사선 치료 과거력, 임신, 항응고제 사용 및 외상 등에 의해 발생할 수 있다.

고해상도 뇌하수체 시퀀스를 사용한 자기공명영상은 뇌하수체 졸중이 의심되는 환자를 평가하기 위한 주요 수단이다 [27]. MRI를 이용하면 종양 및 이에 동반된 터키안 확장, 출혈 등을 잘 볼 수 있다. 비조영증강 자기공명영상은 출혈 검출에 민감한 것으로 알려져 있다 [29]. 뇌하수체 졸중은 기존 뇌하수체 선종내 출혈에 의해 가장 흔하게 발생하지만, 다른 연조직 종양의 경우 영상에서 유사한 모습을 보일 수 있다. 예를 들어, 두개인두종 또는

라트케열 낭종의 경우 단백질의 함량에 의해 T1 고신호강도를 보일 수 있으며, 유피낭종이나 기형종의 경우에는 지방 때문에 T1 고신호강도를 나타낼 수 있는데 이러한 경우 T1 지방 억제 영상을 포함하여 촬영하면 이를 구분하는 데 도움이 될 수 있다. 허혈성 뇌하수체 졸종이 의심되는 임상 상황에서 조영증강 자기공명 영상으로 종양내 괴사나 허혈에 의한 뇌하수체 중앙부의 조영증강 저하 소견이 보일 수 있으며 수술전 평가에도 조영증강이 도움될 수 있으나 조영증강 영상이 1차적으로 추천되지는 않는다.

CT는 뇌하수체 또는 뇌하수체 상부의 종괴를 발견할 수 있고 석회화의 발견이 용이하여 두개인두종을 감별하는 데 도움이 되나 급성 뇌하수체 출혈의 검출에 대해서는 MRI보다 덜 민감하다 [25]. 조영증강을 시행할 경우 출혈과 조영증강 병변을 구별하는 데 도움이 될 수 있지만 1차적으로 조영증강을 시행하는 것은 추천되지 않는다. 뇌하수체 졸종은 갑작스러운 두통과 동안신경의 마비로 나타날 수 있기 때문에 응급실에서 두개내 출혈이나 종괴를 배제하기 위한 초기 검사로 CT를 고려할 수 있다.

KQ5. 성인에서 뇌하수체나 터키안 종양 수술 (postpituitary or sellar mass resection)을 받았던 경우 적절한 검사는?

- 권고 1. 성인에서 뇌하수체 종양 수술 후 추적 검사로 MRI가 가장 적절하며, 수술 후 생길 수 있는 육아종과 감별을 위하여 수술 후 3개월이후 촬영이 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)
- 권고 2. 조영 증강 영상 및 확산강조영상 (diffusion weighted images) MRI는 추적 검사에서 반드시 필요하지 않으나, 재수술 계획 및 정밀한 검사를 위해서는 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준II)
- 권고 3. 뇌하수체 종양 수술 후 재발된 종양의 두개골 침습이 의심되는 경우 CT가 적절하다. (권고등급A, 근거수준IV)

뇌하수체 선종 부분 절제 후 또는 비기능 선종 절제후, 비선종 뇌하수체 종양 절제 후에 일정시일이 지난 후 추적 영상검사를 실시한다 [30, 31]. 수술 직후에는 수술로 인한 변화 때문에 추적검사를 시행하기 어렵다. 수술 후 추적검사의 시기와 횟수에 관해서는 다수의 논문이라 발표되었으나, 대부분 경접동 수술 시행 후 3개월이 지난 후에 시행하는 것을 권고한다 [30, 32, 33].

종양의 두개골 침습 여부는 자주 일어나는 현상은 아니지만, 반드시 찾아내야 한다. 종양의 두개골 침습 여부는 CT로 가장 잘 평가할 수 있으며, 조영제는 꼭 필요로 하지 않는다 [34].

임상적으로 혈관성 합병증이 의심되지 않는 한 수술 후 추적 영상으로 CT혈관 조영술 및 MR 혈관 조영술은 필요로 하지 않는다.

MRI 는 수술 추적 영상 검사에 가장 적합한 방법이다. MRI 는 수술 후에 재발이 의심되거나, 작은 종양을 찾아내는 데 도움이 된다. 또한 내분비 치료에 이상반응을 보이는 호르몬 분비 기능성 선종을 찾아내는 데 도움이 된다 [30, 35]. 도파민과 같은 호르몬

치료에 이상 반응을 보이지 않는 종양의 경우는 MRI 추적 검사가 반드시 필요한 것은 아니다 [36]. 확산강조영상(diffusion weighted image) 의 경우는 수술 후 육아 조직과 종양 재발의 감별에 도움이 된다 [37]. 높은 해상도로 MRI 촬영하는 것은 해면정맥동의 침습이나 기타 수술 합병증을 평가하는 데 도움이 된다. 조영제 증강 MRI 는 수술 계획목적으로 도움이 될 수 있다.

수술 후 추적 검사에 있어서 일반방사선사진 촬영의 역할은 미미 하다.

KQ6. 소아에서 성조숙증이 있는 경우 적절한 검사는?

권고 1. 소아에서 성조숙증이 있는 경우 최초검사로는 터키안 MRI 가 적절하며, 경우에 따라 조영제의 사용이 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

권고 2. 두부 MRI는 일부 성조숙증 이외에 동반되는 중추신경계 증상이 있는 경우와 선천성 기형 양상을 확인하는 경우 등에 검사 하는 것을 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준IV)

성조숙증의 주요 원인은 특발성임에도 불구하고, 뇌종양, 외상, 감염, 수두증 및 성숙되지 않은 성호르몬 촉진 호르몬(침습이나 종괴 효과 때문에 발생하는)에 의한 증후군등이 관련되어 있을수 있다 [38-43].

성조숙증의 적절한 진단영상검사에 대해서는 논란이 있으며, 항상 중심성 원인을 추정하는 호르몬 검사를 뒤따르게 된다 [44, 45]. 증상 발생 시 아동의 나이가 중요한데, 여기서 6세 이하의 소녀와 9세이하의 소년은 중추신경계 이상을 보일 가능성이 가장 높으므로 MRI로 검진해야 한다 [44, 46-48]. 6세에서 8세 사이의 여자아이의 경우, 중추신경계 병변을 식별할 확률은 2%에서 7%로 추정되고, 종양인 경우는 1% 이하이다[44, 49]. 일상적인 중추신경계 영상화의 필요성은 논란이 되고 있으며 신중한 임상적 고려가 필요하다 [47, 50].

터키안 CT는 터키안의 전체적인 크기와 구조를 평가할 수 있으나, 주변의 연조직에 대한 정보는 적으며, 배세포종, 상상세포종, 지주막 낭종등의 뇌하수체 상부의 큰 병변과 수두증과 같이 뇌실의 육안적 형태가 변하는 경우 식별할 수 있고[51], 조영제 사용은 고형 종괴를 두드러지게 할 수 있지만 초기 선별 검사로는 거의 표시되지 않는다.

뇌혈관 조영 CT는 운영 계획이나 이미지 지침의 일부일 수 있지만, 초기 평가에 일상적으로 사용되지 않으며[52], 뇌혈관 자기공명영상도 성조숙증의 사용에 관한 관련 문헌은 없다.

터키안 MRI는 시상하부-뇌하수체 축과 터키안 주변부를 평가하기 위해 선호되는 영상 방법이다 [45, 53]. 가돌리늄 기반의 조영제는 병변의 특성화에 추가적인 도움이 된다. 선종과 라트케 낭종과 같은 작은 뇌하수체 병변에서 조영제 사용 없이는 간과될 수 있고, 또 조영제 사용하면 조영 안되는 시상하부 과오종과 조영되는 정상세포종을 구별할 수 있으나, 일선의 검사로 간주해서는 안되며, 오직 사용 지침에 따라 사용할 수 있다. MRI는 시상하부에 종괴 효과 뿐만 아니라 보다 구분하기 어려운 종괴를 감지하고 뇌하수체 형태학을 직접 평가할 수 있어, MRI는 성조숙증 환자에서 심각한 두통, 시각 변화 또는

발작과 같은 중추신경계 증상이 동시에 있는 경우, 연령과 성별의 저널에 관계없이 적절하다[47]. 비록 선천성 기형은 초기 유년기에 잘 나타나며 [54] 일반적으로 조영제 사용이 필요하지 않다고 하더라도, 이런 선천성 이상 양상은 MRI에서 더 잘 볼 수 있다. 성조숙 사춘기의 평가에서 추체정맥동의 샘플링 및 일반 방사선 사진 사용에 관한 관련 문헌은 없다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

신경내분비 이상 환자의 일차 진단 영상 검사로 터키안 MRI를 시행하는 경우 방사선의 위해가 없다는 장점이 있으나, MR의 일부 기법은 고성능 장비에서 숙련된 인력에 의한 검사와 판독이 필요하기 때문에 모든 의료기관에서 시행하기 어려운 단점이 있다. 또한 CT에 비해서 소요시간이 길고, 환자가 이전의 수술이나 치료 등에 의해 두경부 부위에 금속물을 삽입한 경우 영상 왜곡 (metal artifact)이 발생할 수 있으며, 드물지만 신원성 전신섬유증 (nephrogenic systemic fibrosis)의 위험이 있으므로, 이를 고려하여 적용하여야 한다. MRI를 시행하지 못하는 환자에서 차선으로 시행 될 수 있는 CT는 방사선 피폭의 단점이 있으며, 터키안 CT는 일반적으로 터키안 MRI보다 진단 정확도가 낮다.

CT 혈관조영술과 MR 혈관조영술은 혈관병변이 의심되거나 수술계획 시에 시행할 수 있으나 일차적 검사는 아니며 CT 혈관조영술은 방사선 피폭이 발생하는 단점이 있다.

추체정맥동의 샘플링은 다양한 정도의 방사선 피폭이 발생하며 침습적인 검사이다. 확실하게 뇌하수체 호르몬 과다가 있지만 내과적 치료가 실패하고 영상검사에서 이상 소견이 없거나 애매하고 수술이 계획되어 있을 때 시행하며 그 이외에는 이득이 없다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

터키안 MRI 및 두부 MRA 0

터키안 CT 3

조영증강 두부 CTA 4

터키안 일반방사선 촬영 1

추체정맥동 샘플링 다양한정도의 1

참고문헌

1. Bonneville, J.F., Magnetic Resonance Imaging of Pituitary Tumors, in Frontiers of Hormone Research. 2016. p. 97-120.
2. Esteves, C., et al., Pituitary incidentalomas: analysis of a neuroradiological cohort. Pituitary, 2015. 18(6): p. 777-781.
3. Vicente, A., B. Lecumberri, and M. Gálvez, [Clinical practice guideline for the diagnosis

- and treatment of pituitary apoplexy]. *Endocrinol Nutr*, 2013. 60(10): p. 582.e1-582.e12.
4. Melmed, S., et al., Diagnosis and treatment of hyperprolactinemia: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab*, 2011. 96(2): p. 273-88.
 5. Burns, J., et al., ACR Appropriateness Criteria(®) Neuroendocrine Imaging. *J Am Coll Radiol*, 2019. 16(5s): p. S161-s173.
 6. Petak, S.M., et al., American Association of Clinical Endocrinologists Medical Guidelines for clinical practice for the evaluation and treatment of hypogonadism in adult male patients--2002 update. *Endocr Pract*, 2002. 8(6): p. 440-56.
 7. Go, J.L. and A.G. Rajamohan, Imaging of the Sella and Parasellar Region. *Radiologic Clinics of North America*, 2017. 55(1): p. 83-101.
 8. Guitelman, M., et al., Primary empty sella (PES): A review of 175 cases. *Pituitary*, 2013. 16(2): p. 270-274.
 9. Glastonbury, C.M., A.G. Osborn, and K.L. Salzman, Masses and malformations of the third ventricle: Normal anatomic relationships and differential diagnoses. *Radiographics*, 2011. 31(7): p. 1889-1905.
 10. Wu, L.M., et al., Usefulness of dual-energy computed tomography imaging in the differential diagnosis of sellar meningiomas and pituitary adenomas: Preliminary report. *PLoS ONE*, 2014.9(3).
 11. Heshmati, H.M., et al., Hypopituitarism caused by intrasellar aneurysms. *Mayo Clinic Proceedings*, 2001. 76(8): p. 789-793.
 12. Glezer, A., D.B. Paraiba, and M.D. Bronstein, Rare Sellar Lesions. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 2008. 37(1): p. 195-211.
 13. Rennert, J. and A. Doerfler, Imaging of sellar and parasellar lesions. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 2007. 109(2): p. 111-124.
 14. Garel, C. and J. Léger, Contribution of magnetic resonance imaging in non-tumoral hypopituitarism in children. *Hormone Research*, 2007. 67(4): p. 194-202.
 15. Hess, C.P. and W.P. Dillon, Imaging the Pituitary and Parasellar Region. *Neurosurgery Clinics of North America*, 2012. 23(4): p. 529-542.
 16. Isik, S., et al., Clinical and radiological findings in macroprolactinemia. *Endocrine*, 2012. 41(2): p. 327-333.
 17. Dietemann, J.L., et al., CT and MRI of suprasellar lesions. *Journal of Neuroradiology*, 1992. 19(1): p. 1-22.
 18. Chakeres, D.W., A. Curtin, and G. Ford, Magnetic resonance imaging of pituitary and parasellar abnormalities. *Radiologic Clinics of North America*, 1989. 27(2): p. 265-281.
 19. Patel, S.N., et al., Re-evaluation of the role of image guidance in minimally invasive pituitary surgery: Benefits and outcomes. *Computer Aided Surgery*, 2011. 16(2): p. 47-53.
 20. Kakite, S., et al., Three-dimensional gradient echo versus spin echo sequence in contrast-enhanced imaging of the pituitary gland at 3 T. *European Journal of*

- Radiology, 2011. 79(1): p. 108-112.
21. Hughes, J.D., et al., Magnetic resonance elastography detects tumoral consistency in pituitary macroadenomas. *Pituitary*, 2016. 19(3): p. 286-292.
 22. Gao, R., et al., Dynamic gadolinium-enhanced MR imaging of pituitary adenomas: Usefulness of sequential sagittal and coronal plane images. *European Journal of Radiology*, 2001. 39(3): p. 139-146.
 23. Sahdev, A., et al., Imaging in Cushing's syndrome. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 2007. 51(8): p. 1319-1328.
 24. López, J., et al., Petrosal sinus sampling for diagnosis of Cushing's disease: Evidence of false negative results. *Clinical Endocrinology*, 1996. 45(2): p. 147-156.
 25. Pisaneschi, M. and G. Kapoor, Imaging the sella and parasellar region. *Neuroimaging Clinics of North America*, 2005. 15(1): p. 203-219.
 26. Abele, T.A., et al., Non-pituitary origin sellar tumours mimicking pituitary macroadenomas. *Clinical Radiology*, 2012. 67(8): p. 821-827.
 27. Briet, C., et al., Pituitary Apoplexy. *Endocr Rev*, 2015. 36(6): p. 622-45.
 28. Wong, A., et al., Update on prolactinomas. Part 1: Clinical manifestations and diagnostic challenges. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2015. 22(10): p. 1562-1567.
 29. Tosaka, M., et al., Assessment of hemorrhage in pituitary macroadenoma by T2*-weighted gradient-echo MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2007. 28(10): p. 2023-9.
 30. Bladowska, J., et al., Are T2-weighted images more useful than T1-weighted contrast-enhanced images in assessment of postoperative sella and parasellar region? *Med SciMonit*, 2011. 17(10): p. Mt83-90.
 31. Ziu, M., et al., Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guideline on Posttreatment Follow-up Evaluation of Patients With Nonfunctioning Pituitary Adenomas. *Neurosurgery*, 2016. 79(4): p. E541-3.
 32. Coulter, I.C., et al., Radiologic follow-up of non-functioning pituitary adenomas: rationale and cost effectiveness. *J Neurooncol*, 2009. 93(1): p. 157-63.
 33. Kiliç, T., et al., Determining optimal MRI follow-up after transsphenoidal surgery for pituitary adenoma: scan at 24 hours postsurgery provides reliable information. *Acta Neurochir (Wien)*, 2001. 143(11): p. 1103-26.
 34. Cortet-Rudelli, C., et al., Etiological diagnosis of hyperprolactinemia. *Annales d'Endocrinologie*, 2007. 68(2-3): p. e15-e22.
 35. Macpherson, P., et al., Pituitary microadenomas - Does Gadolinium enhance their demonstration? *Neuroradiology*, 1989. 31(4): p. 293-298.
 36. Eroukhmanoff, J., et al., MRI follow-up is unnecessary in patients with macroprolactinomas and long-term normal prolactin levels on dopamine agonist treatment. *Eur J Endocrinol*, 2017. 176(3): p. 323-328.
 37. Heck, A., et al., Intensity of pituitary adenoma on T2-weighted magnetic resonance

- imaging predicts the response to octreotide treatment in newly diagnosed acromegaly. *Clinical Endocrinology*, 2012. 77(1): p. 72-78.
38. Debeneix, C., et al., Hypothalamic hamartoma: comparison of clinical presentation and magnetic resonance images. *Horm Res*, 2001. 56(1-2): p. 12-8.
 39. Freeman, J.L., et al., MR imaging and spectroscopic study of epileptogenic hypothalamic hamartomas: analysis of 72 cases. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2004. 25(3): p. 450-62.
 40. Grunt, J.A., et al., When should cranial magnetic resonance imaging be used in girls with early sexual development? *J Pediatr Endocrinol Metab*, 2004. 17(5): p. 775-80.
 41. Di Iorgi, N., et al., The use of neuroimaging for assessing disorders of pituitary development *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2012. 76(2): p. 161-76.
 42. Ng, S.M., et al., Cranial MRI scans are indicated in all girls with central precocious puberty. *Arch Dis Child*, 2003. 88(5): p. 414-8; discussion 414-8.
 43. Zucchini, S., et al., Role of magnetic resonance imaging in hypothalamic-pituitary disorders. *Horm Res*, 1995. 44 Suppl 3: p. 8-14.
 44. Carel, J.C., et al., Consensus statement on the use of gonadotropin-releasing hormone analogs in children. *Pediatrics*, 2009. 123(4): p. e752-62.
 45. Chung, E.M., et al., From the radiologic pathology archives: precocious puberty: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*, 2012. 32(7): p. 2071-99.
 46. Choi, K.H., et al., Boys with precocious or early puberty: incidence of pathological brain magnetic resonance imaging findings and factors related to newly developed brain lesions. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*, 2013. 18(4): p. 183-90.
 47. Kaplowitz, P.B., Do 6-8 year old girls with central precocious puberty need routine brain imaging? *Int J Pediatr Endocrinol*, 2016. 2016: p. 9.
 48. Klein, D.A., et al., Disorders of Puberty: An Approach to Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*, 2017. 96(9): p. 590-599.
 49. Mogensen, S.S., et al., Pathological and incidental findings on brain MRI in a single-center study of 229 consecutive girls with early or precocious puberty. *PLoS One*, 2012. 7(1): p.e29829.
 50. Pedicelli, S., et al., Routine screening by brain magnetic resonance imaging is not indicated in every girl with onset of puberty between the ages of 6 and 8 years. *J Clin Endocrinol Metab*, 2014. 99(12): p. 4455-61.
 51. Rieth, K.G., et al., CT of cerebral abnormalities in precocious puberty. *AJR Am J Roentgenol*, 1987. 148(6): p. 1231-8.
 52. Macpherson, P., et al., Invasive v non-invasive assessment of the carotid arteries prior to trans-sphenoidal surgery. *Neuroradiology*, 1987. 29(5): p. 457-61.
 53. Carel, J.C. and J. Léger, Clinical practice. Precocious puberty. *N Engl J Med*, 2008. 358(22): p. 2366-77.
 54. Oatman, O.J., et al., Endocrine and pubertal disturbances in optic nerve hypoplasia, from infancy to adolescence. *Int J Pediatr Endocrinol*, 2015. 2015(1): p. 8.

* 이명

근거요약

서론 및 배경

이명은 외부로부터의 청각적인 자극과는 관계없이 자신의 귓속이나 머릿속에서 들리는 증상을 말한다. 이명은 다양한 기저 질환에 의해 발생할 수 있는데 성인의 약 10-15%에서 이명 증상을 경험하며 [1], 크게 ‘주관적 이명’ 과 ‘객관적 이명’ 으로 나눌 수 있다. 주관적 이명은 환자에게만 들리는 경우이고, 이에 반해 객관적 이명은 청진기를 귀 또는 귀 주변에 대면 검사자가 이명 소리를 들을 수 있다. 이명은 또한 증상 양상에 따라 환자의 심장 박동과 일치하는 박동성 (pulsatile)과 일치하지 않고 지속적인 비박동성 (nonpulsatile) 이명으로 나뉜다 [2].

비박동성 이명은 가장 흔히 나타나는 이명인데 환자 본인에게만 들리는 주관적 이명의 형태로 나타나며 노인성 난청이나 약물 독성, 환경 소음에의 노출 등을 비롯해 여러 기저 요인과 연관될 수 있다. 주관적 이명은 오직 환자에 의해서만 감지될 수 있는데 다양한 청각 질환, 신경학적 질환 및 대사성 질환 등에 의해 발생할 수 있으며 감각신경성 난청을 동반한 상황에서 주로 관찰된다 [3]. 객관적 이명이라 함은 검사자가 들을 수 있는 이명을 뜻하며 이 경우 기저 혈관 이상 혹은 근간대경련에 대해 즉각적인 평가가 이루어져야 한다 [3].

일차성 이명은 특발성으로 나타나며 감각신경성 난청을 동반할 수 있고 일반적으로 치료법이 없다. 이명이 경한 경우 자연적으로 소실되기도 하지만 지속적이고 만성적인 이명의 경우 약물치료, 소리치료, 보청기치료 등을 수반한 이명재훈련치료, 인지행동치료를 이용해 증상이 완화되기를 기대해볼 수 있다. 이차성 이명은 기저 원인과 연관되어 나타나며 이러한 기저 원인은 영상을 통한 확인과 이에 따른 수술적 치료가 필요할 수도 있다. 원인은 이구전색으로부터 중이 나 미로의 질환, 혈관 이상, 청신경 초종, 두개내압 저하에까지 이를 수 있다.

영상 검사 전에 먼저 포괄적인 이(耳)학적 검사 및 청력 검사, 기왕력 및 복용 약물에 대한 면밀한 파악이 선행되어야 한다 [3]. 적절한 영상 기법의 선택은 이명의 양상과 연관 증상에 달려있다.

적절한 영상 기법의 선택을 위해 체계적 검색을 시행하여 4편의 가이드라인이 최종 선정되었고 이를 통해 핵심 질문에 맞는 권고안을 도출하였다 [3-6].

KQ 7. 성인에서 성인에서 근간대경련 (myoclonus)나 유스타키오관의 이상 없이 나타난 주관적 혹은 객관적인 박동성 이명에서 1차적 평가에 적절한 영상 검사는?

권고 1. 근간대경련이나 유스타키오관의 이상을 동반하지 않은 주관적 혹은 객관적인 박동성 이명이 있는 성인환자에서 조영제를 사용한 CT 혈관 조영술이나 MR 혈관 조영술이 1차적인 검사로 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

권고 2. 조영제를 사용할 수 없는 경우 비조영증강 측두골 CT 나 비조영증강 MRA 도 1차적인 검사로 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

권고 3. 조영증강 전후 영상을 포함하는 측두골 MRI 도 1차적인 검사로 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

박동성 이명에서 영상 검사의 궁극적인 목적은 원인이 되는 기형이나 이상이 여러가지 치료로 해결될 수 있는지를 확인하는 것이다 [7]. 일차적인 원인으로는 혈관 종괴 [8, 9], 비정상적인 동정맥 구조 [10, 11], 혈관 기형 [12, 13], 및 두개내압 저하 [14-16] 등을 고려해야 한다. 객관적 이명은 드물고 경동맥의 동맥경화에 동반된 와류, 경정맥구의 이상, 하악과두의 이상, 유양돌기의 도출정맥 등에 의해 나타날 수 있으며, 박동성이 나타나지 않을 수도 있다. 영상 검사 전에 이학적 검사를 시행해서 근경련이나 간대성근경련 [17-20] 혹은 유스타키오 관의 이상을 배제하는 것이 바람직하다.

측두골 전용 CT는 고막후방 혈관성 종괴 또는 주관적 박동성 이명[8, 9, 21, 22] 이 있는 경우 원인이 되는 부신경절종이나 중이의 선종성 종괴 혹은 혈관의 해부학적 변이가 있는지 여부를 판단하기 위해 1차 검사로 권장된다. 측두골 CT는 또한 반고리관 피열을 진단하는 데에도 민감하지만 [23] 상반고리관 피열을 과도하게 진단할 수 있어 주의가 필요하다 [24].

기저 혈관 질환의 평가를 위해 조영증강 CT 혈관 조영술도 1차적 검사로 사용될 수 있다. [12, 25-27] CTA 의 고해상도 원본 영상을 이용해서 측두골 전용 CT처럼 재구성하면 추가적인 방사선 노출을 피할 수 있지만 [28] 측두골의 CTA 와 CT 를 한번에 평가하는 것이 CT 나 CTA 만을 평가하거나 이를 순차적으로 시행하는 것에 비해 더 낫다는 연구 결과는 없다..

MRI 와 MRA는 일부 연구에서 혈관조영술과 필적할 만한 정확도를 보여주었고 [29, 30] 두개내 혈관 기형을 감별하기 위한 비침습성 대체 검사로 고려될 수 있다. 비조영증강 MRI 및 MRA는 요오드 조영제나 가돌리늄 조영제에 알러지가 있거나 적응증이 되지 않는 환자에서 혈관 질환을 찾는 데 사용 가능하다 [27]. 내이도의 MRI 검사와 MRA는 혈관과 신경 사이의 관계를 평가하는 데 도움이 된다. 청각신경에 혈관의 접촉이나 충돌이 임상적 의의가 있는지에 대해서는 여전히 논쟁이 진행중이다. [10, 31-33] 그리고 정상적인, 증상이 없는 혈관 루프가 자주 관찰되니까 이러한 소견이 다른 이명의 원인을 찾는 노력을 그만두게 하면 안된다. 혈관조영술은 1차적으로 권장되지는 않으며 다른 비 침습적인 검사에서 원인을 알 수 없는 경우이거나 뇌경막 동정맥루 부신경절종의 좀 더 정확한 검사를 위한 경우에 고려 가능하다. 경동맥 도플러 초음파는 두개의 경동맥 협착이 박동성 이명의 원인으로 의심될 때 이를 관찰하는 데 도움이 된다.[27]

KQ 8. 성인에서 이경검사상의 이상이나 비대칭성 청력저하, 신경학적 결손 혹은 외상의 병력 없이 비대칭성 혹은 일측성의 주관적인 비박동성 이명이 나타난 경우 1차적 평가에 적절한 영상 검사는?

권고 1. 일측성의 주관적인 비박동성 이명을 호소하는 성인 환자에서 임상적으로 명백한 원인이나 기타 관련 증상이 없는 경우 조영증강 또는 조영증강 전 두부와 내이도 (head and internal auditory canal) MRI 검사가 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

비박동성 이명은 울림, 윙윙거리는 소리 또는 딸깍거리는 느낌으로 설명될 수 있다. 이 경우에, 이경검사로 귀지, 중이염 또는 중피와 같은 원인을 식별할 수 있기 때문에 선행되는 임상 검사가 중요하다 [3](4). 따라서 이명 증상 자체 보다는 임상 검사 결과에 따라 영상 촬영 결정해야 한다. 이명을 호소하는 환자에서 비대칭 청력 손실, 신경학적 결손 또는 두부 외상이 동반되는 경우, 영상촬영은 “청력 손실” [34], “뇌혈관 질환” [35], 또는 “두부 외상” [36]에 대한 적절한 영상검사가 시행되어야 한다.

임상적으로 명백한 원인이나 기타 관련 증상이 없는 주관적인 비박동성 일측성 이명은 신경초종 (vestibular schwannoma) 또는 소뇌교조 (cerebellopontine angle cistern) 질환 [37-39] 또는 청각 경로 중피와 관련 될 수 있다 [31, 40]. 이러한 경우 조영증강 또는 조영증강 전 두부와 내이도 (head and internal auditory canal) MRI 로 가장 잘 평가 된다. 이 밖에, 지연성 정맥내 또는 고실내 (delayed intravenous or intratympanic) 조영증강 MRI는 메니에르병에서 내림프수종 (endolymphatic hydrops) 의 진단에 제안되었지만, 이명 증상과의 관련성은 입증되지 않았다 [41, 42].

환자가 MRI 검사를 받을 수 없는 경우, CT는 내재한 혈관성 (vascular) 또는 골 (osseous) 질환에 대한 평가에 도움이 된다. 그러나 CT는 뇌신경, 수조, 뇌, 뇌간에 존재하는 작은 중피를 감지하는데 있어 제한적인 민감도 (sensitivity)를 가지고 있다. 고해상도 소스 CTA 영상에서 재구성한 측두골 CT 영상은 환자에 대한 추가 방사선 피복 없이 민감도 향상에 보완적으로 도움이 될 수 있다.

KQ 9. 성인에서 청력 감소나 신경학적 결손 혹은 외상의 병력 없이 나타난 대칭적 혹은 양측성의 비박동성 이명의 경우 1차적 평가에 적절한 영상 검사는?

권고 1. 대칭적 혹은 양측성의 주관적 비박동성 이명을 호소하는 성인 환자에서 청력 감소나 신경학적 결손 등의 다른 증상이 없는 경우 영상검사는 적절하지 않다. (권고등급C, 근거수준II)

모든 이명의 환자에게 영상 검사가 권장되지는 않는다. 약물 또는 소음 노출로 인한 난청, 노인성 난청, 만성 양측성 난청과 관련된 이명에서는 영상 검사상 비특이적 소견이거나 병변이 드러나지 않는다. 하지만 일부 비박동성 양측성 이명은 출혈 [43, 44], 신경퇴행

[45](7), 자발적 두개내 저혈압 [46-48](8-10)의 상황에서 나타날 수 있다. 따라서 비박동성 양측성 이명의 평가를 위해 CT나 MRI가 필요한지 여부는 종종 동반 증상이나 청력 손실, 신경학적 결손 또는 두부 외상과 같은 검사 결과에 달려 있다. 청력 저하, 어지럼, 또는 신경학적 결손이 동반된 이명의 경우는 중이염, 진주종 [49](11), 내이 [50-52] [미로염(12), 이경화증(13), 미로내 출혈(14)] 또는 중추 신경계 [37, 38, 43, 53, 54] [신경초종, 소뇌수조 종괴(15,16,17), 뇌간 및 청각경로 질환(5.18)]의 이상과 관련 될 수 있으므로 이에 맞는 적절한 영상 검사가 시행 되어야 한다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

이명 환자의 일차 진단 영상 검사로 두부와 내이도 (head and internal auditory canal) MRI를 시행하는 경우 방사선의 위험이 없다는 장점이 있으나, MR의 일부 기법은 고성능 장비에서 숙련된 인력에 의한 검사와 판독이 필요하기 때문에 모든 의료기관에서 시행하기 어려운 단점이 있다. 또한 CT에 비해서 소요시간이 길고, 환자가 이전의 수술이나 치료 등에 의해 두경부 부위에 금속물을 삽입한 경우 영상 왜곡 (metal artifact)이 발생할 수 있으며, 드물지만 신원성 전신섬유증 (nephrogenic systemic fibrosis)의 위험이 있으므로, 이를 고려하여 적용하여야 한다. MRI를 시행하지 못하는 환자에서 차선으로 시행 될 수 있는 CT는 방사선 피폭의 단점이 있다. 하지만 측두골 CT 검사는 방사선 피폭의 단점이 같은 두부 CT에 비해 진단정확도가 높은 장점이 있다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

두부와 내이도 MRI 및 MRA 0

측두골 CT 및 CTA 3

참고 문헌

1. Health, N.I.o. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD). Quick statistics. 2017 [cited 2017 September 1].
2. Fife, T.D., Neuro-otology of systemic disease, in Neurological Disorders due to Systemic Disease, S.L. Lewis, Editor. 2013, Wiley-Blackwell Health Sciences: Oxford, UK. p. 145-54.
3. Tunkel, D.E., et al., Clinical practice guideline: tinnitus. Otolaryngol Head Neck Surg, 2014. 151(2 Suppl): p. S1-S40.
4. Basura, G.J., et al., Clinical Practice Guideline: Meniere's Disease Executive Summary. Otolaryngol Head Neck Surg, 2020. 162(4): p. 415-434.

