

Guideline for Appropriate Use of Cardiac CT in Heart Disease¹

심장질환에서 심장 CT의 사용에 대한 권고안

Young Jin Kim, MD¹, Hwan Seok Yong, MD², Sung Mok Kim, MD³, Jeong A Kim, MD⁴,
 Dong Hyun Yang, MD⁵, Yoo Jin Hong, MD¹

¹Department of Radiology, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

²Department of Radiology, Korea University Guro Hospital, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

³Department of Radiology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

⁴Department of Radiology, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang, Korea

⁵Department of Radiology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Heart disease is one of the leading causes of deaths in Korea, along with malignant neoplasms and cerebrovascular diseases. The proper diagnosis and management for patients with suspected heart diseases should be warranted for the public health care. Advances in CT technology have allowed detailed images of the heart to be obtained, which enable evaluations not only of the coronary arteries but also of other cardiac structures. Currently, the latest multi-detector CT machines are widespread around Korea. The appropriate use of cardiac CT may lead to improvements of the physicians' medical performances and to reduce medical costs which eventually contribute to promotions of public health. However, until now, there has been no guidelines regarding the appropriate use of cardiac CT in Korea. We intend to provide guidelines for the appropriate use of cardiac CT in heart diseases based on scientific data. The purpose of this guideline is to assist the clinicians and other health professionals when using cardiac CT for diagnosis and treatments of heart diseases.

Index terms

Guideline

Appropriateness Criteria

Cardiac Computed Tomography

CT Coronary Angiography

서론

심장질환은 암, 뇌혈관질환과 함께 우리나라의 3대 사망원인이 되는 질환으로서 심장질환이 의심되는 환자에서 적절한 진단과 치료는 국민건강증진에 있어서 매우 중요한 문제이다. 최근 비약적인 CT 기술의 발전으로 CT를 이용하여 심장이나 관상동맥의 평가가 가능하게 되었으며 현재 우리나라에서도 다중검출기 CT가 널리 보급되어 많은 병원에서 심장 CT가 시행되고 있다. 심장 CT는 기존에 이용되고 있던 심초음파검사나 비침습적인 부하검사 또는 침습적인 혈관조영술과는 다른 새로운 비침습적 검사방법으로서 현재에도 빠르게 기술이 발전하고 있다. 심장 CT를 적절하게 이용하는 것은 의사의 진료패턴에 영향을 줄 수 있고, 의료비용에도 영향을 미치며 궁극적으로 국민건강증진

Received October 14, 2013; Accepted November 18, 2013

Corresponding author: Hwan Seok Yong, MD
 Department of Radiology, Korea University Guro Hospital, Korea University College of Medicine,
 148 Gurodong-ro, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea.
 Tel. 82-2-2626-1342 Fax. 82-2-863-9282
 E-mail: yhwanseok@naver.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

This work is supported by a Grant from National Strategic Coordinating Center for Clinical Research, Republic of Korea (A102065).

에 기여할 수 있다. 하지만 지금까지 우리나라에는 심장 CT의 이용에 관한 권고안이 없어 과학적인 근거자료를 바탕으로 심장 CT의 적절한 사용에 관한 권고안을 마련하고자 한다. 본 권고안의 목적은 심장질환의 위험이 높거나 의심되는 환자를 대상으로 하며, 심장질환을 진단하고 치료하는 데 있어 CT를 이용하고자 하는 의사와 관련된 의료종사자에게 도움을 주고자 함이다.

이 문건은 권고안의 요약본이며 권고안의 전문은 대한영상의학회 홈페이지(<http://www.radiology.or.kr>) 및 대한심장혈관영상의학회 홈페이지 자료실(<http://www.kosci.co.kr>)에서 볼 수 있다.

권고안 개발방법

본 권고안은 근거창출임상연구국가사업단의 임상진료지침개

발사업의 2011년 과제로 선정되어 개발되었다. 개발되어 있는 다른 권고안을 바탕으로 수용개발하기로 하였고 2011년 11월에 보건복지부/대한의학회에서 출간한 [한국형 진료지침 수용 개발방법의 이해와 활용]에 기초하여 개발하였다. 개발방법에 대한 자문을 위해 대한의학회 임상권고안전문위원회의 전문가에게 자문을 구하였고, 자료검색 전문가에게 자문을 구하였다. 수용개발을 위해 선정한 기존의 권고안과 근거문헌을 종합하여 작성한 권고안 초안을 바탕으로 질문지를 만들었고, 델파이 합의과정을 거쳐 합의된 권고안을 채택하였다.

본 권고안 개발의 주관연구기관은 고려대학교이고, 대한영상의학회가 개발을 위임하였으며 대한심장학회가 공식적으로 개발에 참여하였다. 권고안 집필위원회는 대한영상의학회 진료지침위원회에서 위촉한 6인으로 구성되었다. 대한심장학회에서는 델파이 합의를 위한 기술위원회와 합의에 의해 채택된 권고안의 검증을 위한 검토위원회에 참여하였다.

수용개발을 위해 기존의 외국의 심장 CT 사용과 관련된 권고안을 검색하였으며 검색을 위해 일반적인 검색 자료원 중 PubMed (www.pubmed.gov)에서는 98건의 자료를 검토하였으며, Cochrane Library (www.interscience.wiley.com)에서는 13건의 자료를 검토하였고, Embase (www.embase.com)에서 152건의 자료를 검토하였다. 또한 국가별 검색 자료원 중 미국의 National Guideline Clearing House (http://www.guideline.gov/)에서 136건의 자료를 검토하였고, 캐나다의 CMA Infobase (http://www.cma.ca/index.php/ci_id/54316/la_id/1.htm)에서는 13건, 영국의 SIGN (http://www.sign.ac.uk/guidelines/index.html)과 NICE (http://www.nice.org.uk/)에서는 주제별 혹은 형식별 검색을 통해 각각 6건과 1건의 자료를 검토하였다. 출판일자의 범위를 2008년 1월 1일부터 2011년 12월 31일까지로 정하였고, 영어로 표기된 권고안만을 선택하였으며 개정판이 있는 경우 최신판을 선정하였다. 8건의 권고안이 선정되

었으며 이 가운데 전문가합의에 의한 지침(expert consensus), 단체 등을 대표하지 않고 한 명이 쓴 권고안을 제외하여 최종적으로 4건의 권고안을 선정하였다.

수용개발의 대상으로 선정된 권고안의 질 평가를 위하여 대한의학회 임상진료지침 전문위원회에서 AGREE 2.0의 한국형 버전으로 개발한 K-AGREE 평가 개발척도에 근거하여 평가를 실시하였다. 검색된 4개 권고안에 대하여 집필위원회 중 4인이 평가하였고, 3점 이상 차이가 난 항목에 대하여 재평가를 실시하였다. 영역별 표준화 점수를 산출하고 각 영역의 점수를 비교하여 최종적으로 평가영역 3인 개발의 엄격성 표준화 점수가 50% 이상인 2개의 지침을 선정하였다(1, 2). K-AGREE 도구를 사용한 가이드라인 평가결과 표 및 권고안 매트릭스 표는 권고안 전문에 표기하였다.

