

초청 강연 IV

CT Angiography in Atherosclerotic Diseases

- 좌장 | 삼성서울병원 김영욱

- 서울의대 정진욱

CT Angiography in Atherosclerotic Disease

죽상동맥경화증에 의해 유발되는 동맥 질환은 죽종에 의한 혈관의 협착과 폐색, 혈관벽이 약화되어 발생하는 동맥류, 죽종의 침투성 궤양(penetrating ulcer), 벽내 혈종(intramural hematoma), 및 동맥 박리를 들 수 있다.

죽상동맥경화증에 의한 동맥 질환은 인체의 모든 주요 동맥에 발생할 수 있다. 동맥의 협착과 폐색은 각 해당 장기의 허혈 또는 경색을 유발한다. 즉, 뇌혈관의 병변은 뇌졸중을, 관상동맥의 병변은 심근경색을, 신동맥의 병변은 신혈관성 고혈압과 신부전을, 상장간막동맥의 병변은 장관의 허혈을, 하지 혈관의 병변은 하지 파행을 가져온다. 동맥류는 궁극적으로 파열되어 치명적인 출혈을 유발할 수 있으므로 적절한 단계에서 치료를 요한다. 대동맥에 죽종의 침투성 궤양이 발생하면 벽내 혈종 형성, 대동맥류 형성, 파열의 여러 가지 양상으로 발전할 수 있으므로 정확한 진단이 필요하다. 대동맥박리는 상행대동맥을 침범하면 혈심낭, 심근경색 및 대동맥 파열이라는 치명적 결과를 가져오므로 시급한 수술이 필요하고, 주요 분지 혈관의 혈류 장애를 초래할 수도 있으며, 급성기를 잘 넘기더라도 가강의 확장에 의한 대동맥류 형성과 파열 위험성이 있으므로 면밀한 추적 검사를 요한다.

이러한 죽상동맥경화증에 의한 동맥 질환은 과거에는 고식적 혈관조영술이 기본적인 진단방법이었으나, 전산화단층촬영술(CT)이 등장하면서 대동맥류와 대동맥박리의 비침습적 진단이 가능해졌다. 1990년 초에 나선식 CT(spiral or helical CT)가 개발되고 1990년 후반부터 MDCT(multi-detector-row helical CT)가 등장하면서, 대동맥 질환뿐 아니라 하지 혈관과 대동맥 주요 분지의 평가에 CT 혈관조영술(CT angiography)이 고식적 혈관조영술을 대체하기에 이르렀다. 16채널 MDCT가 본격적으로 보급되면 심장과 관상동맥의 CT 혈관조영술이 임상에서 널리 사용될 전망이다.

CT 혈관조영술은 인체의 검사 부위를 결정한 다음, 조영제를 연속적으로 주입하면서 동맥의 조영증강이 극대화된 시기에 환자가 한번 숨을 참는 짧은 기간 동안에 스캔하여 불륨 자료를 얻는 검사법으로, 잘 조영증강된 혈관을 컴퓨터의 도움으로 3차원적

으로 재구성하여 진단 및 치료 계획에 유용한 여러 가지 혈관조영영상을 만들 수 있다. CT 혈관조영술은 고식적 CT 에 비해 혈관의 조영증강 상태가 탁월하고 절편의 두께가 1-2mm에 불과하여 뛰어난 해상도의 단면영상을 제공한다. 뿐만아니라 주위 조직과의 관계를 보는데 우수한 다면재구성(multiplanar reformation), 혈관조영술과 유사한 영상을 만드는 최대강도투사(maximum intensity projection), 입체영상을 형성하는 볼륨 렌더링(volume rendering) 기법 등으로 기존의 CT가 가지고 있던 한계를 많이 극복하였으며 상대적으로 그 장점이 크게 부각되게 되었다.

CT 혈관조영술은 기존의 혈관조영술과 비교하였을 때 대조해상력이 뛰어나고, 혈관 내강의 변화 뿐만아니라, 혈관벽과 혈관 주위의 병변 및 주위 장기와의 관계를 명확히 볼 수 있다는 점이 장점이다.