5. Expert Panel on Neurologic, I., et al., ACR Appropriateness Criteria((R)) Tinnitus. J Am Coll Radiol, 2017. 14(11S): p. S584-S591.
6. Lewis, S., et al., Assessment and management of tinnitus: summary of NICE guidance. Bmj, 2020. 368: p. m976.
7. Sonmez, G., et al., Imaging of pulsatile tinnitus: a review of 74 patients. Clin Imaging, 2007. 31(2): p. 102-8.
8. Alaani, A., S.V. Chavda, and R.M. Irving, The crucial role of imaging in determining the approach to glomus tympanicum tumours. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology, 2009. 266(6): p. 827-831.
9. Bierry, G., et al., Middle ear adenomatous tumor: A not so rare glomus tympanicum-mimicking lesion. Journal of Neuroradiology, 2010. 37(2): p. 116-121.
10. Sismanis, A., Pulsatile tinnitus. Otolaryngologic Clinics of North America, 2003. 36(2): p. 389-402.
11. Zhao, P., et al., Persistent petrosquamosal sinus in adults: qualitative imaging evaluation on high-resolution CT venography. Acta Radiol, 2014. 55(2): p. 225-30.
12. Narvid, J., et al., CT angiography as a screening tool for dural arteriovenous fistula in patients with pulsatile tinnitus: feasibility and test characteristics. AJNR Am J Neuroradiol, 2011. 32(3): p. 446-53.
13. Spittau, B., et al., Dural arteriovenous fistulas of the hypoglossal canal: systematic review on imaging anatomy, clinical findings, and endovascular management. J Neurosurg, 2015. 122(4): p. 883-903.
14. Grewal, A.K., et al., Clinical presentation and imaging findings in patients with pulsatile tinnitus and sigmoid sinus diverticulum/dehiscence. Otol Neurotol, 2014. 35(1): p. 16-21.
15. Harvey, R.S., et al., Pulse-synchronous tinnitus and sigmoid sinus wall anomalies: descriptive epidemiology and the idiopathic intracranial hypertension patient population. Otol Neurotol, 2014. 35(1): p. 7-15.
16. Schoeff, S., et al., Imaging prevalence of sigmoid sinus dehiscence among patients with and without pulsatile tinnitus. Otolaryngol Head Neck Surg, 2014. 150(5): p. 841-6.
17. Ellenstein, A., N. Yusuf, and M. Hallett, Middle ear myoclonus: two informative cases and a systematic discussion of myogenic tinnitus. Tremor Other Hyperkinet Mov (N Y), 2013. 3.
18. Fox, G.N. and M.T. Baer, Palatal myoclonus and tinnitus in children. West J Med, 1991. 154(1): p. 98-102.
19. Park, S.N., et al., Clinical characteristics and therapeutic response of objective tinnitus due to middle ear myoclonus: a large case series. Laryngoscope, 2013. 123(10): p. 2516-20.
20. Sinclair, C.F., L.E. Gurey, and A. Blitzer, Palatal myoclonus: algorithm for management with botulinum toxin based on clinical disease characteristics. Laryngoscope, 2014. 124(5): p. 1164-9.

21. Remley, K.B., et al., Pulsatile tinnitus and the vascular tympanic membrane: CT, MR, and angiographic findings. *Radiology*, 1990. 174(2): p. 383-9.
22. Willinsky, R.A., Tinnitus: imaging algorithms. *Can Assoc Radiol J*, 1992. 43(2): p. 93-9.
23. Hillman, T.A., et al., Reversible peripheral vestibulopathy: the treatment of superior canal dehiscence. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2006. 134(3): p. 431-6.
24. Ceylan, N., et al., CT imaging of superior semicircular canal dehiscence: added value of reformatted images. *Acta Otolaryngol*, 2010. 130(9): p. 996-1001.
25. Cho, I.K., et al., 3-Dimensional reconstruction of the venous system in patients suffering from pulsatile tinnitus. *Acta Otolaryngol*, 2012. 132(3): p. 285-9.
26. Liu, Z., et al., Sigmoid sinus diverticulum and pulsatile tinnitus: analysis of CT scans from 15 cases. *Acta Radiol*, 2013. 54(7): p. 812-6.
27. Mattox, D.E. and P. Hudgins, Algorithm for evaluation of pulsatile tinnitus. *Acta Otolaryngol*, 2008. 128(4): p. 427-31.
28. Krishnan, A., et al., CT arteriography and venography in pulsatile tinnitus: preliminary results. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2006. 27(8): p. 1635-8.
29. Deuschl, C., et al., Value of DSA in the diagnostic workup of pulsatile tinnitus. *PLoS One*, 2015. 10(2): p. e0117814.
30. Noguchi, K., et al., Intracranial dural arteriovenous fistulas: evaluation with combined 3D time-of-flight MR angiography and MR digital subtraction angiography. *AJR Am J Roentgenol*, 2004. 182(1): p. 183-90.
31. Chadha, N.K. and G.M. Weiner, Vascular loops causing otological symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Clin Otolaryngol*, 2008. 33(1): p. 5-11.
32. Guevara, N., et al., Microvascular decompression of cochlear nerve for tinnitus incapacity: pre-surgical data, surgical analyses and long-term follow-up of 15 patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2008. 265(4): p. 397-401.
33. Nowé, V., et al., Does the location of a vascular loop in the cerebellopontine angle explain pulsatile and non-pulsatile tinnitus? *Eur Radiol*, 2004. 14(12): p. 2282-9.
34. Expert Panel on Neurologic, I., et al., ACR Appropriateness Criteria((R)) Hearing Loss and/or Vertigo. *J Am Coll Radiol*, 2018. 15(11S): p. S321-S331.
35. Expert Panel on Neurologic, I., et al., ACR Appropriateness Criteria((R)) Cerebrovascular Disease. *J Am Coll Radiol*, 2017. 14(5S): p. S34-S61.
36. Shetty, V.S., et al., ACR Appropriateness Criteria Head Trauma. *J Am Coll Radiol*, 2016. 13(6): p. 668-79.
37. Gimsing, S., Vestibular schwannoma: when to look for it? *J Laryngol Otol*, 2010. 124(3): p. 258-64.
38. Jiang, Z.Y., et al., Intracochlear schwannomas confined to the otic capsule. *Otol Neurotol*, 2011. 32(7): p. 1175-9.
39. Springborg, J.B., L. Poulsen, and J. Thomsen, Nonvestibular schwannoma tumors in the cerebellopontine angle: a structured approach and management guidelines. *Skull*

- Base, 2008. 18(4): p. 217-27.
40. Chen, Y.C., et al., Altered intra- and interregional synchronization in resting-state cerebral networks associated with chronic tinnitus. *Neural Plast*, 2015. 2015: p. 475382.
 41. Pyykkö, I., et al., Magnetic resonance imaging of the inner ear in Meniere's disease. *Otolaryngol Clin North Am*, 2010. 43(5): p. 1059-80.
 42. Wu, Q., et al., The correlation between symptoms of definite Meniere's disease and endolymphatic hydrops visualized by magnetic resonance imaging. *Laryngoscope*, 2016. 126(4): p. 974-9.
 43. de Aguiar, P.H., et al., Brainstem cavernomas: a surgical challenge. *Einstein (Sao Paulo)*, 2012. 10(1): p. 67-73.
 44. Saito, N., et al., Clinical and radiologic findings of inner ear involvement in sickle cell disease. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011. 32(11): p. 2160-4.
 45. Shulman, A., B. Goldstein, and A.M. Strashun, Central nervous system neurodegeneration and tinnitus: a clinical experience. Part I: Diagnosis. *Int Tinnitus J*, 2007. 13(2): p. 118-31.
 46. Arai, M., T. Takada, and M. Nozue, Orthostatic tinnitus: an otological presentation of spontaneous intracranial hypotension. *Auris Nasus Larynx*, 2003. 30(1): p. 85-7.
 47. Ferrante, E., et al., Spontaneous intracranial hypotension syndrome: report of twelve cases. *Headache*, 2004. 44(6): p. 615-22.
 48. Isildak, H., S. Albayram, and H. Isildak, Spontaneous intracranial hypotension syndrome accompanied by bilateral hearing loss and venous engorgement in the internal acoustic canal and positional change of audiography. *J Craniofac Surg*, 2010. 21(1): p. 165-7.
 49. Falcioni, M., A. Taibah, and Rohit, Pulsatile tinnitus as a rare presenting symptom of residual cholesteatoma. *J Laryngol Otol*, 2004. 118(2): p. 165-6.
 50. Lao, Z., et al., Labyrinthine sequestrum: four case studies. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2012. 147(3): p. 535-7.
 51. Samii, M., et al., Cavernous angiomas within the internal auditory canal. *J Neurosurg*, 2006. 105(4): p. 581-7.
 52. Yamashita, K., et al., The radiological diagnosis of fenestral otosclerosis: the utility of histogram analysis using multidetector row CT. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2014. 271(12): p. 3277-82.
 53. van de Langenberg, R., et al., Predictors of volumetric growth and auditory deterioration in vestibular schwannomas followed in a wait and scan policy. *Otol Neurotol*, 2011. 32(2): p. 338-44.
 54. Nowé, V., P. Van de Heyning, and P.M. Parizel, MRI in patients with otovestibular complaints of unknown origin. *B-ent*, 2007. 3 Suppl 7: p. 27-35.

2. 심장

KQ 1. 심근경색이 배제된 급성 흉통이 있는 환자에서 심전도의 지속적인 ST 분절상승이 있을 때 심장 CT가 적절한가?

권고 1. 심근경색이 배제된 급성 흉통이 있는 환자에서 심전도의 지속적인 ST 분절상승이 있을 때 심장 CT를 고려할 수 있다. (단, 대동맥 박리, 급성관상동맥증후군, 폐 혈전 색전증을 동시에 확인하기 위해 더 긴 스캔 범위를 사용해야 한다.)(권고등급 B, 근거수준 D)

근거 요약

심근경색이 배제된 급성 흉통이 있는 환자에서 심전도의 지속적인 ST 분절상승이 있을 때 시행하는 영상검사에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 총 3개의 가이드라인이 선정되었다. 이 중, 2015년 Korean 가이드라인에서는 심근경색이 배제된 급성 흉통이 있는 환자에서 심전도의 지속적인 ST 분절상승이 있을 때 (더 긴 스캔 범위를 포함한) 심장 CT가 고려될 수 있다고 하였다.(Appropriateness Criteria Uncertain) (1). 2018년 Japanese Circulation Society의 가이드라인에서는 심근경색 외에도 ST 분절상승을 유발하는 다른 질환의 징후 또는 증상이 있는 환자는 흉부 X-선 촬영을 시행해야 하며 (Class of Recommendation I), 이 중 흉부 X-선 촬영에서 이상이 있는 경우에는 CT를 시행해야 한다고 강조하고 있다 (2). 또한 2013년 Japanese Circulation Society에서 발간한 혈관 경련 협심증 (vasospastic angina)의 진단과 치료에 관한 가이드라인에서는 혈관 경련 협심증에서도 ST 분절상승이 일어날 수 있으며 이 경우에 심장 CT를 시행해볼 수 있다고 권고하고 있다 (Class of Recommendation IIb) (3).

이 전의 여러 연구에서 심근경색 이외에도 혈관 경련 협심증, 급성 대동맥 박리, 급성 폐 혈전 색전증 (acute pulmonary thromboembolism), 타코츠보 증후군 (takotsubo syndrome), 전격성 심근염 (fulminant myocarditis), 또는 급성 심낭염 (acute pericarditis) 환자에서 종종 심전도상 ST-T 분절의 변화를 일으킬 수 있으며, 또한 심실 비대, 심실 전도 장애, 심근 병증, 대사 장애, 전해질 이상, digitalis와 같은 약물 등 다양한 상황이 ST-T에 영향을 미치는 것이 확인되었다 (4-11). 따라서 이 가이드라인들에서는 임상적 특징 및 기타 진단 검사 결과를 고려하여 ST-T 변화의 다른 원인을 급성 관상 동맥 증후군과 혼동하지 않는 것이 중요하다고 결론짓고 있다 (1-3).

2018년 Japanese Circulation Society의 가이드라인에서는 흉부 X-선 촬영에서 상 종격동의 확대, 이중 그림자 (double shadow)가 드러나거나 혹은 대동맥벽의 내막 석회화 (intimal calcification)가 이동된 경우에는 급성 대동맥 박리의 가능성의 의심 하에 CT를 시행해야 하며, 또한 흉부 X-ray에서 폐동맥의 파열이나 폐색 또는 국소 허혈이 발견되면 급성 폐 혈전 색전증을 의심하고 조영제 CT를 시행해야 한다고 권고하고 있다 (2). 또한 이전 연구들에서 밝혀진 바, 원인 불명의 흉통이 있는 환자의 경우 흉통의 가장 흔한 세 가지 치명적 원인 (대동맥 박리, 급성 관상 동맥 증후군, 폐 혈전 색전증)을 CT를 통해 안전하고

효과적으로 구분할 수 있으며 (12-17), 2015년 Korean 가이드라인에서는 이 경우 CT는 기존의 심장 CT보다 더 긴 스캔 범위를 사용해야 한다고 서술하고 있다. 따라서, 더 긴 스캔 범위를 사용하는 CT의 경우에 방사선 노출량과 필요한 조영제도 증가할 수 있다 (18). 그럼에도 불구하고, 흉통으로 응급실을 방문하는 환자에 대해 심장 CT를 이용하면 의사가 임상 결정을 내리는 데 도움을 줄 수 있다 (19).

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

심근경색이 배제된 급성 흉통이 있는 환자에서 심전도의 지속적인 ST 분절상승이 있을 때 더 긴 스캔 범위의 심장 CT를 시행하면 심근경색 이외에도 지속적인 ST 분절상승을 유발하는 다른 다양한 질환을 감별할 수 있으며, 의사가 임상 결정을 내리는 데에 도움을 줄 수 있다. 그러나 더 긴 스캔 범위의 심장 CT를 시행하면 방사선 피폭의 증가 및 조영제 부작용 등의 단점이 있다. 그럼에도 불구하고 여러 기술의 발전으로 심장 CT의 방사선량이 예전보다 현저히 낮아졌고, diagnostic performance 면에서 예전보다 향상되었기 때문에 이득이 더 크다 할 수 있다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라의 경우 다른 나라에 비해 병원 자체의 CT 보유율이 높고 특히 대형병원은 심장 CT에서 필수적인 64 채널 이상의 CT를 거의 대부분 보유하고 있기 때문에 심장 CT에 대한 접근성이 좋다. 따라서 진료지침의 국내 수용성에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 그러나 건강보험적용 여부와 관련된 검사비용과 방사선 위해성, 조영제 부작용 등에 따른 환자의 부담감 등에 있어서는 실제 적용하는데 어려운 측면도 존재할 수 있겠다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고문헌

1. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean journal of radiology 2015;16(2):251-285.
2. Kimura K, Kimura T, Ishihara M, Nakagawa Y, Nakao K, Miyauchi K, Sakamoto T, Tsujita K, Hagiwara N, Miyazaki S. JCS 2018 guideline on diagnosis and treatment of acute coronary syndrome. Circulation Journal 2019;83(5):1085-1196.
3. Group JJW. Guidelines for diagnosis and treatment of patients with vasospastic angina (Coronary Spastic Angina)(JCS 2013). Circulation Journal 2014:CJ-66-0098.
4. Suzuki T, Mehta RH, Ince Hs, Nagai R, Sakomura Y, Weber F, Sumiyoshi T, Bossone E, Trimarchi S, Cooper JV. Clinical profiles and outcomes of acute type B aortic dissection in the current era: lessons from the International Registry of Aortic Dissection (IRAD). Circulation 2003;108(10_suppl_1):II-312-II-317.

5. Wang K, Asinger RW, Marriott HJ. ST-segment elevation in conditions other than acute myocardial infarction. *New England Journal of Medicine* 2003;349(22):2128-2135.
6. Ota M, Anan I, Morimoto S, Minai K, Komukai K, Ogawa T, Kawai M, Hongo K, Yoshimura M. Severe lasting coronary spasm detected by multi-detector row computed tomography. *International journal of cardiology* 2011;153(3):e62-e64.
7. Kosuge M, Uchida K, Imoto K, Hashiyama N, Ebina T, Hibi K, Tsukahara K, Maejima N, Masuda M, Umemura S. Frequency and implication of ST-T abnormalities on hospital admission electrocardiograms in patients with type A acute aortic dissection. *The American Journal of Cardiology* 2013;112(3):424-429.
8. Medeiros K, O' Connor MJ, Baicu CF, Fitzgibbons TP, Shaw P, Tighe DA, Zile MR, Aurigemma GP. Systolic and diastolic mechanics in stress cardiomyopathy. *Circulation* 2014;129(16):1659-1667.
9. Kosuge M, Uchida K, Imoto K, Isoda S, Karube N, Ebina T, Hibi K, Nakahashi H, Tsukahara K, Iwahashi N. Prognostic value of ST-segment elevation in lead aVR in patients with type A acute aortic dissection. *Journal of the American College of Cardiology* 2015;65(23):2570-2571.
10. Templin C, Ghadri JR, Diekmann J, Napp LC, Bataiosu DR, Jaguszewski M, Cammann VL, Sarcon A, Geyer V, Neumann CA. Clinical features and outcomes of Takotsubo (stress) cardiomyopathy. *New England Journal of Medicine* 2015;373(10):929-938.
11. Kosuge M, Kimura K, Uchida K, Masuda M, Tamura K. Clinical implications of electrocardiograms for patients with type A acute aortic dissection. *Circulation Journal* 2017:CJ-17-0309.
12. Rubinshtein R, Halon DA, Gaspar T, Jaffe R, Goldstein J, Karkabi B, Flugelman MY, Kogan A, Shapira R, Peled N. Impact of 64-slice cardiac computed tomographic angiography on clinical decision-making in emergency department patients with chest pain of possible myocardial ischemic origin. *The American journal of cardiology* 2007;100(10):1522-1526.
13. Hollander JE, Chang AM, Shofer FS, McCusker CM, Baxt WG, Litt HI. Coronary computed tomographic angiography for rapid discharge of low-risk patients with potential acute coronary syndromes. *Annals of emergency medicine* 2009;53(3):295-304.
14. Yoon YE, Wann S. Evaluation of acute chest pain in the emergency department: "triple rule-out" computed tomography angiography. *Cardiology in review* 2011;19(3):115-121.
15. Lee HY, Yoo SM, White CS. Coronary CT angiography in emergency department patients with acute chest pain: triple rule-out protocol versus dedicated coronary CT angiography. *The International Journal of Cardiovascular Imaging* 2009;25(3):319-326.
16. Frauenfelder T, Appenzeller P, Karlo C, Scheffel H, Desbiolles L, Stolzmann P, Marincek B, Alkadhi H, Schertler T. Triple rule-out CT in the emergency department: protocols and spectrum of imaging findings. *European radiology* 2009;19(4):789-799.

17. Halpern EJ. Triple-rule-out CT angiography for evaluation of acute chest pain and possible acute coronary syndrome. Radiology 2009;252(2):332-345.
18. Madder RD, Raff GL, Hickman L, Foster NJ, McMurray MD, Carlyle LM, Boura JA, Chinnaiyan KM. Comparative diagnostic yield and 3-month outcomes of “triple rule-out” and standard protocol coronary CT angiography in the evaluation of acute chest pain. Journal of cardiovascular computed tomography 2011;5(3):165-171.
19. Hoffmann U, Truong QA, Schoenfeld DA, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT, Pope JH, Hauser TH, White CS, Weiner SG. Coronary CT angiography versus standard evaluation in acute chest pain. New England Journal of Medicine 2012;367(4):299-308.

KQ 2. 급성 흉통이 있으나, 급성 관동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 낮은 환자에서 관상동맥 CT가 적절한가?

권고 1. 급성 흉통이 있으나, 급성 관동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 낮은 환자에서 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 I)

근거 요약

급성 흉통이 있고 급성관상동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 낮은 환자의 적절한 영상 검사에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 2개의 가이드라인과 1개의 전문가 합의가 선택되었다 (1-3). 본 가이드라인은 이들을 기준으로 참고하여 수용 개작하였다.

2015년 한국 심장 CT 가이드라인에서는 급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 1) ECG 결과와 myocardial enzyme level이 모두 정상일 경우, 위험도와 상관없이 관상동맥 CT를 권고하였고 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A), 2) 위험도가 낮은 환자에 대해, ECG 결과가 uninterpretable할 경우, 관상동맥 CT를 권고하였으며 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A), 3) ECG 결과가 non-diagnostic하거나 myocardial enzyme level이 unclear한 환자에 대해, 위험도가 낮을 때, 관상동맥 CT를 권고하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) (1). 이는 급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 관상동맥 CT를 시행하는 것이 치료의 계획을 세우는데 비용 효율성 및 안정성이 더 좋다는 여러 연구 결과에 기반한다 (4-7). 그러나, Hoffmann 등은 관상동맥 CT의 시행이 임상상의 결정에는 도움을 주지만 방사선 노출을 증가시키고 추가적인 다른 검사들로 인해 비용 절감 효과는 없다고도 하였다 (8).

2016년에 업데이트된 영국 NICE (The National Institute for Health and Care Excellence)의 급성 흉통 가이드라인에서는, 임상 평가에서 급성 흉통 환자가 전형적 또는 비전형적 협심증을 시사할 경우, 관상동맥 CT를 권고하였다 (3). 트로포닌 증가가 없는 급성관상동맥증후군(troponin-negative acute coronary syndrome) 환자에 대해,

관상동맥질환을 배제하기 위해 일차 검사로서 관상동맥 CT를 시행하는 것이 비용 효과적인지 연구가 필요하다고 하였다. 한편, 관상동맥 CT에서 uncertain functional significance 결과를 보이거나 non-diagnostic 할 경우, 비침습적 기능영상검사(non-invasive functional imaging)를 추가로 시행하는 것도 고려할 수 있다.

2017년 Asian Society of Cardiovascular Imaging (ASCI)의 비침습적 심장 영상에 대한 전문가 합의에서는 급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 1) ECG 결과와 cardiac biomarker가 모두 정상인 경우 global CAD (coronary artery disease) risk가 낮을 경우, 관상동맥 CT를 권고하였고 (Appropriate Use Criteria A), 2) ECG 결과가 non-diagnostic하거나, cardiac biomarker 결과가 equivocal한 경우 global CAD risk가 낮을 때 역시 관상동맥 CT를 권고하였다 (Appropriate Use Criteria A)(2).

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

급성관상동맥증후군의 위험도가 낮은 급성 흉통 환자에서 관상동맥 CT를 고려한다면, 관상동맥질환을 조기 배제함으로써, 불필요한 invasive coronary angiography의 빈도를 낮출 수 있다. 다만 환자에게 방사선 노출의 위험이 있고, 신장 기능 이상이 있는 환자에서는 조영제 사용의 주의가 필요하므로 이와 같은 것들을 고려하여 적용하여야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라는 병원에 CT가 많이 보급되어 있고 특히 대학병원 등의 대형병원에서는 관상동맥 CT를 촬영할 수 있는 64 채널 이상 CT를 대부분 보유하고 있으므로 관상동맥 CT의 수용성에는 문제가 없다. 하지만 검사 비용, 보험 적용 문제, 방사선 위해성이나 조영제 부작용 등을 고려해야 하므로 적용에 어려운 점들도 있다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

관상동맥 CT 2 or 3

참고문헌

1. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, et al. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean J Radiol 2015;16(2):251-285.
2. ASCI Practice Guideline Working Group. SCCT guidelines on the use of coronary computed tomographic angiography for patients presenting with acute chest pain to the emergency department: A Report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. Korean J Radiol 2017;18(6):871-880
3. Recent-onset chest pain of suspected cardiac origin: assessment and diagnosis, Clinical guideline [CG95], NICE, [Published date: 24 March 2010] [Last updated: 30 November 2016, <https://www.nice.org.uk/guidance/cg95>
4. Chang SA, Choi SI, Choi EK, Kim HK, Jung JW, Chun EJ, et al. Usefulness of 64-slice

- multidetector computed tomography as an initial diagnostic approach in patients with acute chest pain. Am Heart J 2008;156:375-383
5. Goldstein JA, Gallagher MJ, O' Neill WW, Ross MA, O' Neil BJ, Raff GL. A randomized controlled trial of multi-slice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. J Am Coll Cardiol 2007;49:863-871
 6. May JM, Shuman WP, Strote JN, Branch KR, Mitsumori LM, Lockhart DW, et al. Low-risk patients with chest pain in the emergency department: negative 64-MDCT coronary angiography may reduce length of stay and hospital charges. AJR Am J Roentgenol 2009;193:150-154
 7. Samad Z, Hakeem A, Mahmood SS, Pieper K, Patel MR, Simel DL, et al. A meta-analysis and systematic review of computed tomography angiography as a diagnostic triage tool for patients with chest pain presenting to the emergency department. J Nucl Cardiol 2012;19:364-376
 8. Hoffmann U, Truong QA, Schoenfeld DA, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT, et al. Coronary CT angiography versus standard evaluation in acute chest pain. N Engl J Med 2012;367:299-308
 9. Williams MC, Hunter A, Shah ASV, et al. Use of Coronary Computed Tomographic Angiography to Guide Management of Patients With Coronary Disease. J Am Coll Cardiol. 2016;67(15):1759-1768
 10. Adamson PD, Hunter A, Williams MC, et al. Diagnostic and prognostic benefits of computed tomography coronary angiography using the 2016 National Institute for Health and Care Excellence guidance within a randomised trial. Heart. 2018;104(3):207-214.
 11. Chang HJ, Lin FY, Gebow D, et al. Selective Referral Using CCTA Versus Direct Referral for Individuals Referred to Invasive Coronary Angiography for Suspected CAD: A Randomized, Controlled, Open-Label Trial. JACC Cardiovasc Imaging. 2019;12(7 Pt 2):1303-1312

* reference 9-11: 문헌 내용 참고하여 본문 작성했으나 본문에 따로 표시하지 않음

KQ 3. 급성 흉통이 있고 급성관상동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 중등도인 환자에서 관상동맥 CT가 적절한가?

권고 1. 급성 흉통이 있고 급성 관동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 중등도인 환자에서 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 D)

근거 요약

급성 흉통이 있고 급성관상동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 중등도인

환자의 적절한 영상 검사에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 2개의 가이드라인과 1개의 전문가 합의가 선택되었다 (1-3). 본 가이드라인은 이들을 기준으로 참고하여 수용 개작하였다.

2015년 한국 심장 CT 가이드라인에서는 급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 1) ECG 결과와 myocardial enzyme level이 모두 정상일 경우, 위험도와 상관없이 관상동맥 CT를 권고하였고 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A), 2) 위험도가 중등도인 환자에 대해, ECG 결과가 uninterpretable할 경우, 관상동맥 CT를 권고하였으며 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A), 3) ECG 결과가 non-diagnostic하거나 myocardial enzyme level이 unclear한 환자에 대해, 위험도가 중등도일 때, 관상동맥 CT를 권고하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) (1). 이는

급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 관상동맥 CT를 시행하는 것이 치료의 계획을 세우는데 비용 효율성 및 안정성이 더 좋다는 여러 연구 결과에 기반한다 (4-7).

그러나, Hoffmann 등은 관상동맥 CT의 시행이 임상상의 결정에는 도움을 주지만 방사선 노출을 증가시키고 추가적인 다른 검사들로 인해 비용 절감 효과는 없다고도 하였다 (8).

2016년에 업데이트된 영국 NICE (The National Institute for Health and Care Excellence)의 급성 흉통 가이드라인에서는, 임상 평가에서 급성 흉통 환자가 전형적 또는 비전형적 협심증을 시사할 경우, 관상동맥 CT를 권고하였다 (3). 트로포닌 증가가 없는 급성관상동맥증후군(troponin-negative acute coronary syndrome) 환자에 대해, 관상동맥질환을 배제하기 위해 일차 검사로서 관상동맥 CT를 시행하는 것이 비용 효과적인지 연구가 필요하다고 하였다. 한편, 관상동맥 CT에서 uncertain functional significance 결과를 보이거나 non-diagnostic 할 경우, 비침습적 기능영상검사(non-invasive functional imaging)를 추가로 시행하는 것도 고려할 수 있다.

2017년 Asian Society of Cardiovascular Imaging (ASCI)의 비침습적 심장 영상에 대한 전문가 합의에서는 급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 1) ECG 결과와 cardiac biomarker가 모두 정상인 경우 global CAD (coronary artery disease) risk가 중등도일 경우, 관상동맥 CT를 권고하였고 (Appropriate Use Criteria A), 2) ECG 결과가 non-diagnostic하거나, cardiac biomarker 결과가 equivocal한 경우 global CAD risk가 중등도일 때 역시 관상동맥 CT를 권고하였다 (Appropriate Use Criteria A)(2).

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

급성관상동맥증후군의 위험도가 중등도인 급성 흉통 환자에서 관상동맥 CT를 고려한다면, 관상동맥질환을 조기 배제함으로써, 불필요한 invasive coronary angiography의 빈도를 낮출 수 있다. 한편, 관상동맥 CT에서 급성관상동맥질환이 확인될 경우, lifestyle modification과 treatment initiation을 빠르게 도입할 수 있어 급성관상동맥증후군, 심근경색 등 major adverse cardiac event (MACE)의 발생률 저하에도 영향을 줄 수 있다. 다만 환자에게 방사선 노출의 위험이 있고, 신장 기능 이상이 있는 환자에서는 조영제 사용의 주의가 필요하므로 이와 같은 것들을 고려하여 적용하여야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라는 병원에 CT가 많이 보급되어 있고 특히 대학병원 등의 대형병원에서는 관상동맥 CT를 촬영할 수 있는 64 채널 이상 CT를 대부분 보유하고 있으므로 관상동맥 CT의 수용성에는 문제가 없다. 하지만 검사 비용, 보험 적용 문제, 방사선 위해성이나 조영제 부작용 등을 고려해야 하므로 적용에 어려운 점들도 있다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

관상동맥 CT 2 or 3

참고문헌

1. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, et al. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean J Radiol 2015;16(2):251-285.
2. ASCI Practice Guideline Working Group. SCCT guidelines on the use of coronary computed tomographic angiography for patients presenting with acute chest pain to the emergency department: A Report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. Korean J Radiol 2017;18(6):871-880
3. Recent-onset chest pain of suspected cardiac origin: assessment and diagnosis, Clinical guideline [CG95], NICE, [Published date: 24 March 2010] [Last updated: 30 November 2016, <https://www.nice.org.uk/guidance/cg95>
4. Chang SA, Choi SI, Choi EK, Kim HK, Jung JW, Chun EJ, et al. Usefulness of 64-slice multidetector computed tomography as an initial diagnostic approach in patients with acute chest pain. Am Heart J 2008;156:375-383
5. Goldstein JA, Gallagher MJ, O' Neill WW, Ross MA, O' Neil BJ, Raff GL. A randomized controlled trial of multi-slice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. J Am Coll Cardiol 2007;49:863-871
6. May JM, Shuman WP, Strote JN, Branch KR, Mitsumori LM, Lockhart DW, et al. Low-risk patients with chest pain in the emergency department: negative 64-MDCT coronary angiography may reduce length of stay and hospital charges. AJR Am J Roentgenol 2009;193:150-154
7. Samad Z, Hakeem A, Mahmood SS, Pieper K, Patel MR, Simel DL, et al. A meta-analysis and systematic review of computed tomography angiography as a diagnostic triage tool for patients with chest pain presenting to the emergency department. J Nucl Cardiol 2012;19:364-376
8. Hoffmann U, Truong QA, Schoenfeld DA, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT, et al. Coronary CT angiography versus standard evaluation in acute chest pain. N Engl J Med 2012;367:299-308
9. Williams MC, Hunter A, Shah ASV, et al. Use of Coronary Computed Tomographic Angiography to Guide Management of Patients With Coronary Disease. J Am Coll

Cardiol. 2016;67(15):1759-1768

10. Adamson PD, Hunter A, Williams MC, et al. Diagnostic and prognostic benefits of computed tomography coronary angiography using the 2016 National Institute for Health and Care Excellence guidance within a randomised trial. Heart. 2018;104(3):207-214.
11. SCOT-HEART Investigators, Newby DE, Adamson PD, Berry C, Boon NA, Dweck MR, et al. (2018) Coronary CT Angiography and 5-Year Risk of Myocardial Infarction. The New England Journal of Medicine 379(10):924-33
12. Chang HJ, Lin FY, Gebow D, et al. Selective Referral Using CCTA Versus Direct Referral for Individuals Referred to Invasive Coronary Angiography for Suspected CAD: A Randomized, Controlled, Open-Label Trial. JACC Cardiovasc Imaging. 2019;12(7 Pt 2):1303-1312

*reference 9-12: 문헌 내용 참고하여 본문 작성했으나 본문에 따로 표시하지 않음

KQ 4. 급성 흉통이 있고 급성관상동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 높은 환자에서 관상동맥 CT가 적절한가?