문헌고찰을 위한 근거의 검색은 PubMed (www.pubmed.gov)와 Embase (www.embase.com)를 사용하였고, 2000~2012년 사이에 인간을 대상으로 하고 영어로 출간된 논문 중 각각의 문항에 적합한 검색 식을 만들어 근거를 검색하고 초록을 검토하여 각각의 문항과 관련 있는 근거문헌을 선정하였다. 최근에 출간된 체계적 고찰이나 메타분석이 있는 경우에는 그 이전에 출간된 낮은 근거수준의 문헌은 배제하였고 증례보고 등도 배제하였다. 각각의 검색 식은 권고안 전문에 표기하였다.

근거수준은 2011년도에 Oxford Centre for Evidence-Based Medicine에서 발표한 근거수준의 기준 중 진단 및 예후평가 분야에서의 근거수준 평가기준을 참고로 하여 세 단계로 정의하였다(Table 1).

권고등급은 2010년 미국심장관련학회에서 발표한 심장 CT 이용 권고안에서 사용한 수준을 도입하여 적절, 불명확, 부적절의 세 단계로 정의하였다(Table 2). 권고안 내에서는 '적절하다(적절), 고려할 수 있다(불명확), 부적절하다(부적절)'로 표기하였다.

권고안 도출과 채택을 위한 합의방법으로는 델파이 방법을

Table 1. 근거수준(Level of Evidence)의 정의

근거수준	정의
A	Level 1, 여러 개의 Level 2 연구
B	한 개의 Level 2 연구, 여러 개의 Level 3 연구
C	한 개의 Level 3 연구, Level 4, 5
Level of study	정의
1	Systematic review, meta-analysis
2	Individual cross sectional studies with consistently applied reference standard and blinding/inception cohort studies
3	Non-consecutive studies, or studies without consistently applied reference standards/cohort study or control arm of randomized trial
4	Case-control studies, or poor or non-independent reference standard/case-series or case-control studies, or poor quality prognostic cohort study
5	Mechanism-based reasoning

Table 2. 권고등급의 정의

권고등급	정의
적절(A, appropriate): 7~9점	특정 적응증에 적절한 검사일 경우(적응증에 대해 검사가 일반적으로 수용가능하며 합리적인 접근방법이다.)
불명확(U, uncertain): 4~6점	특정 적응증에 근거가 불명확한 검사일 경우(적응증에 대해 검사가 일반적으로 수용가능 할 수 있으며 합리적인 접근방법일 수 있다.)(불명확하다는 것은 적응증을 분명하게 분류하기 위해서는 더 많은 조사 및 환자 정보가 필요함을 의미한다.)
부적절(I, inappropriate): 1~3점	특정 적응증에 부적절한 검사일 경우(적응증에 대해 검사가 일반적으로 수용가능 하지 않으며 합리적인 접근방법이 아니다.)

사용하였다. 권고안 개발그룹의 대표성과 전문성을 담보하기 위하여 대한영상의학회와 대한심장학회로부터 각 10인씩 총 20인의 패널을 선정하였다.

권고안 초안을 바탕으로 한 질문지는 7개의 영역에 70개 소제목, 세부적으로는 총 103개의 문항이었다. 설문은 총 3회 실시하였고, 각 문항에 대한 심장 CT의 사용이 적절한가에 대한 응답 척도를 1~3점은 부적절, 4~6점은 불명확, 7~9점은 적절한 영역으로 정의하였고 각 영역에 응답한 패널리스트가 75% 이상이면 합의가 된 것으로 정의하였다. 델파이 합의를 위한 조사표에는 각 문항에 대한 타 권고안들의 권고등급, 검색한 근거문헌에 기초한 근거수준, 응답척도(9점 척도), 기타의견 제시를 위한 공간, 그리고 각 문항에 대한 근거문헌 목록으로 구성하였다. 다음 라운드에서는 합의에 이르지 못한 문항에 대해 전체 패널리스트들의 점수에 대한 중앙값과 질문지를 받는 패널리스트가 이전 라운드에서 응답했던 점수를 표시하였고 이전 라운드에서 합의된 문항의 응답란을 가리고 질문지를 제작하였다. 이전 라운드에서 합의에 실패한 문항에 대한 수정은 하지 않았고 패널리스트에 의해 제시된 기타의견은 없었다. 총 103개의 문항 중 1차 설문에서 57개, 2차 설문에서 36개, 그리고 3차 설문에서 나머지 10개의 문항에 대한 합의가 이루어졌다. 각 라운드의 응답률은 모두 100%였다. 델파이 투표 결과는 권고안 전문에 표기하였다.

대한의학회 임상진료지침 실행위원회 2인, 대한심장학회와 대한영상의학회에서 각각 3인으로 구성된 총 8인의 위원들이 합의에 의해 채택된 권고안을 검토하였고, 그 후 외부공청회를 시행하였다.

본 권고안은 근거창출임상연구국가사업단의 연구비 지원으로 개발되었으나, 권고안 집필위원회/델파이 합의를 위한 기술위원회/합의에 의해 채택된 권고안의 검증을 위한 검토위원회는 각각 독립적으로 활동하였으며, 사업단 및 개발에 참여한 학회는 권고안의 개발에 영향을 주지 않았다.

개발에 참여한 대한영상의학회와 대한심장학회, 그리고 대한의학회의 인증을 받았으며, 대한의학회 임상진료지침 정보센터의 평가시스템을 통해 동료평가를 받았다.

이 권고안은 CT 기술의 발전, 의료환경의 변화, 그리고 심장 CT와 관련된 근거의 축적에 따라 3~5년 주기로 수정되어야 한다.

본문

I. 관상동맥질환 병력이 없는 유증상 환자에서 관상동맥질환을 발견하기 위한 CT

I-1. 허혈성 흉통이 의심되는 비급성 흉통

*** 권고사항 ***

허혈성 흉통이 의심되는 비급성 흉통 환자에서 CT의 사용

1. 심전도 결과가 해석 가능하고 운동이 가능한 환자 중 검사 전 예측도가 중등도 위험도인 환자의 경우 관상동맥 CT의 사용이 적절하며(권고등급 A, 근거수준 A), 저위험도의 환자인 경우에는 검사를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 A). 그러나 고위험도의 환자에서는 관상동맥 CT 사용이 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 B).
2. 심전도 결과가 해석 불가능하거나 운동이 불가능한 환자일 경우 저위험도 혹은 중등도의 검사 전 예측도를 보이는 환자에서 관상동맥 CT는 적절하며(권고등급 A, 근거수준 A), 고위험도의 환자인 경우에는 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 B).

I-2. 급성 관동맥증후군이 의심되는 급성 흉통

*** 권고사항 ***

급성 관동맥증후군이 의심되는 급성 흉통 환자에서 CT의 사용

1. 명백한 심근경색 환자의 경우 관상동맥 CT 검사는 부

적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).

2. 심근경색이 배제된 이후에도 심전도에서 지속적인 ST 분절의 상승 소견이 있을 때 관상동맥 CT 검사를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 B).
3. 원인불명의 급성 흉통 환자에서 폐색전증, 대동맥 박리, 급성 관동맥증후군 등의 “triple rule out”을 위한 CT 검사는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 B).
4. 심전도 및 심근효소 수치가 정상인 급성 흉통 환자에서 관상동맥 CT 검사를 시행하는 것이 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
5. 심전도 해석이 불분명한 급성 흉통 환자에서 저위험도 혹은 중등도의 검사 전 예측도를 보이는 환자에서 관상동맥 CT는 적절하며(권고등급 A, 근거수준 A), 고위험도의 환자인 경우에는 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 B).
6. 진단이 불가능한 심전도 및 모호한 심근효소 결과가 나올 경우 저위험도 혹은 중등도의 검사 전 예측도를 보이는 환자에서 관상동맥 CT는 적절하며(권고등급 A, 근거수준 A), 고위험도 환자인 경우에는 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 B).