죽상동맥경화증에 의한 대동맥류는 대개 방추형이고 신동맥 이하의 복부대동맥에 가장 호발하며 좌쇄골하동맥 직후의 하행 흉부대동맥에도 흔히 생긴다. 대동맥류가 다발적으로 생기는 경우가 자주 있으므로 검사시 대동맥 전체를 평가하는 것이 중요하다.

대동맥류의 고식적 CT 소견은 잘 알려져 있다. 먼저 조영증강전 CT(preenhanced CT)에서 대동맥의 국소적 확장과 대동맥벽의 석회화를 볼 수 있고 대동맥류 파열에 의한 급성 혈종이 고 감쇠(high attenuation)으로 보인다. 조영증강을 시행하면 내강이 조영증강 되면서 늘어난 내강에 형성된 혈전(mural thrombus)을 보게 된다. 이 혈전 내부에 석회화가 생길 수 있고 표면에 가성내막(pseudointima)이 형성되고 이에 석회화가 되면 가강이 완전히 혈전으로 찬 대동맥박리와 감별을 요할 때가 있다. 대동맥류가 커지면 주위장기에 영향을 주게 되는데 폐동맥과 기관의 압박, 식도압박, 좌무명동맥이나 상대정맥의 압박, 우심방과 좌심방의 압박, 척추의 압박 미란(pressure erosion), 및 신정맥의 압박 등이 그 예이다. 대동맥류의 영상진단에 있어 중요한 정보

는 1) 대동맥류의 최대직경, 2) 범위, 3) 대동맥 주요분지와의 관계, 4) 주위 장기와의 관계, 5) 파열을 포함한 합병증 유무, 6) 동맥류 내부의 혈전 형성, 7) 대동맥판막부전 유무 등이다.

CT 혈관조영술은 대동맥류의 진단에 있어서 대동맥류의 실제 직경과 주위 장기와의 관계를 명확히 볼 수 있으며, 대동맥류 파열에 의한 종격동과 후복막강의 혈종, 혈신낭, 혈흉, 그리고 대동맥류주변 섬유화(perianeurysmal fibrosis)와 같은 내강 밖의

병변도 함께 볼 수 있어 고식적 혈관조영술보다 우수하다. CT 혈관조영술의 볼륨렌더링을 통한 삼차원 입체 영상으로 대동맥류와 주변 혈관의 형태, 주요 분지의 협착이나 폐쇄 여부, 대동맥류와 대동맥 주요 분지와와의 관계를 평가할 수 있으며, 대동맥류의 수술 계획을 수립할 때와 대동맥류의 형태가 단순하지 않거나 대동맥궁에서 발생한 경우 등에서 특히 유용하게 활용된다. 대동맥류는 La Place 법칙에 따라 지속적으로 팽창하게 되며 궁극적으로는 대동맥류의 파열이라는 치명적인 합병증으로 이어진다. 대동맥류의 팽창속도는 그 부위에 따라 차이가 있어 흉부 대동맥류(0.42cm/y)가 복부 대동맥류(0.28cm/y) 보다 빠르고, 그 중에서도 대동맥궁에 위치한 대동맥류가 0.56cm/y로 가장 빠르다고 보고되었다. 직경이 5cm 이상인 경우는 파열의 위험성이 급격히 높아지므로 수술이나 스텐트-그라프트 삽입을 고려하게 된다. 대동맥류의 직경이 급속하게 증가하거나 통증이 수반되면 파열이 임박하였음을 예고한다. 따라서, 치료하지 않고 관찰하기로 결정하는 경우 추적검사를 통하여 대동맥류의 팽창속도를 측정하는 것은 매우 중요하며, 수술이나 스텐트-그라프트 삽입으로 치료한 경우에도 치료 결과와 합병증 발생 여부를 주기적으로 검사하여야 하는데 이런 추적 검사에 CT 혈관조영술이 주로 사용된다.