권고 1. 급성 흉통이 있고 급성 관동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 높은 환자에서 심전도 및 심장표지자 검사가 정상이거나 판단이 어려운 경우, 관상동맥질환의 평가를 위해 관상동맥 CT를 시행하는 것을 고려할 수 있다 (권고등급 B, 근거수준 II)

근거요약

급성 흉통이 있고 급성관상동맥증후군(Acute coronary syndrome)의 위험도가 높은 환자의 적절한 영상 검사에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 1개의 가이드라인과 1개의 전문가 합의가 선택되었다 (1, 2). 본 가이드라인은 2개의 문서를 기준으로 참고하여 수용 개작하였다.

2015년 한국 심장 CT 가이드라인에서는 급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 1) ECG 결과와 myocardial enzyme level이 모두 정상일 경우 위험도와 상관없이 관상동맥 CT를 권고하였고 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A), 2) ECG 결과가 uninterpretable할 경우 위험도가 높으면 관상동맥 CT를 고려할 수 있다고 하였으며 (Appropriateness Criteria U, Level of Evidence B), 3) ECG 결과가 non-diagnostic하거나 myocardial enzyme level이 unclear할 경우 위험도가 높으면 관상동맥 CT를 고려할 수 있다고 하였다 (Appropriateness Criteria U, Level of Evidence B)(1). 이는 급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 관상동맥 CT를 시행하는 것이 치료의 계획을 세우는데 비용 효율성 및 안정성이 더 좋다는 여러 연구들의 결과에 기인한다 (3-6). 그러나, Hoffmann 등은 관상동맥 CT의 시행이 임상적 결정에는 도움을 주지만 방사선 노출을 증가시키고 추가적인 다른 검사들로 인해 비용 절감 효과는 없다고도 하였다 (7).

2017년 Asian Society of Cardiovascular Imaging (ASCI)의 비침습적 심장 영상에 대한 전문가 합의에서는 급성관상동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 1) ECG 결과와

cardiac biomarker가 모두 정상인 경우 global CAD (coronary artery disease) risk가 높으면 관상동맥 CT를 권고하였고 (Appropriate Use Criteria A), 2) ECG 결과가 non-diagnostic하거나, cardiac biomarker 결과가 equivocal한 경우 global CAD risk가 높으면 역시 관상동맥 CT를 권고하였다 (Appropriate Use Criteria A)(2).

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

급성관상동맥증후군의 위험도가 높은 급성 흉통 환자에서 관상동맥 CT를 고려한다면, invasive한 검사가 필요한 환자군을 적절히 분류해 불필요한 invasive coronary angiography의 빈도를 낮출 수 있으며, 위험도가 높은 환자에서 lifestyle modification과 treatment initiation을 빠르게 도입할 수 있어 급성관상동맥증후군, 심근경색 등 major adverse cardiac event (MACE)의 발생률 저하에도 영향을 줄 수 있다. 다만 환자에게 방사선 노출의 위험이 있고, 신장 기능 이상이 있는 환자에서는 조영제 사용의 주의가 필요하므로 이와 같은 것들을 고려하여 적용하여야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라는 병원에 CT가 많이 보급되어 있고 특히 대학병원 등의 대형병원에서는 관상동맥 CT를 촬영할 수 있는 64 채널 이상 CT를 대부분 보유 하였으므로 관상동맥 CT의 수용성에는 문제가 없다. 하지만 검사 비용, 보험 적용 문제, 방사선 위해성이나 조영제 부작용 등을 고려해야 하므로 적용에 어려운 점들도 있다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

관상동맥 CT 2 or 3

참고문헌

1. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, et al. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean J Radiol 2015;16(2):251-285.
2. ASCI Practice Guideline Working Group. SCCT guidelines on the use of coronary computed tomographic angiography for patients presenting with acute chest pain to the emergency department: A Report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. Korean J Radiol 2017;18(6):871-880
3. Chang SA, Choi SI, Choi EK, Kim HK, Jung JW, Chun EJ, et al. Usefulness of 64-slice multidetector computed tomography as an initial diagnostic approach in patients with acute chest pain. Am Heart J 2008;156:375-383
4. Goldstein JA, Gallagher MJ, O' Neill WW, Ross MA, O' Neil BJ, Raff GL. A randomized controlled trial of multi-slice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. J Am Coll Cardiol 2007;49:863-871
5. May JM, Shuman WP, Strote JN, Branch KR, Mitsumori LM, Lockhart DW, et al.

Low-risk patients with chest pain in the emergency department: negative 64-MDCT coronary angiography may reduce length of stay and hospital charges. AJR Am J Roentgenol 2009;193:150-154

6. Samad Z, Hakeem A, Mahmood SS, Pieper K, Patel MR, Simel DL, et al. A meta-analysis and systematic review of computed tomography angiography as a diagnostic triage tool for patients with chest pain presenting to the emergency department. J Nucl Cardiol 2012;19:364-376
7. Hoffmann U, Truong QA, Schoenfeld DA, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT, et al. Coronary CT angiography versus standard evaluation in acute chest pain. N Engl J Med 2012;367:299-308

KQ 5. 위험인자는 있지만 관상동맥질환의 병력이 없는 무증상환자에서 관상동맥 석회수치 측정 (Ca scoring) CT가 적절한가?

권고1. 중등도의 위험인자는 있지만 관상동맥질환의 병력이 없는 무증상 환자에서 약물치료 여부를 결정하기 위해 관상동맥 석회수치 측정 (Ca scoring) CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 I)

근거요약

위험인자는 있지만 관상동맥질환의 병력이 없는 무증상환자에서 관상동맥 석회수치 측정 CT에 대한 가이드라인은 검색을 통해 3개의 가이드라인이 선정되었다. (1-3) 본 가이드라인은 세 개의 문서를 기준으로 참고하여 수용 개작하였다.

2015년 한국 가이드라인에서는 중등도의 관상동맥질환 위험인자를 가진 경우 관상동맥질환의 위험 평가와 관상동맥질환 발견을 위해 관상동맥 석회수치 측정 CT를 권고하였다. (1) 8855명의 무증상이면서 저위험도에서 중등도의 위험인자를 가진 중년을 대상으로 한 연구에서 관상동맥 석회수치 측정 CT와 관상동맥질환의 연관성이 확인되었으며, 나이와 다른 위험인자 외에도 관상동맥 석회수치 측정 CT가 예후를 예측할 수 있는 정보를 제공하였다. (4) 또한 관상동맥 석회수치 측정 CT가 심근경색 발생에 의한 사망을 Framingham 위험 점수보다 더 잘 예측하며 관상동맥 석회수치 측정 CT를 이용할 경우 비용 대비 효율도 좋은 것으로 알려져 있다. (5)

2018년 혈중 콜레스테롤 조절을 위한

AHA/ACC/AACVPR/AAPA/ABC/ACPM/ADA-/AGS/APHA/ASPC/

NLA/PCNA 가이드라인에서는 중등도의 위험인자를 가지고 있거나 경계위험을 가진 환자 중 statin 치료 여부를 결정하지 못하는 경우 statin 치료를 시작할지, 연기할지 여부를 결정하기 위해 관상동맥 석회수치 측정 CT를 촬영하는 것을 권고하였다. (2) 중등도 위험인자를 가진 중년과 노년 환자에서 흡연이나 당뇨와 같은 상황이 아닌 경우 관상동맥 석회수치가 0일 경우 statin 치료를 시작하지 않아도 되며, 관상동맥질환의 위험도가 7.5% 이상인 환자에서 관상동맥 석회수치가 100이 넘으면 statin 치료를 시작할 것을 권고하였다.

수정 가능한 위험인자를 가진 젊은 성인의 경우 관상동맥 석회수치 CT를 이용한 위험 평가가 더 많은 정보를 제공해 줄 수 있어, 초기 위험 평가를 통해 위험요소 조절에 긍정적인 도움을 줄 수 있다. (6, 7)

2019년 심혈관질환 예방을 위한 ACC/AHA 가이드라인에서는 중등도(7.5-20%)의 위험도를 가지거나 경계(5-7.5%)위험을 가진 환자에서 관상동맥질환의 예방 치료 여부를 결정하기 위해 관상동맥 석회수치 측정 CT를 권고하였다. (3) 관상동맥 석회수치 측정 CT는 기존 이미지마커나 바이오마커에 비해 뚜렷한 차별성을 가지며 치료 필요 여부를 확정 짓는데 우수하다고 보고되었다. (8) 또한 MESA (Multi Ethnic Study of Atherosclerosis) 연구에서 관상동맥 석회수치가 전통적인 위험 요인과는 별개로 연령, 성별 및 인종/민족 그룹에 걸쳐 관상동맥질환의 위험도와 밀접한 관련이 있다고 보고 하였다. 관상동맥 석회수치가 0인 경우 관상동맥질환 및 사망의 가능성이 떨어지며 이 경우 관상동맥질환 위험 감소를 위한 statin 치료의 이점이 없다고 하였다. (9)

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

흉통과 같은 증상이 없는 성인의 경우에도 관상동맥질환의 위험도가 중등도인 경우에는 관상동맥 석회수치 측정 CT를 촬영함으로써 예방 치료 여부를 결정하는 데 도움이 되며 이는 추후 질환의 발생 가능성을 낮추는 데 이득이 있다. 또한 중등도의 위험도를 가지고 있더라도 관상동맥 석회수치가 0인 경우 당노나 흡연과 같은 다른 위험인자가 있지 않는 한 불필요한 예방치료를 시작하는 것을 막을 수 있다. 어느 경우에도 질환을 예방하거나 불필요한 치료를 방지함으로써 경제적으로도 긍정적인 효과를 볼 수 있다. 다만 방사선 노출의 위험이 있으므로 이를 고려하여 적용하여야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

국내의 경우 병원에 CT가 많이 보급되어 있고 관상동맥 석회수치 측정 CT는 조영제 없이 촬영이 가능하므로 수용성에는 문제가 없다. 하지만 검사 비용, 방사선 위해성, 관상동맥 석회수치 측정을 위한 프로그램이나 교육 여부 등을 고려해야 하므로 적용에 어려운 점들도 존재한다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

관상동맥 석회수치 측정 CT 2

참고문헌

1. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ; Korean Society of Radiology; Korean Society of Cardiology. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean J Radiol. 2015 Mar-Apr;16(2):251-85.
2. Grundy SM, Stone NJ, Bailey AL, Beam C, Birtcher KK, Blumenthal RS, Braun LT, de Ferranti S, Faiella-Tommasino J, Forman DE, Goldberg R, Heidenreich PA, Hlatky MA, Jones DW, Lloyd-Jones D, Lopez-Pajares N, Ndumele CE, Orringer CE, Peralta CA,

- Saseen JJ, Smith SC Jr, Sperling L, Virani SS, Yeboah J. 2018
AHA/ACC/AACVPR/AAPA/ABC/ACPM/ADA/AGS/APhA/
ASPC/NLA/PCNA Guideline on the Management of Blood Cholesterol: A Report of the
American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical
Practice Guidelines. *Circulation*. 2019 Jun 18;139(25):e1082-e1143.
3. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ,
Himmelfarb CD, Khera A, Lloyd-Jones D, McEvoy JW, Michos ED, Miedema MD, Muñoz
D, Smith SC Jr, Virani SS, Williams KA Sr, Yeboah J, Ziaeian B. 2019 ACC/AHA
Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the
American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical
Practice Guidelines. *Circulation*. 2019 Sep 10;140(11):e596-e646.
 4. Kondos GT, Hoff JA, Sevrakov A, Daviglus ML, Garside DB, Devries SS, Chomka EV,
Liu K. Electron-beam tomography coronary artery calcium and cardiac events: a
37-month follow-up of 5635 initially asymptomatic low- to intermediate-risk adults.
Circulation. 2003 May 27;107(20):2571-6.
 5. Taylor AJ, Bindeman J, Feuerstein I, Cao F, Brazaitis M, O'Malley PG. Coronary calcium
independently predicts incident premature coronary heart disease over measured
cardiovascular risk factors: mean three-year outcomes in the Prospective Army
Coronary Calcium (PACC) project. *J Am Coll Cardiol*. 2005 Sep 6;46(5):807-14.
 6. Loria CM, Liu K, Lewis CE, Hulley SB, Sidney S, Schreiner PJ, Williams OD, Bild DE,
Detrano R. Early adult risk factor levels and subsequent coronary artery calcification:
the CARDIA Study. *J Am Coll Cardiol*. 2007 May 22;49(20):2013-20.
 7. Carr JJ, Jacobs DR Jr, Terry JG, Shay CM, Sidney S, Liu K, Schreiner PJ, Lewis CE,
Shikany JM, Reis JP, Goff DC Jr. Association of Coronary Artery Calcium in Adults
Aged 32 to 46 Years With Incident Coronary Heart Disease and Death. *JAMA Cardiol*.
2017 Apr 1;2(4):391-399.
 8. Yeboah J, Young R, McClelland RL, Delaney JC, Polonsky TS, Dawood FZ, Blaha MJ,
Miedema MD, Sibley CT, Carr JJ, Burke GL, Goff DC Jr, Psaty BM, Greenland P,
Herrington DM. Utility of Nontraditional Risk Markers in Atherosclerotic Cardiovascular
Disease Risk Assessment. *J Am Coll Cardiol*. 2016 Jan 19;67(2):139-147.
 9. Blaha MJ, Cainzos-Achirica M, Greenland P, McEvoy JW, Blankstein R, Budoff MJ,
Dardari Z, Sibley CT, Burke GL, Kronmal RA, Szklo M, Blumenthal RS, Nasir K. Role of
Coronary Artery Calcium Score of Zero and Other Negative Risk Markers for
Cardiovascular Disease: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Circulation*.
2016 Mar 1;133(9):849-58.

KQ 6. 심장이식수술 후 관상동맥 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절한가?

권고1. 심장이식수술 후 관상동맥동종이식혈관병증이 의심되는 경우 관상동맥 평가를 위해 관상동맥 CT를 고려할 수 있다. (단, 대상자의 심박동수와 CT의 시간분해능을 충분히 고려하여 시행여부를 결정하여야 한다.) (권고등급 B, 근거수준 II)

근거요약

심장이식 후 시행하는 관상동맥 CT의 유용성에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 총 2개가 선택되었다. 이 중 2010년 International Society of Heart and Lung Transplantation 가이드라인은 심장이식 후 관상동맥 CT가 관상동맥동종이식혈관병증 (Coronary Allograft Vasculopathy)의 진단에 유용할 수 있으나 근거가 부족하다고 하였으나 (Class IIb, Level of evidence C)(1), 2015년 심장 CT 정당성에 대한 한국 가이드라인은 심장이식 후 관상동맥 CT 사용을 권고하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) (2).

관상동맥동종이식혈관병증은 심장이식 후 사망과 이환(mortality and morbidity)의 주요 원인 중 하나로 정확한 진단이 예후에 매우 중요하다. 관상동맥 CT는 관상동맥질환의 진단에 유용한 비침습적 영상검사이나, 이식 후 심장은 심박동수가 빠르고 약물을 이용한 심박동수 조절이 용이하지 않아 관상동맥 CT 시행에 어려움이 있을 수 있다 (3).

2012년 발표된 체계적 고찰에서는 7개의 연구자료를 이용하여 다 절편 관상동맥 CT의 유용성을 분석하였다. 총 272명의 환자에서 다 절편 (16절편, 64절편) 관상동맥 CT의 관상동맥동종이식혈관병증에 대한 민감도와 특이도는 82%-89%와 89-99%이었다. 다 절편 관상동맥 CT의 관상동맥동종이식혈관병증에 대한 음성예측도는 96-100%로 높았지만, 양성예측도는 낮았다 (4). 2014년에 발표된 체계적 고찰에서는 13개의 연구자료를 이용하여 다 절편 관상동맥 CT의 유용성을 분석하였다. 총 615명의 환자에서 다 절편 관상동맥 CT의 관상동맥동종이식혈관병증에 대한 민감도와 특이도는 94%-97%와 81-92%이었다. 다 절편 관상동맥 CT의 관상동맥동종이식혈관병증에 대한 음성예측도는 97-99%로 높았지만, 양성예측도는 67-78%이었다 (5).

관상동맥동종이식혈관병증에 대한 관상동맥 CT의 높은 음성예측도와 낮은 양성예측도는 다양한 연구에서 반복적으로 확인되며 (3, 6-9) 이는 관상동맥질환에 대한 관상동맥 CT의 특성과 유사하다. 하지만 이식 된 심장의 빠른 심박동 수는 영상의 질을 저해시키는 요인이 되며, 적절한 영상을 획득하기 위해 CT 기기의 시간분해능(temporal resolution)을 고려해야 한다 (10). 보다 빠른 시간분해능을 제공하는 관상동맥 CT 기법들은 심장 이식을 받은 환자에게 관상동맥 CT의 선량을 낮추고 영상의 질을 높일 수 있는 가능성이 있다 (11). 즉, 관상동맥 CT는 심장이식 후 발생하는 관상동맥동종이식혈관병증의 진단에 높은 음성예측도를 제공하는 비침습적 영상검사로 이용될 수 있으나, 적절한 영상품질을 제공할 수 있어야 한다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해

관상동맥 CT는 적절한 영상품질을 제공할 경우, 심장이식 후 발생하는

관상동맥중이식혈관병증의 진단에 높은 음성예측도를 제공하는 비침습적 영상검사로 이용될 수 있다. 반면 관상동맥 CT 시행으로 인한 방사선 피폭이 발생하며, 요오드 조영제 사용에 따른 부작용이 발생할 수 있다. 따라서 대상자의 심박동수와 관상동맥 CT를 촬영하는 기기의 특성을 잘 이해하고 방사선 피폭을 최소화하기 위한 노력이 필요하다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라의 경우 다른 나라에 비해 병원 자체의 CT 보유율이 높고 특히 대형병원은 관상동맥 CT에서 필수적인 64 채널이상의 CT를 거의 대부분 보유하고 있기 때문에 관상동맥 CT에 대한 접근성이 좋다. 따라서 진료지침의 국내 수용성에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 그러나 건강보험적용 여부와 관련된 검사 비용과 방사선 위해성, 조영제 부작용 등에 따른 환자의 부담감 등에 있어서는 실제 적용하는데 어려운 측면도 존재할 수 있겠다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

관상동맥 CT 2 or 3

참고문헌

1. Costanzo MR, Dipchand A, Starling R, Anderson A, Chan M, Desai S, et al. The International Society of Heart and Lung Transplantation Guidelines for the care of heart transplant recipients. J Heart Lung Transplant. 2010;29(8):914-56.
2. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean J Radiol. 2015;16(2):251-85.
3. Mittal TK, Panicker MG, Mitchell AG, Banner NR. Cardiac allograft vasculopathy after heart transplantation: electrocardiographically gated cardiac CT angiography for assessment. Radiology. 2013;268(2):374-81.
4. Khan R, Jang IK. Evaluation of coronary allograft vasculopathy using multi-detector row computed tomography: a systematic review. Eur J Cardiothorac Surg. 2012;41(2):415-22.
5. Wever-Pinzon O, Romero J, Kelesidis I, Wever-Pinzon J, Manrique C, Budge D, et al. Coronary computed tomography angiography for the detection of cardiac allograft vasculopathy: a meta-analysis of prospective trials. J Am Coll Cardiol. 2014;63(19):1992-2004.
6. Günther A, Aaberge L, Abildgaard A, Ragnarsson A, Edvardsen T, Jakobsen J, et al. Coronary computed tomography in heart transplant patients: detection of significant stenosis and cardiac allograft vasculopathy, image quality, and radiation dose. Acta Radiol. 2018;59(9):1066-73.
7. Iyengar S, Feldman DS, Cooke GE, Leier CV, Raman SV. Detection of coronary artery disease in orthotopic heart transplant recipients with 64-detector row computed tomography angiography. J Heart Lung Transplant. 2006;25(11):1363-6.
8. Sigurdsson G, Carrascosa P, Yamani MH, Greenberg NL, Perrone S, Lev G, et al.

Detection of transplant coronary artery disease using multidetector computed tomography with adaptative multisegment reconstruction. J Am Coll Cardiol. 2006;48(4):772-8.

9. Foldyna B, Sandri M, Luecke C, Garbade J, Gohmann R, Hahn J, et al. Quantitative coronary computed tomography angiography for the detection of cardiac allograft vasculopathy. Eur Radiol. 2020;30(8):4317-26.
10. Badano LP, Miglioranza MH, Edvardsen T, Colafranceschi AS, Muraru D, Bacal F, et al. European Association of Cardiovascular Imaging/Cardiovascular Imaging Department of the Brazilian Society of Cardiology recommendations for the use of cardiac imaging to assess and follow patients after heart transplantation. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2015;16(9):919-48.
11. Beitzke D, Berger-Kulemann V, Schöpf V, Unterhumer S, Spitzer E, Feuchtner GM, et al. Dual-source cardiac computed tomography angiography (CCTA) in the follow-up of cardiac transplant: comparison of image quality and radiation dose using three different imaging protocols. Eur Radiol. 2015;25(8):2310-7.

KQ 7. 관상동맥질환의 병력이 없는 환자에서 새로 진단된 심부전의 원인평가를 위해 심장 CT가 적절한가?

권고1. 관상동맥질환의 병력이 없는 환자에서 새로 진단된 심부전의 원인평가를 위해 심장 CT를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 D)

근거요약

관상동맥질환의 병력이 없는 환자에서 새로 진단된 심부전의 원인평가를 위해 시행하는 영상검사에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 총 3개의 가이드라인이 선정되었다. 2016년 European Society of Cardiology에서 발간한 급성 및 만성 심부전의 진단과 치료에 대한 가이드라인에서는 심부전이 있는 환자에서 관상동맥질환에 대한 사전검사 확률이 낮거나 중간(low to intermediate pre-test probability)인 경우 혹은 비침습적 스트레스 검사에서 모호한 결과를 얻은 경우에 심장 CT를 고려할 수 있다고 하였다 (Class of recommendation IIb) (1). 2017년 심부전 치료에 관한 Canadian Cardiovascular Society의 가이드라인에서는 다른 비침습적 검사가 결정적이지 않거나 특정 심근병증인 경우에 심장 CT를 사용해 볼 수 있다고 하였다 (Strong Recommendation; Low-Quality Evidence) (2). 2015년 Korean 가이드라인에서는 이전 관상동맥질환의 병력이 없는 환자에서 새로 진단된 심부전의 경우에 심장 CT는 관상동맥질환에 대한 사전검사 확률이 낮거나 중간(low to intermediate pre-test probability)이며 좌심실 박출률(left ventricular ejection fraction)이 감소된 환자에서 권장된다고 하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) (3). 또한, 관상동맥질환에 대한 사전검사 확률이 높은 환자 (high pre-test probability)에서 심장 CT를 고려할 수 있다고 하였으며 (Appropriateness Criteria U, Level of Evidence A), 좌심실

박출률이 정상인 환자에서도 심장 CT를 고려할 수 있다고 하였다 (Appropriateness Criteria U, Level of Evidence C).

새로 심부전을 진단받은 환자의 경우 허혈성 심장질환을 배제하는 것이 중요하며, 이전 연구들에서 심장 CT가 이러한 유용성을 갖는 것으로 나타났다 (4-8). 또한 6 건의 연구에 대한 메타분석 연구에서는 452 명의 환자를 포함하여 심장 CT가 허혈성 심장질환 진단에 유용하다는 것을 밝혔다 (9). 또한, 원인 불명의 확장성 심근병증(dilated cardiomyopathy) 환자를 대상으로 했던 연구에서는 심장 CT가 허혈성 심근병증과 특발성 확장성 심근병증을 안전하고 정확하게 구분할 수 있었다 (6, 8). 심장 CT로 측정된 기능적 매개 변수(functional parameters)는 심장 MRI 및 심장 초음파와 잘 연관되어 있음이 메타 분석 연구로 확인되었으며 (10), 심장 CT로 진단할 수 있는 좌심실의 기능 장애는 불량한 예후를 예측하는 요인 중 하나로 간주되었다 (11, 12). 결국, 심부전 환자에서 심장 CT의 주요 용도는 관상동맥질환에 대한 사전검사 확률이 낮거나 중간(low to intermediate pre-test probability)인 경우 혹은 비침습적 스트레스 검사에서 모호한 결과가 나온 경우에 관상동맥질환의 가능성을 배제하기 위해 상대적 금기 사항이 없는 경우 관상동맥 해부학을 시각화하는 비침습적 수단으로 사용하게 되며, 이 검사는 결과가 치료 결정에 영향을 미칠 수 있는 경우에 고려할 수 있겠다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

심부전 환자에서 심장 CT는 관상동맥질환에 대한 사전검사 확률이 낮거나 중간(low to intermediate pre-test probability)인 경우 혹은 비침습적 스트레스 검사에서 모호한 결과가 나온 경우 관상 동맥 질환의 가능성을 배제하기 위해 시행하게 된다. 스트레스 심장초음파, 스트레스 심근관류영상 등은 방사선과 조영제에 노출되지 않지만, 심장 CT는 방사선 피폭과 조영제 부작용의 단점이 존재한다. 하지만 심장 CT의 방사선량이 예전보다 현저히 낮아졌고, diagnostic performance 면에서 예전보다 향상되었기 때문에 이득이 더 크다 할 수 있다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라의 경우 다른 나라에 비해 병원 자체의 CT 보유율이 높고 특히 대형병원은 심장 CT에서 필수적인 64 채널이상의 CT를 거의 대부분 보유하고 있기 때문에 심장 CT에 대한 접근성이 좋다. 따라서 진료지침의 국내 수용성에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 그러나 건강보험적용 여부와 관련된 검사비용과 방사선 위해성, 조영제 부작용 등에 따른 환자의 부담감 등에 있어서는 실제 적용하는데 어려운 측면도 존재할 수 있겠다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고문헌

1. Atherton JJ, Bauersachs J, Carerj S, Ceconi C, Coca A, Erol Ç, Ezekowitz J, Fernández-Golf i n C, Guazzi M. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2016;18:891-975.
2. Ezekowitz JA, O'Meara E, McDonald MA, Abrams H, Chan M, Ducharme A, Giannetti N, Grzeslo A, Hamilton PG, Heckman GA. 2017 Comprehensive update of the Canadian Cardiovascular Society guidelines for the management of heart failure. *Canadian Journal of Cardiology* 2017;33(11):1342-1433.
3. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. *Korean journal of radiology* 2015;16(2):251-285.
4. Hamilton-Craig C, Strugnell WE, Raffel OC, Porto I, Walters DL, Slaughter RE. CT angiography with cardiac MRI: non-invasive functional and anatomical assessment for the etiology in newly diagnosed heart failure. *The international journal of cardiovascular imaging* 2012;28(5):1111-1122.
5. Le Polain De Waroux J-B, Pouleur A-C, Goffinet C, Pasquet A, Vanoverschelde J-L, Gerber BL. Combined coronary and late-enhanced multidetector-computed tomography for delineation of the etiology of left ventricular dysfunction: comparison with coronary angiography and contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging. *European heart journal* 2008;29(20):2544-2551.
6. Andreini D, Pontone G, Bartorelli AL, Agostoni P, Mushtaq S, Bertella E, Trabattoni D, Cattadori G, Cortinovis S, Annoni A. Sixty-four-slice multidetector computed tomography: an accurate imaging modality for the evaluation of coronary arteries in dilated cardiomyopathy of unknown etiology. *Circulation: Cardiovascular Imaging* 2009;2(3):199-205.
7. Ghostine S, Caussin C, Habis M, Habib Y, Clement C, Sigal-Cinqualbre A, Angel C-Y, Lancelin B, Capderou A, Paul J-F. Non-invasive diagnosis of ischaemic heart failure using 64-slice computed tomography. *European heart journal* 2008;29(17):2133-2140.
8. Andreini D, Pontone G, Pepi M, Ballerini G, Bartorelli AL, Magini A, Quaglia C, Nobili E, Agostoni P. Diagnostic accuracy of multidetector computed tomography coronary angiography in patients with dilated cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology* 2007;49(20):2044-2050.
9. Bhatti S, Hakeem A, Yousuf MA, Al-Khalidi HR, Mazur W, Shizukuda Y. Diagnostic performance of computed tomography angiography for differentiating ischemic vs nonischemic cardiomyopathy. *Journal of Nuclear Cardiology* 2011;18(3):407-420.
10. Asferg C, Usinger L, Kristensen TS, Abdulla J. Accuracy of multi-slice computed tomography for measurement of left ventricular ejection fraction compared with cardiac magnetic resonance imaging and two-dimensional transthoracic echocardiography: a systematic review and meta-analysis. *European journal of radiology* 2012;81(5):e757-e762.
11. Min JK, Lin FY, Dunning AM, Delago A, Egan J, Shaw LJ, Berman DS, Callister TQ. Incremental prognostic significance of left ventricular dysfunction to coronary artery

disease detection by 64-detector row coronary computed tomographic angiography for the prediction of all-cause mortality: results from a two-centre study of 5330 patients. European heart journal 2010;31(10):1212-1219.

12. Chow BJ, Wells GA, Chen L, Yam Y, Galiwango P, Abraham A, Sheth T, Dennie C, Beanlands RS, Ruddy TD. Prognostic value of 64-slice cardiac computed tomography: severity of coronary artery disease, coronary atherosclerosis, and left ventricular ejection fraction. Journal of the American College of Cardiology 2010;55(10):1017-1028.

KQ 8. 관상동맥 우회술(CABG) 이외의 심장수술이 필요한 환자에서 수술 전 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절한가?