II. 관상동맥질환의 병력이 없는 무증상 환자에서 관상동맥질환의 발견과 위험도 평가를 위한 CT

II-1. 관상동맥질환 병력이 없는 무증상 환자에서의 관상동맥 석회수치 측정검사

*** 권고사항 ***

무증상환자에서 관상동맥질환 발견과 위험도 평가를 위한 관상동맥 석회수치 측정검사의 사용

1. 조기 관상동맥질환의 가족력이 있는 환자에서 관상동맥 석회수치 측정검사는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
2. 관상동맥질환의 위험도가 저위험도인 환자에서 관상동맥 석회수치 측정검사는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 A).
3. 관상동맥질환의 위험도가 중등도 위험도인 환자에서 관상동맥 석회수치 측정검사는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).

4. 관상동맥질환의 위험도가 고위험도인 환자에서 관상동맥 석회수치 측정검사를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 A).

II-2. 관상동맥질환 병력이 없는 무증상 환자에서의 관상동맥 CT

*** 권고사항 ***

무증상 환자에서의 관상동맥질환 발견과 위험도 평가를 위한 관상동맥 CT

1. 관상동맥질환의 위험도가 저위험도인 환자에서 관상동맥 CT는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 A).
2. 관상동맥질환의 위험도가 중등도인 환자에서 관상동맥 CT는 시행을 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 A).
3. 관상동맥질환의 위험도가 고위험도인 환자에서는 관상동맥 CT가 적절하다(권고등급 A, 근거수준 C).

II-3. 심장이식수술 후의 관상동맥 CT

*** 권고사항 ***

1. 심장이식수술 후 이식혈관병증 여부를 평가하기 위해 관상동맥 CT를 사용하는 것이 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).

III. 다양한 임상상황에서 관상동맥질환의 발견을 위한 관상동맥 CT

III-1. 관상동맥질환의 병력이 없는 환자에서 새로 생기거나 발견된 심부전

*** 권고사항 ***

관상동맥질환의 병력 없이 새로 생기거나 발견된 심부전 환자에서 관상동맥질환 발견을 위한 CT

1. 좌심실의 박출률이 감소되어 있고 관상동맥질환에 대한 검사 전 예측도가 저위험도 또는 중등도 위험도인 경우 관상동맥 CT는 적절하며(권고등급 A, 근거수준 A), 고위험도인 경우 관상동맥 CT를 고려할 수 있다(권고

등급 U, 근거수준 A).

2. 좌심실의 박출률이 정상인 경우는 관상동맥 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).

III-2. 관상동맥 이외의 심장수술에서 수술 전 관상동맥의 평가

*** 권고사항 ***

1. 관상동맥 이외의 심장수술에서 수술 전 관상동맥 평가를 위한 관상동맥 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).

III-3. 초기검사서 원인 불분명한 부정맥

*** 권고사항 ***

원인이 불분명한 부정맥의 원인을 밝히기 위한 목적으로의 관상동맥 CT

1. 새롭게 발병한 심방세동의 경우 관상동맥 CT는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).
2. 비지속성 심실빈맥의 경우 관상동맥 CT 시행을 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).
3. 실신의 경우 관상동맥 CT 시행을 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).

III-4. 임상적 의미가 불분명한 트로포닌 수치의 상승

*** 권고사항 ***

1. Troponin 수치가 상승하였으나 급성 관동맥증후군을 의미하는 다른 증거가 없거나 관상동맥질환의 증상이 없는 경우 관상동맥 CT 시행을 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).

III-5. 관상동맥 중재술 전 CT 검사

*** 권고사항 ***

1. 관상동맥 중재술 전에 복잡한 관상동맥병변의 검사(예: 만성 완전 폐쇄, 분지부 병변)를 위한 관상동맥 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).

IV. 다른 검사결과에 따른 관상동맥 CT의 이용

IV-1. 운동부하심전도검사 결과에 따른 CT의 이용

*** 권고사항 ***

운동부하심전도검사의 결과에 따른 관상동맥 CT

1. 이전 운동부하심전도검사 결과가 정상이지만 증상이 지속되는 경우 관상동맥 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
2. 이전 운동부하심전도검사 결과 Duke treadmill score가 중등도 위험군일 경우 관상동맥 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
3. 이전 운동부하심전도검사 결과 Duke treadmill score가 저위험군 혹은 고위험군일 경우 관상동맥 CT는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 A).

IV-2. 부하영상검사 후 관상동맥 CT의 이용

*** 권고사항 ***

부하영상검사 후 관상동맥 CT

1. 운동부하심전도검사와 부하영상검사결과가 일치하지 않을 경우 관상동맥 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 B).
2. 부하영상검사 결과가 모호하거나 경도의 이상인 경우 관상동맥 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 B).
3. 부하영상검사 결과가 중등도 혹은 심한 이상을 보인 경우 관상동맥 CT는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 B).

IV-3. 관상동맥 석회수치 측정검사 후의 관상동맥 CT의 이용

*** 권고사항 ***

1. 최근 5년 이상 관상동맥 석회수치가 0인 경우 관상동맥 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 A).
2. 최근 2년 이상 관상동맥 석회수치가 0보다 높은 경우 관상동맥 CT 검사는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 A).
3. 증상이 있는 환자에서 관상동맥 석회수치가 400 이하인 경우 관상동맥 CT는 적절한 검사이다(권고등급 A, 근거수준 A).

4. 증상이 있으면서 관상동맥 석회수치가 400 이상인 경우 관상동맥 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 A).

IV-4. 부하영상검사나 관상동맥조영술 이후의 관상동맥 CT의 이용

*** 권고사항 ***

1. 관상동맥질환 병력이 없고 무증상이거나 안정적인 증상의 환자에서 부하영상검사 혹은 관상동맥조영술 후에 정기적인 검사로서 관상동맥 CT를 시행하는 것은 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).
2. 관상동맥질환 병력이 있는 무증상이거나 안정적인 증상의 환자에서 부하영상검사 혹은 관상동맥조영술 후에 정기적인 검사로서 관상동맥 CT를 시행하는 것은 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).
3. 이전 부하영상검사서 정상이었던 환자에서 새로 발생하거나 악화되는 증상이 있을 때 관상동맥 CT를 시행하는 것이 적절하다(권고등급 A, 근거수준 C).
4. 이전 부하영상검사서 이상이 있었던 환자에서 새로 발생하거나 악화되는 증상이 있을 때 관상동맥 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).

V. 급성 심장질환이 없는 환자의 비심장수술 전 위험도 평가를 위한 CT

V-1. 저위험도 수술

*** 권고사항 ***

1. 저위험도의 비심장수술에서의 수술 전 위험도 평가를 위한 관상동맥 CT는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).

