

당뇨병과 관상동맥조영술

성균관대 강북삼성병원 순환기내과
김병진

Diabetes Mellitus and Coronary Angiography

Byung Jin Kim

Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Abstract

Diabetes mellitus is one of the major causes of cardiovascular morbidity and mortality, and its prevalence is increasing. Although there have been great efforts regarding the early diagnosis and treatment of coronary artery disease in diabetic patients with the development of non-invasive imaging modalities, many diabetic patients are still managed with invasive coronary therapies such as percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass graft in clinical practice. Coronary angiography is a gold standard method for detecting and treating coronary artery disease; however, this method is invasive and thus can elicit a relatively higher prevalence of procedure-related complications than non-invasive diagnostic methods. Accordingly, the appropriate use of coronary angiography could play an important role in the reduction of unnecessary complications as well as physician decision making. Recently, appropriate use criteria for coronary angiography in many types of patients with suspected or known coronary artery disease have been documented. This article demonstrates several aspects to be considered when performing coronary angiography and the appropriate use criteria of coronary angiography in diabetic patients. [J Korean Diabetes 2012;13:201-206]

Keywords: Diabetes mellitus, Coronary angiography, Coronary artery disease, Percutaneous transluminal coronary angioplasty, Acute coronary syndrome

서론

관상동맥질환(coronary artery disease, CAD)은 당뇨병 환자에서 가장 흔한 사망 원인으로 알려져 있고, 당뇨병 환자들은 이전에 이미 심근경색증이 발생한 환자들과 유사한 향후 심근경색증의 위험과 관상동맥질환으로 인한 사망 위험을 보임으로써, 여러 치료 지침에서보다 적극적인 치료를 권장하고 있다[1-4]. 최근 비침습적 영상기법의 발전으로 무증상 또는 현증의 관상동맥질환을 조기에 발견함으로써 약물치료 및 침습적 치료를 통하여 중증 관상동맥질환의 이환율과 사망률을 감소시키는 노력을 기울여 왔다. 하지만 아직까지 이러한 비침습적 검사에 대한 검사지침이 명확

하지 않고 각각의 검사기법들의 정확도에도 다소 차이가 있어, 실제 임상에서는 여전히 많은 수의 당뇨병 환자들에서 약물치료만으로는 해결이 되지 않는 상태로 경피적 관상동맥 중재술(percutaneous coronary intervention, PCI) 또는 관상동맥우회로술(coronary artery bypass graft, CABG)을 받아야 하는 사례가 많은 것은 사실이다. 결국 비침습적 검사에서 진행된 관상동맥질환이 발견되거나 생명을 위협할 수 있는 급성관동맥증후군(Acute coronary syndrome, ACS)이 의심되는 환자들에서는 관상동맥조영술검사(coronary angiography)가 필수적이다.

따라서 저자는 당뇨병 환자들에서 관상동맥조영술 검사시 고려해야 할 사항과 관상동맥조영술검사의 적응증에 대해 간략히 기술하고자 한다.

본 론

1. 관상동맥조영술검사의 추세 및 질관리의 중요성

침습적 진단기법인 관상동맥조영술은 최근 널리 이용되고 있는 비침습적 영상진단과 비교해 볼 때, 검사 도중이나 이후에 상대적으로 많은 합병증과 후유증을 야기시킬 수 있다. 하지만 최근 검사방법 및 약물과 기기의 발전으로 이러한 위험은 감소하여 전 세계적으로 일차적 관상동맥중재술(primary percutaneous coronary intervention)을 포함한 경피적 관상동맥중재술 및 관상동맥조영술을 시행하고 있는 병원이 증가하는 추세이다. 이에 2012년 미국에서는 심도자실의 질관리 및 질향상의 중요성을 강조하여 심도자실의 표준(Cardiac Catheterization Laboratory Standards)을 갱신하였고[5], 국내에서도 최근 중재시술의 표준 치료 지침과 더불어 인증기관 및 인증의 제도를 도입하였다.