권고1. 관상동맥 우회술(CABG) 이외의 심장수술이 필요한 환자에서 수술 전 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 III)

근거요약

CABG 이외의 심장수술이 필요한 환자에서 수술 전 관상동맥의 평가를 위해 시행하는 심장 CT의 유용성에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 총 3개가 선택되었다. 이 중 2014 ACC/AHA가이드라인과 2014 ESC/ESA 가이드라인은 CABG 이외의 심장 수술 전 관상동맥평가를 위한 심장 CT 유용성에 대한 정보가 부족하다고 하였다 (1, 2). 반면 2015년 심장 CT 정당성에 대한 한국 가이드라인은 CABG 이외의 심장수술이 필요한 환자에서 수술 전 관상동맥 평가를 위한 심장 CT 사용을 권고하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) (3).

CABG 이외의 심장 수술을 받는 환자는 허혈성 심질환의 증상이 없더라도 관상동맥질환이 있는 경우가 적지 않다 (4). 수술 전 동반되어 있는 관상동맥질환의 유무를 확인하고 적절한 치료를 하는 것은 심장 수술 후 예후에 중요하다 (5). 2014년 발표된 ACC/AHA 가이드라인과 ESC/ESA 가이드라인에서는 CABG 이외의 심장 수술 전 관상동맥 평가를 위한 심장 CT의 유용성에 대한 정보가 부족하다고 평가하였지만, 다양한 소규모 연구에서 심장 CT의 유용성을 보고하고 있다.

CABG 이외의 심장 수술을 받는 환자를 대상으로 한 여러 연구에서 관상동맥질환에 대한 심장 CT의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도는 각각 93-100%, 89-92%, 66-82%, 98-100% 이다 (4, 6-12). Vivek Shrivastava 등은 2007년 11개의 연구결과를 이용하여 판막수술 전 관상동맥질환에 대한 심장 CT의 정확도를 평가하였으며 64절편 심장 CT는 관상동맥질환에 대해 97%의 음성예측도를 보였다 (13). V Buffa 등은 100명의 환자를 대상으로 이중에너지 CT를 이용한 심장 CT를 심장수술 전 시행하였으며, 이 중 영상품질이 진단적이며, 관상동맥질환이 발견되지 않은 81명은 모두 수술 후 주요심혈관사건(Major Adverse Cardiovascular Events)이 발생하지 않았다 (10).

2014 ESC/ESA 가이드라인의 근거가 된, 판막질환에 대한 2012 ESC/EACTS

가이드라인에서는 관상동맥 평가를 위한 심장 CT를 권고하지 않지만 (14), 개정된 2017 ESC/EACTS 가이드라인에서는 침습적 혈관조영술의 위험이 높고(high risk), 관상동맥질환의 가능성이 낮은(low probability of coronary artery disease) 환자에게 심장 CT를 권고하고 있다 (Class IIa, Level of Evidence C) (15). 이러한 변화는 관상동맥 질환에 대한 높은 음성 예측도로 불필요한 침습적 관상동맥 조영술을 줄이는데 효과적인 심장 CT의 특성이 반영된 것으로 판단된다.

하지만 관상동맥의 칼슘스코어가 높을 경우 심장 CT의 진단 정확도가 낮아질 수 있으며 (4), 다양한 위험군을 대상으로 한 대규모 연구가 아직 부족하다는 점을 염두에 둘 필요가 있다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

심장 CT는 CABG 이외의 심장수술이 필요한 환자에서 수술 전 관상동맥질환 평가에 높은 음성예측도를 제공하는 비침습적 영상검사로 이용될 수 있다. 하지만 심장 CT 시행으로 인한 방사선 피폭이 발생하며, 요오드 조영제 사용에 따른 부작용이 발생할 수 있다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라의 경우 다른 나라에 비해 병원 자체의 CT 보유율이 높고 특히 대형병원은 심장 CT에서 필수적인 64 채널이상의 CT를 거의 대부분 보유하고 있기 때문에 심장 CT에 대한 접근성이 좋다. 따라서 진료지침의 국내 수용성에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 그러나 건강보험적용 여부와 관련된 검사 비용과 방사선 위해성, 조영제 부작용 등에 따른 환자의 부담감 등에 있어서는 실제 적용하는데 어려운 측면도 존재할 수 있겠다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고문헌

1. Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, Barnason SA, Beckman JA, Bozkurt B, et al. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. J Am Coll Cardiol. 2014;64(22):e77-137.
2. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, Anker S, Bøtker HE, Hert SD, et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA). Eur Heart J. 2014;35(35):2383-431.
3. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ. Korean guidelines for the

- appropriate use of cardiac CT. *Korean J Radiol.* 2015;16(2):251-85.
4. Catalán P, Leta R, Hidalgo A, Montiel J, Alomar X, Viladés D, et al. Ruling out coronary artery disease with noninvasive coronary multidetector CT angiography before noncoronary cardiovascular surgery. *Radiology.* 2011;258(2):426-34.
 5. Czer LS, Gray RJ, Stewart ME, De Robertis M, Chaux A, Matloff JM. Reduction in sudden late death by concomitant revascularization with aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1988;95(3):390-401.
 6. Meijboom WB, Mollet NR, Van Mieghem CA, Kluin J, Weustink AC, Pugliese F, et al. Pre-operative computed tomography coronary angiography to detect significant coronary artery disease in patients referred for cardiac valve surgery. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48(8):1658-65.
 7. Pouleur AC, le Polain de Waroux JB, Kefer J, Pasquet A, Coche E, Vanoverschelde JL, et al. Usefulness of 40-slice multidetector row computed tomography to detect coronary disease in patients prior to cardiac valve surgery. *Eur Radiol.* 2007;17(12):3199-207.
 8. Scheffel H, Leschka S, Plass A, Vachenauer R, Gaemperli O, Garzoli E, et al. Accuracy of 64-slice computed tomography for the preoperative detection of coronary artery disease in patients with chronic aortic regurgitation. *Am J Cardiol.* 2007;100(4):701-6.
 9. Bettencourt N, Rocha J, Carvalho M, Leite D, Toschke AM, Melica B, et al. Multislice computed tomography in the exclusion of coronary artery disease in patients with presurgical valve disease. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2009;2(4):306-13.
 10. Buffa V, De Cecco CN, Cossu L, Fedeli S, Vallone A, Ruopoli R, et al. Preoperative coronary risk assessment with dual-source CT in patients undergoing noncoronary cardiac surgery. *Radiol Med.* 2010;115(7):1028-37.
 11. Jakamy R, Barthélémy O, Le Feuvre C, Berman E, Boutekadjirt R, Cluzel P, et al. Accuracy of multislice computed tomography in the preoperative assessment of coronary disease in patients scheduled for heart valve surgery. *Arch Cardiovasc Dis.* 2012;105(8-9):424-31.
 12. Ahn JH, Park JR, Min JH, Sohn JT, Hwang SJ, Park Y, et al. Risk stratification using computed tomography coronary angiography in patients undergoing intermediate-risk noncardiac surgery. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61(6):661-8.
 13. Shrivastava V, Vundavalli S, Mitchell L, Dunning J. Is cardiac computed tomography a reliable alternative to percutaneous coronary angiography for patients awaiting valve surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2007;6(1):105-9.
 14. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Barón-Esquivias G, Baumgartner H, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). *Eur Heart J.* 2012;33(19):2451-96.
 15. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2018;71(2):110.

KQ 9. 관상동맥 석회수치가 400 이하인 환자에서 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절한가?

권고1. 관상동맥 석회수치가 400 이하인 환자에서 증상이 있는 경우 관상동맥의 평가를 위해 관상동맥 CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 I)

근거요약

관상동맥 석회수치가 400 이하인 환자에서 증상이 있는 경우 관상동맥의 평가를 위한 관상동맥 CT에 대해 문헌 검색을 거쳐 한 개의 가이드라인이 선정되었다. 2015년 한국 가이드라인에서 관상동맥 석회수치가 400 또는 그 이하인 경우, 환자가 증상이 있다면 관상동맥 평가를 위해 심장 CT를 촬영하는 것을 권고하고 있다. (1)

심장 CT는 다른 임상적인 예측인자, 스트레스 검사, 관상동맥 석회수치보다 관상동맥 질환을 더 정확하게 예측하는 검사로 알려져 있다. (2) 하지만 조영제, 방사선 문제 그리고 검사 비용 등을 고려해 보았을 때 모든 환자에서 검사하는 것은 적절하지 못하다. 이런 심장 CT를 촬영하기 전에 사전 검사로 관상동맥 석회수치가 이용 될 수 있다. 많은 연구에서 관상동맥 석회수치가 관상동맥질환의 강력한 예측 인자로 알려져 있고, 모든 원인에 대한 사망률을 잘 반영하는 것으로 알려져 있다. (3) 관상동맥 석회수치가 0인 경우에는 관상동맥질환을 완전히 배제할 수는 없지만 가능성이 떨어지는 것으로 되어 있다. (4) 한편 관상동맥 석회수치가 400이 넘을 경우에 그렇지 않은 경우보다 관상동맥질환이나 심근경색으로 사망할 확률이 30배나 높은 것으로 알려져 있지만 (5) 심장 CT에서는 많은 석회화로 인한 인공물로 위양성 및 위음성이 높게 나타날 수 있다. (6,7) 관상동맥 석회수치가 600 이상일 때는 600 이하일 때보다 심장 CT에서 관상동맥질환 예측 정확도가 떨어진다는 보고도 있다. (8,9) 종합해 보았을 때 증상이 있는 환자에서 관상동맥 석회수치 CT 검사를 한 환자인 경우 400 또는 그 이하일 때 관상동맥 평가를 위해서 심장 CT를 촬영하는 것이 적절하다고 볼 수 있다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

심장 CT를 판독하는 데 있어 관상동맥 석회수치가 높을 경우에는 오히려 석회화가 심해서 판독에 지장을 받을 수 있다. 관상동맥 석회수치 CT 검사는 그 자체로도 관상동맥 질환을 예측하는 검사로 사용 될 수 있는 데다 미리 석회화 정도도 파악하여 심장 CT 촬영의 필요 여부와 판독에 지장이 없도록 심장 CT의 적절히 이용될 수 있는지도 파악할 수 있다. 석회수치가 400 이하인 경우에 심장 CT를 이용함으로써 석회화로 인한 인공물 영향을 덜 받아서 관상동맥질환 유무를 정확히 판단하여 판독할 수 있는 이득이 있다. 관상동맥 석회수치 측정 CT 검사와 심장 CT 모두 방사선 노출의 위험이 있으므로 이를 고려하여야 하며 심장 CT의 경우 신장 기능 이상이 있는 환자에서는 조영제 사용의 주의가 필요하다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

국내의 경우병원의 CT가 보급이 잘 되어 있고 특히 대형병원에서는 심장 CT를 촬영할 수 있는 64 채널 이상 CT를 보유한 경우가 많기 때문에 심장 CT의 수용성에는 문제가 없다. 하지만 검사 비용, 보험 적용 문제, 방사선 위해성이나 조영제 부작용 등을 고려해야 하므로 적용에 어려운 점들도 있다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고문헌

1. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ; Korean Society of Radiology; Korean Society of Cardiology. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean J Radiol. 2015 Mar-Apr;16(2):251-85.
2. Dedic A, Genders TS, Ferket BS, Galema TW, Mollet NR, Moelker A, Hunink MG, de Feyter PJ, Nieman K. Stable angina pectoris: head-to-head comparison of prognostic value of cardiac CT and exercise testing. Radiology. 2011 Nov;261(2):428-36.
3. Budoff MJ, Shaw LJ, Liu ST, Weinstein SR, Mosler TP, Tseng PH, Flores FR, Callister TQ, Raggi P, Berman DS. Long-term prognosis associated with coronary calcification: observations from a registry of 25,253 patients. J Am Coll Cardiol. 2007 May 8;49(18):1860-70.
4. Sarwar A, Shaw LJ, Shapiro MD, Blankstein R, Hoffmann U, Cury RC, Abbbara S, Brady TJ, Budoff MJ, Blumenthal RS, Nasir K. Diagnostic and prognostic value of absence of coronary artery calcification. JACC Cardiovasc Imaging. 2009 Jun;2(6):675-88.
5. Arad Y, Goodman KJ, Roth M, Newstein D, Guerci AD. Coronary calcification, coronary disease risk factors, C-reactive protein, and atherosclerotic cardiovascular disease events: the St. Francis Heart Study. J Am Coll Cardiol. 2005 Jul 5;46(1):158-65.
6. Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, Goldstein JA. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. J Am Coll Cardiol. 2005 Aug 2;46(3):552-7.
7. Abdulla J, Pedersen KS, Budoff M, Kofoed KF. Influence of coronary calcification on the diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography: a systematic review and meta-analysis. Int J Cardiovasc Imaging. 2012 Apr;28(4):943-53.
8. Arbab-Zadeh A, Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Niinuma H, Gottlieb I, Paul N, Clouse ME, Shapiro EP, Hoe J, Lardo AC, Bush DE, de Roos A, Cox C, Brinker J, Lima JA. Diagnostic accuracy of computed tomography coronary angiography according to pre-test probability of coronary artery disease and severity of coronary arterial calcification. The CORE-64 (Coronary Artery Evaluation Using 64-Row Multidetector Computed Tomography Angiography) International Multicenter Study. J Am Coll Cardiol. 2012 Jan 24;59(4):379-87.
9. Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, Gitter M, Sutherland J, Halamert E, Scherer M, Bellinger

R, Martin A, Benton R, Delago A, Min JK. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial. J Am Coll Cardiol. 2008 Nov 18;52(21):1724-32.

KQ 10. 관상동맥 우회술(CABG) 시행 후 이식혈관의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?

권고1. 관상동맥 우회술(CABG) 시행 후 이식혈관의 평가를 위해 심장 CT를 고려할 수 있다.(권고등급 B, 근거수준 II)

근거 요약

관상동맥 우회술(coronary artery bypass graft; CABG)을 시행한 환자에서 이식혈관의 평가에 대한 문헌 검색을 거쳐 총 세 개의 가이드라인이 선정되었다. 본 가이드라인은 세 개의 문서를 기준으로 참고하여 수용 개작 하였다. 2010년 ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 가이드라인에서는 관상동맥 우회술을 시행한 환자에서 허혈성 흉통 유사 증상이 있을 경우, 심장 CT가 적절하다고 보고하였다 (Appropriate Use Score A). 관상동맥 우회술을 시행한 무증상 환자의 경우에는, 수술 후 5년 이상 경과하였을 때에는 이식혈관 평가를 위한 심장 CT의 적합성이 불확실 (Appropriate Use Score U) 하고, 수술 후 경과 시간이 5년 이내일 때에는 심장 CT의 실행이 부적절 (Appropriate Use Score D) 하다고 평가하였다 (1). 한편, 2013년 출간된ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 가이드라인에서는 관상동맥 우회술을 시행한 환자에서 허혈성 흉통 유사 증상이 있을 경우, 침습적 관상동맥 조영술 및 스트레스 검사를 포함한 심초음파, 심장 MRI, 핵의학 검사가 진단에 있어 적합한 검사이며 (appropriate), 심장 CT 및 운동 부하 심전도 검사는 아마도 적합할 수 있는 검사 (May be appropriate)로 평가하였다. 관상동맥 우회술을 시행하였더라도 증상이 없는 환자의 경우에는 심장 CT가 거의 적합하지 않은 (rarely appropriate) 검사로 분류되었다 (2). 2015년 Korean 가이드라인에서는 관상동맥 우회술을 시행한 환자에서 허혈성 흉통이 있을 경우 심장 CT를 적합한 검사로 제시하였으며 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A), 무증상 환자의 경우 수술 후 5년 이상 경과되었을 경우에는 심장 CT가 적합 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A), 5년 이내일 경우에는 심장 CT의 적합성이 불확실 (Appropriateness Criteria U, Level of Evidence A)한 것으로 분류하였다 (3).

관상동맥 우회술을 받은 환자에서 심근 허혈을 의심할 수 있는 흉통 및 유사증상이 있을 때, 이에 대한 평가를 위해 심장 CT가 유용성하다는 점은 여러 이전 연구에서 밝힌 바 있다 (4-6). CASS (Coronary Artery Surgery Study) 레지스트리 연구에 따르면 관상동맥 우회술 이후 1년 이내 협심증이 생기는 확률은 24%이며, 40%의 환자는 수술 후 6년 이내

협심증 재발을 경험하였다 (7). 따라서 수술 후 이식혈관의 평가가 중요한데, 다중채널 (multi-detector) CT를 이용한 이식 혈관 개통성 평가의 유용성에 대한 메타분석 결과, 이식혈관의 완전폐쇄 진단의 민감도는 97.6%, 특이도는 98.5%로 보고되었으며 50% 이상의 혈관 협착 진단의 민감도는 88.7%, 특이도는 97.4%로 매우 높은 수준으로 보고되었다 (4). 또 다른 메타분석 연구에서도 관상동맥 CT를 이용한 이식 혈관의 50%이상 협착 및 완전폐쇄 진단의 민감도는 97.6%, 특이도는 96.7%, 양성 예측도는 92.7%, 음성 예측도는 98.9%로 높은 수준으로 보고되었다 (5).

하지만 관상동맥 우회술을 시행받은 무증상 환자에서 심장 CT의 유용성에 대해서는 가이드라인별 권고 방향이 상이하다. 이전 연구들에서 관상동맥 우회술 이후 심근경색 재발(이식혈관 협착 혹은 관상동맥 질환으로 인한)이 수술 후 5년을 기점으로 증가하였다는 점을 보여주었다 (7-9). 따라서 2015년 Korean 가이드라인에서는 무증상 환자의 경우 수술 후 5년 이상 경과된 경우 심장 CT는 적합, 5년 이내인 경우 불확실로 권고하였다(3). 2010년 ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 가이드라인에서는 수술 후 5년 이상 경과한 무증상 환자의 경우 불확실, 5년 이내인 경우 부적절로 권고하였다 (1). 하지만 2013년 ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 가이드라인에서는 관상동맥 우회술 후 환자가 증상이 없다면 심장 CT의 실행이 부적합한 것으로 권고하고 있다 (2). 관상동맥 우회술 이후 이식혈관 협착 및 기존 관상동맥 질환의 진행으로 인한 심근경색이 생길 수 있고, 수술 후 경과 기간이 길어질수록 그 확률이 높아진다는 점을 고려하였을 때, 무증상 환자에서도 심장 CT를 통해 이식혈관 및 관상동맥의 상태를 평가할 수 있다는 점에서 그 효용성이 분명히 있다 (7, 8). 하지만 무증상 환자에서 심장 CT를 시행하는 경우에는 수술로부터 경과 시간을 고려해야 하며, 전문가의 판단에 따라 시행해야 한다.

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

관상동맥 우회술 이후 이식혈관 평가를 위해 심장 CT를 1차 검사로 사용하게 되면 불필요한 invasive coronary angiography의 빈도를 낮출 수 있으며, 재수술 혹은 시술이 필요한 환자를 선별해 낼 수 있다는 장점이 있다. CT는 방사선 피폭과 조영제 부작용의 단점이 존재한다. 하지만 심장 CT의 방사선량이 예전보다 현저히 낮아졌고, 이식혈관 개통성 평가에 높은 수준의 diagnostic performance를 보이기 때문에 이득이 더 크다 할 수 있다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라의 경우 다른 나라에 비해 병원 자체의 CT 보유율이 높고 특히 대형병원은 심장 CT에서 필수적인 64 채널이상의 CT를 거의 대부분 보유하고 있기 때문에 심장 CT에 대한 접근성이 좋다. 따라서 진료지침의 국내 수용성에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

참고 문헌

1. Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM, Mark D, Min J, O'Gara P, et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 appropriate use criteria for cardiac computed tomography. A report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56(22):1864-94.
2. Wolk MJ, Bailey SR, Doherty JU, Douglas PS, Hendel RC, Kramer CM, et al. ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2013 multimodality appropriate use criteria for the detection and risk assessment of stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(4):380-406.
3. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ, et al. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. *Korean J Radiol.* 2015;16(2):251-85.
4. Jones CM, Athanasiou T, Dunne N, Kirby J, Aziz O, Haq A, et al. Multi-detector computed tomography in coronary artery bypass graft assessment: a meta-analysis. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(1):341-8.
5. Hamon M, Lepage O, Malagutti P, Riddell JW, Morello R, Agostini D, et al. Diagnostic performance of 16- and 64-section spiral CT for coronary artery bypass graft assessment: meta-analysis. *Radiology.* 2008;247(3):679-86.
6. Meyer TS, Martinoff S, Hadamitzky M, Will A, Kastrati A, Schomig A, et al. Improved noninvasive assessment of coronary artery bypass grafts with 64-slice computed tomographic angiography in an unselected patient population. *J Am Coll Cardiol.* 2007;49(9):946-50.
7. Cameron AA, Davis KB, Rogers WJ. Recurrence of angina after coronary artery bypass surgery: predictors and prognosis (CASS Registry). *Coronary Artery Surgery Study.* *J Am Coll Cardiol.* 1995;26(4):895-9.
8. Alderman EL, Kip KE, Whitlow PL, Bashore T, Fortin D, Bourassa MG, et al. Native

coronary disease progression exceeds failed revascularization as cause of angina after five years in the Bypass Angioplasty Revascularization Investigation (BARI). J Am Coll Cardiol. 2004;44(4):766-74.

9. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1,388 patients during 25 years. J Am Coll Cardiol. 1996;28(3):616-26.

KQ 11. 심장판막질환이 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?

권고1. 심장판막질환이 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 II)

근거 요약

심장판막질환이 의심되는 환자에서 심장 CT 촬영의 적합성에 대한 문헌 검색을 거쳐 총 네 개의 가이드라인이 선정되었다. 본 가이드라인은 네 개의 문서를 기준으로 참고하여 수용 제작하였다. 2010년 ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 가이드라인에서는 심장판막의 특성화 (characterization) 및 임상적으로 유의한 심장판막질환이 의심될 때, 그리고 다른 비침습적 검사 결과가 적절하지 않을 때 심장 내/외 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다고 권고하였다 (Appropriateness Criteria A) (1). 2015년 Korean 가이드라인에서는 심장판막질환이 의심되는 환자에서 다른 비침습적 검사법이 적절하지 않을 때 심장 CT를 권고하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) (2). 2017년 ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 가이드라인에서는 임상적 상황 및 질환 별로 나누어 심장 CT의 유용성을 권고하고 있는데, 그 구체적인 내용은 다음과 같다: 1) 상행대동맥 직경 4cm 이상인 이첨 대동맥판막 환자에서 ① 대동맥 직경 > 4.5cm, ② 대동맥 직경의 빠른 변화, ③ 대동맥박리 가족력 (직계가족), 중 한가지 이상을 만족하는 경우 대동맥동 및 상행대동맥의 크기 및 모양 재평가 (1년 이내)를 위한 심장 CT 촬영은 적합하다 (Appropriate). 2) 경흉부 심초음파가 심장판막질환 평가에 부적절하거나, 판막부전을 시사하는 임상증상이 있을 때 자연 및 인공판막의 평가를 위해 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 3) 감염성 심내막염이 의심되는 환자에서 검사 전 유병확률이 중등 혹은 고위험일 경우 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 4) 증상이 있는 심한 대동맥판막 협착 환자에서 저유량/저압력차 및 좌심실 기능저하 (low flow/low gradient and low left ventricular ejection fraction)가 있을 경우 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 5) 심한 대동맥판막 협착 환자에서 저유량/저압력차이나, 좌심실 기능은 유지된 경우 판막 모양, 특히 칼슘 침착 평가를 위해 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 6) 도플러 심초음파 검사 결과와 임상 증상에 차이가 있을 때 승모판 압력차와 폐동맥압 평가를 위해 심장 CT는 적합할 수 있다

(May be appropriate). 7) 허혈을 포함한 만성 이차 승모판 역류의 병인 확인을 위해 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 8) 대동맥동 혹은 상행대동맥이 늘어나있거나 이첨 대동맥판막 환자에서 대동맥판막 역류의 유무 및 정도 확인을 위해 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 9) 대동맥판막 역류의 정도 (등급) 평가에 임상 소견과 경흉부 심초음파 사이에 불일치가 있을 때 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 10) 심한 삼첨판막 역류가 있고 경흉부 심초음파 소견이 확실하지 않을 경우, 우심실 수축기능 및 수축기/이완기 용적 평가를 위해 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 11) 판막 종괴에 대한 추가 평가를 위해 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). 12) 감염성 심내막염 환자의 임상 상태 및 심장 검사에서 변화가 있을 경우 재평가를 위해 심장 CT는 적합할 수 있다 (May be appropriate). (3) 2017년 ESC/EACTS 가이드라인에서는 다중채널 CT에서 보이는 대동맥판막의 칼슘침착은 판막협착 정도 및 예후와 연관이 있으며, 특히 좌심실 기능저하를 동반한 대동맥협착의 경우 CT에서 판막 칼슘침착을 정량화하는 것이 중요하다고 권고하였다 (4).

전통적으로 심장판막질환에서 가장 중요한 역할을 하는 일차 검사법은 심초음파이다. 하지만 심초음파 검사가 불가능한 환자이거나, 초음파 영상의 질이 나쁜 경우, 심장 CT는 판막평가에 중요한 역할을 할 수 있다. 여러 이전 연구에서 대동맥판막 협착의 정도 및 판막 열린면적 평가에 있어 심장 CT와 경흉부 심초음파 사이에 유의한 차이가 없음을 밝혔으며 (5-7), 이첨 대동맥판막의 진단과 평가, 추적관찰에 심장 CT가 중요한 역할을 할 수 있음을 보여주었다 (8, 9). 최근에는 심장 CT에서 정량화한 대동맥판막 칼슘이 대동맥판막 협착 정도 및 판막 열린면적과 상관관계가 있으며, 유의한 예후인자라는 결과 또한 보고되었다 (10-12). 뿐만 아니라, 승모판의 경우에도 유두근 및 건삭을 포함한 해부학적 구조를 평가하고 승모판 탈출증을 진단하는 데 심장 CT가 사용될 수 있음을 여러 이전 연구에서 증명하였다 (13-15). 이와 같이 심장판막질환이 의심되는 환자에서 심장 CT의 역할은 충분한 근거가 있다. 하지만 위 가이드라인들에서 제시한 바와 같이, 경흉부 심초음파 검사 결과와 임상적 상황을 함께 고려하여야 한다.

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

심장 CT는 심초음파와 비교시 보다 좋은 공간 해상도로 넓은 부위를 검사할 수 있다는 점에서 심장판막질환 환자의 심장 내부 및 주변 구조물을 모두 평가하여 판막질환의 양상 및 원인을 평가할 수 있다는 장점이 있다. CT는 방사선 피폭과 조영제 부작용의 단점이 존재하지만, 심장 CT의 방사선 및 조영제 양은 예전보다 현저히 낮아졌다. 또한 CT는 심장 박동으로 인한 움직임 허상이 생길 수 있다는 단점이 있지만, 최근 CT 기기의 발달로 시간해상도가 향상되면서 심박동이 빠른 환자에서도 진단적 영상을 얻을 수 있다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라의 경우 다른 나라에 비해 병원 자체의 CT 보유율이 높고 특히 대형병원은 심장 CT에서 필수적인 64채널이상의 CT를 거의 대부분 보유하고 있기 때문에 심장 CT에 대한 접근성이 좋다. 따라서 진료지침의 국내 수용성에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고 문헌

1. Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM, Mark D, Min J, O'Gara P, et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2010;4(6):407 e1-33.
2. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ, et al. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean J Radiol. 2015;16(2):251-85.
3. Doherty JU, Kort S, Mehran R, Schoenhagen P, Soman P. ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2017 Appropriate Use Criteria for Multimodality Imaging in Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. J Am Coll Cardiol. 2017;70(13):1647-72.
4. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2017;38(36):2739-91.
5. Leborgne L, Choplin Y, Renard C, Claeys M, Levy F, Jarry G, et al. Quantification of aortic valve area with ECG-gated multi-detector spiral computed tomography in patients with aortic stenosis and comparison of two image analysis methods. Int J Cardiol. 2009;135(2):266-9.
6. Shah RG, Novaro GM, Blandon RJ, Whiteman MS, Asher CR, Kirsch J. Aortic valve area: meta-analysis of diagnostic performance of multi-detector computed tomography for aortic valve area measurements as compared to transthoracic echocardiography. Int J Cardiovasc Imaging. 2009;25(6):601-9.
7. LaBounty TM, Glasofer S, Devereux RB, Lin FY, Weinsaft JW, Min JK. Comparison of cardiac computed tomographic angiography to transesophageal echocardiography for

- evaluation of patients with native valvular heart disease. Am J Cardiol. 2009;104(10):1421-8.
8. Ko SM, Song MG, Hwang HK. Bicuspid aortic valve: spectrum of imaging findings at cardiac MDCT and cardiovascular MRI. AJR Am J Roentgenol. 2012;198(1):89-97.
 9. Chen JJ, Manning MA, Frazier AA, Jeudy J, White CS. CT angiography of the cardiac valves: normal, diseased, and postoperative appearances. Radiographics. 2009;29(5):1393-412.
 10. Cueff C, Serfaty JM, Cimadevilla C, Laissy JP, Himbert D, Tubach F, et al. Measurement of aortic valve calcification using multislice computed tomography: correlation with haemodynamic severity of aortic stenosis and clinical implication for patients with low ejection fraction. Heart. 2011;97(9):721-6.
 11. Clavel MA, Messika-Zeitoun D, Pibarot P, Aggarwal SR, Malouf J, Araoz PA, et al. The complex nature of discordant severe calcified aortic valve disease grading: new insights from combined Doppler echocardiographic and computed tomographic study. J Am Coll Cardiol. 2013;62(24):2329-38.
 12. Clavel MA, Pibarot P, Messika-Zeitoun D, Capoulade R, Malouf J, Aggarwal S, et al. Impact of aortic valve calcification, as measured by MDCT, on survival in patients with aortic stenosis: results of an international registry study. J Am Coll Cardiol. 2014;64(12):1202-13.
 13. Feuchtner GM, Alkadhi H, Karlo C, Sarwar A, Meier A, Dichtl W, et al. Cardiac CT angiography for the diagnosis of mitral valve prolapse: comparison with echocardiography. Radiology. 2010;254(2):374-83.
 14. Delgado V, Tops LF, Schuijf JD, de Roos A, Brugada J, Schalij MJ, et al. Assessment of mitral valve anatomy and geometry with multislice computed tomography. JACC Cardiovasc Imaging. 2009;2(5):556-65.
 15. Deng W, Yang ZG, Peng LQ, Dong ZH, Chu ZG, Wang QL. Morphological and dynamic features of normal mitral valve evaluated by dual-source computed tomography. Int J Cardiol. 2010;145(3):633-6.

KQ 12. 인공심장판막의 기능이상 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?

- 권고 1. 인공심장판막의 기능이상 의심되는 환자에서 경흉부 혹은 경식도 심초음파 영상의 질이 부적절한 경우 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 II)
- 권고 2. 인공심장판막의 폐쇄가 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 II)

근거요약

인공심장판막의 기능이상이 의심되는 환자에서 심장 CT의 사용에 대한 가이드라인은 검색을 통해 총 5개가 선정되었다 (1-5). 본 가이드 라인은 5개의 문서를 기준으로 수용 개작하였다.