V-2. 중등도 위험도의 수술

*** 권고사항 ***

- 중등도 위험도의 비심장 수술에서의 수술 전 관상동맥 CT
1. 임상적으로 위험인자가 없는 경우 관상동맥 CT 검사는

부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).

2. 4 METs 이상의 심폐능력을 보이는 경우 관상동맥 CT는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).
3. 임상적 위험인자를 한 개 이상 가지고 있고, 4 METs 미만의 심폐능력을 보이는 경우 관상동맥 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).
4. 1년 이내에 시행한 운동부하검사 혹은 관상동맥조영술에서 정상 결과를 보였거나, 관상동맥 재개통술을 받은 지 1년이 지나지 않은 무증상 환자에서 관상동맥 CT 검사는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).

*MET: 예상 에너지 요구량(estimated metabolic equivalent of exercise, 권고안 전문 참조)

V-3. 혈관 수술(Vascular Surgery)

*** 권고사항 ***

혈관수술 전 관상동맥 CT

1. 임상적으로 위험인자가 없는 경우 관상동맥 CT 검사는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).
2. 4 METs 이상의 심폐기능을 보이는 경우 관상동맥 CT 검사는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).
3. 하나 이상의 임상적 위험 인자를 가지고 있고, 4 METs 미만의 심폐기능을 보이는 경우 관상동맥 CT 검사를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).
4. 운동부하검사 혹은 관상동맥조영술에서 정상 결과를 보였거나, 관상동맥 재개통술을 받은 지 1년이 지나지 않은 무증상 환자에서 관상동맥 CT 검사는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).

*MET: 예상 에너지 요구량(estimated metabolic equivalent of exercise, 권고안 전문 참조)

VI. 관상동맥 재개통술(경피적관상동맥중재술 또는 관상동맥우회술) 후의 위험도 평가

VI-1. 관상동맥 재개통술 후 허혈성 흉통이 의심되는 환자

*** 권고사항 ***

관상동맥 재개통술 후 허혈성 흉통이 의심되는 환자에서

관상동맥 CT

1. 관상동맥우회술 후 허혈성 흉통이 의심되는 환자에서 이식혈관의 개통성 평가를 위한 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
2. 경피적관상동맥중재술 후 허혈성 흉통이 의심되는 환자에서 직경 3 mm 이상의 스텐트를 평가하기 위한 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
3. 경피적관상동맥중재술 후 허혈성 흉통이 의심되는 환자에서 직경 3 mm 미만의 스텐트이거나 스텐트의 직경을 모를 경우 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 A).

VI-2. 관상동맥우회술을 받은 무증상 환자***** 권고사항 *****

1. 관상동맥우회술 후 증상이 없는 환자에서 수술 후 5년 이 넘는 환자에서 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
2. 관상동맥우회술 후 증상이 없는 환자에서 수술 후 5년 이내의 환자에서는 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 A).

VI-3. 관상동맥 스텐트가 있는 무증상 환자***** 권고사항 *******관상동맥 스텐트가 있는 무증상 환자**

1. 직경 3 mm 이상의 좌주간관상동맥 스텐트를 삽입한 환자에서 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
2. 좌주간관상동맥 이외의 혈관에 직경 3 mm 이상의 스텐트를 넣은 무증상 환자의 경우 CT는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).
3. 좌주간관상동맥 이외의 혈관에 직경 3 mm 미만의 스텐트를 넣었거나 스텐트의 직경을 모르는 경우 CT는 부적절하다(권고등급 I, 근거수준 C).

VII. 심장의 구조와 기능 평가를 위한 심장 CT**VII-1. 성인 선천성 심질환******* 권고사항 *****

1. 관상동맥의 선천성 기형과 다른 흉부 동맥 및 정맥의 기형을 검사하는 데 있어서 심장 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
2. 어른에서 복잡한 심기형을 검사하기 위한 심장 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).

VII-2. 심실의 형태 및 수축기능 평가***** 권고사항 *****

1. 급성심근경색 후 혹은 심부전 환자에서 좌심실기능의 1차 평가도구로서 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).
2. 다른 비침습적 영상검사로 적절한 영상을 얻을 수 없는 경우, 급성심근경색 후 혹은 심부전 환자에서 좌심실기능 평가목적의 심장 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
3. 우심실 기능의 정량적인 분석을 위한 심장 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
4. 부정맥유발성우심실이형성증이 의심되는 환자에서 우심실의 형태학적 평가를 위한 심장 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
5. 다른 영상검사결과가 불충분하거나 금기일 때 허혈성좌심부전 환자에서 관상동맥 재개통술 전에 심근생존능 평가를 목적으로 심장 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 B).
6. 급성 심근경색 이후 소위 'no-reflow' 영역을 포함한 심근경색의 범위평가를 위해 심장 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).
7. 허혈성심질환의 one-stop shop으로서 포괄적인 진단을 위한 심장 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 C).

VII-3. 심장 내의 구조물의 평가

*** 권고사항 ***

1. 심장판막질환이 의심되고 다른 비침습적 검사방법이 적절하지 않을 때 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
2. 인공심장판막의 기능 이상이 의심되고 다른 비침습적 방법이 적절하지 않을 때 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
3. 심장 종괴(종양 혹은 혈전)에 대한 1차 검사 목적으로 심장 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).
4. 심장 종괴(종양 및 혈전)에 대한 평가로 다른 비침습적 검사방법이 적절하지 않은 경우 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
5. 심장의 해부학 검사를 위한 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
6. 심방세동의 전기소작술 이전에 폐정맥의 해부학을 알기 위한 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
7. 양측심실자극형 심장박동기 삽입 전 심장정맥의 해부학을 알기 위한 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
8. 흉부 및 심장의 재수술 전 혈관구조물이나 흉골후면부의 기타 해부학적 정보를 확인하기 위한 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).
9. 심방중격결손 혹은 심실중격결손의 중재적시술이나 경피적대동맥판막치환술을 시행하기에 앞서 심장의 해부학을 확인하기 위한 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 A).

VII-4. 소아 환자의 선천성 심장병에 대한 형태학적 검사

*** 권고사항 ***

1. 복잡한 선천성 심장병의 해부학적 이상(예: 관상동맥 이상, 대혈관 이상, 심실 및 심방 이상)을 확인하기 위한 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 B).
2. 선천성 심장병의 수술 후 소견(예: 폐동맥 협착 잔존 여부, 심실 중격 결손, 혈관 우회로의 개통성)을 확인하기 위한 심장 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 B).

VII-5. 카와사키병 환자에서의 관상동맥 CT

*** 권고사항 ***

1. 무증상 환자이면서 이전 검사가 없는 카와사키병 환자의 경우 관상동맥 CT를 고려할 수 있다(권고등급 U, 근거수준 C).
2. 이전 검사(관상동맥조영술, 심장 MRI, 관상동맥 CT)에서 관상동맥의 동맥류나 협착이 확인된 무증상 카와사키병 환자에서 추적검사로써 관상동맥 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 C).
3. 이전 검사가 없고 증상이 있는 카와사키병 환자의 경우 관상동맥 CT의 시행은 적절하다(권고등급 A, 근거수준 C).
4. 이전 검사(관상동맥조영술, 심장 MRI, 관상동맥 CT)에서 관상동맥의 동맥류나 협착이 확인된 증상이 있는 카와사키병 환자에서 추적검사로써 관상동맥 CT는 적절하다(권고등급 A, 근거수준 C).