대동맥 박리의 기전에는 두 가지 학설이 있는데 첫째는 내막파열(entry tear)이 먼저 발생하며 이에 의해 대동맥 중층에 혈종이 형성되고, 혈종이 혈류의 추진력에 의해 죽상동맥경화와 고혈압으로 약화된 대동맥의 중층을 따라 진행해 나가다가 내막이 약한 부위가 다시 찢어져 재입(reentry)이 형성되면 가강과 내강 양쪽으로 혈류가 흐르게 되어 이중 내강(double lumen)과 박리판(dissection flap)의 전형적인 형태를 갖추게 된다는 가설이다. 대부분의 대동맥박리가 이에 의한다고 믿어진다. 그러나, 내막파열의 뚜렷한 증거없이 가강이 혈전으로 차 있는 비전형적인 박리(벽내혈종, intramural hematoma)을 보이는 경우가 있는데 이를 설명하기 위한 기전으로 먼저 맥관벽혈관(vasa vasorum)의 파열에 의해 대동맥 중층에 벽내혈종이 먼저 형성되고 이 혈종이 팽창하고 대동맥 중층을 따라 파급되다가 약한 내막을 찢고 내강쪽으로 파열되면서 전형적인 대동맥박리로 이행될 수 있다는 학설이 있다.

대동맥박리의 진단에 있어서 영상진단법이 갖추어야 할 요건은 1) 박리판과 이중 내강을 정확히 나타냄으로써 신속하고 정확한 진단이 가능해야 하고, 2) 상행대동맥의 박리유무가 조속한 수술 여부를 결정하는데 필요하므로 박리의 범위를 정확히 보여 줄

수 있어야 하며, 3) 대동맥 주요분지의 상태, 4) 초입(entry)과 재입(reentry) 부위, 5) 대동맥판막부전의 존재 여부, 6) 가강의 혈전화 여부, 7) 합병증 유무 등을 잘 나타내는 것이다.

대동맥박리는 CT로 정확한 진단이 가능한데 고식적 CT 소견으로 먼저 조영증강전 CT에서 석회화된 내막의 내측전위(medial displacement), 대동맥벽이나 대동맥 주위 및 심낭내에 고 감쇠 급성 혈종을 볼 수 있다. 조영증강을 시행하였을 때 가강에 혈류가 존재하면 전형적인 이중 내강과 그 사이를 가르는 박리판을 볼 수 있게 된다. 대동맥박리의 합병증으로 대동맥파열과 이에 따른 혈심낭, 종격동혈종, 혈흉을 관찰하게 된다. 가강이 완전히 혈전으로 차 있는 급성 벽내혈종은 대동맥류에 혈전이 형성된 것과 감별하는 것이 필요한데 석회화된 내막의 내측전위와 조영증강전 CT에서 대동맥벽을 따라 초생달 모양의 고 감쇠 급성혈종을 확인하면 급성 벽내혈종임을 진단할 수 있다. 따라서, CT는 가강이 혈전으로 차 있는 벽내혈종을 정확히 진단하는데 있어 고식적 혈관조영술보다 훨씬 유리하다.

고식적 CT와 비교했을 때 CT 혈관조영술은 비침습적으로 고식적 혈관조영술과 유사한 혈관조영 영상을 얻는다는 장점 외에도 조영증강이 최고에 달한 시점에 빠르게 촬영하기 때문에 불충분한 조영증강에 의한 문제점을 해결하였을 뿐 아니라 진강과 가강의 밝기가 구분되고, 절편의 두께가 얇아 해상도가 우수하므로 내막 파열 부위와 재입 부위 및 분지 혈관의 침범 여부와 관계를 정확히 나타낼 수 있다. 대동맥 박리는 수술이나 스텐트-그라프트 삽입으로 치료할 수 있고, 하행대동맥과 그 이하에 국한된 경우에는 혈압 조절과 같은 내과적 치료를 시행하고 추적할 수 있다. 치료 후 또는 주기적 추적검사로 CT 혈관조영술이 널리 활용되고 있다.