인공 심장 판막, 특히 기계 판막 치환술을 받은 경우 판막 폐쇄, 역류, 감염 등 여러 합병증이 발생할 수 있는데, 초음파에서의 후방 음영 그림자 (posterior acoustic shadowing)으로 인해 심초음파에서 판막 및 주변 구조물의 평가가 충분하지 않은 경우가 많다. 이런 경우 CT가 심장내부 및 주변 구조물의 평가에 유용하게 사용될 수 있어, 5개의 가이드라인 중 4개에서 해당 상황에서 심장 CT의 사용을 권고하였다. 2010년 ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 가이드라인에서는 임상적으로 임상적으로 인공 판막의 기능 이상이 의심되는 환자에서 다른 비침습적 영상 검사의 질이 부적절한 경우 인공 판막의 특성 평가(characterization)을 위해 심장 CT의 사용이 적절하다 (appropriate)고 하였다 (1). 2015년 한국 가이드라인에서도 인공 판막의 기능 이상이 의심되며 다른 비침습적 영상 검사가 적절하지 않은 경우 심장 CT가 권장된다고 하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) (2). 2017년 ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/

SCAI/SCCT/SCMR/STS의 판막 질환 multimodality imaging 가이드라인에서는 임상적으로 기계 인공 판막 또는 조직 판막의 기능 이상이 의심되며 경흉부 혹은 경식도 초음파 영상의 질이 부적절한 경우 판막의 평가를 위해 심장 CT를 시행하는 것은 적절하며 (Appropriate), 임상적으로 기계 인공 판막 또는 조직 판막의 기능 이상이 의심될 때 판막의 평가를 위해 심장 CT를 시행하는 것은 특수한 경우 적절할 수 있다 (maybe appropriate)고 하였다 (3). 2017년 ASCI의 multimodality appropriate use criteria에서는 판막 기능 이상의 의심 여부를 언급하지는 않았으나 경흉부 심초음파에서의 정보가 적절하지 않을 경우 인공 심장 판막의 평가를 위해 심장 CT를 사용하는 것은 적절하며 (appropriate), 인공 심장 판막 치환술 후 첫번째 평가를 위해 심장 CT를 사용하는 것은 불확실하다 (uncertain) 고 언급하였다 (4).

위의 가이드라인들에서는 기존 가이드라인의 권고안을 수용개작하거나 (6-8), 소수의 환자를 대상으로 한 후향적 연구에서 심장 CT가 채수술 혹은 부검 결과(reference standard)와 비교 시 인공 판막의 이상 소견을 정확하게 찾아낼 수 있음을 보고한 것을 근거로 하였으나 (9-12), 대부분의 연구에서 reference standard가 명확하지 않거나 일관되게 적용되지 않았으며, 심장 CT 소견을 심초음파 등 다른 영상 소견과의 비교 혹은 진단의 부가적인 가치를 충분히 탐색하지 않은 제한점이 있다.

위의 4개의 가이드라인들에서는 심초음파 등 다른 비침습적 영상 검사에서 정보가 불충분할 때에 국한하여 심장 CT의 사용을 권고한 것에 반해, 2017년 AHA/ACC의 판막질환 가이드라인에서는 기계 인공 판막의 혈전(thrombus)이 의심되는 환자에서 판막의 기능 및 움직임, 혈전의 유무 및 범위 평가를 위하여 심장 CT를 포함한 multimodality imaging이 즉시 시행되어야 한다 (indicated)고 Class of recommendation I, level of evidence B-NR로 언급하여, 다른 영상 검사의 적절한 정보 여부와 관계없이 심장 CT의 시행을 권고하고 있다 (5).

기계 인공 판막의 폐쇄는 혈전, 판누스 (pannus, 섬유성 조직 증식), 우종 (vegetation, 세균

덩어리) 등에 의해 발생하며 특히 혈전과 판누스에 의한 폐쇄는 임상 양상이 비슷하기 때문에 임상적으로 감별이 어려운 경우가 많다. 판막 폐쇄 환자에서 경흉부 심초음파가 판막 및 심실 기능의 평가를 위해 일차 검사로 시행되나 (13) 정보가 불충분한 경우가 많다. 심장 CT는 인공 판막, 특히 대동맥 판막의 움직임 평가 및 혈전의 유무나 정량화 평가를 유용하며 (9,14,15), 2017년 AHA/ACC 가이드라인은 좀 더 근거 인공 판막 폐쇄 원인의 감별을 위해 CT를 포함한 multimodality imaging이 도움이 된다고 하였다. 경식도 심초음파에서 인공 판막 기능 이상이 의심되는 환자를 대상으로 한 전향적 관찰 연구에서, 심장 CT는 혈전 혹은 판누스를 진단하는 데 있어서 민감도 89%, 특이도 50%, 양성예측도 20%, 음성예측도 87%의 진단능을 보였다 (14). 또한 기계 인공 대동맥 판막 기능이상으로 재수술 받은 환자 25명을 대상으로 한 후향적 연구에서, 재수술 소견과 비교 시 심장 CT는 판누스의 진단에 있어 경식도 심초음파 (48%)의 민감도보다 유의하게 높은 92%의 민감도를 보였고, 경식도 심초음파에서 기능이상의 원인이 없었거나 불명확한 경우 중 84.6%에서 심장 CT에서 원인을 진단할 수 있었다 (15).

대부분의 가이드라인에서는 심초음파 검사 영상의 질이 부적절한 경우 심장 CT의 사용을 권고하고 있으나 그 근거 수준이 아주 높지 않음을 감안하였을 때, 2017년 AHA/ACC 가이드라인의 권고를 수용하여 인공 판막 폐쇄가 의심되는 경우 심초음파 검사 결과에 관계없이 심장 CT를 시행할 수 있다는 권고안을 추가하였다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

인공 판막의 기능 이상, 특히 판막 폐쇄가 의심되는 환자에서 심장 CT의 시행을 통해 판막 폐쇄의 진단 및 원인 감별을 하게 되면 적절한 치료 방법의 신속한 결정 및 시행을 통해 환자의 예후를 향상시킬 수 있다. 다만 방사선 노출의 위험이 있고 조영제를 반드시 사용해야 하므로 이를 고려하여 적용하여야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라는 병원의 CT가 많이 보급되어 있고 특히 대학병원 등의 대형병원에서는 심장 CT를 촬영 할 수 있는 64채널 이상 CT를 대부분 보유하고있으므로 심장 CT의 수용성에는 문제가 없다. 하지만 검사 비용, 보험 적용 문제, 방사선 위해성이나 조영제 부작용 등을 고려해야 하므로 적용에 어려운 점들도 있다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고문헌

1. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular

Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance

2. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. *Korean J Radiol.* 2015;16: 251-285.
3. ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2017 Appropriate Use Criteria for Multimodality Imaging in Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons
4. 2017 Multimodality Appropriate Use Criteria for Noninvasive Cardiac Imaging: Expert Consensus of the Asian Society of Cardiovascular Imaging
5. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines
6. 2006 ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology.
7. 2010 ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR appropriate use criteria for cardiac computed tomography: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance.
8. ASCI 2010 appropriateness criteria for cardiac computed tomography: a report of the Asian Society of Cardiovascular Imaging cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging guideline Working Group
9. Symersky P, Budde RPJ, de Mol BAJM, Prokop M. Comparison of multidetector-row

- computed tomography to echocardiography and fluoroscopy for evaluation of patients with mechanical prosthetic valve obstruction. Am J Cardiol. 2009;104:1128-34.
10. Tsai IC, Lin YK, Chang Y, Fu YC, Wang CC, Hsieh SR, et al. Correctness of multi-detector-row computed tomography for diagnosing mechanical prosthetic heart valve disorders using operative findings as a gold standard. Eur Radiol 2009;19:857-867
 11. Habets J, Symersky P, van Herwerden LA, de Mol BA, Spijkerboer AM, Mali WP, et al. Prosthetic heart valve assessment with multidetector-row CT: imaging characteristics of 91 valves in 83 patients. Eur Radiol 2011;21:1390-1396
 12. Teshima H, Hayashida N, Fukunaga S, Tayama E, Kawara T, Aoyagi S, et al. Usefulness of a multidetector-row computed tomography scanner for detecting pannus formation. Ann Thorac Surg 2004;77:523-526
 13. Barbetseas J, Nagueh SF, Pitsavos C, Toutouzas PK, Quinones MA, Zoghbi WA. Differentiating thrombus from pannus formation in obstructed mechanical prosthetic valves: an evaluation of clinical, transthoracic and transesophageal echocardiographic parameters. J Am Coll Cardiol. 1998;32:1410-7.
 14. Gündüz S, Özkan M, Kalçık M, et al. Sixty-foursection cardiac computed tomography in mechanical prosthetic heart valve dysfunction: thrombus or pannus. Circ Cardiovasc Imaging. 2015;8:e003246.
 15. Suh YJ, Lee S, Im DJ, et al. Added value of cardiac computed tomography for evaluation of mechanical aortic valve: emphasis on evaluation of pannus with surgical findings as standard reference. Int J Cardiol. 2016;214:454-60.

KQ 13. 심장 종괴 (종양 및 혈전)가 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?

권고1. 심장 종괴(종양 및 혈전)가 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 I)

근거요약

심장 종괴(종양 및 혈전)가 의심되는 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 시행하는 심장 CT에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 총 2개가 선정 되었다. 2015년 Korean 가이드라인에서는 심장 CT를 심장 종괴 (종양 및 혈전)의 유무를 판별하는 일차적인 검사로써는 적절성이 불확실하지만 (Appropriateness Criteria U, Level of Evidence C)) 다른 비침습적인 방법으로 평가하기 힘든 경우 심장 종괴 (종양 및 혈전)에 대한 평가를 위해 심장 CT를 시행하는 것은 적절하다고 권고하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) [1]. 하지만 4년 후 나온 2019년ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 가이드라인에서는 종양이나 혈전

등의 심장 종괴가 의심될 때 일차적인 검사로 심장 CT가 적절하다고 권고하였다 [2]. 하지만 이 가이드라인에서 이런 경우 적절하다고 권고한 영상 검사에는 경흉부심장초음파, 경식도심장초음파, 심장 CT, 그리고 심장 MR 이렇게 네 가지가 있었고, 어떤 영상 검사를 시행할지는 환자의 질환 상태와 임상과의 판단에 따라 달라지겠지만 거의 모든 상황에서 경흉부심장초음파는 적절한 검사가 될 것이라고도 덧붙였다. 네 검사 모두 심장 종괴의 일차적인 평가에 적절하다고 권고는 하였지만, 경흉부심장초음파의 점수가 9점으로 가장 높았으며 심장 CT를 포함한 나머지 검사들은 모두 7점이었다.

2009년과 2010년에 나온 심장 종괴의 CT 및 MRI에 대한 종설들은 심장 종괴에 대한 검사로 가장 널리 쓰이는 방법은 간단하고 비침습적인 심장초음파를 꼽았다 [3, 4]. 그러나 CT 역시 널리 보급되어 있으면서 빠르게 영상을 획득할 수 있으며 심장초음파에 비해 높은 해상도를 가진다. 또한 다평면으로 영상을 재구성할 수 있고 석회와 지방 성분을 확인할 수 있으며, 특히 심장초음파보다 넓은 영상범위를 가져서 종괴와 심장 주변 구조물과의 관계, 심근 침윤 정도, 심막 침범 등을 폭넓게 평가할 수 있다는 장점이 있다 [3, 4]. 10년 사이 CT 기술이 더 발전한 만큼, 더 좋은 영상을 더 적은 선량으로 얻는 것이 가능해졌고, 아마 이런 변화를 2019년ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/

HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 가이드라인에서 반영하여 종양이나 혈전 등의 심장 종괴가 의심될 때 일차적인 검사로 심장 CT가 적절하다고 판단한 것으로 사료된다.

좌심방이 내의 혈전을 발견하는 데에도 심장 CT가 경식도초음파와 비교했을 때 민감도와 특이도가 각각 96% 와 100%로 굉장히 높았다는 연구 결과가 있었고 [5], 다른 비슷한 연구에서도 좌심방이 내의 혈전 발견에 심장 CT의 민감도와 특이도는 98%와 100%였고, 경식도초음파와의 일치도도 $\kappa = 0.953$ 로 매우 높았다 [6].

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

경흉부심장초음파나 경식도심장초음파는 방사선과 조영제에 노출되지 않고 심장 MRI는 방사선에 노출되지 않지만 CT는 방사선 피폭과 조영제 부작용이라는 단점이 존재한다. 하지만 CT의 기술 향상으로 인해 방사선량이 예전보다 현저히 낮아졌고, 다평면 영상 재구성이 가능하다는 점과 심장초음파보다 높은 해상도와 넓은 영상범위로 심장초음파로 평가하기 어려운 심장 종괴와 심장 주변 구조물과의 관계라든가 심장 종괴의 자세한 평가를 위해서는 심장 CT가 가지는 이득이 더 크다고 할 수 있다. MRI에 비해서도 CT의 보급률이 더 높고 더 빠르게 검사가 가능하다는 점이 CT가 가지는 이득이라고 할 수 있겠다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라의 경우 다른 나라에 비해 병원 자체의 CT 보유율이 높고 특히 대형병원은 심장 CT에서 필수적인 64채널 이상의 CT를 거의 대부분 보유하고 있기 때문에 심장 CT에 대한 접근성이 좋다. 따라서 진료지침의 국내 수용성에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 그러나 건강보험적용 여부와 관련된 검사비용과 방사선 위해성, 조영제 부작용 등에 따른 환자의 부담감 등에 있어서는 실제 적용하는데 어려운 측면도 존재할 수 있겠다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고문헌

1. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, et al. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. Korean J Radiol. 2015;16(2):251-285. doi:10.3348/kjr.2015.16.2.251
2. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance
3. Kim EY, Choe YH, Sung K, Park SW, Kim JH, Ko YH. Multidetector CT and MR imaging of cardiac tumors. Korean J Radiol 2009;10:164-175
4. Anavekar NS, Bonnichsen CR, Foley TA, Morris MF, Martinez MW, Williamson EE, et al. Computed tomography of cardiac pseudotumors and neoplasms. Radiol Clin North Am 2010;48:799-816
5. Hur J, Kim YJ, Lee HJ, Nam JE, Ha JW, Heo JH, et al. Dual enhanced cardiac CT for detection of left atrial appendage thrombus in patients with stroke: a prospective comparison study with transesophageal echocardiography. Stroke 2011;42:2471-2477
6. Hur J, Kim YJ, Lee HJ, Ha JW, Heo JH, Choi EY, et al. Left atrial appendage thrombi in stroke patients: detection with two-phase cardiac CT angiography versus transesophageal echocardiography. Radiology 2009;251:683-690

KQ 14. 심방세동에 대한 고주파 전기소작술이 예정된 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절한가?

권고1. 심방세동에 대한 고주파 전기소작술이 예정된 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 III)

근거요약

심방세동에 대한 고주파 전기소작술이 예정된 환자에서 심장 내부 및 주변 구조물의 평가를 위해 시행하는 심장 CT에 대한 가이드라인은 검색을 거쳐 총 2개가 선정 되었다. 2010년 ACCF/SCCT/ACR/

AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 가이드라인에서는 심방세동에 대한 고주파 전기소작술 전에 심장 내외부 구조물에 대한 평가를 위해 심장 CT를 시행하는 것은 적절하다고 하였고 [1], 2015년 Korean 가이드라인에서도 심방 세동에 대한 전기 소작술 전 폐정맥의 해부학적 구조에 대한 평가를 위해 심장 CT를 권고한다고 하였다 (Appropriateness Criteria A, Level of Evidence A) [2].

심방세동에 대한 치료로 고주파 전기소작술을 이용해서 폐정맥을 분리하는데, 이를 위해서는 식도, 폐정맥, 심장정맥, 그리고 좌심방 등 관련 구조물의 해부학적 위치에 대한 정확한 평가가 중요하다 [3-5]. 여러 연구에서 폐정맥 구조에 대한 평가에 있어서 심장 CT가 다른 심장내초음파, 경식도초음파나 정맥조영술에 비해 우수함을 입증하였다. 심장 CT로 폐정맥의 개구부와 분지의 개수 그리고 폐정맥 기형을 정확하게 평가할 수 있고, 이는 전기소작술을 시행하기 전 필요한 중요한 정보이다 [6-11].

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

경흉부심장초음파나 심장내심장초음파는 방사선과 조영제에 노출되지 않고 심장 MRI는 방사선에 노출되지 않지만 CT는 방사선 피폭과 조영제 부작용이라는 단점이 존재한다. 하지만 CT의 기술 향상으로 인해 방사선량이 예전보다 현저히 낮아졌고, 폐정맥의 해부학적 구조를 평가하는 데에 있어서 심장 CT가 심장초음파보다 더 우수하다는 점에서 심방세동에 대한 고주파 전기소작술 전 평가를 위해서는 심장 CT가 가지는 이득이 더 크다고 할 수 있다. MRI에 비해서도 CT의 보급률이 더 높고 더 빠르게 검사가 가능하다는 점이 CT가 가지는 이득이라고 할 수 있겠다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

우리나라의 경우 다른 나라에 비해 병원 자체의 CT 보유율이 높고 특히 대형병원은 심장 CT에서 필수적인 64 채널이상의 CT를 거의 대부분 보유하고 있기 때문에 심장 CT에 대한 접근성이 좋다. 따라서 진료지침의 국내 수용성에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 그러나 건강보험적용 여부와 관련된 검사비용과 방사선 위해성, 조영제 부작용 등에 따른 환자의 부담감 등에 있어서는 실제 적용하는데 어려운 측면도 존재할 수 있겠다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고문헌

1. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the

- North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance.
2. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, et al. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. *Korean J Radiol.* 2015;16(2):251-285. doi:10.3348/kjr.2015.16.2.251.
 3. Chyou JY, Biviano A, Magno P, Garan H, Einstein AJ. Applications of computed tomography and magnetic resonance imaging in percutaneous ablation therapy for atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol* 2009;26:47-57.
 4. Hemminger EJ, Girskey MJ, Budoff MJ. Applications of computed tomography in clinical cardiac electrophysiology. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2007;1:131-142.
 5. Saremi F, Tafti M. The role of computed tomography and magnetic resonance imaging in ablation procedures for treatment of atrial fibrillation. *Semin Ultrasound CT MR* 2009;30:125-156.
 6. Lacomis JM, Wigginton W, Fuhrman C, Schwartzman D, ArmfieldDR, Pealer KM. Multi-detector row CT of the left atrium and pulmonary veins before radio-frequency catheter ablation for atrial fibrillation. *Radiographics* 2003;23(suppl):35S-48S.20.
 7. Jongbloed MR, Dirksen MS, Bax JJ, Boersma E, Geleijns K, LambHJ, van der Wall EE, de Roos A, Schalij MJ. Atrial fibrillation: multi-detector row CT of pulmonary vein anatomy prior to radio-frequency catheter ablation-initial experience. *Radiology* 2005;234:702-9.21.
 8. Stanford W, Breen JF. CT evaluation of left atrial pulmonary venous anatomy. *Int J Cardiovasc Imaging* 2005;21:133-9.22.
 9. Schwartzman D, Lacomis J, Wigginton WG. Characterization of left atrium and distal pulmonary vein morphology using multidimensional computed tomography. *J Am Coll Card* 2003;41:1349-57.23.
 10. Wood MA, Wittkamp M, Henry D, Martin R, Nixon J, Shepard RK, Ellenbogen KA. A comparison of pulmonary vein ostial anatomy by computerized tomography, echocardiography, and venography in patients with atrial fibrillation having radiofrequency catheter ablation. *Am J Card* 2004;93:49-53.
 11. Jongbloed MR, Bax JJ, Lamb HJ, Dirksen MS, Zeppenfeld K, van der Wall EE, de Roos A, Schalij MJ. Multislice computed tomography versus intracardiac echocardiography to evaluate the pulmonary veins before radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation: Ahead-to-head comparison. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:343-50.

KQ 15. 우심실 기능의 정량적 분석이 필요한 환자에서 심장 CT가 적절한가?

권고 1. 우심실 기능의 정량적 분석이 필요한 환자에서 심장 CT가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 II)

근거요약

우심실 기능의 정량적 분석이 필요한 환자에서 심장 CT의 사용에 대한 가이드라인은 검색을 통해 총 2개가 선정됐으며, 2010년 Asian Society of Cardiovascular Imaging (ASCI)의 가이드라인과 2015년 한국 가이드라인이다 (1-2).

우심실의 기능 및 용적은 다양한 질환에서 치료 결정 및 예후 예측에 중요한 인자이며, 부정맥 유발 우심근 병증 (arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy, ARVC)의 진단에 중요한 역할을 한다 (3-7). 그러나 우심실의 복잡한 기하학적 구조 때문에 경흉부 심초음파에서는 우심실 기능 및 용적에 대해 정확성, 재현성 있는 평가가 어려우며, 현재 우심실의 기능 및 용적을 측정하는 표준 영상 방법은 심장 MRI이다. 하지만 MRI의 긴 촬영시간을 견디기 어렵거나 MRI 영상의 질을 떨어뜨리는 인공물 (심박동기 혹은 체세동기)이 삽입된 환자의 경우에는 MRI로 심실의 기능을 평가하는데 제한점이 있어 (8), 이러한 경우 CT가 정량적 우심실 기능 분석의 대안이 될 수 있을 것으로 기대된다.

2010년 ASCI의 가이드라인에서는 ARVC 및 폐색전증 (pulmonary embolism)이 의심되는 환자에서 우심실 기능의 평가를 위해 심장 CT가 적절하다고 언급하고 있다 (1). 이 가이드라인은 2009년 개정된 심장 CT 적합 기준에 근거 하고 있으며, 이는 2006년 심장 CT 적합 기준이 국제적으로 40명의 심장내과 전문의와 32명의 심장 영상의학과 전문의를 통하여 개정된 것으로, 2006년에는 없던 새로운 적응증이다 (9).

2015년 한국 가이드라인에서는 심장 CT가 우심실 기능의 정량적인 분석을 위해 권장된다고 언급되어 있다 (2). 심장 CT에서의 우심실 박출구혈률 (right ventricular ejection fraction, RVEF)은 심장 MRI에서의 측정치와 비교 시 상관관계 계수 0.74-0.88, Bland-Altman 플롯에서 bias (불일치) -2.0-0.9 %의 우수한 일치도를 보여 (10-12), 심장 CT는 우심실의 기능 측정에 있어 정확하고 재현성이 높은 방법으로 볼 수 있다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

우심실 기능의 정량적 분석이 필요한 환자에서, 특히 심장 MRI를 시행하기 어렵거나 MRI 영상의 질이 낮을 것으로 예상되는 경우 심장 CT를 사용하게 되면 정확한 기능 및 용적 분석을 통하여 환자의 치료 결정 및 예후 예측에 도움을 줄 수 있다. 다만 방사선 노출의 위험이 있고 조영제를 반드시 사용해야 하므로 이를 고려하여 적용하여야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

우리나라는 병원의 CT가 많이 보급되어 있고 특히 대학병원 등의 대형병원에서는 심장 CT를 촬영할 수 있는 64채널 이상 CT를 대부분 보유 하였으므로 심장 CT의 수용성에는 문제가 없다. 하지만 검사 비용, 보험 적용 문제, 방사선 위해성이나 조영제 부작용 등을 고려해야 하므로 적용에 어려운 점들도 있다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

심장 CT 2 or 3

참고문헌

1. ASCI CCT & CMR Guideline Working Group, Tsai IC, Choi BW, et al. ASCI 2010 appropriateness criteria for cardiac computed tomography: a report of the Asian Society of Cardiovascular Imaging cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging guideline Working Group. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2010 Feb;26 Suppl 1:1-15.
2. Kim YJ, Yong HS, Kim SM, Kim JA, Yang DH, Hong YJ. Korean guidelines for the appropriate use of cardiac CT. *Korean J Radiol*. 2015;16: 251-285.
3. de Groote P, Millaire A, Foucher-Hossein C, Nague O, Marchandise X, Ducloux G, et al. Right ventricular ejection fraction is an independent predictor of survival in patients with moderate heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:948-954
4. van Wolferen SA, Marcus JT, Boonstra A, Marques KM, Bronzwaer JG, Spreeuwenberg MD, et al. Prognostic value of right ventricular mass, volume, and function in idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Eur Heart J* 2007;28:1250-1257
5. Knauth AL, Gauvreau K, Powell AJ, Landzberg MJ, Walsh EP, Lock JE, et al. Ventricular size and function assessed by cardiac MRI predict major adverse clinical outcomes late after tetralogy of Fallot repair. *Heart* 2008;94:211-216
6. Marcus FI, McKenna WJ, Sherrill D, Basso C, Bauce B, Bluemke DA, et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the Task Force Criteria. *Eur Heart J* 2010;31:806-814
7. Oosterhof T, van Straten A, Vliegen HW, Meijboom FJ, van Dijk AP, Spijkerboer AM, et al. Preoperative thresholds for pulmonary valve replacement in patients with corrected tetralogy of Fallot using cardiovascular magnetic resonance. *Circulation* 2007;116:545-551
8. Prasad SK, Pennell DJ. Safety of cardiovascular magnetic resonance in patients with cardiovascular implants and devices. *Heart* 2004;90:1241-1244
9. Carbonaro S, Villines TC, Hausleiter J, et al. International, multidisciplinary update of the 2006 Appropriateness Criteria for cardiac computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2009 Jul-Aug;3(4):224-32.
10. Guo YK, Gao HL, Zhang XC, Wang QL, Yang ZG, Ma ES. Accuracy and reproducibility of assessing right ventricular function with 64-section multi-detector row CT: comparison with magnetic resonance imaging. *Int J Cardiol* 2010;139:254-262
11. Maffei E, Messalli G, Martini C, Nieman K, Catalano O, Rossi A, et al. Left and right ventricle assessment with Cardiac CT: validation study vs. Cardiac MR. *Eur Radiol* 2012;22:1041-1049
12. Sugeng L, Mor-Avi V, Weinert L, Niel J, Ebner C, Steringer-Mascherbauer R, et al. Multimodality comparison of quantitative volumetric analysis of the right ventricle. *JACC Cardiovasc Imaging* 2010;3:10-18

3. 치과

KQ 1. 치수 생활력을 유지하기 위한 술식인 pulp capping이나 pulpotomy를 시작할 때 적절한 영상검사는 무엇인가?

권고 1. 치료 후 평가의 기준을 제공하기 위해, pulp capping 이나 pulpotomy를 시작할 때 치근 단방사선검사가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 II)

근거요약

치수 생활력을 유지하기 위한 vital pulp treatment시 영상 검사에 대한 가이드라인은 검색 결과 영국의 Faculty of General Dental Practice (FGDP)에서 발행한 가이드라인인 Selection Criteria for Dental Radiography (1) 1개만 찾을 수 있었고, 그 외에 유치 및 미성숙 영구치에서 vital pulp therapy에 대한 가이드라인(2)과 영구치에서 vital pulp treatment에 대한 권고사항(3)이 있었으나 이들은 주로 치수 치료의 적응증, 목적, 치료 방법, 치료재료 등에 대해 언급하고, vital pulp treatment 시 영상 검사에 대한 지침은 없었다. 다만 치수 치료 후 방사선사진에서 여러 가지 병적 소견이 관찰되면 안 된다는 내용이 있어, 위의 영국 FGDP 가이드라인을 수용 개작하는데 참고자료로 포함하였다.

영국 FGDP 가이드라인에서 vital pulp procedure의 치료 계획시 기준이 되는 방사선영상(baseline radiograph)이 필요하다고 하였다. pulp capping과 pulpotomy는 특히 미성숙한 치근단을 가진 치아에서 치수 생활력을 유지하기 위해 수행되는데, 처음 치료시 치료계획을 세우기 위해서 또 시술 평가에 기준을 제공하기 위해 방사선사진이 필요하다. 치료 후 임상 검사와 함께 방사선사진이 주기적으로 평가되어야 하며, 성공적인 치료는 pulp dressing 부위에 경조직 bridge 형성, 치근의 지속적인 발육과 치근단 closure로 나타난다. 만일 치아가 증상이 있거나 실패의 임상 sign이 나타나면, 향후 치료계획을 위해 방사선영상이 필요하다. 그러나 이 가이드라인에서는 어떤 방사선영상이 필요한지 언급하지 않았다.

미국의 American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD)는 2020년 ‘Pulp therapy for primary and immature permanent teeth’ (2)에서 유치 및 미성숙 영구치에서의 치수치료를 위한 적응증, 목적, 치료 방법에 대한 권고를 제시하였다. 치수 치료의 목적은 우식증, 외상이나 다른 원인에 의해 영향을 받은 치아의 치수 생활력을 유지하면서, 치아와 그 지지조직의 integrity와 건강을 유지하는 것이다. 치수치료가 필요한 정상 치수를 가진 치아나 가역적인 치수염이 있는 치아에서 vital pulp therapy를 시행한다. 치수치료를 받은 유치 및 미성숙 영구치는 close clinical, radiographic follow-up을 하여, 방사선사진에서 유치는 병적인 치근 외흡수나 내흡수, 이개부/치근단 방사선투과상 소견과 같은 병적 소견이 없고, 계승치에 영향을 주지 않는 것을 확인해야 하며, 미성숙 영구치는 치근 외흡수나 내흡수, 치근단 방사선투과상, 비정상적인 석회화소견과 같은 병적 소견이 없고, 미성숙한 치근의 지속적인 치근 발육과 치근단형성을 확인해야 한다고 하였다. 이

가이드라인에서 vital pulp therapy를 시작할 때의 영상검사에 대한 직접적인 지침은 없었으나, vital pulp therapy 시행 후 주기적 검사에서 평가해야 할 내용을 볼 때, 처음 치료시 기준이 되는 치근단방사선영상 검사가 필요함을 알 수 있다.

2019년 독일의 German Society of Endodontology and Dental Traumatology는 “Current recommendations for vital pulp treatment“ (3)에서 최근 임상 적용이 확산되고 있는 영구치의 vital pulp treatment에 대한 권고를 제시하였다. vital pulp treatment 방법에 indirect pulp capping, direct pulp capping, partial/full pulpotomy를 포함하는데, vital pulp treatment 후 임상적 성공은 치아가 감수성 테스트(sensibility test)에 반응하고, 자발적 통증이 없고, 타진이나 촉진시 통증이 없고, 종창이 없는 무증상일 때이며, 방사선사진에서 치근단병소와 같은 변화가 관찰되어서는 안 된다고 하였다. 따라서 영구치에서도 vital pulp treatment 후 평가에 대한 기준이 될 수 있는 치근단방사선영상 검사가 필요함을 알 수 있다.

물론 치근단방사선영상 외에 CBCT 영상으로도 치근단 부위의 병적 소견을 더 높은 정확도로 관찰할 수 있다. 치근단 치주염을 진단할 때 치근단방사선영상과 CBCT영상을 비교한 연구(4)에서 치근단방사선영상과 CBCT영상의 민감도는 각각 0.77, 0.91이었고, negative predictive value는 각각 0.25, 0.46이었다. 진단학적 정확도는 각각 0.78, 0.92로, CBCT영상이 치근단방사선영상보다 더욱 높은 정확도를 보였다. 또한 치근단방사선영상은 2차원의 제한된 정보를 제공하여, 치근 흡수 병소나 치근단 수술평가와 같이 삼차원적인 정보가 필요한 경우 CBCT영상이 훨씬 효과적이며(5), 치근단 병소 진단, 치아 근관 평가, 흡수성 결손, 천공이 의심될때, endodontic surgery 계획시 많이 사용된다(6). 그러나 이러한 적응증에 대해서 증례보고나 reference standard가 없는 observational study가 대부분으로, 좀 더 잘 디자인된 타당성 평가 연구가 필요하다(6). 더욱이 환자 치료에 대한 CBCT영상의 영향을 정량적으로 평가하는 게 필요하며, CBCT영상을 촬영하기 전에 그로 인해 추가로 얻을 수 있는 정보가 일반 방사선영상을 능가하여 궁극적으로 치료를 개선할 수 있는지 정당화하는 것이 필수적이다(6).

따라서 본 가이드라인에서는 유치 및 미성숙 영구치, 성숙 영구치 즉 모든 치아에서 치수생활력을 유지하기 위한 술식인 pulp capping이나 pulpotomy를 시작할 때, 치료 후 평가에 기준이 되는 치근단방사선영상을 권고한다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

pulp capping이나 pulpotomy를 시작할 때 치근단방사선영상 검사로 얻는 이득은 시술 후 주기적으로 촬영하는 치근단방사선영상 평가에 기준이 되어 성공과 실패를 판단할 때 기준이 된다. 치근단방사선영상 촬영은 매우 낮은 방사선 노출로, 그에 따른 위험은 아주 낮다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료 지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

치근단방사선영상 검사의 유효선량은 약 1-8.3 uSv(7)이다.