권고안 요약표

표 1. 관상동맥질환 병력이 없는 유증상 환자에서 관상동맥질환을 발견하기 위한 CT

			권고수준 (중위점수)	근거수준	주요 참고문헌
허혈성 흉통이 의심되는 비급성흉통					
1	심전도 결과가 해석 가능하고 운동이 가능함	저위험도	U (5)	A	(3)
		중등도 위험도	A (7)	A	(3)
		고위험도	I (3)	B	(4)
2	심전도 결과가 해석이 불가능 하거나 운동이 불가능함	저위험도	A (7)	A	(3), (5)
		중등도 위험도	A (8)	A	(3), (5)
		고위험도	U (5)	B	(4)
급성 관동맥증후군이 의심되는 급성 흉통					
3	명백한 심근경색		I (1)	C	NA
4	심전도에서 지속적인 ST 분절 상승으로 심근경색을 배제해야 할 경우		U (6)	B	(6)
5	원인불명의 급성흉통[폐색전증, 대동맥 박리, 급성관동맥증후군의 감별 (“triple rule out”)]		A (7)	B	(7), (8)
6	정상 심전도 및 심근효소 수치	저위험도	A (7)	A	(6), (9)
		중등도 위험도	A (7)	A	(6), (9)
		고위험도	A (7)	A	(6), (9)
7	심전도 결과가 해석이 불가능	저위험도	A (7)	A	(6), (10)
		중등도 위험도	A (7)	A	(6), (10)
		고위험도	U (5)	B	(6)
8	진단이 불가능한 심전도 및 모호한 심근효소 결과	저위험도	A (7)	A	(6)
		중등도 위험도	A (7)	A	(6)
		고위험도	U (5)	B	(6)

■: 검사 전 예측도

표 2. 관상동맥질환 병력이 없는 무증상 환자에서 관상동맥질환의 발견과 위험도 평가를 위한 CT

			권고수준 (중위점수)	근거수준	주요 참고문헌
관상동맥질환의 병력이 없는 무증상 환자에서의 관상동맥 석회화 수치 측정검사					
9	조기 관상동맥질환 가족력이 있는 환자	저위험도	A (7)	A	(11), (12)
10	관상동맥질환의 병력이 없는 무증상 환자	저위험도	I (3)	A	(13), (14)
		중등도 위험도	A (7)	A	
		고위험도	U (6)	A	
관상동맥질환의 병력이 없는 무증상 환자에서의 관상동맥 CT					
11	관상동맥질환의 병력이 없는 무증상 환자	저위험도	I (2)	A	(15)
		중등도 위험도	U (5)	A	
		고위험도	A (7)	C	
12	심장이식수술 후 관상동맥 CT		A (7)	A	(16)

■: 검사 전 예측도

표 3. 다양한 임상상황에서 관상동맥질환의 발견을 위한 관상동맥 CT

			권고수준 (중위점수)	근거수준	주요 참고문헌
관상동맥질환의 병력이 없는 환자에서 새로 생기거나 발견된 심부전					
13	좌심실의 박출률이 감소되어 있는 경우	저위험도	A (7)	A	(17)
		중등도 위험도	A (7)	A	(17)
		고위험도	U (5)	A	(17)
14	좌심실의 박출률이 정상인 경우	저위험도	U (5)	C	NA
		중등도 위험도	U (5)	C	NA
		고위험도	U (5)	C	NA
관상동맥 이외의 심장수술에서 수술 전 관상동맥의 평가					
15	관상동맥 이외의 심장수술에서 수술 전 관상동맥의 평가	저위험도	A (7)	A	(18), (19)
		중등도 위험도	A (7)	A	(18), (19)
		고위험도	A (7)	A	(18), (19)
초기검사서 원인이 불분명한 부정맥 환자					
16	새롭게 발병한 심방세동의 경우		I (2)	C	(20)
17	비지속성 심실빈맥의 경우		U (6)	C	(21)
18	실신의 경우		U (4)	C	NA
임상적 의미가 불분명한 트로포닌 수치의 상승					
19	Troponin 수치가 상승하였으나 급성 관동맥증후군을 의미하는 다른 증거가 없거나 관상동맥질환의 증상이 없는 경우		U (6)	C	NA
관상동맥 중재술 전 CT 검사					
20	관상동맥 중재술 전에 복잡한 관상동맥 병변의 검사(예: 만성 완전 폐쇄, 분지부 병변)		A (8)	B	(22)

■: 검사 전 예측도

표 4. 다른 검사결과에 따른 관상동맥 CT의 이용

				권고수준 (중위점수)	근거수준	주요 참고문헌
운동부하심전도검사 결과에 따른 CT의 이용						
21	운동부하심전도검사 결과가 정상이나 증상이 지속되는 경우			A (7)	A	(23)
22	운동부하심전도검사결과가 다음과 같은 경우	Duke Treadmill Score	저위험도	I (3)	B	(24), (25)
			중등도 위험도	A (7)	B	
			고위험도	I (3)	B	
부하영상검사 후 관상동맥 CT의 이용						
23	운동부하심전도검사와 부하 영상검사 결과의 불일치			A (8)	B	(26)
24	이전 부하 영상검사결과가 다음과 같은 경우	모호	A (8)	B	(24), (27)	
		경도	A (7)	B		
		중등도 혹은 심함	I (3)	B		
관상동맥 석회수치 측정검사 후의 관상동맥 CT의 이용						
25	최근 5년 이상 관상동맥 석회수치가 0인 경우			U (4)	A	(28)
26	최근 2년 이상 관상동맥 석회수치가 0보다 높은 경우			I (3)	A	(29), (30)
27	증상이 있는 환자에서 관상동맥수치 측정 결과에 따른 CT 시행 여부 결정	관상동맥 석회수치 < 100		A (8)	A	(4), (29), (30)
		관상동맥 석회수치 100~400		A (8)	A	
		관상동맥 석회수치 401~1000		U (6)	A	
		관상동맥 석회수치 > 1000		U (4)	A	

표 4. Continued

			권고수준 (중위점수)	근거수준	주요 참고문헌
무증상 혹은 증상이 안정적인 환자에서 부하영상검사나 관상동맥조영술 이후의 관상동맥 CT의 이용					
28	관상동맥 병력이 없는 경우	마지막 검사가 2년 미만	I (2)	C	NA
		마지막 검사가 2년 이상	I (3)	C	
29	관상동맥 병력이 있는 경우	마지막 검사가 2년 미만	I (2)	C	NA
		마지막 검사가 2년 이상	I (3)	C	
부하영상검사를 한 적이 있는 환자에서 새로 발생하거나 악화되는 증상이 있을 때					
30	새로 발생하거나 악화된 증상의 평가	이전 부하 영상 검사가 정상	A (8)	C	NA
		이전 부하 영상 검사가 비정상	U (6)	C	