2. 관상동맥조영술검사 시 주의사항

1) 관상동맥조영술검사 전 준비와 주의사항

당뇨병 환자를 포함한 관상동맥조영술검사를 시행받는 모든 환자들은 검사에 따른 합병증과 후유증을 최소화 하기 위해 관상동맥조영술검사 전 다음과 같은 처치가 필요하다.

첫째, 관상동맥조영술검사를 시행하기 전 2주 이내(적어도 4주 이내) 혈색소, 혈소판, 전해질, 크레아티닌 검사를 실시해야 한다. 하지만, 혈액검사 이후 환자의 상태가 의미있게 변하거나, 최근 조영제를 이용한 검사를 시행한 환자들에서는 관상동맥조영술검사 당일 재검사를 실시해야 한다. 응고시간 검사(prothrombin time or INR)는 혈액응고에 영향을 줄 수 있는 간질환이 있거나 혈액학적 문제가 있는 환자들과 현재 항응고제를 사용중인 환자들에서 시행되어야 하며, 이외의 대부분의 환자에서는 선택적 검사항목이다. 특히 와파린을 사용중인 환자들은 관상동맥조영술검사 3일전에 와파린 복용을 중단하도록 하고 검사전 INR을 측정하도록 한다. 이 때 경대퇴동맥접근법(transfemoral approach)인 경우는 INR이 2.2, 경요골동맥접근법(transradial approach)인 경우는 1.8 미만이면 관상동맥조영술검사를 시행할 수 있다. 기계심장판막 수술을 시행한 환자 등 혈전이나 색전의 위험이 높은 환자에서는 unfractionated heparin이나 low weight molecular heparin 등으로 교체하는 것이 좋다.

둘째, 관상동맥조영술검사전 금식상태(NPO)는 검사 전날 밤부터의 금식(overnight NPO)보다는 최소한의

금식으로 전환되고 있으며, 환자에게 진정(sedation)이 필요하지 않다면 3시간 정도의 금식으로도 충분하다. 최근 미국지침에 따르면, 검사 전 금식상태는 연한 유동식(clear liquid)후 2시간, 가벼운 식사 후 6시간으로 제시하였다.

셋째, 관상동맥조영술검사 전후의 적절한 수분공급은 조영제로 인한 신증을 감소시키기 위해 필요하며, 주로 normal saline이나 sodium bicarbonate수액을 사용한다. 또한 조영제 선택은 가급적 iso-osmolar제제나 low-osmolar제제를 사용하도록 하고, 조영제 사용량을 최소화하는 것이 중요하다. 이외에도 조영제로 인한 신증을 감소시키기 위해 N-acetylcysteine, vitamin C, fenoldapam, theophylline 등 여러 약제들에 대한 연구들이 있어 왔지만, 대규모 임상연구에서 그 효과를 입증하지 못해 일반적으로 권장되지는 않는다.

넷째, 관상동맥조영술검사가 예정되어 있는 당뇨병 환자들에서는 무엇보다 혈당관리가 중요하다. 대부분의 환자들은 공복상태로 검사를 실시하기 때문에 특히 저혈당 예방에 주의를 기울여야 한다. 이를 위하여 일반적으로 검사 전날 저녁 인슐린 용량은 1/2로 줄이고 검사 당일 아침 인슐린과 경구혈당강하제는 중단할 것을 권장한다. 또한 긴 시간의 공복상태가 지속되지 않도록 검사당일 아침 일찍 우선적으로 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 바람직하다. 환자가 심도자실에 도착하게 되면 검사직전에 혈당검사를 실시하고, 검사결과에 따른 적절한 치료가 행해져야 한다. 특히 메트포르민을 복용 중인 환자들은 검사 시 사용되는 조영제에 의해 심각한 젖산증(Lactic acidosis)을 유발시킬 수 있기 때문에, 정상 신기능을 보이더라도 검사 당일 메트포르민의 복용을 중단하고 검사 후 적어도 48시간이 지난 후나 검사 후 정상 혈중 크레아티닌 수치를 확인한 이후에 다시 복용하도록 권장하고 있다.

