

이상성 오른쪽 빗장밑동맥이 있는 흉부대동맥류의 스텐트 이식편 치료

부산대학교 의학전문대학원 부산대학교병원 ¹순환기내과, ²흉부외과

최종현¹ · 장혜윤¹ · 전무송¹ · 이혜원¹ · 박진섭¹ · 김상필² · 이한철¹

Hybrid Treatment of an Aortic Arch Aneurysm with an Aberrant Right Subclavian Artery

Jong Hyun Choi¹, Hye Yoon Jang¹, Moo Song Jeon¹, Hye-Won Lee¹, Jin Sup Park¹, Sang-pil Kim², and Han Cheol Lee¹

¹Division of Cardiology, Departments of Internal Medicine and ²Thoracic and Cardiovascular Surgery,
Pusan National University Hospital, Pusan National University School of Medicine, Busan, Korea

Aberrant right subclavian artery (ARSA) is a rare congenital anomaly but is the most common of the congenital vascular anomalies of the aortic arch. We report the case of a 68-year-old female undergoing chemotherapy for multiple myeloma who had a large thoracic aortic aneurysm (7.4 cm) with ARSA. She was treated with a hybrid procedure that combined a left common carotid-to-subclavian artery bypass with a "thoracic endovascular aortic repair (TEVAR)" because of the risk associated with a thoracotomy. A stent graft was deployed in the proximal part of the descending aorta to cover the thoracic aortic aneurysm after a left common carotid-to-subclavian bypass was made to restore blood flow in the left arm. There was no endoleak on digital subtraction angiography. Hybrid therapy can be performed successfully for the treatment of thoracic aortic aneurysm with ARSA. (Korean J Med 2014;87:193-199)

Keywords: Aorta; Aortic aneurysm; Stents; Aberrant subclavian artery

서 론

대동맥궁과 흉부대동맥을 침범하는 흉부 대동맥류(thoracic aortic aneurysm)는 크기가 증가할수록 파열의 위험성이 커지

는 위험한 질환이다. 발생 빈도는 매년 10만 명당 약 6-10명이 발생하는 드문 질환이나 대동맥류의 직경이 5-6 cm 이상 증가하는 경우는 5년 동안 파열 위험률이 20%에 달하는 것으로 알려져 있다[1]. 이러한 흉부 대동맥류 환자에서 참을

Received: 2013. 5. 31

Revised: 2013. 7. 22

Accepted: 2013. 9. 5

Correspondence to Han Cheol Lee, M.D.

Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Pusan National University Hospital, Pusan National University School of Medicine, 179 Gudeok-ro, Seo-gu, Busan 602-739, Korea

Tel: +82-51-240-7217, Fax: +82-51-240-7796, E-mail: glaraone@hanmail.net

*This study was supported by a grant of the Korea Healthcare Technology R&D Project, Ministry of Health & Welfare (A084177).

Copyright © 2014 The Korean Association of Internal Medicine

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 noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

수 없는 통증이 반복되거나 크기가 지속적으로 증가하는 경우와 발견 당시 대동맥류의 직경이 큰 경우는 파열의 위험성이 커지므로 수술적 치료 또는 스텐트이식편(stent graft) 삽입술이 필요하다[2]. 개흉술(thoracotomy)로 대동맥궁과 흉부대동맥의 대동맥류를 제거하고 인조혈관으로 대치 후 경동맥(carotid artery), 완두동맥(brachiocephalic artery)을 인조혈관에 연결하는 것이 고식적인 수술법이고 이러한 전 대동맥궁 치환 수술(total aortic arch replacement)은 심폐 체외 순환기(cardiopulmonary bypass)의 보조와 저체온 순환 정지법(hypothermic circulatory arrest)을 사용해야 하므로 초기 환자의 사망률과 이환율이 높고 수술 시간도 오래 걸리는 단점이 있다[3]. 이러한 이유로 최근 들어 고령, 당뇨, 중풍, 고혈압 등의 많은 위험인자를 가지는 수술 고위험군 환자에서는 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)이 수술을 대체하여 널리 시행되고 있다.