표 5. 급성심장질환이 없는 환자의 비심장수술 전 위험도 평가를 위한 CT

		권고수준 (중위점수)	근거수준	주요 참고문헌
저위험도 수술				
31	심폐기능과 상관 없는 비심장수술에서의 수술 전 위험도 평가	I (2)	C	(31)
중등도 위험도의 수술				
32	임상적으로 위험인자가 없는 경우	I (3)	C	(31)
33	다양한 활동의 예상 에너지 요구량이 4 이상인 심폐능력을 보이는 경우	I (3)	C	(31)
34	다양한 활동의 예상 에너지 요구량이 4 미만인 심폐능력을 보이거나, 1개 이상의 임상적 위험인자가 있는 경우	U (6)	C	(31)
35	운동부하검사 혹은 관상동맥조영술에서 정상 결과를 보였거나, 관상동맥 재개통술을 받은지 1년이 되지 않은 무증상 환자	I (2)	C	NA
혈관 수술				
36	임상적으로 위험인자가 없는 경우	I (2)	C	(31), (32)
37	다양한 활동의 예상 에너지 요구량이 4 이상인 심폐능력을 보이는 경우	I (2)	C	(31), (32)
38	다양한 활동의 예상 에너지 요구량이 4 미만인 심폐능력을 보이거나, 1개 이상의 임상적 위험인자가 있는 경우	U (6)	C	(31), (32)
39	운동부하검사 혹은 관상동맥조영술에서 정상 결과를 보였거나, 관상동맥 재개통술을 받은지 1년이 되지 않은 무증상 환자	I (2)	C	NA

표 6. 관상동맥 재개통술(경피적 관상동맥 중재술 또는 관상동맥우회술) 후의 위험도 평가

				권고수준 (중위점수)	근거수준	주요 참고문헌
관상동맥 재개통술 후 허혈성 흉통이 의심되는 환자						
40	관상동맥우회술 후 이식혈관 개통성 평가			A (9)	A	(33)
41	경피적 관상동맥 중재술 후 직경 3 mm 이상 스텐트 평가			A (7)	A	(34), (35)
42	경피적 관상동맥 중재술 후 직경 3 mm 미만이거나 직경을 모르는 스텐트 평가			U (5)	A	
관상동맥우회술을 받은 무증상 환자						
43	Prior CABG	수술 후 경과	5년 이상	A (7)	A	(33)
			5년 이내	U (6)	A	
관상동맥 스텐트가 있는 무증상 환자						
44	직경 3 mm 이상의 좌주관상동맥 스텐트를 삽입			A (7)	A	(34), (35)
45	직경 3 mm 이상의 스텐트	PCI 후 경과	2년 이상	I (3)	C	
			2년 이내	I (3)	C	
46	직경 3 mm 미만의 스텐트/스텐트의 직경을 모르는 경우			I (3)	C	

표 7. 심장의 구조와 기능 평가를 위한 심장 CT

		권고수준 (중위점수)	근거수준	주요 참고문헌
성인 선천성 심질환				
47	관상동맥의 선천성 기형과 다른 흉부 동맥 및 정맥의 기형 검사	A (9)	A	(36), (37)
48	성인의 복잡한 심기형 검사	A (9)	A	(38)
심실의 형태 및 수축기능 평가				
49	급성 심근경색 후 혹은 심부전 환자에서 좌심실 기능의 1차 평가	U (4)	C	NA
50	다른 비침습적 영상검사로 적절한 영상을 얻을 수 없는 경우, 급성 심근경색 후 혹은 심부전 환자에서 좌심실 기능 평가	A (7)	A	(39)
51	우심실 기능의 정량적인 분석	A (7)	A	(40)
52	부정맥유발성우심실이형성증이 의심되는 환자에서 우심실의 형태학적 평가	A (7)	A	(41)
53	다른 영상 검사결과가 불충분하거나 금기일 때 허혈성 좌심부전 환자에서 관상동맥 재개통술 전에 심근생존능의 평가	U (5)	B	(42)
54	급성 심근경색 이후 소위 'no-reflow' 영역을 포함한 심근경색의 범위평가	U (6)	C	(43)
55	허혈성 심질환의 one-stop shop으로서 포괄적인 진단을 위한 심장 CT의 시행	A (8)	C	(44)
심장 내외 구조물의 평가				
56	심장판막질환이 의심되고 다른 비침습적 검사방법이 적절하지 않을 때 심장 CT의 시행	A (8)	A	(45), (46)
57	인공심장판막의 기능 이상이 의심되고 다른 비침습적 방법이 적절하지 않은 경우	A (8)	A	(46), (47)
58	심장 종괴(종양 혹은 혈전)에 대한 1차 검사 목적으로 심장 CT의 시행	U (4)	C	NA
59	심장 종괴(종양 및 혈전)에 대한 평가로 다른 비침습적 검사방법이 적절하지 않은 경우	A (8)	A	(48), (49)
60	심낭의 해부학 검사를 위한 심장 CT의 시행	A (8)	A	(50)
61	심방세동의 전기소작술 이전에 폐정맥의 해부학을 알기 위한 심장 CT의 시행	A (8)	A	(51)
62	양측심실자극형 심장박동기 삽입 전 심장정맥의 해부학 정보를 알기 위한 경우	A (8)	A	(52)
63	흉부 및 심장의 재수술 전 혈관구조물이나 흉골후면부의 기타 해부학적 정보 확인	A (8)	A	(53)
64	심방중격결손 혹은 심실중격결손이나 경피적 대동맥판막치환술을 시행하기 전 심장의 해부학 평가	A (8)	B	(54), (55), (56)
소아 환자의 선천성 심장병에 대한 형태학적 검사				
65	복잡한 선천성 심장병의 해부학적 이상(예: 관상동맥이상, 대혈관 이상, 심실 및 심방 이상)을 확인하기 위한 심장 CT의 시행	A (8)	B	(57)
66	선천성 심장병의 수술 후 소견(예: 폐동맥 협착 잔존여부, 심실 중격 결손, 혈관 우회로의 개통성)을 확인하기 위한 심장 CT의 시행	A (8)	C	(58)
카와사키병 환자에서의 관상동맥 CT				
67	무증상 환자로 이전 검사가 없는 카와사키병 환자의 경우	U (5)	C	NA
68	이전 검사(관상동맥조영술, 심장 MRI, 관상동맥 CT)에서 관상동맥의 동맥류나 협착이 확인된 무증상 카와사키병 환자의 추적검사	A (7)	C	(59)
69	이전 검사가 없고 증상이 있는 카와사키병 환자의 경우	A (7)	C	NA
70	이전 검사(관상동맥조영술, 심장 MRI, 관상동맥 CT)에서 관상동맥의 동맥류나 협착이 확인된 증상이 있는 카와사키병 환자의 추적검사	A (8)	C	(59)

ACKNOWLEDGEMENTS

델파이 합의를 위한 기술위원회(Technical Panel)

대한심장학회대표(Official Korean Society of Cardiology Representative)

권준 Jun Kwan (인하대학교 Inha University), 양주영 Ju-Young Yang (국민보험공단 일산병원 Nation Health Insurance Corporation Ilsan Hospital), 이진배 Jin Bae Lee (대구가톨릭대학교 Catholic University of Daegu), 장혁재 Hyuk-Jae Chang (연세대학교 Yonsei University), 최동주 Dong Ju Choi (서울대학교 Seoul National University), 최승혁 Seung Hyuk Choi (성균관대학교 Sungkyunkwan University), 최영진 Young Jin Choi (한림대학교 Hallym University), 최태영 Tae Young Choi (관동대학교 Kwandong University), 홍범기 Bumkee Hong (연세대학교 Yonsei University), 홍영준 Young Joon Hong (전남대학교 Chonnam National University)