2) 관동맥조영술검사 시 또는 검사 후 고려해야 할 점

관동맥조영술검사 시 시용되는 접근방법으로는 경대퇴동맥접근법과 경요골동맥접근법이 있다.

최근 증가하고 있는 경요골동맥접근법은 특히 초보 검사자에서 경대퇴동맥접근법에 비해 검사시간이 다소 길어질 수 있고, 방사선 피폭 역시 높을 수 있는 단점이 있는 반면, 혈관합병증을 줄이고, 보다 빠른 보행(ambulation)이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 특히 비만 환자의 경우 경대퇴동맥접근법보다 쉽게 동맥천자를 가능하게 한다. 당뇨병 환자의 경우, 검사 후 동맥의 지혈 지연 등 동맥천자부위의 합병증이 다른 환자들에 비해 다소 높기 때문에 경요골동맥접근법이 이런 면에서 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 지혈은

경요골동맥접근법의 경우는 바로 sheath를 제거하고 지혈을 할 수 있는 반면, 경대퇴동맥접근법의 경우는, activated clotting time이 180초 미만일 때 sheath를 제거하고 손으로 천자부위 직상방을 압박하게 된다. 이때, 일반적으로 4-F 또는 5-F sheath를 사용한 경우는 1~2시간, 6-F 또는 7-F sheath를 사용한 경우는 2~4시간 정도의 안정이 필요하다고 알려져 있다. 하지만 실제 임상에서는 보다 긴 시간의 안정을 요하는 경우가 많아, 장시간 누워 있기 힘든 척추질환 등이 있는 환자들에서는 다소 제한점이 있다고 할 수 있겠다. 이를 보완하기 위해 최근 여러 가지의 closing device들이 소개되었는데, 지혈시간의 단축은 있지만 혈관합병증의 발생에 있어서 수지압박방법과 차이가 없는 것으로 알려져 있다.

3. 관상동맥조영술검사의 적응증

최근 당뇨병 환자들에서 관상동맥 칼슘 등과 같은 비침습적 검사를 건강검진뿐만 아니라 임상에서 흔히 시행하고 있다. 하지만 이러한 비침습적 검사의 시행여부와 결과 해석 및 이후 관상동맥조영술 시행여부에 대한 논란이 있어 왔다. 국내에서는 여전히 이에 대한 지침은 없는 실정이지만, 최근 2012년 미국에서 관상동맥조영술검사의 적응증에 대한 기준이 발표되었는데[6], 간략히 살펴보고자 하겠다.

1) 용어 정의

부하검사(stress testing)의 경우, 검사 소견에 따른 위험도는 각각 low-risk (년간 1% 미만의 심장원인 사망률), intermediate-risk (년간 1~3%의 심장원인 사망률), high-risk (년간 3% 이상의 심장원인 사망률) stress test findings로 나누었고, 검사 전 관상동맥질환의 예측확률(pretest probability of CAD)은 very low (< 5%), low (5~10%), intermediate (10~90%), high (> 90%) pretest probability로 분류를 하였다. 총괄적 관상동맥질환 위험도 평가는 여성과 젊은 남성에서는 다소 차이가 있지만, 대부분은 NCEP-ATP III지침을 따라, low, intermediate, high global CAD risk로 세분화하였다.

2) 관상동맥조영술검사의 적응증

(1) 급성관동맥증후군이 의심되는 경우(Suspected or Known ACS)

급성관동맥증후군이 의심되는 환자에서 심인성 쇼크가 있거나, ST분절 상승 심근경색증이 의심될 때, 심장초음파 검사에서 새로이 진단된 좌심실 벽운동

장애가 있거나 심장 동위원소검사에서 새로이 진단된 안정 시 심근벽 혈류 결손이 있는 경우는 관상동맥조영술 검사를 시행하는 것이 적절하다.