참고문헌

1. Horner K., Eaton K. Selection Criteria for Dental Radiography Standards. FGDP. 2018.

<https://www.fgdp.org.uk/selection-criteria-dental-radiography/66-other-endodontic-treatments> (accessed 07 August 2020).
2. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. The reference manual of pediatric dentistry. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry; 2020:384-392.
3. Dammaschke T, Galler K, Krastl G. Current recommendations for vital pulp treatment. Dtsch Zahnärztl Z Int 2019;1:43-52
4. Paula-Silva WFG, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LAB, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. J Endod 2009;35:1009-1012.
5. Patel S, Dawood A, Whaites E, Ford TP. New dimensions in endodontic imaging: Part 1. Conventional and alternative radiographic systems. Int Endod J 2009;42:447-462.
6. Patel S, Horner K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. Int Endod J 2009;42:755-756.
7. Gijbels, F., R. Jacobs, G. Sanderink, E. De Smet, B. Nowak, J. Van Dam, and D. Van Steenberghe. 2002. A comparison of the effective dose from scanography with periapical radiography. Dentomaxillofac Radiol 31:159-63.

KQ 2. 치아의 근관치료 완료 후 추적검사를 위한 적절한 영상 검사는 무엇인가?

권고 1: 근관치료 완료 후 추적검사하는 경우 치근단방사선검사가 적절하다. (권고등급 A, 근거 수준 II)

권고 2: 치근단방사선검사로 충분한 정보를 얻지 못하였을 경우 보조방법으로 제한된 범위의 고해상도 CBCT를 고려할 수 있다.(권고등급 B, 근거수준 III)

근거 요약

본 지침은 2015년 American Association of Endodontists(AAE)와 American Academy of

Oral and Maxillofacial Radiology(AAOMR)에서 개정한 성명서(1), 2012년 Royal College of Surgeons of England(RCS)에서 발행한 Guidelines for Surgical Endodontics (2), 2018년 영국의 Faculty of General Dental Practice(FGDP)에서 발행한 가이드라인인 Selection Criteria for Dental Radiography (3)를 선택하여 검토하고, 최신성 논문을 추가 검토하여 기존 지침을 수용 개작하였다.

AAE와 AAOMR의 성명서(1)에서는 근관치료 후 즉시 촬영해야 할 방사선영상으로 치근단방사선영상을 추천하였다. 또한 근관치료 이후 회복의 소견을 보이지 않는 치아의 경우에 재근관치료, 외과적 근관치료, 발치 등의 치료 계획을 세우기 위해서는 작은 영상범위(limited field of view) 혹은 제한된 영상범위의 cone-beam CT(CBCT)를 추천하였으며, 또한 이를 근관충전재가 overextension되거나 근관치료기구의 파절, 치근천공의 위치파악 등을 평가하여 재근관치료를 하기 위한 영상방법으로도 추천하였다. Liang 등(4)은 치근단병소의 발견은 치근단방사선영상에서 12%를 차지하였으나 CBCT에서는 25%가, 근관충전재의 길이는 치근단방사선영상에서는 80%정도에서 짧게 관찰되었으나 CBCT에서는 모두 길이가 치근길이와 일치하였다고 보고하였다. 외과적 근관치료를 위하여도 치근점의 위치확인과 주변 해부구조의 파악을 위해서 작은 영상범위의 CBCT를 추천하였다.

RCS의 가이드라인(2)에서는 외과적 근관치료를 위한 방사선영상은 그 진단을 위해 long cone을 이용하여 평행법으로 촬영한 치근단방사선영상이 좋으며, 구치부의 다근치나 post로 인한 천공이 의심되는 경우 등 더 많은 정보가 필요한 경우는 수평/수직각을 변화시켜 촬영한 치근단방사선영상을 권고하였다. 이 때 치근단에서 최소 3 mm 이상의 범위를 관찰할 수 있어야 한다. 또한 시간 순으로 촬영한 방사선영상은 치근단 주위의 조직 변화를 추적연구(longitudinal study)할 수 있게 한다. CBCT는 대구치의 치근단 수술 전 평가를 위해 촬영할 수 있다고 하였다(5), 외과적 근관치료 후 추적검사는 회복상태가 관찰될 때까지는 일 년 단위로 방사선영상 검사를 실시한다(6, 7). 치근단방사선영상은 정확하게 비교하기 위해 술 전 영상과 최대한 동일한 각도로 촬영하도록 노력하여야 한다. 성공적으로 회복된 경우 방사선영상에서는 치근단 부위에서 치주인대강이 정상의 두 배를 넘지 않고, 치근단 주위의 방사선 투과상이 관찰되지 않아야 하며 치조백선과 골소주 패턴도 정상적이어야 한다. 치근흡수는 관찰되지 않아야 한다(8). 완전히 회복되지 않은 경우 방사선영상에서는 치근단 골의 부분회복을 관찰할 수 있다. 이는 섬유성 반흔조직일 가능성도 있으며 피질골이 관통된 경우에도 관찰될 수 있다. 결과가 확실하지 않은 경우 임상적으로 미약한 증상이 나타나며 방사선영상에서는 부분적인 회복이 관찰된다. 실패한 경우에는 징후나 증상을 전부 혹은 일부만 관찰할 수 있으나 방사선영상에서는 회복이 관찰되지 않는다.

FGDP의 가이드라인은 근관치료를 완료한 직후 바로 방사선영상을 촬영해야하며, 이는 통상적인 근관치료 및 외과적 근관치료 모두에 적용된다고 하였다(3). 또한 대구치는 각도를 변경하여 촬영한 방사선영상이 필요하다. 이는 길이, void, apical extrusion과 같은 치근단 치료의 질을 평가할 수 있으며 추적관찰할 때 기준이 되는 기본 영상(baseline)이 된다. 근관치료의 결과를 평가하는 데에는 방사선영상만으로는 불충분하므로 주의 깊은 임상 평가를 동시에 하여야 한다. 하지만 치근단방사선영상은 민감도가 낮아 치근단의 방사선투과상을 항상 관찰할 수는 없다(9). 또한 치근단 방사선투과상과 섬유성 반흔조직은

감별해야 하나 반흔조직의 발생률은 2%로 낮다(10). 추적관찰은 1년으로 충분하며(11) 방사선투과상이 줄어들지는 증거가 있다면 그 이상의 추적관찰은 불필요하다. 하지만 1년이 지나도 변화가 관찰되지 않았을 경우는 재치료를 고려할 수 있다는 주장도 있다(12). 그러나 실용적으로 근관치료 후 1년 후 촬영한 방사선영상에서 치유가 불완전한 경우 1년 더 추적관찰하여 임상 및 방사선학적 검사를 할 수 있다. European Society of Endodontology의 가이드라인(13)에서 제안한 4년간의 추적관찰은 필요하지 않을 수 있다고 하였다. CBCT는 근거가 제한적이며, 모든 CBCT 장치에서 해상도가 동일하지 않으며, 방사선 선량이 대개 일반방사선영상보다 높고, 금속성 치과재료에서는 상당한 양의 잡음이 발생하여 영상의 질을 저하시키는 등의 한계점이 있다(14).

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

치근단방사선영상과 CBCT 검사로 얻는 이득은 근관치료 후 치근단 주위 조직의 치유과정을 관찰할 수 있어 치유의 성공을 평가할 수 있는 것이며, 치유 실패 시 재치료나 발치 등의 치료방법을 결정할 경우 이용할 수 있는 정보를 제공하는 것이다. 치근단방사선영상 촬영으로는 매우 낮은 방사선 노출을 받지만 CBCT는 상대적으로 높은 선량에 노출되므로 제한적 이용이 요구된다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

치근단방사선영상의 방사선량의 상대적 수준 1 (1mSv 이하 군에 속함)
CBCT의 방사선량의 상대적 수준 2 (1~5mSv 군에 속함)

참고문헌

1. Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015; 120(4): 508-12.
2. Faculty of Dental Surgery of the Royal College of Surgeons of England. Clinical guidelines webpage.
https://www.rcseng.ac.uk/-/media/files/rcs/fds/publications/surgical_endodontics_2012.pdf (accessed 27 Dec 2020).
3. Keith Horner, Kenneth Eaton. Selection Criteria for Dental Radiography Standards. FGDP. 2018.
<https://www.fgdp.org.uk/selection-criteria-dental-radiography/6-radiographs-endodontics> (accessed 27 Dec 2020).

4. Liang YH, Li G, Wesselink PR, Wu MK. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. J Endod. 2011; 37: 326-31.
5. Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. Int Endod J 2007; 40: 818-30.
6. Halse A, Molven O, Grung B. Follow up after periapical surgery: the value of the one-year control. Endod Dent Traumatol 1991; 7: 246-50.
7. Worrall SF. Are postoperative review appointments necessary following uncomplicated minor oral surgery? Br J Oral Maxillofac Surg 1996; 34: 495-9.
8. Rud J, Andreasen JO, Jensen JE. Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. Int J Oral Surg 1972; 1: 195-214.
9. Paula-Silva FWG, Wu M-K, Leonardo MR, da Silva LAB, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. J Endod 2009; 35: 1009-12.
10. Love RM, Firth N. Histopathological profile of surgically removed persistent radiolucent lesions of endodontic origin. Int Endod J 2009; 42: 198-202.
11. Orstavik D. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. Int Endod J 1996; 29: 150-5.
12. Wu M-K, Wesselink PR. Timeliness and effectiveness in the surgical management of persistent post-treatment periapical pathosis. Endodontic Topics 2005; 11: 25-31.
13. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. Int Endod J 2006; 39: 921-30.
14. European Commission. Radiation Protection 172. Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology: evidence based guidelines. Luxembourg: European Commission; 2012. Available at: http://www.sedentext.eu/files/radiation_protection_172.pdf (accessed 28 Dec 2020).

KQ 3. 영구치 맹출장애가 관찰되는 혼합치열기 환자에서 적절한 검사는 무엇인가?

권고 1. 영구치의 맹출이 적절한 시기에 이루어지지 않는 경우 치아의 결손 여부 및 맹출장애와 관련한 병적 소견을 확인하기 위해 파노라마방사선검사가 적절하다. (권고등급 A, 권고수준 II)

권고 2. 맹출 장애 치아에 의해 인접 치아 흡수 등 병적 소견이 의심되나 수술 전 일반방사선영상을 통해 평가가 어려운 경우, CBCT를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 권고수준 I)

근거 요약

비수술적 근관치료 중의 영상 검사에 대한 가이드라인은 검색 후 2 개가 최종 선택되었다 (1-2). 영구치아의 맹출 장애 원인을 파악하기 위한 적절한 영상으로 파노라마방사선검사 및 교합방사선영상이 제시되고 있으나, 국내 치과병의원에서 교합방사선영상검사의 현실적인 적용이 어려운 점을 고려하여 해당 가이드라인을 수용 개작하였다. 또한, 선택적인 경우에 대해 CBCT의 적용을 다루고 있는 가이드라인 2의 내용을 포함하였다.

혼합치열기 환자에서 적절한 시점에 영구치아의 맹출이 이루어지지 않는 경우 다양한 원인을 고려할 수 있다. 해당 영구치가 선천적으로 결손된 경우, 유착, 이소 매복 등의 문제로 맹출이 지연되는 경우, 혹은, 영구치 맹출로 주변에 발생한 병소에 의해 맹출 장애가 발생한 경우 등이 고려 대상이 된다. (2) 적절한 혼합치열기 발육 상태와 맹출 여부를 평가하기 위한 영상 검사로 파노라마방사선영상 검사를 시행할 수 있다. (3,4) 특히, 파노라마방사선영상에서 영구치배의 선천적 결손 여부의 평가가 가능하다.

소아 환자의 경우 성인에 비해 비교적 방사선 노출에 있어 고위험군이라는 점을 고려하여, 맹출장애의 원인을 파악하기 위한 검사로서 파노라마방사선영상을 적용하게 된다. (5,6) 하지만, 해당 영구치의 매복에 의해 주변 치아의 흡수가 의심되는 등, 특히 협설측에 존재하는 병적 소견의 경우 일반방사선 영상에서 확인이 어려우며, 이에 대해 CBCT를 선택적으로 적용 가능하다. 특히, 미맹출치아의 수술적 접근을 시도하는 경우 술 전 평가를 위해 CBCT를 적용할 수 있다고 사료된다. 그러나, 단순히 맹출장애가 있는 치아의 위치 평가만을 목적으로 CBCT 영상 획득은 그 근거가 충분하지는 않다. 일반방사선영상에 비해 삼차원 CBCT 영상에서 미맹출 영구치의 위치 평가는 비교적 왜곡이 적을 것으로 생각되나, 그 진단 정확도가 유의한 수준인 지 여부에 대한 평가는 부족한 상황이다. (7)

이에, 영구치배의 맹출장애가 임상적으로 의심되는 경우, 일차적으로 파노라마방사선영상검사를 시행하며, 치료를 위해 수술적인 접근이나 주변 치아에 병적 흡수 소견 등의 평가를 시행하여야 하는 경우 선택적으로 CBCT를 적용할 수 있겠다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

파노라마방사선검사를 통해 얻을 수 있는 이득은 영구치 맹출 장애의 원인을 파악하는 것이다. 또한, 선택적으로 CBCT를 사용함으로써, 주변 치아의 흡수 소견 혹은 치료를 위해 술전 평가가 반드시 필요한 경우에 대해 보다 많은 진단학적인 정보를 얻을 수 있다.

하지만, 단순히 미맹출치아의 위치를 평가하기 위한 목적으로 CBCT를 적용은 그 근거가 충분하지 않고, 소아 환자에서 성인에 비해 방사선 노출 위험도가 높다는 점을 고려하였을 때, CBCT의 적용은 신중하게 고려되어야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

파노라마방사선영상 1 (7.2 μ Sv) (8)

CBCT 검사 1 (유효선량: 11-674 μ Sv) (2)

참고문헌

1. Radiation Protection 136: European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. European commission.
2. Horner K. St. Radiation No 172 Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology (Evidence-based guidelines). 2012.
3. L. Esperlid, I. Mejare, K. Weerheijm. EAPD guidelines for use of radiographs in children. American dental association. Dental radiographic examinations: recommendations for patient selection and limiting radiation exposure. 2012.
4. Hintze, H., A. Wenzel, and S. Williams. 1990. Diagnostic value of clinical examination for the identification of children in need of orthodontic treatment compared with clinical examination and screening pantomography. Eur J Orth 12:385-388.
5. Isaacson, K. G., and A. R. Thom (ed.). 2001. Guidelines for the use of radiographs in clinical Orthodontics, 2nd ed. British Orthodontic Society, London
6. Guerrero ME, Shahbazian M, Elsiens Bekkering G, Nackaerts O, Jacobs R, Horner K. The diagnostic efficacy of cone beam CT for impacted teeth and associated features: a systematic review. J Oral Rehabil 2011; 38: 208-216.

KQ 4. 비수술적 근관치료 중 적절한 영상검사는 무엇인가?

권고1. 근관치료 중 근관장의 측정을 위해서는 전기근관장측정기의 사용과 더불어, 치근단방사선사진을 권고한다. 또한 근관형성 후 근단공 위치에 의문이 있는 경우, 최종 근관충전을 시행하기 전 위치 확인을 위해 마스터콘을 시적한 채 치근단방사선영상을 추가로 촬영하는 것이 적절하다. (권고등급 A, 근거수준 III)

권고2. CBCT는 근관 구조를 확인하는 표준 방법으로 적절하지 않다. (권고등급 C, 근거수준 II)

권고3. 좁은 범위의 고해상도 CBCT는 치근단방사선영상에서 부적절한 근관구조 정보를 제공할 때 선택적으로 사용하는 것을 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 II)

근거요약

비수술적 근관치료 중의 영상 검사에 대한 가이드라인은 검색 후 4개가 최종 선택되었다 (1-4). 그 중 가이드라인 1(2015)은 근관치료를 위한 진단과 계획 단계에서의 CBCT 사용에 대해서만 언급하고 있어, 근관치료 중의 영상검사에 대한 내용이 없어 최종 배제하고 나머지 3개를 이용하여 수용개작 하였다.

일반근관영상은 구내방사선촬영술에 의존한다. 다근치와 더욱 복잡한 경우 (예를 들어, 치근 천공이 의심되는 경우; 흡수와 비전형적인 근관계)에, 서로 다른 각도에서 촬영된

구내방사선사진이 넓은 시각범위를 얻고 시차를 통한 위치 결정에 이용된다. 근관치료에서 진단용 영상, 근관장(working length) 측정과 마스터콘 시적 검사를 위한 치료 중 영상, 치료 후 검사용 영상 등 3단계의 영상이 필요하며, 근관치료 결정을 위한 진단영상에 대한 지침은 2019년 가이드라인에서 개발되었다. 구내방사선사진에서 근관의 개수와 형태, 주행 방향 등을 파악하여 근관치료를 시작하게 되며, 근관장은 이때 진단용 구내방사선사진에서 예측하게 된다. 근관치료 중 근관장 측정을 위해서는 전통적으로 진단목적으로 촬영된 구내방사선영상에서 측정된 근관 길이를 바탕으로, 치료 중 파일과 같은 기구를 근관 내에 시적한 채 구내방사선영상 촬영을 통해 길이를 확인하는 방법을 사용하였다. 하지만 전자근관장측정기 (electronic apex locator)가 비교적 정확하게 근관장을 측정할 수 있게 개발, 발전됨에 따라 근관치료 중에 방사선사진을 촬영하는 횟수는 현저히 감소되었다 (5,6). 하지만 근관 내에 액체 성분이 많거나, 치관부 금속수복물이 있는 경우, 또는 비정상적으로 넓은 근단공을 갖는 경우 전자근관장측정기는 정확하지 않을 수 있다 (7). 따라서, 정확하게 근관장 측정 및 확인을 위해서는 전자근관장측정기의 사용과 더불어 치근단방사선사진이 필요하며, 근관의 중첩 등으로 인해 관찰이 어려운 경우 수평각을 달리한 2장 이상의 치근단방사선영상이 필요할 수 있다. 또한, 근단 형성 후에도 근단공 위치가 모호하거나 근단공에서 저항이 부족한 경우 최종 근관충전 전에 마스터콘을 끼운 채 구내방사선영상을 촬영하여 근관충전을 예측하는 것이 필요하다. 아직까지 근관치료 중, 특히 근관장 측정을 위한 CBCT의 사용에 관해 체계적인 고찰에 적절한 문헌은 없었다. 실험적 연구에서 (8) CBCT가 근관 충전의 균질성과 길이 측면에서 구내방사선사진에 비해 열등한 영상을 보였다고 보고하고 있다.

3차원 영상인 CBCT를 이용하여 근관을 찾는 것이 좋은 결과를 보인다는 단편적인 연구들이 보고되어 왔고, 특히 대구치의 MB2 근관이나 석회화된 근관을 찾는 데 유용하다는 연구 결과들이 있다(9-14). 하지만, 근관확인 및 이를 통한 진료 결정에서의 CBCT 영향력을 정량화하기 위한 체계적인 고찰이나 연구가 부족했으며 (3), 수술용 현미경을 이용하여 전리 방사선 조사 없이 근관계를 적절히 찾는 방법이 도움이 될 수 있음을 확인했다. 또한 근관치료는 0.12 mm 이하의 분해능을 갖는 고도의 세밀한 영상이 요구되는데(9,15), 사용 가능한 치과용 CBCT가 구내방사선사진에 비해 더 낮은 해상도를 보이는 경우가 많다. 더욱이 근관치료는 한 개 치아에 대한 술식이므로, FOV를 적절한 크기로 감소시킬 수 없는 CBCT 시스템은 이득없이 환자를 방사선에 노출시킬 것이다. 따라서 본 위원회에서는 근관계 평가를 위해 CBCT를 일반적으로 사용하는 것에는 지지할 수가 없었다. 다만, 근관치료 과정에서 일반 구내방사선영상에서 확인되지 않는 MB2 근관이나 석회화된 근관을 찾는 목적으로 제한된 작은 FOV의 고해상도 콘빔CT가 선택적으로는 사용할 수 있다는 합의에 이르렀다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

구내방사선검사, 혹은 선택적 CBCT 검사로 얻을 수 있는 이득은 근관치료 시 정확한 근관계의 파악과 근관장의 측정이며, 정확한 근관장의 측정은 근관 세정과 근관 충전을 모두 포함하는 근관치료 이후 환자의 통증 제거와 치아의 보존이 가능해진다.

하지만, 근관계 파악과 근관장 측정을 위해 구내방사선검사, 혹은 CBCT를 촬영할 때 가능한 한 최소한의 노출을 시행하며 특히 CBCT는 제한적인 FOV를 사용하여 불필요한 방사선 노출을 막아야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

치근단방사선검사는 약 1-8.3 uS이며, CBCT의 방사선량은 장비 및 촬영조건에 따라 매우 다양하다 (아래 표 참조).

ESTIMATED MEAN EFFECTIVE DOSE OF DENTAL CBCT AND OTHER IMAGING MODALITIES		
ADULT	Small FOV	5 - 652 uSv
	Medium FOV	9 - 560 uSv
	Large FOV	46 - 1,073 uSv
CHILD	Small FOV	7 - 521 uSv
	Medium - Large FOV	13 - 769 uSv
Background Radiation: ~8 uSv/day		
4 Posterior Bitewings: ~8 uSv		
Panoramic Radiograph: ~3 - 24 uSv		
Full-Mouth Series: ~34 uSv (Rectangular Collimator) ~178 uSv (Round Collimator)		
Multi-slice CT: ~1,000 - 2,000 uSv		

Figure 2.

Radiation and CBCT. The overall long-term risk to a patient from a procedure such as a CBCT scan is best estimated by calculating the effective dose associated with a particular scanning protocol and equipment. In dental CBCT, the effective dose varies considerably among machines. This table provides reported effective dose ranges in CBCT compared to other common sources of radiation. FOV = field of view; uSv = microsieverts.

참고문헌

1. Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015 Oct;120(4):508-12.
2. Faculty of General Dental Practice (UK), Selection Criteria for Dental Radiography, 3rd Ed. 2013
3. Horner K. St. Radiation No 172 Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology(Evidence-based guidelines). 2012.
4. Mallya SM. Evidence and Professional Guidelines for Appropriate Use of Cone Beam

Computed

Tomography. J Calif Dent Assoc. 2015 Sep;43(9):512-20

5. Electronic apex locators. MPJ Gordon, NP Chandler - International endodontic journal, 2004
6. Haffner C, Folwaczny M, Galler K, Hickel R. Accuracy of electronic apex locators in comparison to actual length--an in vivo study. J Dent. 2005 Sep;33(8):619-25.
7. Kang JA, Kim SK. Accuracies of seven different apex locators under various conditions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 Oct;106(4):e57-62.
8. Soğur E, Baksi BG, Gröndahl H-G. Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited cone-beam CT, storage phosphor and film radiography. Int Endod J 2007; 40: 179-185
9. Vizzotto MB, Silveira PF, Arús NA, Montagner F, Gomes BP, Da Silveira HE. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. Int Endod J. 2013;46(9):870- 876.
10. Michetti J, Maret D, Mallet J-P, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. J Endod. 2010;36(7):1187-1190
11. Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CDJ. Efficacy of cone-beam computed-tomography as a modality to accurately Identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. J Endod 2010;36:867-870
12. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. J Endod 2007; 33: 1121-1132.
13. Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. J Endod 2007; 33:1-6.
14. Patel S, Dawood A. The use of cone beam computed tomography in the management of external cervical resorption lesions. Int Endod J 2007; 40: 730-737.
15. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. Int J Dent 2009; 2009:634567. Epub 2010 Mar 31.

KQ 5. 임플란트 수술 중 적절한 영상 검사는 무엇인가?

권고 1. 임플란트 수술 중 인접한 해부학적 구조의 침범이 의심되거나 임플란트의 위치가 잘못 식립되었다고 의심될 경우 치근단방사선검사를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 IV)

근거요약

임플란트 수술 중 적절한 영상 검사에 대한 가이드라인은 2차에 걸친 문헌 검색에서 두

개가 선택되었으나 그 중 하나는 진료지침에 대한 개발의 엄격성 면에서 낮은 점수를 획득하여 배제되었다(1). 따라서 최종적으로 2018년 영국의 Faculty of General Dental Practice(FGDP)에서 발행한 진료지침인 Selection Criteria for Dental Radiography(2)를 선택하여 검토하고, 최신성 논문을 추가 검토하여 기존 지침을 수용 개작하였다.

선택된 진료지침에서 임플란트 수술 중 일반적인 경우에는 방사선영상의 촬영이 필요가 없다고 하였다. 임플란트 매식체의 식립과정에서 하악관, 절치관, 또는 상악동 등 인접 중요 해부학적 구조물을 침범하였을 가능성이 있거나 인접 치아와의 접촉이 의심될 때, 또는 부적절한 방향 또는 깊이로 매식체를 식립하고 있는 것이 의심될 때 촬영을 권고하고 있다. 이 때에 권고하고 있는 영상법에는 치근단방사선검사와 파노라마방사선검사이다.(1,2), 그러나 Bonestein 등은 전문가 합의를 통해 인접 중요해부학적 구조물과 근접하다고 의심될 경우에는 치근단방사선검사를 권고하고 있다(3).

치근단방사선검사는 촬영범위가 협소하여 시술 중에 임플란트의 심한 변위가 발생하였을 경우에 촬영범위를 벗어날 수 있다. 또는 비교적 깊이 식립된 하악 구치부의 임플란트 매식체를 확인할 때 치근단방사선검사에서 매식체 하방부 또는 하악관이 촬영범위에 포함되지 않을 수 있다. 이 경우에는 촬영범위가 넓은 파노라마방사선검사가 필요할 수 있으며 매식체의 위치를 정확히 파악하거나 하악관 침범 또는 상악동 천공, 피질골 천공 등의 외상정도를 정확히 파악할 필요가 있을 경우에는 CBCT를 고려할 수 있다.(4)

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

치근단방사선검사 또는 파노라마방사선검사를 통해 얻을 수 있는 이득은 인접 해부학적 구조물의 침범 또는 접촉을 확인할 수 있다는 것이다. 파노라마방사선검사 CBCT를 통해 얻을 수 있는 이득은 치근단방사선검사의 촬영범위를 벗어난 매식체의 인접해부학적 구조물에 대한 침범 또는 접촉을 확인할 수 있다는 것이다. 근단방사선검사와 파노라마방사선검사에 비해 CBCT 검사는 방사선 노출량이 상대적으로 많으므로 필요에 따라 선택적으로 사용하여야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

치근단방사선검사, 파노라마방사선검사 1

치근단방사선검사의 유효선량은 약 1-8.3 uSv이며(5), 파노라마방사선검사는 7.2 uSv이다(6). 두 방사선검사 모두 1 mSv 미만 군에 속한다.

CBCT의 방사선량의 상대적 수준은 1~5mSv 군에 속한다.

참고문헌

1. Harris D, Horner K, Gröndahl K, Jacobs R, Helmrot E, Benic GI, Bornstein MM, Dawood

- A, Quirynen M. E.A.O. guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. Clin Oral Implants Res. 2012 Nov;23(11):1243-53.
2. Faculty of General Dental Practice (UK), Selection Criteria for Dental Radiography, 3rd Ed. (updated 2018)
 3. Bornstein MM, Al-Nawas B, Kuchler U, Tahmaseb A. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding contemporary surgical and radiographic techniques in implant dentistry. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29 Suppl:78-82.
 4. da Costa ED, Peyneau PD, Verner FS, Almeida SM, Ambrosano GMB. Foreign bodies in the interior of the maxillary sinus: diagnosis by cone beam computed tomography. Gen Dent. 2018; 66(3):38-40.
 5. Gijbels F, Jacobs R, Sanderink G, De Smet E, Nowak B, Van Dam J, Van Steenberghe D. A comparison of the effective dose from scanography with periapical radiography.

4. 흉부

KQ 1. COVID-19 확진자와 접촉한 사람에 대하여 RT-PCR 검사를 이용할 수 없거나 결과가 지연되는 경우 COVID-19의 진단 과정에 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?

권고 1: COVID-19 확진자와 접촉한 증상이 없는 사람에 대하여 COVID-19의 진단을 위하여 흉부영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용하지 않는 것이 적절하다. (권고등급C, 근거수준Ⅲ)

권고 2: RT-PCR 검사를 이용할 수 없는 경우 단순흉부촬영(CXR)을 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준Ⅳ)

근거요약

COVID-19 환자와 접촉한 무증상 자에 대하여 WHO는 COVID-19 진단에 흉부 영상을 사용하지 않을 것을 제안하였다(1). Fleischner Society의 다국적 합의에서도 무증상 환자의 COVID-19 선별 검사로 영상검사를 일상적으로 사용하지 않도록 권고하였다(2). 캐나다 영상의학회의 합의권고안에서는 RT-PCR 분석을 아직 사용할 수 없는 경우 CXR이 유용하다고 하였다(3).

벨기에에서 실시된 편향이 낮은 연구(n = 1138)는 다른 증상이나 시술을 위해 삼차 의료기관에 입원한 COVID-19이 없는 환자의 CT의 진단정확도를 평가했다(4, 5). 이 집단에서 COVID-19의 유병률은 5.3 %였다. CO-RADS 점수 4 또는 5점을 기준으로 CT는 COVID-19의 진단에 대해 민감도 0.18 (95 % CI 0.10~0.30), 특이도 0.98 (95 % CI 0.97~0.99)였다. CO-RADS 점수 3~5점을 기준으로 하면 민감도 0.32 (95 % CI 0.20~0.45), 특이도 0.94(95 % CI 0.93~0.96)였다. 양성예측도는 0.24~0.32, 음성예측도는 0.96이었다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

단순흉부촬영(CXR)을 시행할 때는 진단에 필요한 적절한 수준을 유지할 수 있도록 영상의 질 관리를 철저히 하여야 하며 법규에 의하여 방사선 방어 조치를 시행하여야 한다. 영상검사의 판독은 경험 있는 의사에 의하여 시행되어야 하며 영상의학과 전문의의 판독 또는 자문을 권고한다.

각 기관의 감염관리지침에 따라 안전 및 전파방지 조치를 취해야 한다. 가능한 환자와의 접촉을 피하고 검사 장비에 대한 소독을 정기적으로 시행한다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

CXR CTDIvol 0.4 mGy (6)

참고문헌

1. Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide. Geneva: World Health Organization; 2020 (WHO/2019-nCoV/Clinical/Radiology_imaging/2020.1). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. Geoffrey D Rubin, Christopher J Ryerson, Linda B Haramati et al. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society. Radiology. 2020 Jul;296(1):172-180. doi: 10.1148/radiol.2020201365.
3. Carole Dennie, Cameron Hague, Robert S Lim et al. Canadian Society of Thoracic Radiology/Canadian Association of Radiologists Consensus Statement Regarding Chest Imaging in Suspected and Confirmed COVID-19. Can Assoc Radiol J. 2020 Nov;71(4):470-481. doi: 10.1177/0846537120924606.
4. De Smet K, De Smet D, Demedts I, et al. Diagnostic power of chest CT for COVID-19: to screen or not to screen. medRxiv. 2020a:2020.05.18.20097444. doi: 10.1101/2020.05.18.20097444.
5. De Smet K, De Smet D, Ryckaert T, et al. Diagnostic Performance of Chest CT for SARS-CoV-2 Infection in Individuals with or without COVID-19 Symptoms. Radiology. 2020b Aug 10:202708. doi: 10.1148/radiol.2020202708. PMID: 32776832.
6. 식약처 일반 영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드 라인 방사선안전관리 시리즈 No.30 2012. 10

KQ 2. COVID-19가 의심되는 증상이 있는 환자에 대하여 RT-PCR 검사를 이용할 수 없거나, 결과가 지연되는 경우, 또는 RT-PCR 검사와 함께 COVID-19의 진단 과정에 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 하나?