이에 저자들은 고령 및 다발성 골수종의 위험인자를 가진 수술 고위험군 환자에서 이상성 오른쪽 빗장밑동맥(aberrant right subclavian artery)이 동반된 대동맥궁 침범 대동맥류에 대해 왼쪽 온목동맥(common carotid artery)-왼쪽 빗장밑동맥 우회로술과 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 같이 시행하여 Hybrid 방법으로 치료한 1예를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례

68세 여자 환자가 호흡곤란을 주소로 내원하였다. 환자는 고혈압이나 당뇨는 없었으나 다발성 골수종(multiple myeloma)으로 10년 전에 자가 골수 이식을 시행한 후 본원에서 항암 치료 중이었다. 3년 전에 호흡곤란으로 시행한 흉부 전산화 단층 촬영에서 폐렴 소견과 함께 대동맥궁에서 하행대동맥까지 대동맥벽내 혈종(intramural hematoma) 또는 죽종(atheroma)이 의심되는 병변이 관찰되었고 특별한 증상이 없어 정기적으로 외래에서 경과관찰 중이었다. 이후 외래에서 시행한 흉부 X-선 촬영에서 대동맥 음영의 너비가 커지는 것이 관찰되어 흉부 전산화 단층 촬영을 다시 시행하였고 이전에 왼쪽 빗장밑동맥과 같은 위치 직하부에서 기시하는 대동맥벽내 혈종이 의심되었던 병변이 7.4 cm로 확장된 흉부 대동맥류가 관찰되었다. 특히 정상적인 위치보다 아래쪽에 위치하는 이상성 오른쪽 빗장밑동맥이 왼쪽 빗장밑동맥

에서 약 3 cm 하방 하행대동맥의 흉부 대동맥류 안에서 기시하고 식도 뒤쪽을 지나서 종격동(mediastinum)을 따라 오른쪽 팔 부위로 주행하는 것이 관찰되었다(Fig. 1). 심장 초음파 및 관상동맥 조영술에서는 특별한 이상소견은 보이지 않았으며 환자의 입원 당시 말초혈액 검사 소견은 백혈구 $4,710/\text{mm}^3$, 혈색소 10.7 g/dL , 혈소판 $163,000/\text{mm}^3$, 혈청 생화학 검사에서 AST 12 IU/L , ALT 15 IU/L , 총 빌리루빈 0.46 mg/dL , creatinine 0.64 mg/dL 로 경미한 빈혈 소견 이외에 특이소견은 관찰되지 않았다.

이 환자는 고령 및 다발성 골수종의 위험인자가 있었고 이상성 오른쪽 빗장밑동맥이 있어서 전 대동맥궁 치환 수술과 함께 상행대동맥에 각각의 동맥을 연결하기에는 수술 전 후의 위험성이 컸다. 또한 대동맥류가 왼쪽 빗장밑동맥직방에서 시작하여 스텐트 이식편의 근위부 안착지점(proximal landing zone of stent graft)을 확보하기가 어려웠다. 왼쪽 빗장밑동맥의 우회로술을 실시할 경우에는 25 mm 정도의 스텐트 이식편의 안착지점을 확보할 수 있었다. 자기공명영상에서 왼쪽 척추동맥(left vertebral artery)이 우세(dominant)한 소견을 보였기에 왼쪽 온목동맥-왼쪽 빗장밑동맥 우회로술을 먼저 시행한 후 왼쪽 온목동맥 직전까지 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행하기로 계획하였다. 우측 상지에 허혈이나 쇄골하 동맥 도류 증후군 등이 있으면 시술 후에 이차적으로 오른쪽 온목동맥-오른쪽 빗장밑동맥 우회로술을 시행하기로 하였다.

환자를 전신 마취한 후에 왼쪽 빗장밑동맥을 side biting clamp로 잡고 8 mm tube graft를 연결한 뒤 내목정맥(internal jugular vein) 뒤쪽으로 graft를 진행시켜 온목동맥의 원위부와 끝옆연결술(end to side anastomosis)을 하여 왼쪽 온목동맥에서 왼쪽 빗장밑동맥을 연결하는 수술을 시행하였다. 수술은 hybrid room에서 시행되었고 대동맥에서 오는 혈류와 왼쪽 온목동맥에서 오는 혈류의 상호 교란을 막기 위하여 우회로술 직후 바로 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 실시하였다. 오른쪽 대퇴동맥(left femoral artery)에 2개의 Perclose (Abbott Vascular Devices, Redwood City, CA, USA)를 미리 시행하였고 Marked pigtail catheter를 왼쪽 대퇴동맥을 통하여 상행대동맥에 위치시킨 후 대동맥 조영술을 시행하면서 스텐트 이식편의 위치를 조절하였다. 5 French multipurpose catheter와 0.035 inch Terumo guidewire (Terumo Corp, Tyoko, Japan)를 상행대동맥으로 진행시킨 후 0.035 inch