대한영상의학회대표(Official Korean Society of Radiology Representative)

강두경 Doo Kyoung Kang (아주대학교 Ajou University), 강준원 Joon-Won Kang (울산대학교 Ulsan University), 고성민 Sung Min Ko (건국대학교 Konkuk University), 유승민 Seung Min Yoo (차의과대학 Cha Medical University), 이 현 Heon Lee (순천향대학교 Soonchunhyang University), 이 활 Whal Lee (서울대학교 Seoul National University), 정정임 Jung Im Jung (가톨릭대학교 Catholic University), 진광남 Kwang Nam Jin (서울대학교 Seoul National University), 최상일 Sang Il Choi (서울대학교 Seoul National University), 추기석 Ki Seuk Choo (부산대학교 Pusan National University)

권고안 검토위원회(External Reviewers)

대한의학회대표(Official Korean Academy of Medical Science Representative)

신인순 Ein Soon Shin (아주대학교 Ajou University), 이유경 You-Kyoung Lee (순천향대학교 Soonchunhyang University)

대한심장학회대표(Official Korean Society of Cardiology Representative)

신대희 Dae-Hee Shin (울산대학교 Ulsan University), 윤연이 Yeonyee E. Yoon (서울대학교 Seoul National University),

최진호 Jin Ho Choi (성균관대학교 Sungkyunkwan University)

대한영상의학회대표(Official Korean Society of Radiology Representative)

서재승 Jae-Seung Seo (중앙대학교 Chung-Ang University), 이종민 Jong Min Lee (경북대학교 Kyungpook National University), 최병욱 Byoung Wook Choi (연세대학교 Yonsei University)

자문위원회(Advisory Board)

방법론자문(Methodology): 신인순 Ein Soon Shin (아주대학교 Ajou University), 이유경 You-Kyoung Lee (순천향대학교 Soonchunhyang University)

문헌검색(Document Retrieval): 신의수 Eui Su Shin (아산 의학도서관 Asan Medical Library)

참고문헌

1. ASCI CCT & CMR Guideline Working Group, Tsai IC, Choi BW, Chan C, Jinzaki M, Kitagawa K, 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;26 Suppl 1:1-15
2. 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;56:1864-1894
3. Paech DC, Weston AR. A systematic review of the clinical effectiveness of 64-slice or higher computed tomography angiography as an alternative to invasive coronary angiography in the investigation of suspected coronary artery

- disease. *BMC Cardiovasc Disord* 2011;11:32
4. Arbab-Zadeh A, Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Niinuma H, Gottlieb I, et al. 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;59:379-387
5. Dedic A, Genders TS, Ferket BS, Galema TW, Mollet NR, Moelker A, et al. Stable angina pectoris: head-to-head comparison of prognostic value of cardiac CT and exercise testing. *Radiology* 2011;261:428-436
6. 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
7. Rubinshtein R, Halon DA, Gaspar T, Jaffe R, Karkabi B, Flugelman MY, et al. Usefulness of 64-slice cardiac computed tomographic angiography for diagnosing acute coronary syndromes and predicting clinical outcome in emergency department patients with chest pain of uncertain origin. *Circulation* 2007;115:1762-1768
8. Maddler RD, Raff GL, Hickman L, Foster NJ, McMurray MD, Carlyle LM, et al. Comparative diagnostic yield and 3-month outcomes of "triple rule-out" and standard protocol coronary CT angiography in the evaluation of acute chest pain. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2011;5:165-171
9. Schlett CL, Banerji D, Siegel E, Bamberg F, Lehman SJ, Ferencik M, et al. Prognostic value of CT angiography for major adverse cardiac events in patients with acute chest pain from the emergency department: 2-year outcomes of the ROMICAT trial. *JACC Cardiovasc Imaging* 2011;4:481-491
10. 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
11. Nasir K, Budoff MJ, Wong ND, Scheuner M, Herrington D, Arnett DK, et al. Family history of premature coronary heart disease and coronary artery calcification: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Circulation* 2007; 116:619-626
12. Nasir K, Michos ED, Rumberger JA, Braunstein JB, Post WS, Budoff MJ, et al. Coronary artery calcification and family history of premature coronary heart disease: sibling history is more strongly associated than parental history. *Circulation* 2004;110:2150-2156
13. Detrano R, Guerci AD, Carr JJ, Bild DE, Burke G, Folsom AR, et al. Coronary calcium as a predictor of coronary events in four racial or ethnic groups. *N Engl J Med* 2008;358: 1336-1345
14. Budoff MJ, Nasir K, McClelland RL, Detrano R, Wong N, Blumenthal RS, et al. Coronary calcium predicts events better with absolute calcium scores than age-sex-race/ethnicity percentiles: MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis). *J Am Coll Cardiol* 2009;53:345-352
15. Cademartiri F, Maffei E, Palumbo A, Seitun S, Martini C, Tedeschi C, et al. Coronary calcium score and computed tomography coronary angiography in high-risk asymptomatic subjects: assessment of diagnostic accuracy and prevalence of non-obstructive coronary artery disease. *Eur Radiol* 2010;20:846-854
16. Khan R, Jang IK. Evaluation of coronary allograft vasculopathy using multi-detector row computed tomography: a systematic review. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:415-422
17. 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. *J Nucl Cardiol* 2011;18:407-420
18. 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 non-coronary cardiovascular surgery. *Radiology* 2011;258:426-434
19. 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;6:105-109
20. Wazni OM, Tsao HM, Chen SA, Chuang HH, Saliba W, Nattale A, et al. Cardiovascular imaging in the management of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:2077-2084