권고1. COVID-19가 의심되는 증상이 있는 환자에 대하여 다음과 같은 경우 COVID-19 진단검사를 위해 흉부영상검사(CXR, CT 스캔)의 사용을 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준II)

- (1) RT-PCR 검사를 사용할 수 없는 경우
- (2) RT-PCR 검사가 가능하지만 결과가 지연되는 경우
- (3) 초기 RT-PCR 검사 결과는 음성이지만 임상적으로 COVID-19의 가능성이 높은 경우

WHO는 COVID-19가 의심되는 증상이 있는 환자에 대하여 RT-PCR 검사를 사용할 수 없거나, RT-PCR 검사가 가능하지만 결과가 지연되거나, 초기 RT-PCR 검사 결과는 음성이지만 임상적으로

COVID-19의 가능성이 높을 때 COVID-19 진단검사를 위해 흉부영상검사의 사용을 권고하였다(1). 캐나다 영상의학회의 합의권고안에서는 외래 클리닉에서 가벼운 증상을 보이는 환자에게는 CXR을 사용하지 않을 것을 권고하였는데 왜냐하면 CXR이 대개 정상이고 이는 잘못된 확신을 줄 수 있기 때문이다. 응급실 환경에서는 RT-PCR 검사를 아직 사용할 수 없을 때 관련 증상이 있는 환자에게 CXR을 권고하였다. 초기에 RT-PCR 검사 결과가 음성인 환자가 증상이 악화되어 응급실로 돌아오면 CXR이 COVID-19 폐렴 및 합병증을 발견하는 데 유용할 수 있으나, CXR 음성이 여전히 COVID-19 감염 가능성을 배제하지 않으며 확진을 위하여 반복적인 RT-PCR 검사를 하여야 한다. 일반적으로 면역억제 환자의 경우 폐 감염 위험이 높기 때문에 호흡기 감염이 의심되나 CXR이 정상인 환자는 흉부CT를 촬영하는 것을 고려할 수 있다(2). 독일영상의학회의 권고안에서는 CXR 및 흉부CT가 응급실에서 COVID-19가 의심되는 환자를 평가하기 위한 1차적인 영상검사라고 하였다(3).

COVID-19가 의심되는 증상이 있는 환자 또는 증상이 있는 환자와 무증상 환자가 혼합된 집단에서 참조표준과 비교하여 CT의 진단정확도를 평가한 27건의 연구에서 COVID-19의 유병율은 19~85%였고, 18건은 유럽, 6건은 중국, 3건은 브라질에서, 12건은 응급실, 11건은 병원, 2건은 발열진료소 등에서 수행되었으며, 5건은 전향적 연구였다. 영상 결과를 COVID-19에 양성으로 분류하기 위한 엄격한 기준(“typical,” “highly suggestive”, “probable or highly probable” or “positive” for COVID-19; or CO-RADS category 4 or 5)을 적용했을 때 (22개 연구, N=11,258) CT는 통합 민감도 0.89 (95% CI 0.85~0.91), 통합 특이도 0.81 (95% CI 0.73~0.88), 양성우도비 4.77 (95% CI 3.29~6.91) 및 음성우도비 0.14 (95% CI 0.11~0.17)이었고(5-16, 18-23, 26, 27, 29-31), 덜 엄격한 기준(“typical or indeterminate,” “highly suggestive or suggestive,” or CO-RADS category 3 to 5)을 적용하면 (11개 연구, N=4143) 통합민감도 0.92 (95% CI 0.89~0.94), 통합 특이도 0.71 (95% CI 0.59~0.81), 양성우도비 3.22 (95% CI 2.21~4.71) 및 음성우도비 0.11 (95% CI 0.09~0.15)이었다(7-9, 13-17, 23-25, 28). COVID-19 유병률에 따라 분류하면, 유병률이 50% 미만인 경우(7건, N=2315) 민감도 0.77 (95% CI 0.65~0.85), 특이도 0.92 (95% CI 0.88~0.95)이었고, 유병률이 50%이상인 연구 (4건, N=1828)에서는 민감도 0.61(95 % CI 0.36~0.81), 특이도 0.93 (95% CI 0.87~0.96)이었다. 증상이 있는 것이 명확한 10건의 연구(N=3123)로 분석을 제한했을 때 통합 민감도는 0.86 (95% CI 0.81~0.89), 통합 특이도는 0.87 (95% CI 0.78~0.93), 양성우도비 6.48 (95% CI 3.83~10.97) 및 음성우도비 0.17 (95% CI 0.13~0.21)이었다(9, 10, 13-19, 23, 27, 32). CT의 COVID-19 진단을 위한 AUROC는 단일 RT-PCR을 참조 표준으로 사용한 5 건의 연구에서는 0.79~0.92(10, 13, 14, 21, 27, 32), 여러번의 RT-PCR 또는 임상추적관찰을 참조표준으로 사용한 7건의 연구에서는 0.71~0.96 범위였다(4, 10, 18, 19, 24, 29, 30).

COVID-19가 의심되는 증상이 있는 환자 또는 증상이 있는 환자와 무증상 환자가 혼합된 집단에서 참조 표준에 대한 CXR의 진단 정확도를 평가한 6 건의 연구(N=1,514, 유병율 39~76 %, 참조 표준은 단일 또는 반복 RT-PCR)에서 비폐렴 위험이 낮은 연구 (n=179)에서 CXR 에 대한 불투명도를 기준으로 민감도는 0.78(95% CI 0.69~0.85), 특이도는 0.26(95% CI 0.17~0.38), 중간 위험도 연구 (n=518)에서 민감도는 0.57(95% CI 0.50~0.64), 특이도는 0.89(95% CI 0.85~0.92)이었고, 6개 연구(N=1606)에 근거하여 양성우도비는 2.50 (95 % CI 1.38 ~ 4.51)이고 음성우도비는 0.40 (95 % CI 0.25 ~ 0.64)이었다(32-37). 한 연구(33)에서 CXR의 민감도는 5일 이상 증상이 있는 사람에서 5일

이하에 비해 높았지만 (0.76 대 0.37) 특이도는 낮았다 (0.68 대 0.93)

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

단순흉부촬영(CXR)을 시행할 때는 진단에 필요한 적절한 수준을 유지할 수 있도록 영상의 질 관리를 철저히 하여야 하며 법규에 의하여 방사선 방어 조치를 시행하여야 한다.

CT 검사의 이득-위해를 고려하여 꼭 필요한 경우에만 CT 검사를 시행하고, 환자와 의료진의 접촉을 최소화하기 위하여 비조영 CT를 권고한다. 표준 또는 저선량 흉부CT 프로토콜로 촬영할 수 있으며 환자 체형을 고려하여 불필요한 방사선 피폭을 최소화하여야 한다. 추적관찰 검사가 필요한 경우 초저선량 흉부CT 프로토콜 사용을 고려할 수 있다.

영상검사의 판독은 경험 있는 의사에 의하여 시행되어야 하며 영상의학과 전문의의 판독 또는 자문을 권고한다.

각 기관의 감염관리지침에 따라 안전 및 전파방지 조치를 취해야 한다. 가능한 환자와의 접촉을 피하고 검사 장비에 대한 소독을 정기적으로 시행한다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

CXR CTDIvol 0.4 mGy(38)

흉부CT 유효선량 5 mSv(39)

참고문헌

1. Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide. Geneva: World Health Organization; 2020 (WHO/2019-nCoV/Clinical/Radiology_imaging/2020.1). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. Carole Dennie, Cameron Hague, Robert S Lim et al. Canadian Society of Thoracic Radiology/Canadian Association of Radiologists Consensus Statement Regarding Chest Imaging in Suspected and Confirmed COVID-19. Can Assoc Radiol J. 2020 Nov;71(4):470-481. doi: 10.1177/0846537120924606. G
3. Jens Vogel-Claussen, Julia Ley-Zaporozhan, Prerana Agarwal et al. Recommendations of the Thoracic Imaging Section of the German Radiological Society for clinical application of chest imaging and structured CT reporting in the COVID-19 pandemic. Rofo. 2020 Jul;192(7):633-640. doi: 10.1055/a-1174-8378.
4. Prokop M, van Everdingen W, van Rees Vellinga T, et al. CO-RADS - A categorical CT assessment scheme for patients with suspected COVID-19: definition and evaluation. Radiology. 2020 Apr 27:201473. doi: 10.1148/radiol.2020201473. PMID: 32339082.
5. Ai T, Yang Z, Hou H, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus

- disease 2019 (COVID-19) in China: a report of 1014 cases. *Radiology*. 2020 Feb 26;200642. doi: 10.1148/radiol.2020200642. PMID: 32101510.
6. Aslan S, Bekçi T, Çakır İ M, et al. Diagnostic performance of low-dose chest CT to detect COVID-19: A Turkish population study. *Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey)*. 2020 Sep 2 doi: 10.5152/dir.2020.20350. PMID: 32876571.
 7. Barbosa P, Bitencourt AGV, de Miranda GD, et al. Chest CT accuracy in the diagnosis of SARS-CoV-2 infection: initial experience in a cancer center. *Radiologia brasileira*. 2020 Jul-Aug;53(4):211-5. doi: 10.1590/0100-3984.2020.0040. PMID: 32904703.
 8. Besutti G, Giorgi Rossi P, Iotti V, et al. Accuracy of CT in a cohort of symptomatic patients with suspected COVID-19 pneumonia during the outbreak peak in Italy. *European radiology*. 2020 Jul 14 doi: 10.1007/s00330-020-07050-x. PMID: 32666316.
 9. Borges da Silva Teles G, Kaiser Uruhary Nunes Fonseca E, Yokoo P, et al. Performance of Chest Computed Tomography in Differentiating Coronavirus Disease 2019 From Other Viral Infections Using a Standardized Classification. *Journal of thoracic imaging*. 2020 Sep 29 doi: 10.1097/rti.0000000000000563. PMID: 33003105.
 10. Brun AL, Gence-Brenay A, Trichereau J, et al. COVID-19 pneumonia: high diagnostic accuracy of chest CT in patients with intermediate clinical probability. *European radiology*. 2020 Oct 3:1-9. doi: 10.1007/s00330-020-07346-y. PMID: 33011877.
 11. Caruso D, Zerunian M, Polici M, et al. Chest CT Features of COVID-19 in Rome, Italy. *Radiology*. 2020 Apr 3:201237. doi: 10.1148/radiol.2020201237. PMID: 32243238.
 12. Dangis A, Gieraerts C, Bruecker YD, et al. Accuracy and reproducibility of low-dose submillisievert chest CT for the diagnosis of COVID-19. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020;2(2):e200196. doi: 10.1148/ryct.2020200196.
 13. De Smet K, De Smet D, Demedts I, et al. Diagnostic power of chest CT for COVID-19: to screen or not to screen. *medRxiv*. 2020a:2020.05.18.20097444. doi: 10.1101/2020.05.18.20097444.
 14. De Smet K, De Smet D, Ryckaert T, et al. Diagnostic Performance of Chest CT for SARS-CoV-2 Infection in Individuals with or without COVID-19 Symptoms. *Radiology*. 2020b Aug 10:202708. doi: 10.1148/radiol.2020202708. PMID: 32776832.
 15. Debray M-P, Tarabay H, Males L, et al. Observer agreement and clinical significance of chest CT reporting in patients suspected of COVID-19. *European radiology*. 2020 Aug 29 doi: 10.1007/s00330-020-07126-8. PMID: 32862289.
 16. Ducray V, Vlachomitrou AS, Bouscambert-Duchamp M, et al. Chest CT for rapid triage of patients in multiple emergency departments during COVID-19 epidemic: experience report from a large French university hospital. *European radiology*. 2020 Aug 19:1-9. doi: 10.1007/s00330-020-07154-4. PMID: 32813105.
 17. Falaschi Z, Danna PSC, Arioli R, et al. Chest CT accuracy in diagnosing COVID-19 during the peak of the Italian epidemic: A retrospective correlation with RT-PCR testing and analysis of discordant cases. *European journal of radiology*. 2020 Jul

- 25;130:109192. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109192. PMID: 32738464.
18. Giannitto C, Sposta FM, Repici A, et al. Chest CT in patients with a moderate or high pretest probability of COVID-19 and negative swab. *La Radiologia medica*. 2020 Aug 29 doi: 10.1007/s11547-020-01269-w. PMID: 32862406.
 19. Gietema HA, Zelis N, Nobel JM, et al. CT in relation to RT-PCR in diagnosing COVID-19 in The Netherlands: A prospective study. *PloS one*. 2020;15(7):e0235844. doi: 10.1371/journal.pone.0235844. PMID: 32645053.
 20. He JL, Luo L, Luo ZD, et al. Diagnostic performance between CT and initial real-time RT-PCR for clinically suspected 2019 coronavirus disease (COVID-19) patients outside Wuhan, China. *Respir Med*. 2020 Apr 21;168:105980. doi: 10.1016/j.rmed.2020.105980. PMID: 32364959.
 21. Hermans JJR, Groen J, Zwets E, et al. Chest CT for triage during COVID-19 on the emergency department: myth or truth? *Emerg Radiol*. 2020 Jul 20:1-11. doi: 10.1007/s10140-020-01821-1. PMID: 32691211.
 22. Herpe G, Lederlin M, Naudin M, et al. Efficacy of Chest CT for COVID-19 Pneumonia in France. *Radiology*. 2020 Sep 1:202568. doi: 10.1148/radiol.2020202568. PMID: 32870139.
 23. Korevaar DA, Kootte RS, Smits LP, et al. Added value of chest computed tomography in suspected COVID-19: an analysis of 239 patients. *The European respiratory journal*. 2020 Aug;56(2) doi: 10.1183/13993003.01377-2020. PMID: 32675202.
 24. Krdzalic J, de Jaegere TMH, Kwee RM. Diagnostic performance of chest CT in screening patients with suspected COVID-19 infection in a Western population. *The British journal of radiology*. 2020 Aug 18:20200643. doi: 10.1259/bjr.20200643. PMID:32808545.
 25. Kuzan TY, Murzoğlu Alt ı ntoprak K, Çiftçi H, et al. A comparison of clinical, laboratory and chest CT findings of laboratory-confirmed and clinically diagnosed COVID-19 patients at first admission. *Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey)*. 2020 Sep 2 doi: 10.5152/dir.2020.20270. PMID: 32876570.
 26. Luo N, Zhang H, Zhou Y, et al. Utility of chest CT in diagnosis of COVID-19 pneumonia. *Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey)*. 2020 Jun 3 doi: 10.5152/dir.2020.20144. PMID: 32490829.
 27. Miranda Magalhaes Santos JM, Paula Alves Fonseca A, Pinheiro Zarattini Anastacio E, et al. Initial Results of the Use of a Standardized Diagnostic Criteria for Chest Computed Tomography Findings in Coronavirus Disease 2019. *Journal of computer assisted tomography*. 2020 Jul 7 doi: 10.1097/rct.0000000000001054. PMID: 32649426.
 28. Schulze-Hagen M, Hübel C, Meier-Schroers M, et al. Low-Dose Chest CT for the Diagnosis of COVID-19. *Deutsches Arzteblatt international*. 2020 Jun 1;117(22-23):389-95. doi: 10.3238/arztebl.2020.0389. PMID: 32762834.
 29. Song S, Wu F, Liu Y, et al. Correlation Between Chest CT Findings and Clinical Features of 211 COVID-19 Suspected Patients in Wuhan, China. *Open forum infectious*

- diseases. 2020 Jun;7(6):ofaa171. doi: 10.1093/ofid/ofaa171. PMID: 32518804.
30. Wen Z, Chi Y, Zhang L, et al. Coronavirus disease 2019: initial detection on chest CT in a retrospective multicenter study of 103 Chinese subjects. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020;2(2):e200092. doi: 10.1148/ryct.2020200092.
 31. Yang X, Wang Z, Liu X, et al. Screening for 274 suspected cases of novel coronavirus pneumonia. *Chinese Journal of Infectious Diseases*. 2020;38:Online pre-publishing. doi: 10.3760/cma.j.cn311365-20200218-00081.
 32. Cozzi A, Schiaffino S, Arpaia F, et al. Chest x-ray in the COVID-19 pandemic: Radiologists' real-world reader performance. *European journal of radiology*. 2020 Sep 10;132:109272. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109272. PMID: 32971326.
 33. Ippolito D, Pecorelli A, Maino C, et al. Diagnostic impact of bedside chest X-ray features of 2019 novel coronavirus in the routine admission at the emergency department: case series from Lombardy region. *European journal of radiology*. 2020 May 26;129:109092. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109092. PMID: 32485335.
 34. Kerpel A, Apter S, Nissan N, et al. Diagnostic and Prognostic Value of Chest Radiographs for COVID-19 at Presentation. *The western journal of emergency medicine*. 2020 Aug 17;21(5):1067-75. doi: 10.5811/westjem.2020.7.48842. PMID: 32970556.
 35. Pakray A, Walker D, Figacz A, et al. Imaging evaluation of COVID-19 in the emergency department. *Emerg Radiol*. 2020 May 25 doi: 10.1007/s10140-020-01787-0. PMID: 32449099.
 36. Pare JR, Camelo I, Mayo KC, et al. Point-of-care Lung Ultrasound Is More Sensitive than Chest Radiograph for Evaluation of COVID-19. *The western journal of emergency medicine*. 2020 Jun 19;21(4):771-8. doi: 10.5811/westjem.2020.5.47743. PMID: 32726240.
 37. Peyrony O, Marbeuf-Gueye C, Truong V, et al. Accuracy of Emergency Department Clinical Findings for Diagnosis of Coronavirus Disease 2019. *Annals of emergency medicine*. 2020 May 21 doi: 10.1016/j.annemergmed.2020.05.022. PMID: 32563600.
 38. 식약처 일반 영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드 라인 방사선안전관리 시리즈 No.30 2012.10
 39. 식약처 CT 영상의학검사의 정당성 확보 및 최적화 가이드라인 방사선안전관리 시리즈 No.28 2012. 9

KQ 3. COVID-19가 확인된 무증상 또는 경미한 증상이 있는 입원하지 않은 환자에게 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?

권고1. COVID-19가 확인된 무증상 또는 경미한 증상 있는 입원하지 않은 환자에게 병원 입원을 결정하기 위하여 임상 평가 및 검사실 검사와 함께 흉부영상검사CXR, CT 스캔)를 고려할 수 있다 (권고등급B, 근거수준III).

근거요약

COVID-19가 의심되거나 확인된 현재 입원하지 않았고 가벼운 증상이 있는 환자의 경우 WHO는 병원 입원 또는 귀가를 결정하기 위해 임상 평가 및 검사실 검사와 함께 흉부영상검사를 사용할 것을 권고하였다(1). Fleischner Society의 다국적 합의에서는 COVID-19의 경미한 증상을 가진 환자는 질병 진행 위험이 없는 한 영상검사가 필요하지 않다고 하였다(2). 캐나다 영상의학회의 합의권고안에서는 CXR은 임상적으로 악화되는 환자에게 유용하지만 안정된 환자에게 매일 CXR을 촬영할 필요는 없으며 의료 종사자에게 바이러스 전파 위험을 증가시킬 수 있다고 하였다(3).

대개의 연구에서 경증과 중등도 또는 중증 증상을 가진 환자를 명확하게 구분하지 않았고 입원하지 않은 COVID-19가 의심되거나 확인된 환자에서 흉부영상검사의 효과를 평가한 연구는 없다.

4 건의 연구(4-7)에서 COVID-19로 진단된 환자의 입원 전 응급실에서 실시한 흉부CT와 후속 임상 결과 간의 연관성을 평가했다. 입원 환자의 비율은 한 연구에서 54%, 다른 연구에서 92-100%였다. 모든 연구는 CT 중증도 점수(범위 0~25) 또는 폐 침범의 정량적 추정치 (%)를 사용하여 폐 침범 정도를 기반으로 CT 결과를 평가했다. 한 연구에서는 연령을 조정 한 후 사망 가능성 증가와 관련된 CT 심각도 점수가 18 이상인 것으로 나타났다 (조정 된 HR 3.74, 95% CI 1.10~12.77). CT 심각도 점수와 연령이 있는 다변량 모델의 AUROC는 0.76 (95% CI 0.65~0.88)이었다. 두 연구에서 CT에 대한 폐 침범 정도는 민감도 0.75 (95% CI 0.66~0.83) 및 0.76 (95% CI 0.56~0.89) 및 특이도 0.80 (95% CI 0.72~0.86) 및 0.76 (95% CI 0.71~0.80) 사망률; AUROC 0.83 (95% CI 0.80~0.90) 및 0.80 (CI 보고되지 않음)이었다.

3건의 연구(8-10)에서 COVID-19로 진단 된 환자의 입원 전 응급실에서 수행 된 CXR에 대한 영상 결과와 후속 임상 결과 간의 연관성을 평가했다(N=858, 104~416). 한 연구에서 입원 환자의 비율은 43%였고, 사망률은 3.0~6.7%였다. 모든 연구는 CXR 심각도 점수 (범위 1~3, 0~12 또는 0~48)로 표시된 폐 침범 정도를 기준으로 CXR의 예측 유용성을 평가했다. 43%의 환자가 입원한 연구에서 CXR 중증도 점수 2 이상 (범위 0~12)은 입원 가능성 증가와 관련이있었다 (adjusted OR 6.2, 95% CI 3.5~11; AUROC 0.77, 95% CI 0.72~0.82). 입원 환자의 하위 집합 중 CXR 중증도 점수가 3 이상인 경우 삼관과 관련이 있었고 (adjusted OR, 4.7, 95% CI 1.8~13; AUROC 0.74, 95% CI 0.64~0.84), 장기 체류 가능성과는 관련이 없었다 (adjusted OR 1.1, 95% CI 0.8~1.5; AUROC 0.62, 95 % CI 0.50 ~ 0.73).

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

단순흉부촬영(CXR)을 시행할 때는 진단에 필요한 적절한 수준을 유지할 수 있도록 영상의 질 관리를 철저히 하여야 하며 법규에 의하여 방사선 방어 조치를 시행하여야 한다.

CT 검사의 이득-위해를 고려하여 꼭 필요한 경우에만 CT 검사를 시행하고, 환자와 의료진의 접촉을 최소화하기 위하여 비조영 CT를 권고한다. 표준 또는 저선량 흉부CT 프로토콜로 촬영할 수 있으며 환자 체형을 고려하여 불필요한 방사선 피폭을 최소화하여야 한다. 추적관찰 검사가 필요한 경우 초저선량 흉부CT 프로토콜 사용을 고려할 수 있다.

영상검사의 판독은 경험 있는 의사에 의하여 시행되어야 하며 영상의학과 전문의의 판독 또는 자문을 권고한다.

각 기관의 감염관리지침에 따라 안전 및 전파방지 조치를 취해야 한다. 가능한 환자와의 접촉을 피하고 검사 장비에 대한 소독을 정기적으로 시행한다.

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

CXR CTDIvol 0.4 mGy (11)

흉부CT 유효선량 5 mSv (12)

참고문헌

1. Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide. Geneva: World Health Organization; 2020 (WHO/2019-nCoV/Clinical/Radiology_imaging/2020.1). Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. Geoffrey D Rubin, Christopher J Ryerson, Linda B Haramati et al. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society. Radiology. 2020 Jul;296(1):172-180. doi: 10.1148/radiol.2020201365.
3. Carole Dennie, Cameron Hague, Robert S Lim et al. Canadian Society of Thoracic Radiology/Canadian Association of Radiologists Consensus Statement Regarding Chest Imaging in Suspected and Confirmed COVID-19. Can Assoc Radiol J. 2020 Nov;71(4):470-481. doi: 10.1177/0846537120924606.
4. Colombi D, Bodini FC, Petrini M, et al. Well-aerated lung on admitting chest CT to predict adverse outcome in COVID-19 pneumonia. Radiology. 2020 Apr 17;201433. doi: 10.1148/radiol.2020201433. PMID: 32301647.
5. Francone M, Iafrate F, Masci GM, et al. Chest CT score in COVID-19 patients: correlation with disease severity and short-term prognosis. European radiology. 2020 Jul 4 doi: 10.1007/s00330-020-07033-y. PMID: 32623505.
6. Matos J, Paparo F, Mussetto I, et al. Evaluation of novel coronavirus disease (COVID-19) using quantitative lung CT and clinical data: prediction of short-term outcome.

- European radiology experimental. 2020 Jun 26;4(1):39. doi: 10.1186/s41747-020-00167-0. PMID: 32592118.
7. Raoufi M, Safavi Naini SAA, Azizan Z, et al. Correlation between Chest Computed Tomography Scan Findings and Mortality of COVID-19 Cases; a Cross sectional Study. Archives of academic emergency medicine. 2020;8(1):e57. PMID: 32613199.
 8. Kerpel A, Apter S, Nissan N, et al. Diagnostic and Prognostic Value of Chest Radiographs for COVID-19 at Presentation. The western journal of emergency medicine. 2020 Aug 17;21(5):1067-75. doi: 10.5811/westjem.2020.7.48842. PMID: 32970556.
 9. Kim HW, Capaccione KM, Li G, et al. The role of initial chest X-ray in triaging patients with suspected COVID-19 during the pandemic. Emerg Radiol. 2020 Jun 22 doi: 10.1007/s10140-020-01808-y. PMID: 32572707.
 10. Toussie D, Voutsinas N, Finkelstein M, et al. Clinical and chest radiography features determine patient outcomes In young and middle age adults with COVID-19. Radiology. 2020 May 14:201754. doi: 10.1148/radiol.2020201754. PMID: 32407255.
 11. 식약처 일반 영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드라인 방사선안전관리 시리즈 No.30 2012. 10
 12. 식약처 CT 영상의학검사의 정당성 확보 및 최적화 가이드라인 방사선안전관리 시리즈 No.28 2012. 9

KQ 4. COVID-19가 확인된 입원 환자의 증상의 경중* 및 위험요인의 유무**에 따라 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?

*증상의 경중

- 경증: 폐 기능 장애 또는 손상의 증거가 없음 (예: 저산소 혈증 없음, 경증 호흡 곤란)
- 중등도: 심각한 폐 기능 장애 또는 손상의 증거 (예: 저산소 혈증, 중등도의 호흡 곤란)

**질병 진행의 위험 요인

- 65 세 이상의 연령과 동반 질환의 유무에 따른 임상적 판단 (예 : 심혈관 질환, 당뇨병, 만성 호흡기 질환, 고혈압, 면역 저하)

권고1. COVID-19가 확인된 입원 환자의 증상의 경중* 및 위험요인의 유무**에 따라 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 III)

근거요약

본 지침은 COVID-19 환자의 영상 검사와 관련된 WHO 신속 조언지침(1) 및 Fleischner 협회의 다국적 합의문(2), 캐나다 흉부영상의학회/캐나다 영상의학회의 합의문(3), 독일 영상의학회의 흉부영상분야 권고사항(4)을 선택하여 그들의 권고등급과 근거수준을 검토하여 수용여부를 결정하였다.

COVID-19 확진된 입원 환자에서 시행한 흉부 영상검사의 임상적인 영향 또는 흉부영상검사를 하지 않는 경우의 임상적 또는 보건 시스템 결과에 대한 연구는 아직까지 없다. 하지만 흉부영상은 향후 비교를 위한 기준을 제공하며, 질병 진행 위험 요인이 있는 환자에서 중요한 동반질환 여부를 확인할 수 있는 도구이다. 또한 흉부영상 COVID-19 환자의 질병 악화에 대한 모니터링의 강도에 영향을 주고, 개별 환자 예후 평가에 기여할 수 있다. WHO에서는 중등증 이상의 COVID-19 입원 환자에서 임상평가 및 검체 검사와 더불어 흉부영상검사를 권고하고 있다.

임상 결과와 흉부 영상 소견과의 상관관계에 대한 14개의 연구들이 (11개의 CT 연구, 2개의 CXR 연구, 2개의 흉부초음파 연구) 검색되었으며(5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18), 대부분의 연구에서 흉부 영상 검사의 시행 시기는 입원일 근처였다. 11개의 CT 연구에서 임상적인 결과 (Clinical outcome)와 영상 소견의 상관 관계를 보고하였는데, 대상자 수는 27에서 572 (총 2,117), 사망률은 0.7% 에서 47%였다. 사망률과 중환자실 입원을 함께 평가한 한 개의 연구에서는 14%였다. 모든 연구에서 CT에서 폐렴 범위를 심각도로 측정하고, 예측능을 평가하였는데 2개의 연구에서 사망 예측 식별력은 AUROC 0.88 to 0.90 (11,17)으로 우수하였고, 1주 이내 사망가능성과 유의한 상관관계(per point ,adjusted OR 1.54, 95% CI 1.00 to 2.37)를(10) 보였다. 하지만 다변량 분석에서는 CT 심각도와 유의한 상관관계가 없었다.(10) 또다른 연구에서 CT 심각도는 사망자에서 유의하게 높았으나, (mean 9.8 vs. 7.0, p=0.04) (15) 다변량자 분석에서는 유의하지 않았다. 한편, 중환자실 입원/기계호흡 또는 사망률과 흉부영상소견과의 상관 관계를 연구한 5가지 논문이 있었다(6,9,13,14,18). CT 심각도 5이상 (범위 :0-40) 인 경우 adjusted HR가 7.29 (95% CI 1.37 to 38.68)(6), CT 심각도 50% 이상이면 adjusted OR 가 2.35 (95% CI 1.24 to 4.46)(14), CT 심각도 13 이상 (범위; 0-25) 이면 adjusted OR 가 44.24 (95% CI 8.61 to 227.36)(19), CT 심각도의 adjusted HR 가 1.07 (95% CI 0.99 to 1.15)(18), 폐렴의 범위가 23% 이상이면 sensitivity 0.96 (95% CI 0.81 to 0.999), specificity 0.96 (95% CI 0.92 to 0.99), AUROC of 0.98 (95% 0.95 to 1.00) 로 보고하였다(9). 한 연구에서는 영상소견과 임상 변수를 함께 이용 (AUC 0.82, 95% CI 0.76 to 0.88 in training cohort and 0.89, 95% CI 0.82 to 0.96 in validation cohort)한 경우는 임상변수만으로 평가한 것과 비교하여 (AUC 0.78, 95% CI 0.72 to 0.84 and AUC 0.81, 95% CI 0.74 to 0.88) 유의하게 높음을 보고하였다.(18)

사망률 이외의 결과와 흉부영상 소견과의 상관관계를 평가한 3개의 연구가 있었다. CT 심각도가 중증 폐렴 (호흡수 증가, 저산소증, 기계호흡, 쇼크, 중환자실 치료로 정의) 발생 위험과 유의한 상관관계가 있었으며 adjusted OR 는 1.19 (95% CI 1.01 to 1.41)였다(8). 이 연구에서 CT 심각도와, 나이, neutrophil to lymphocyte ratio 를 함께 고려한 다변량 계산도표에서 AUROC 값이 training cohort 에서 0.87 (95% CI 0.77 to 0.96), validation cohort 에서 0.90 (95% CI 0.81 to 0.98)였다(8). 다른 연구에서 15점 이상의 CT 심각도 (범위; 0-15)가 COVID-19 합병증 (급성호흡부전, 급성신손상, 간기능이상, 급성관상동맥질환, 쇼크, 부정맥, 이차감염) 위험과 상관관계가 있음을 보고하였다(16). 이 연구에서 CT 심각도 5점 미만과 비교하여, 10점 이상의 adjusted OR 는 31.28 (95% CI 2.97 to 329.80), 5점에서 10점의 adjusted OR 는 5.86 (95% CI 1.70 to 20.23) 이었다. 다른 연구에서는 중환자실 치료 여부에 따라 환자군을 나누어 CT 심각도를 비교하였을 때 유의한 차이가 없었다 (mean 8.7 vs. 7.0, p=0.15). COVID-19 입원환자에서 CXR과 임상결과와의 상관관계를 보여주는 2개의 연구가 있었다.