(2) 비침습적 검사를 시행하지 않았던 환자에서 관상동맥 질환이 의심되는 경우

이전에 경피적 관상동맥중재술, 관상동맥우회로술, 관상동맥조영술 결과 50% 이상의 협착이 없었던 환자의 경우는 증상에 따라 관상동맥조영술검사의 적응증이 달라진다.

A. 무증상일 경우 global CAD risk에 따라 관상동맥 조영술검사 시행여부를 결정한다.

즉, low 또는 intermediate global CAD risk를 가지는 환자에서 관상동맥조영술검사를 시행하는 것은 적절하지 못하며, high global CAD risk를 가지는 환자에서 관상동맥조영술검사를 시행하는 것에 대해서 아직까지는 명확한 기준이 없다.

B. 협심증에 부합하는 증상을 가지고 있는 경우 검사전 관상동맥질환의 예측확률(pretest probability of CAD)에 따라 관상동맥조영술검사 시행여부를 결정한다.

low pretest probability의 경우는 관상동맥조영술 검사를 시행하는 것은 적절하지 못하며, intermediate pretest probability의 경우는 관상동맥조영술검사의 시행여부에 대해 명확하지 않으며, high pretest probability의 경우는 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다.

(3) 비침습적 검사를 시행한 환자에서 관상동맥질환이 의심되는 경우

이전에 경피적 관상동맥중재술, 관상동맥우회로술, 관상동맥조영술 결과 50% 이상의 협착이 없었던 환자의 경우는 환자의 증상 유무와 비침습적 검사의 소견에 따라 관상동맥조영술검사의 적응증이 달라진다.

A. ECG stress testing (운동부하심전도검사)

무증상의 Duke treadmill score가 5점 이상인 저위험 소견을 보일 경우 관상동맥조영술검사를 시행하는 것은 적절하지 않으며, 증상이 있는 저위험 소견이나 증상에 관계없이 Duke treadmill score가 4점에서 -10점까지의 중간위험 소견을 보이는 경우는 관상동맥조영술검사의 시행여부의 적절성이 명확하지 않다. 하지만, 운동부하심전도검사 결과 Duke treadmill score가 -11점 이하이거나 ST분절상승, 운동중 저혈압, 심실빈맥, 지속되는 ST분절하강 등의 고위험 소견을

보일 경우는 증상에 관계없이 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다고 평가한다.

B. Stress echocardiography, stress SPECT-MPI (single photon emission computer tomography myocardial perfusion imaging), stress PET (positron emission tomography) 또는 stress CMR (Cardiac magnetic resonance)

a) 무증상의 경우

stress SPECT-MPI나 stress PET결과 5%미만의 심근허혈이 있거나 stress echocardiography나 stress CMR에서 부하유발 벽운동장애가 없는 low-risk 소견을 보일 때는 관상동맥조영술검사가 적절하지 않다. stress SPECT-MPI나 stress PET결과 5-10%의 심근허혈이 있거나 stress echocardiography나 stress CMR에서 하나의 segment에서 부하유발 벽운동장애가 있는 intermediate-risk 소견을 보일 때는 관상동맥조영술검사의 시행여부의 적절성이 명확하지 않지만, 10% 이상의 심근허혈 소견을 보이거나 2 segment 이상에서 부하유발 벽운동장애가 있는 high-risk소견과 일시적인 허혈로 인한 좌심실 확장(transient ischemic dilation)이나 의미있는 부하유발 좌심실장애가 보일 때는 관상동맥조영술검사를 시행할 것을 권장하고 있다. 또한 안정 시 좌심실 수축장애가 있거나, 기능장애가 있는 심근의 생존능력(viability)의 증거가 있을 때 역시 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다.