21. Jonnalagadda N, Jain A, Calkins H, Tandri H. Role of cardiac imaging evaluation of patients with documented or suspected ventricular arrhythmias. *J Nucl Cardiol* 2010;17:145-152
22. Ehara M, Terashima M, Kawai M, Matsushita S, Tsuchikane E, Kinoshita Y, et al. Impact of multislice computed tomography to estimate difficulty in wire crossing in percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion. *J Invasive Cardiol* 2009;21:575-582
23. Bonello L, Armero S, Jacquier A, Com O, Sarran A, Sbragia P, et al. Non-invasive coronary angiography for patients with acute atypical chest pain discharged after negative screening including maximal negative treadmill stress test. A prospective study. *Int J Cardiol* 2009;134:140-143
24. Blankstein R, Ahmed W, Bamberg F, Rogers IS, Schlett CL, Nasir K, et al. Comparison of exercise treadmill testing with cardiac computed tomography angiography among patients presenting to the emergency room with chest pain: the Rule Out Myocardial Infarction Using Computer-Assisted Tomography (ROMICAT) study. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5:233-242
25. Versteylen MO, Joosen IA, Winkens MH, Laufer EM, Snijder RJ, Wildberger JE, et al. Combined use of exercise electrocardiography, coronary calcium score and cardiac CT angiography for the prediction of major cardiovascular events in patients presenting with stable chest pain. *Int J Cardiol* 2013;167:121-125
26. Cademartiri F, La Grutta L, Palumbo A, Maffei E, Martini C, Seitun S, et al. Computed tomography coronary angiography vs. stress ECG in patients with stable angina. *Radiol Med* 2009;114:513-523
27. Abidov A, Gallagher MJ, Chinnaiyan KM, Mehta LS, Wegner JH, Raff GL. Clinical effectiveness of coronary computed tomographic angiography in the triage of patients to cardiac catheterization and revascularization after inconclusive stress testing: results of a 2-year prospective trial. *J Nucl Cardiol* 2009;16:701-713
28. Sarwar A, Shaw LJ, Shapiro MD, Blankstein R, Hoffmann U, Cury RC, et al. Diagnostic and prognostic value of absence of coronary artery calcification. *JACC Cardiovasc Imaging* 2009;2:675-688
29. Budoff MJ, Shaw LJ, Liu ST, Weinstein SR, Mosler TP, Tseng PH, et al. Long-term prognosis associated with coronary calcification: observations from a registry of 25,253 patients. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:1860-1870
30. 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;28:943-953
31. Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA, Calkins H, Chaikof EL, Fleischmann KE, et al. ACC/AHA 2007 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Care for Noncardiac Surgery: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2002 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery) Developed in Collaboration With the American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, and Society for Vascular Surgery. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:1707-1732
32. Abir F, Kakisis I, Sumpio B. Do vascular surgery patients need a cardiology work-up? A review of pre-operative cardiac clearance guidelines in vascular surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003;25:110-117
33. 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;247:679-686
34. Sun Z, Almutairi AM. Diagnostic accuracy of 64 multislice CT angiography in the assessment of coronary in-stent restenosis: a meta-analysis. *Eur J Radiol* 2010;73:266-273
35. Sun Z, Davidson R, Lin CH. Multi-detector row CT angiography in the assessment of coronary in-stent restenosis: a systematic review. *Eur J Radiol* 2009;69:489-495
36. Kim SY, Seo JB, Do KH, Heo JN, Lee JS, Song JW, et al. Coronary artery anomalies: classification and ECG-gated multi-detector row CT findings with angiographic correlation. *Radiographics* 2006;26:317-333; discussion 333-334
37. Cademartiri F, La Grutta L, Malagò R, Alberghina F, Meijboom WB, Pugliese F, et al. Prevalence of anatomical vari-

- ants and coronary anomalies in 543 consecutive patients studied with 64-slice CT coronary angiography. *Eur Radiol* 2008;18:781-791
38. Leschka S, Oechslin E, Husmann L, Desbiolles L, Marincek B, Genoni M, et al. Pre- and postoperative evaluation of congenital heart disease in children and adults with 64-section CT. *Radiographics* 2007;27:829-846
39. Juergens KU, Fischbach R. Left ventricular function studied with MDCT. *Eur Radiol* 2006;16:342-357
40. 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
41. Bomma C, Dalal D, Tandri H, Prakasa K, Nasir K, Roguin A, et al. Evolving role of multidetector computed tomography in evaluation of arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2007;100:99-105
42. Goetti R, Feuchtner G, Stolzmann P, Donati OF, Wieser M, Plass A, et al. Delayed enhancement imaging of myocardial viability: low-dose high-pitch CT versus MRI. *Eur Radiol* 2011;21:2091-2099
43. Sato A, Hiroe M, Nozato T, Hikita H, Ito Y, Ohigashi H, et al. Early validation study of 64-slice multidetector computed tomography for the assessment of myocardial viability and the prediction of left ventricular remodelling after acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 2008;29:490-498
44. Thilo C, Hanley M, Bastarrika G, Ruzsics B, Schoepf UJ. Integrative computed tomographic imaging of cardiac structure, function, perfusion, and viability. *Cardiol Rev* 2010;18: 219-229
45. 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: 601-609
46. Chen JJ, Manning MA, Frazier AA, Jeudy J, White CS. CT angiography of the cardiac valves: normal, diseased, and postoperative appearances. *Radiographics* 2009;29:1393-1412
47. 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
48. Anavekar NS, Bonnicksen 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
49. 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
50. Verhaert D, Gabriel RS, Johnston D, Lytle BW, Desai MY, Klein AL. The role of multimodality imaging in the management of pericardial disease. *Circ Cardiovasc Imaging* 2010;3:333-343
51. 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
52. Jongbloed MR, Lamb HJ, Bax JJ, Schuijff JD, de Roos A, van der Wall EE, et al. Noninvasive visualization of the cardiac venous system using multislice computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:749-753
53. Kamdar AR, Meadows TA, Roselli EE, Gorodeski EZ, Curtin RJ, Sabik JF, et al. Multidetector computed tomographic angiography in planning of reoperative cardiothoracic surgery. *Ann Thorac Surg* 2008;85:1239-1245
54. Delgado V, Ng AC, van de Veire NR, van der Kley F, Schuijff JD, Tops LF, et al. Transcatheter aortic valve implantation: role of multi-detector row computed tomography to evaluate prosthesis positioning and deployment in relation to valve function. *Eur Heart J* 2010;31:1114-1123
55. Willson AB, Webb JG, Labounty TM, Achenbach S, Moss R, Wheeler M, et al. 3-dimensional aortic annular assessment by multidetector computed tomography predicts moderate or severe paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: a multicenter retrospective analysis. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:1287-1294
56. Quaife RA, Chen MY, Kim M, Klein AJ, Jehle A, Kay J, et al. Pre-procedural planning for percutaneous atrial septal defect closure: transesophageal echocardiography com-

- pared with cardiac computed tomographic angiography. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2010;4:330-338
57. Goo HW, Park IS, Ko JK, Kim YH, Seo DM, Park JJ. Computed tomography for the diagnosis of congenital heart disease in pediatric and adult patients. *Int J Cardiovasc Imaging* 2005;21:347-365; discussion 367
58. Spevak PJ, Johnson PT, Fishman EK. Surgically corrected congenital heart disease: utility of 64-MDCT. *AJR Am J Roentgenol* 2008;191:854-861
59. Carbone I, Cannata D, Algeri E, Galea N, Napoli A, De Zorzi A, et al. Adolescent Kawasaki disease: usefulness of 64-slice CT coronary angiography for follow-up investigation. *Pediatr Radiol* 2011;41:1165-1173

심장질환에서 심장 CT의 사용에 대한 권고안¹

김영진¹ · 용환석² · 김성목³ · 김정아⁴ · 양동현⁵ · 홍유진¹

CT기술의 발전과 함께 심장질환에 대한 CT의 이용이 증가하고 있다. CT는 기존의 검사방법과 다른 새로운 비침습적인 검사방법으로 현재에도 지속적으로 기술이 발전하고 있어 이를 적절하게 이용하는 것은 의사의 진료패턴과 의료비용에 영향을 미치며 궁극적으로 국민건강증진에 기여할 수 있을 것이다. 하지만 지금까지 우리나라에는 심장 CT의 이용에 대한 권고안이 없어 과학적인 근거자료를 바탕으로 심장 CT의 적절한 이용에 대한 권고안을 마련하고자 하였으며 이 권고안은 대한영상의학회와 대한심장학회가 함께 참여하여 개발한 권고안이다.

¹연세대학교 의과대학 세브란스병원 영상의학교실, ²고려대학교 의과대학 구로병원 영상의학교실,

³성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 영상의학교실, ⁴인제대학교 의과대학 일산백병원 영상의학교실,

⁵울산대학교 의과대학 서울아산병원 영상의학교실