대동맥박리와 감별을 요하는 질환으로 죽종의 침투성 궤양(penetrating atherosclerotic ulcer)이 있다. 하행흉부대동맥에 주로 발생하고 고혈압이 있는 남자에게서 빈발하며, 대개 흉통을 수반한다. 임상적으로 대동맥박리와 혼동될 수 있으나 죽종에 형성된 침투성 궤양으로부터 대동맥 중층으로 유입된 혈액은 비교적 국한된 범위에 걸쳐 혈종의 형태로 남고, 죽종의 파인 부분은 양성 위궤양의 소견과 유사한 형태를 보이며, 그 부근에 석회화된 죽종(atheroma)이 관찰되는 전형적인 소견으로 구분할 수 있다.

최근 급성 흉통으로 내원하여 대동맥박리가 의심되어 CT 혈관조영술을 시행한 뒤 대동맥 박리로 진단받은 환자 중 대동맥벽 중층에 급성벽내혈종이 주요 병변인 경우가 20-30%에 달하고 있다. 이 급성벽내혈종은 대동맥박리나 죽종의 침투성 궤양에 의해 모두 형성될 수 있으므로 전형적인 소견을 보이지 않으면 감별이 어려운 경우가 있다. 실제 임상에서는 이를 구분하는 것 보다 그 최종결과를 이해하고 면밀히 추적하는 것이 중요하다. CT 혈관조영술로 급성벽내혈종의 자연 경과를 추적할 수 있는데 시간 경과에 따라 저절로 호전되기도 하고, 전형적인 대동맥박리로 진행하기도 하며, 침투성 궤양과 대동맥류 형성으로 진화하기도 한다.

〈 참고 문헌 〉

1. Godwin JD. Conventional CT of the aorta. J Thorac Imaging 1990;5:18-31.
2. Posniak HV, Olson MC, Demos TC, Benjoya RA, Marsan RE. CT of thoracic aortic aneurysms. Radiographics 1990;10:839-855.
3. Siegel CL, Cohan RH. CT of abdominal aortic aneurysms. AJR 1994;163:17-29.
4. Hirose Y, Hamada S, Takamiya M, Imakita S, Naito H, Nishimura T. Aortic aneurysms: growth rates measured with CT. Radiology 1992;185:249-252.
5. Mehard WB, Heiken JP, Sicard GA. High-attenuating crescent in abdominal aortic aneurysm wall at CT: a sign of acute or impending rupture. Radiology 1994;359-362.
6. Petasick JP. Radiologic evaluation of aortic dissection. Radiology 1991;180:297-305.
7. Cigarroa JE, Isselbacher EM, DeSantis RW, Eagle KA. Medical progress. Diagnostic imaging in the evaluation of suspected aortic dissection: old standards and new directions. AJR 1993;161:485-493.
8. Yamada T, Tada S, Harada J. Aortic dissection without intimal rupture: diagnosis with MR imaging and CT. Radiology 1988;168:347-352.

9. Kazerooni EA, Bree RL, Williams DM. Penetrating atherosclerotic ulcers of the descending thoracic aorta: evaluation with CT and distinction from aortic dissection. *Radiology* 1992;183:759–765.
10. Hayashi H, Matsuoka Y, Sakamoto I, et al. Penetrating atherosclerotic ulcer of the aorta: imaging features and disease concept. *Radiographics* 2000; 20:995–1005.
11. Moizumi Y, Komatsu T, Motoyoshi N, Tabayashi K. Clinical features and long-term outcome of type A and type B intramural hematoma of the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127:421–427.
12. Evangelista A, Dominguez R, Sebastia C, et al. Long-term follow-up of aortic intramural hematoma: predictors of outcome. *Circulation* 2003; 105:583–589
13. Catalano C, Fraioli F, Laghi A. Infra-renal aortic and lower-extremity arterial disease: diagnostic performance of multi-detector row CT angiography. *Radiology* 2004; 231:555–563