b) 증상이 있는 경우

low-risk소견을 보이는 경우는 관상동맥조영술검사의 시행여부의 적절성이 명확하지 않지만 그 이상의 risk소견을 보일 때는 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다. 아울러 비침습적 검사에서 서로 다른 결과를 보일 경우, 특히 허혈로 인한 전형적인 증상이 있거나 운동부하심전도검사 결과 high-risk소견을 보이고 stress imaging 검사에서 low-risk소견을 보였던 환자, 검사 결과들이 애매한 경우(equivocal finding), 그리고 안정 시 좌심실 수축장애가 있거나, 기능장애가 있는 심근의 생존능력(viability)의 증거가 있을 경우 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다.

C. 심장초음파검사

원인을 알 수 없는 새로 발견된 좌심실 수축장애나, 정상적인 수축기능을 가지지만 새로운 국소 벽운동장애가 있거나, 허혈성 승모판 역류증이나 심실중격결손

등과 같은 허혈로 인한 합병증이 있는 경우, 무증상 환자에서는 여전히 관상동맥조영술검사의 시행여부에 대한 적절성은 명확하지 않지만 증상이 있는 경우는 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다.

D. 관상동맥 칼슘(coronary calcium score)

무증상의 경우, Agatston score유무에 관계없이 관상동맥조영술검사를 시행하는 것은 적절하지 못하며, 증상이 있는 경우에는 관상동맥 칼슘수치 결과에 따른 관상동맥조영술검사의 적절성에 대한 연구가 현재까지 보고된 바가 없어 이에 대한 지침은 없는 실정이다.

E. 관상동맥 컴퓨터 단층촬영검사(Coronary CT angiography)

컴퓨터 단층촬영 기계의 발전으로 비침습적 검사의 한 방법으로, 특히 응급실을 내원한 급성허혈환자나 전형적인 협심증 증상을 보이는 환자들에게 관상동맥 컴퓨터 단층촬영 검사가 최근 널리 이용되고 있다. 검사 소견과 증상에 따라 관상동맥조영술검사의 시행 지침이 달라진다.

a) 무증상의 경우

50% 미만의 비좌주간지관상동맥(non-left main coronary artery) 병변이나 50% 미만의 광범위한 석회화 및 비석회화 경화반이 관찰될 경우 관상동맥조영술검사가 적절하지 않으며, 50% 이상의 비좌주간지관상동맥 병변이나 50% 이상의 하나 이상의 관상동맥영역 병변이나, 협착소견은 보이나 협착정도의 평가가 어려운 비좌주간지관상동맥 병변의 경우 관상동맥조영술검사의 시행여부에 대한 적절성은 명확하지 않다. 하지만 협착소견은 보이나 협착정도의 평가가 어려운 좌주간지관상동맥(left main coronary artery) 병변의 경우는 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다.

b) 증상이 있는 경우

50% 미만의 비좌주간지관상동맥 병변이나 50% 미만의 광범위한 석회화 및 비석회화 경화반이 관찰될 경우, 관상동맥조영술검사의 시행여부에 대한 적절성은 명확하지 않다. 하지만 50% 이상의 좌주간지관상동맥병변, 비좌주간지관상동맥병변 그리고 50% 이상의 하나 이상의 관상동맥영역 병변, 협착소견은 보이나 협착정도의 평가가 어려운 좌주간지관상동맥병변과 비좌주간지관상동맥 병변의 경우는 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다.

(4) 이미 폐쇄성 관상동맥질환이 있었던 경우

이전에 심근경색증, 경피적 관상동맥중재술, 관상동맥우회로술, 관상동맥조영술 결과 협착증이 있었던 환자의 경우는 환자의 증상과 과거 치료 방법에 따라 관상동맥조영술검사의 적응증이 달라진다.

약물치료를 받고 있던 환자의 경우, 증상 악화가 있는 intermediate-risk 이상의 비침습적 검사 소견을 보일 경우, 무증상이거나 증상조절은 되지만 high-risk의 비침습적 검사 소견을 보일 경우는 관상동맥조영술 검사를 시행하는 것이 적절하다.