대상자수 120, 사망률 19%인 한 연구에서 CXR 양측 폐 침윤 음영의 사망률에 대한 HR 는 2.5 (95% CI 1.07 to 6.1), 폐문 부종 음영의 HR 는 3.7 (95% CI 1.07 to 10.2) 였다(12). 하지만 CXR에서 발견된 양측 폐, 폐엽 침윤, 폐문 부종 음영은 기관 삼관 및 이와 연관된 사망률과는 유의한 상관 관계가 없었다. 대상자수 102, 중환자실 치료 환자 30%이 한 연구에서 CXR 심각도 3 이상이면 (범위; 0-36) 중환자실 치료 가능성과 유의한 상관관계를 보였다 (adjusted OR 0.40, 95% CI 0.02 to 3.63)(7).

다수의 연구(20,21,22,23)에서 중환자실 환자에 대한 매일 CXR을 시행하는 것은 임상적 필요에 따라 간헐적으로 시행하는 것과 비교하여 주요 임상 결과의 차이가 없음을 보고하였다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

환자의 방사선 노출 및 의료종사자의 감염 가능성

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

CXR CTDIvol 0.4 mGy (24)

흉부CT 유효선량 5 mSv (25)

참고문헌

1. World Health Organization. (2020). Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide
2. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society
3. Canadian Society of Thoracic Radiology/Canadian Association of Radiologists Consensus Statement Regarding Chest Imaging in Suspected and Confirmed COVID-19
4. Recommendations of the Thoracic Imaging Section of the German Radiological Society for clinical application of chest imaging and structured CT reporting in the COVID-19 pandemic
5. Bosso G, Allegorico E, Pagano A, et al. Lung ultrasound as diagnostic tool for SARS-CoV-2 infection. Internal and emergency medicine. 2020 Oct 3:1-6. doi: 10.1007/s11739-020-02512-y. PMID: 33011929.
6. Chon Y, Kim JY, Suh YJ, et al. Adverse Initial CT Findings Associated with Poor Prognosis of Coronavirus Disease. Journal of Korean medical science. 2020 Aug 31;35(34):e316. doi: 10.3346/jkms.2020.35.e316. PMID: 32864912.

7. Cocconcelli E, Biondini D, Giraudo C, et al. Clinical Features and Chest Imaging as Predictors of Intensity of Care in Patients with COVID-19. *Journal of clinical medicine*. 2020 Sep 16;9(9) doi: 10.3390/jcm9092990. PMID: 32947904.
8. Feng Z, Yu Q, Yao S, et al. Early prediction of disease progression in COVID-19 pneumonia patients with chest CT and clinical characteristics. *Nature communications*. 2020 Oct 2;11(1):4968. doi: 10.1038/s41467-020-18786-x. PMID: 33009413.
9. Leonardi A, Scipione R, Alfieri G, et al. Role of computed tomography in predicting critical disease in patients with covid-19 pneumonia: A retrospective study using a semiautomatic quantitative method. *European journal of radiology*. 2020 Jul 29;130:109202. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109202. PMID: 32745895.
10. Li K, Chen D, Chen S, et al. Predictors of fatality including radiographic findings in adults with COVID-19. *Respiratory research*. 2020 Jun 11;21(1):146. doi: 10.1186/s12931-020-01411-2. PMID: 32527255.
11. Li Y, Yang Z, Ai T, et al. Association of “initial CT” findings with mortality in older patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *European radiology*. 2020 Jun 10 doi: 10.1007/s00330-020-06969-5. PMID: 32524220.
12. Lichter Y, Topilsky Y, Taieb P, et al. Lung ultrasound predicts clinical course and outcomes in COVID-19 patients. *Intensive care medicine*. 2020 Aug 28 doi: 10.1007/s00134-020-06212-1. PMID: 32860069.
13. Mahdjoub E, Mohammad W, Lefevre T, et al. Admission chest CT score predicts 5-day outcome in patients with COVID-19. *Intensive care medicine*. 2020 May 28 doi: 10.1007/s00134-020-06118-y. PMID: 32468085.
14. Ruch Y, Kaeuffer C, Ohana M, et al. CT lung lesions as predictors of early death or ICU admission in COVID-19 patients. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 2020 Jul 24 doi: 10.1016/j.cmi.2020.07.030. PMID: 32717417.
15. Sabri A, Davarpanah AH, Mahdavi A, et al. Novel coronavirus disease 2019: predicting prognosis with a computed tomography-based disease severity score and clinical laboratory data. *Polish archives of internal medicine*. 2020 Aug 27;130(7-8):629-34. doi: 10.20452/pamw.15422. PMID: 32500700
16. Wang X, Hu X, Tan W, et al. Multi-Center Study of Temporal Changes and Prognostic Value of a CT Visual Severity Score in Hospitalized Patients with COVID-19. *AJR. American journal of roentgenology*. 2020 Sep 9 doi: 10.2214/ajr.20.24044. PMID: 32903056
17. Yuan M, Yin W, Tao Z, et al. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *PloS one*. 2020;15(3):e0230548. doi: 10.1371/journal.pone.0230548. PMID: 32191764.
18. Zheng Y, Xiao A, Yu X, et al. Development and Validation of a Prognostic Nomogram Based on Clinical and CT Features for Adverse Outcome Prediction in Patients with COVID-19. *Korean journal of radiology*. 2020 Jun 24 doi: 10.3348/kjr.2020.0485. PMID:

32643334.

19. Mahdjoub E, Mohammad W, Lefevre T, et al. Admission chest CT score predicts 5-day outcome in patients with COVID-19. Intensive care medicine. 2020 May 28 doi: 10.1007/s00134-020-06118-y. PMID: 32468085.
20. Oba Y, Zaza T. Abandoning daily routine chest radiography in the intensive care unit: metaanalysis. Radiology 2010;255(2):386-395. doi: 10.1148/radiol.10090946
21. Hejblum G, Chalumeau-Lemoine L, Ioos V, Boelle PY, Salomon L, Simon T, Vibert JF, Guidet B. Comparison of routine and on-demand prescription of chest radiographs in mechanically ventilated adults: a multicentre, cluster-randomised, two-period crossover study. Lancet 2009;374(9702):1687-1693. doi: 10.1016/S0140-6736(09)61459-8
22. Lakhal K, Serveaux-Delous M, Lefrant JY, Capdevila X, Jaber S, AzuRea network for the RadioDay study g. Chest radiographs in 104 French ICUs: current prescription strategies and clinical value (the RadioDay study). Intensive Care Med 2012;38(11):1787-1799. doi: 10.1007/s00134-012-2650-9
23. Suh RD, Genshaft SJ, Kirsch J, Kanne JP, Chung JH, Donnelly EF, Ginsburg ME, Heitkamp DE, Henry TS, Kazerooni EA, Ketani LH, McComb BL, Ravenel JG, Saleh AG, Shah RD, Steiner RM, Mohammed TL. ACR Appropriateness Criteria(R) Intensive Care Unit Patients. Journal of thoracic imaging 2015;30(6):W63-65. doi: 10.1097/RTI.0000000000000174
24. 식약처 일반 영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드 라인 방사선안전관리 시리즈 No.30 2012. 10
25. 식약처 CT 영상의학검사의 정당성 확보 및 최적화 가이드라인 방사선안전관리 시리즈 No.28 2012.

KQ 5. COVID-19가 확인된 입원 환자가 치료 방법을 결정하거나 수정하는데 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?

권고1. COVID-19가 확인된 입원 환자가 치료 방법을 결정하거나 수정하는데 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 III)

근거요약

본 지침은 COVID-19 환자의 영상 검사와 관련된 CT 사용에 대한 WHO 신속 조인지침(1) 및 중국 국가보건위원회의 권고(2) Fleischner 협회의 다국적 합의문(3), 캐나다 흉부영상의학회/캐나다 영상의학회의 합의문(4)을 선택하여 그들의 권고등급과 근거수준을 검토하여 수용여부를 결정하였다.

흉부영상은 입원 환자에서 향후 비교를 위한 기준을 제공하며, 질병 진행 위험 요인이 있는

경우, 중요한 동반질환 여부를 확인할 수 있다. 또한 질병 악화를 모니터링할 수 있으며, 개별 환자 예후 평가에 이용될 수 있다. 하지만 흉부 영상검사의 임상적인 영향 또는 흉부영상검사를 하지 않는 경우의 임상적 또는 보건 시스템 결과에 대한 연구는 아직까지 없다. 제한된 증거에 기초하여, 입원한 COVID-19 환자의 CT영상소견 결과 후속 임상 결과와 관련이 있었다. 즉 권고4 근거요약에 기술된 다양한 연구에서 COVID-19 입원 환자의 임상 결과 (중환자실 치료, 사망률, 기계호흡 치료)와 흉부 영상 소견과의 상관관계를 보여주었다(5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19). 따라서 흉부영상검사는 COVID-19 입원 환자에서 중환자실 치료 여부 등을 결정하기 위한 진단 도구로서, 임상평가 및 검체 검사와 더불어 이용될 수 있다(1). 다만 중환자실 환자의 경우 매일 CXR을 시행하는 것은 임상적 필요에 따라 간헐적으로 시행하는 것과 비교하여 주요 임상 결과의 차이가 없음이 다수의 연구에서 보고되었다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

환자의 방사선 노출 및 의료종사자의 감염 가능성

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

CXR CTDIvol 0.4 mGy(23)

흉부CT 유효선량 5 mSv(24)

참고문헌

1. World Health Organization. (2020). Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide
2. CT and COVID-19: Chinese experience and recommendations
3. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society
4. Canadian Society of Thoracic Radiology/Canadian Association of Radiologists Consensus Statement Regarding Chest Imaging in Suspected and Confirmed COVID-19
5. Bosso G, Allegorico E, Pagano A, et al. Lung ultrasound as diagnostic tool for SARS-CoV-2 infection. Internal and emergency medicine. 2020 Oct 3:1-6. doi: 10.1007/s11739-020-02512-y. PMID: 33011929.
6. Chon Y, Kim JY, Suh YJ, et al. Adverse Initial CT Findings Associated with Poor Prognosis of Coronavirus Disease. Journal of Korean medical science. 2020 Aug 31;35(34):e316. doi: 10.3346/jkms.2020.35.e316. PMID: 32864912.

7. Cocconcelli E, Biondini D, Giraudo C, et al. Clinical Features and Chest Imaging as Predictors of Intensity of Care in Patients with COVID-19. *Journal of clinical medicine*. 2020 Sep 16;9(9) doi: 10.3390/jcm9092990. PMID: 32947904.
8. Feng Z, Yu Q, Yao S, et al. Early prediction of disease progression in COVID-19 pneumonia patients with chest CT and clinical characteristics. *Nature communications*. 2020 Oct 2;11(1):4968. doi: 10.1038/s41467-020-18786-x. PMID: 33009413.
9. Leonardi A, Scipione R, Alfieri G, et al. Role of computed tomography in predicting critical disease in patients with covid-19 pneumonia: A retrospective study using a semiautomatic quantitative method. *European journal of radiology*. 2020 Jul 29;130:109202. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109202. PMID: 32745895.
10. Li K, Chen D, Chen S, et al. Predictors of fatality including radiographic findings in adults with COVID-19. *Respiratory research*. 2020 Jun 11;21(1):146. doi: 10.1186/s12931-020-01411-2. PMID: 32527255.
11. Li Y, Yang Z, Ai T, et al. Association of "initial CT" findings with mortality in older patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *European radiology*. 2020 Jun 10 doi: 10.1007/s00330-020-06969-5. PMID: 32524220.
56. Lichter Y, Topilsky Y, Taieb P, et al. Lung ultrasound predicts clinical course and outcomes in COVID-19 patients. *Intensive care medicine*. 2020 Aug 28 doi: 10.1007/s00134-020-06212-1. PMID: 32860069.
12. Mahdjoub E, Mohammad W, Lefevre T, et al. Admission chest CT score predicts 5-day outcome in patients with COVID-19. *Intensive care medicine*. 2020 May 28 doi: 10.1007/s00134-020-06118-y. PMID: 32468085.
13. Ruch Y, Kaeuffer C, Ohana M, et al. CT lung lesions as predictors of early death or ICU admission in COVID-19 patients. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 2020 Jul 24 doi: 10.1016/j.cmi.2020.07.030. PMID: 32717417.
14. Sabri A, Davarpanah AH, Mahdavi A, et al. Novel coronavirus disease 2019: predicting prognosis with a computed tomography-based disease severity score and clinical laboratory data. *Polish archives of internal medicine*. 2020 Aug 27;130(7-8):629-34. doi: 10.20452/pamw.15422. PMID: 32500700
15. Wang X, Hu X, Tan W, et al. Multi-Center Study of Temporal Changes and Prognostic Value of a CT Visual Severity Score in Hospitalized Patients with COVID-19. *AJR. American journal of roentgenology*. 2020 Sep 9 doi: 10.2214/ajr.20.24044. PMID: 32903056
16. Yuan M, Yin W, Tao Z, et al. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *PloS one*. 2020;15(3):e0230548. doi: 10.1371/journal.pone.0230548. PMID: 32191764.
17. Zheng Y, Xiao A, Yu X, et al. Development and Validation of a Prognostic Nomogram Based on Clinical and CT Features for Adverse Outcome Prediction in Patients with COVID-19. *Korean journal of radiology*. 2020 Jun 24 doi: 10.3348/kjr.2020.0485. PMID: 32643334.

18. Lichter Y, Topilsky Y, Taieb P, et al. Lung ultrasound predicts clinical course and outcomes in COVID-19 patients. Intensive care medicine. 2020 Aug 28 doi: 10.1007/s00134-020-06212-1. PMID: 32860069.
19. Cocconcelli E, Biondini D, Giraudo C, et al. Clinical Features and Chest Imaging as Predictors of Intensity of Care in Patients with COVID-19. Journal of clinical medicine. 2020 Sep 16;9(9) doi: 10.3390/jcm9092990. PMID: 32947904.
20. Oba Y, Zaza T. Abandoning daily routine chest radiography in the intensive care unit: metaanalysis. Radiology 2010;255(2):386-395. doi: 10.1148/radiol.10090946 30. Hejblum G, Chalumeau-Lemoine L, Ioos V, Boelle PY, Salomon L, Simon T, Vibert JF, Guidet B. Comparison of routine and on-demand prescription of chest radiographs in mechanically ventilated adults: a multicentre, cluster-randomised, two-period crossover study. Lancet 2009;374(9702):1687-1693. doi: 10.1016/S0140-6736(09)61459-8
21. Lakhal K, Serveaux-Delous M, Lefrant JY, Capdevila X, Jaber S, AzuRea network for the RadioDay study g. Chest radiographs in 104 French ICUs: current prescription strategies and clinical value (the RadioDay study). Intensive Care Med 2012;38(11):1787-1799. doi: 10.1007/s00134-012-2650-9
22. Suh RD, Genshaft SJ, Kirsch J, Kanne JP, Chung JH, Donnelly EF, Ginsburg ME, Heitkamp DE, Henry TS, Kazerooni EA, Ketai LH, McComb BL, Ravenel JG, Saleh AG, Shah RD, Steiner RM, Mohammed TL. ACR Appropriateness Criteria(R) Intensive Care Unit Patients. Journal of thoracic imaging 2015;30(6):W63-65. doi: 10.1097/RTI.0000000000000174
23. 식약처 일반 영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드 라인 방사선안전관리 시리즈 No.30. 2012. 10
24. 식약처 CT 영상의학검사의 정당성 확보 및 최적화 가이드라인 방사선안전관리 시리즈 No.28. 2012. 9

KQ 6. COVID-19가 확인된 환자에서 임상적으로 객혈 또는 폐색전증이 의심되는 경우 영상검사(CT 폐혈관조영술, CT하지정맥조영술 등)를 사용해야 합니까?

권고1. COVID-19가 확인된 환자에서 임상적으로 객혈 또는 폐색전증이 의심되는 경우 영상검사(CT 폐혈관조영술, CT하지정맥조영술 등)를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 III)

근거요약

본 지침은 COVID-19 환자의 영상 검사와 관련된 CT 사용에 대한 WHO 신속 조언지침(1) 및 Fleischner 협회의 다국적 합의문(2), 독일 영상의학회의 흉부영상분야 권고사항(3)을 선택하여 그들의 권고등급과 근거수준을 검토하여 수용여부를 결정하였다.

흉부영상은 입원 환자에서 중요한 동반질환 여부를 확인할 수 있다. CT 는 CXR과 비교하여, 초기 폐 실질 병변, 질병 진행, COVID-19 연관된 심혈관 손상으로 인한 급성 심부전을 포함한 동반질환을 더 민감하게 진단할 수 있다(4,5). COVID-19가 과응고상태와 일으킨다는 최근 연구결과가 있다.(6,7) COVID-19 환자에서 혈전색전증이 의심되는 경우 임상평가 및 검체 검사와 더불어 흉부영상검사 선택할 때 정맥 조영제를 사용한 CT 폐혈관조영술을 고려할 수 있다(1). 이때 CT 가용성을 고려해야 하며, COVID-19 의심환자의 영상촬영에 따른 장비 세척 및 소독에 필요한 추가 시간으로 인한 CT 스캐너 가용성의 잠재적 감소를 고려해야 한다(1).

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

환자의 방사선 노출 및 의료종사자의 감염 가능성

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다.

수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

CTDIvol 6m Gy이하(8)

참고문헌

1. World Health Organization. (2020). Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide
2. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society
3. Recommendations of the Thoracic Imaging Section of the German Radiological Society for clinical application of chest imaging and structured CT reporting in the COVID-19 pandemic
4. Driggin E, Madhavan MV, Bikdeli B, Chuich T, Laracy J, Bondi-Zoccai G, Brown TS, Nigoghossian C, Zidar DA, Haythe J, Brodie D, Beckman JA, Kirtane AJ, Stone GW, Krumholz HM, Parikh SA. Cardiovascular Considerations for Patients, Health Care Workers, and Health Systems During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic. J Am Coll Cardiol 2020. doi: 10.1016/j.jacc.2020.03.031
5. Orsi MA, Oliva AG, Cellina M. Radiology Department Preparedness for COVID-19: Facing an Unexpected Outbreak of the Disease. Radiology 2020. doi: 10.1148/radiol.2020201214
6. Songping C, Shuo C, Xiunan L et al. Prevalence of venous thromboembolism in patients with severe novel coronavirus pneumonia. J Thromb Haemost 2020. doi:10.1111/jth.14830
7. Klok FA, Kruip MJHA, van der Meer NM et al. Incidence of thrombotic complications in

critically ill ICU patients with COVID-19. Thromb Res 2020.

doi:10.1016/j.thromres.2020.04.013

8. 식약처 CT 영상의학검사의 정당성 확보 및 최적화 가이드라인 방사선안전관리 시리즈 No.28 2012. 9)

KQ 7. 증상이 호전된 COVID-19 환자의 경우, 병원 퇴원에 대한 결정을 하는데 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 추가해야 합니까?

권고1. 증상이 호전된 COVID-19 환자의 경우, 병원 퇴원에 대한 결정을 하는데 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용하는 것은 적절하지 않다. (권고등급 C, 근거수준 IV)

근거요약

본 지침은 COVID-19 환자의 영상 검사와 관련된 CT 사용에 대한 WHO 신속 조인지침(1) 및 Fleischner 협회의 다국적 합의문(2)을 선택하여 그 권고등급과 근거수준을 검토하여 수용여부를 결정하였다.

퇴원 결정에 대한 COVID-19 환자의 흉부 영상의 역할을 평가한 연구는 없었다. 증상이 해결된 COVID-19 입원 환자의 경우, 퇴원 결정을 알리기 위해 임상 평가 및 검체 결과 외에 흉부 영상촬영을 사용하지 않을 것을 권고한다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

환자의 방사선 노출 및 의료종사자의 감염 가능성

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

CXR CTDIvol 0.4 mGy(3)

흉부CT 유효선량 5 mSv(4)

참고문헌

1. World Health Organization. (2020). Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide
2. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A

Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society

3. 식약처 일반 영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드 라인 방사선안전관리 시리즈
No.30 2012. 10)
4. 식약처 CT 영상의학검사의 정당성 확보 및 최적화 가이드라인 방사선안전관리 시리즈
No.28 2012. 9)

KQ 8. COVID-19에서 회복된 환자를 추적 검사할 때 폐 손상 여부를 평가하기 위하여 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 사용해야 합니까?

권고1. COVID-19에서 회복된 환자를 추적 검사할 때 폐기능 장애가 있는 환자는 감염 또는 기계적 인공호흡 결과로 발생한 형태학적인 폐 이상 소견과 치료 가능한 질환과 구별하기 위해 흉부 영상검사(CXR, CT 스캔)를 고려할 수 있다. (권고등급 B, 근거수준 IV)

근거요약

본 지침은 COVID-19 환자의 영상 검사와 관련된 CT 사용에 대한 WHO 신속 조언지침(1) 및 Fleischner 협회의 다국적 합의문(2)을 선택하여 그 권고등급과 근거수준을 검토하여 수용여부를 결정하였다.

장기 COVID-19 관련 후속 치료 평가를 위한 흉부영상검사의 효과를 평가한 연구는 없으며, 퇴원 후와 장기 임상 결과에 따른 흉부영상 결과 간의 연관성을 평가한 연구는 없었다. 다만 전문가 제안에 의하면 COVID-19 회복 후 기능 장애가 있는 환자는 감염 또는 기계적 인공호흡 결과로 발생한 형태학적인 폐 이상 소견과 이와 다른 잠재적으로 치료 가능한 질환과 구별하기 위해 흉부 영상검사를 고려할 수 있다(2,3)

권고 고려사항

1. 이득과 위해(Benefit and Harm)

환자의 방사선 노출 및 의료종사자의 감염 가능성

2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

3. 검사별 방사선량

CXR CTDIvol 0.4 mGy(4)

흉부CT 유효선량 5 mSv(5)

참고문헌

1. World Health Organization. (2020). Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice

guide

2. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society
3. Xu Z, Shi L, Wang Y, Zhang J, Huang L, Zhang C, Liu S, Zhao P, Liu H, Zhu L, Tai Y, Bai C, Gao T, Song J, Xia P, Dong J, Zhao J, Wang FS. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. The lancet Respiratory medicine 2020. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30076-X
4. 식약처 일반 영상의학검사의 환자선량 권고량 가이드 라인 방사선안전관리 시리즈 No.30 2012. 10)
5. 식약처 CT 영상의학검사의 정당성 확보 및 최적화 가이드라인 방사선안전관리 시리즈 No.28 2012. 9)

외부 검토

- 가이드라인 개발에 참여하지 않은 관련 전문가의 검토(외부 검토)를 거쳐 가이드라인 최종본을 확정(부록 4)
- 공청회를 통한 의견 수렴(부록 4)
- 개발된 가이드라인은 대한영상의학회의 임상진료지침 승인을 받은 후 배포

개발비 출처 및 개발의 독립성

이 영상진단 정당성 가이드라인 개발은 질병관리청의 2020년 정책연구용역사업으로 진행되었다(환자 촬영종류별 영상진단 정당성 가이드라인 마련: 40개 이상 핵심질문 추가 개발, 질병예방센터/의료방사선과, 연구비 1억원).

연구용역의 발주처는 핵심질문에 치과영역을 포함할 것을 요구한 것 이외의 개발/자문위원회 등의 구성에 관여하지 않았다. 개발기간 중 진행상황에 대하여 발주처에 2차례 서면보고, 사업 종료 전 최종 대면보고를 하였다. 발주처는 이외의 권고안 내용에 영향을 줄 수 있는 어떠한 관여도 하지 않았다.

이해관계 선언(부록 5 참조)

개발에 참여한 모든 위원은 아래의 질문으로 구성된 이해관계선언문을 작성하였다.

1. 영상진단 가이드라인의 개발 혹은 승인에 관여한 적이 있거나 특허, 상표권, 라이선싱, 로열티 등의 지적 재산을 가지고 있습니까?
2. 고용: 가이드라인 개발자, 혹은 가이드라인과 상업적으로 관련성이 있는 회사 혹은 조직에 고용(공식/비공식적인 직함을 가지고 있는 경우)되어 있거나, 고용되었던 적이 있습니까?
3. 자문: 진료지침 개발자, 혹은 진료지침과 상업적으로 관련성이 있는 회사 혹은 조직을 위해 자문한 적이 있습니까?
4. 소유 지분: 가이드라인과 상업적으로 관련성이 있는 회사 혹은 조직의 비상장 소유 지분(스톡옵션, 비거래 주식) 혹은 상장 소유 지분(200만원이상, 스톡옵션은 포함되나 뮤추얼 펀드 등을 통한 간접투자는 제외)이 있습니까?
5. 연구비: 가이드라인과 상업적으로 관련이 있는 회사 혹은 조직으로부터 제한 없이 사용할 수 있도록 연구비용이나 교육 보조금, 연구기기, 자문 형태의 비용을 받고 있거나 받은 적이 있습니까?
6. 사례금: 가이드라인 개발자 또는 상업적으로 관련성이 있는 회사 혹은 조직으로부터 1년에 400만원, 3년에 1,000만원 이상의 사례금을 받은 적이 있습니까?
7. 기타 잠재적인 이해관계: 본인의 가족(부모, 배우자, 자녀) 또는 가족이 소속된 회사에서 위에서 기술된 것과 같은 관계를 가지고 있습니까?

2, 4, 6 항목과 관계된 것은 이해상충이 있는 것으로 간주하여 개발그룹에서 배제하는 것으로 하였으나, 이해상충이 있는 위원은 없었다.

1, 3, 5, 7항목과 관계된 것은 총괄위원회에서 이해상충여부를 판단하였으나, 가이드라인의 개발에 관여한 경험 및 특정 목적으로만 사용가능한 연구비를 운용하는 경우는 이해상충이 없는 것으로 간주하였다.

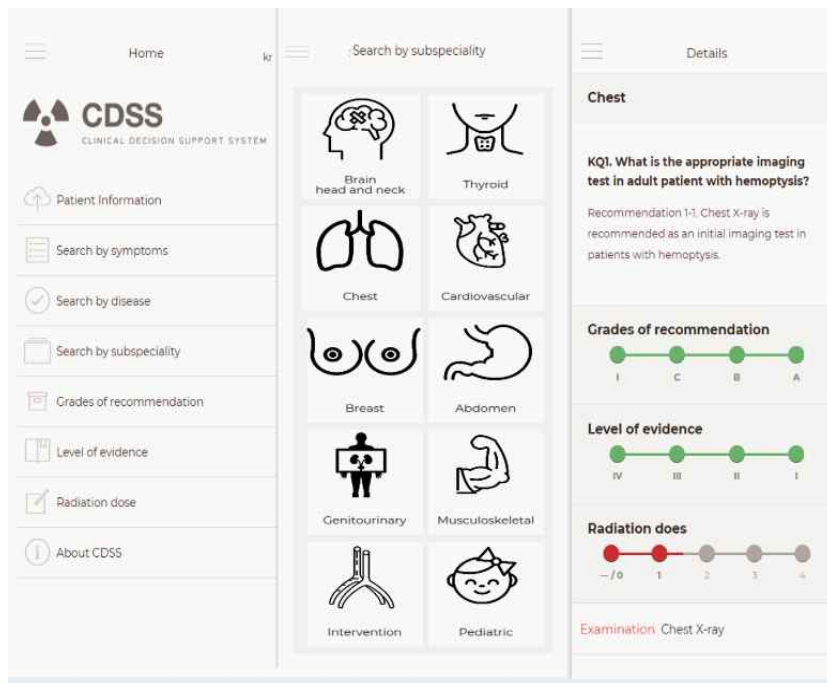
가인드라인 전산화

1. 대한영상의학회 홈페이지를 통해 내려받기 할 수 있음(로그인 필요)

http://www.radiology.or.kr/reference/guidelines.php?mode=view&uid=2018&no=19&gubun=1&sub=5&page=1&r_url=/reference/guidelines.php

2. 2016-2018년도 각 분과별 핵심질문에 대한 권고문 번호, 권고문, 근거표, 문헌검색 파일을 전산화함

<http://cdss.or.kr/>



<http://cdss.co.kr/AC/>



영상영상 가이드라인 전체

분과	주요질문	권고문 번호	권고문	근거표	문헌검색
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-001	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-002	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-003	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-004	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-005	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-006	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-007	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-008	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-009	영상영상	영상영상	영상영상
영상영상	영상영상 영상영상 영상영상 영상영상	2018-010	영상영상	영상영상	영상영상

향후 개발/개정 계획

영상영상가이드라인의 사용자는 영상검사를 처방하는 임상의사와 환자들이다. 앞으로도 지속적으로 필요한 핵심질문을 도출하고 이를 근거기반으로 권고를 생성하며 기존의 권고는 근거가 변경되면 계속 업데이트를 진행할 것이다.

보험급여 확대와 같은 보장성 강화정책이 확대대면서 영상영상가이드라인을 적정성 평가에 참고자료로 사용하는 등 정책적 사용을 예상할 수 있으므로, 이전에 이미 개발한 가이드라인(CT 재검사 가이드라인 등)을 정립한 방법론에 따라 개정하는 것도 고려해야 할 것이다.

영상영상가이드라인의 내용은 ‘영상결정지원 시스템’의 기본 데이터로 이용될 수 있고, 국내확산 및 활용에도 큰 도움이 된다. 이미 초보적인 앱 개발을 통해 이론 전산화 가능성을 시험했으므로, 더 유용한 사용자 환경을 구현한 앱이나 웹 페이지를 개발하는 것도 필요한 일이다.

또한, 가이드라인의 재정적 지원이 이해당사자가 아니어야 그에 대한 신뢰도가 높아질 수 있기 때문에 지속적인 국가 지원은 필수적이다. 또한, 우리나라에서도 미국에서와 같이 전자 의무기록 시스템과 연동된 영상결정지원시스템을 구축을 위한 콘텐츠 개발을 시작하였기 때문에 지속적인 콘텐츠의 양을 증가시키면서 전산 기반으로 근거기반 진료를 지원할 수 있는 시스템의 구축을 위한 프로그램 개발, 정책적인 지원방향 개발에 대해서도 다방면으로 노력해야 할 것이다.

영상검사에 대한 깊이 있는 전문지식이 없는 임상의들을 위한 실질적 교육 도구로 활용되고 환자나 소비자용의 자료를 개발하여 환자들도 자기 결정권을 가지고 결정할 때 도움이 될 수 있도록 할 것이다. 차기년도 개발에서는 환자의 관점에 대한 면을 좀 더 추가하여 개발할 예정이다.

영상진단 정당성 가이드라인의 제한점

1. 영상검사의 특성에 따라 영상검사의 대상인 환자보다는 검사를 처방하는 임상의를 주 이해당사자로 간주하였다.
2. 이 가이드라인의 주 사용자는 영상검사를 처방하는 임상의로 간주하여 전문가들이 일반적으로 사용하는 의학용어를 주로 사용하였으므로 의료인 이외의 사용자는 용어를 이해하기 어려울 수 있다.
3. 영상검사의 특성에 따라 비용효과분석이 매우 어려워 보험급여 여부 등으로 자원의 영향과 의미를 판단할 수 밖에 없었다.
4. 가이드라인의 실행에 대한 장애/촉진요인 및 수행정도에 대한 감독 및 평가는 근거기반 진료지침이 정책에 얼마나 적절하게 반영되는가로 평가할 수 있을 것이다. 보험급여 확대 및 보험심사평가체계 개편에 따라 진료지침이 정책에 직접 사용될 가능성이 높아졌다.