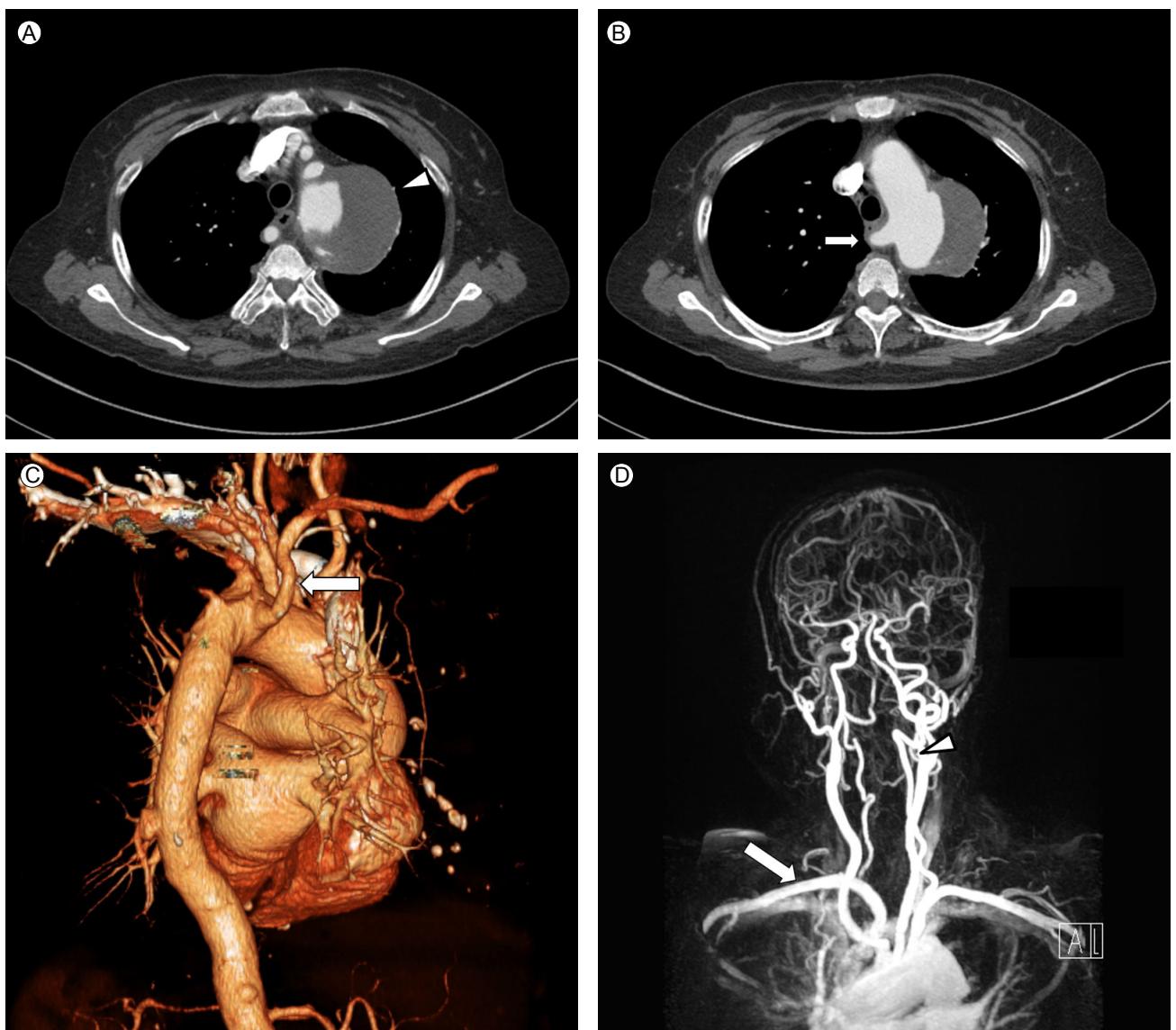


Figure 1. Thoracic aortic aneurysm with an aberrant right subclavian artery. (A) Computed tomography image shows a 7.3-cm aortic arch aneurysm (arrowhead). (B) Aberrant right subclavian artery behind the esophagus and trachea (arrow). (C) Three-dimensional reconstructed CT images of the aberrant right subclavian artery. (D) Magnetic resonance angiogram shows the aberrant right subclavian artery (arrow) and dominant left vertebral artery (arrowhead).

Lunderquist extrastiff guidewire (Cook Inc, Bloomington, IN, USA)로 바꾸었다. 대퇴동맥을 단계적으로 확장 후 18 French sheath로 확장하였고 32 mm × 190 mm Seal stent graft (S&G biotech, Seongnam, Korea)를 왼쪽 온목동맥 직하방까지 넣었다. 이 환자의 경우 왼쪽 빗장밀동맥은 동맥류와 바로 붙어 있어서 안정된 안착지점(landing zone)의 확보를 위하여 그 혈류를 막았고 대신에 왼쪽 온목동맥에서의 우회로를 통하여 왼쪽 팔로 혈류가 공급되었다. 시술 후의 척추동맥을 통