과거에 PCI나 CABG를 시행한 경우, intermediate-risk 이상의 비침습적 검사 소견과 증상이 있는 경우는 관상동맥조영술검사를 시행하는 것이 적절하다.

(5) 기타

원인을 알 수 없는 소생된 심정지(cardiac arrest) 환자와, 증상유무에 관계없이 심실세동이나 지속성 심실빈맥 환자에서는 그 원인이 관상동맥질환으로 인한 것인지를 평가하기 위해 관상동맥조영술 검사가 필요하다. 그 외, 정상좌심실수축기능을 보이는 비지속성 심실빈맥이나, 실신, 새로이 발생한 심방세동 및 심방조동, 2도 이상의 방실차단 및 증상이 있는 서맥성 부정맥, 새로이 진단된 좌각차단(left bundle branch block)이 있는 경우 관상동맥조영술 검사의 시행여부에 대한 적절성은 명확하지 않다. 하지만 전형적인 흉통이 있으면서 새로이 진단된 좌각차단의 경우는 급성 심근경색증과의 감별을 위해 응급 관상동맥조영술검사를 시행해야 한다.

결 론

당뇨병은 심근경색증 등과 같은 사망에 이르게 하는 관상동맥질환의 주요 원인으로, 그 유병률 또한 증가하는 추세이다. 당뇨병 환자에서 이러한 관상동맥질환의 적절한 진단과 조기치료를 위한 노력들이 있어 왔지만, 앞서 언급한 대로 당뇨병 환자들만을 위한 관상동맥조영술검사에 대한 검사지침이 현재까지는 명확하지 않다. 따라서 아직까지는 최근 미국에서 발표된 일반적인 관상동맥조영술검사 지침에 준하여 당뇨병 환자들에게 적용하는 것이 바람직할 것으로 생각되며, 끝으로 국내에서도 이와 관련하여 당뇨병 환자들에서 관상동맥질환의 진단방법의 유효성에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 때라 사료된다.

참고문헌

1. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002;106:3143-421.
2. Libby P, Nathan DM, Abraham K, Brunzell JD, Fradkin JE, Haffner SM, Hsueh W, Rewers M, Roberts BT, Savage PJ, Skarlatos S, Wassef M, Rabadan-Diehl C; National Heart, Lung, and Blood Institute; National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases Working Group on Cardiovascular Complications of Type 1 Diabetes Mellitus. Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute-National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases Working Group on Cardiovascular Complications of Type 1 Diabetes Mellitus. *Circulation* 2005;111:3489-93.
3. Haffner SM, Lehto S, Rönnemä T, Pyörälä K, Laakso M. Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in nondiabetic subjects with and without prior myocardial infarction. *N Engl J Med* 1998;339:229-34.
4. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT Jr, Rocella EJ; National Heart, Lung, and Blood Institute Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *JAMA* 2003;289:2560-72.
5. Bashore TM, Balter S, Barac A, Byrne JG, Cavendish JJ, Chambers CE, Hermiller JB Jr, Kinlay S, Landzberg JS, Laskey WK, McKay CR, Miller JM, Moliterno DJ, Moore JW, Oliver-McNeil SM, Popma JJ, Tommaso CL. 2012 American College of Cardiology Foundation/Society for Cardiovascular Angiography and Interventions expert consensus document on cardiac catheterization laboratory standards update. A report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus documents. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:2221-305.
6. Patel MR, Bailey SR, Bonow RO, Chambers CE, Chan PS, Dehmer GJ, Kirtane AJ, Wann LS, Ward RP. ACCF/SCAI/AATS/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCCM/SCCT/SCMR/STS 2012 appropriate use criteria for diagnostic catheterization: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, American Association for Thoracic

Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society of Critical Care Medicine,

Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. J Am Coll Cardiol 2012;59:1995-2027.