하여 양쪽 빗장밀동맥으로 혈류가 역류하여서 생기는 type II endoleak을 막기 위하여 먼저 왼쪽 위팔동맥을 통하여 왼쪽 빗장밀동맥에 코일 색전술(coil embolization)을 시행하였다. 왼쪽 빗장밀동맥은 온목동맥에서 우회로를 통하여 혈류가 공급되었다. 오른쪽 빗장밀동맥도 오른쪽 척추동맥을 통하여 혈류가 대동맥류 내로 역류하는 type II endoleak를 막기 위하여 코일색전술을 시행하였고 오른쪽 팔로의 혈류는 오른쪽 척추동맥을 통하여 우회하여 공급되었다. 시술을 마친

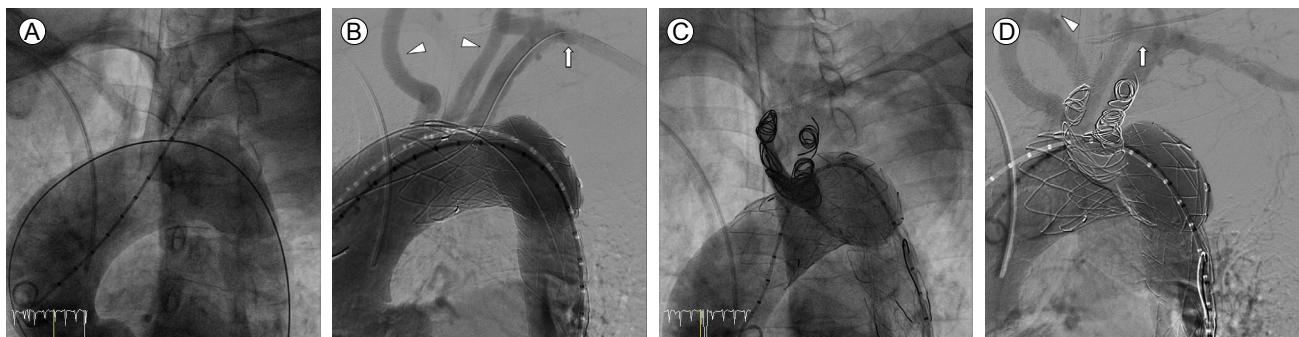


Figure 2. (A) Aortogram of the thoracic aorta before coil embolization. (B) Thoracic aorta angiography shows both common carotid arteries (arrowhead) and left subclavian artery (arrow). Shunt blood flow, from the left carotid artery to the left subclavian artery, was intact. (C) Endovascular coil embolization of the aberrant right subclavian artery and the left subclavian artery. (D) Digital subtraction angiography shows intact blood flow in both subclavian arteries, from the right vertebral artery (arrowhead) and the left common carotid-to-subclavian artery bypass after coil embolization.

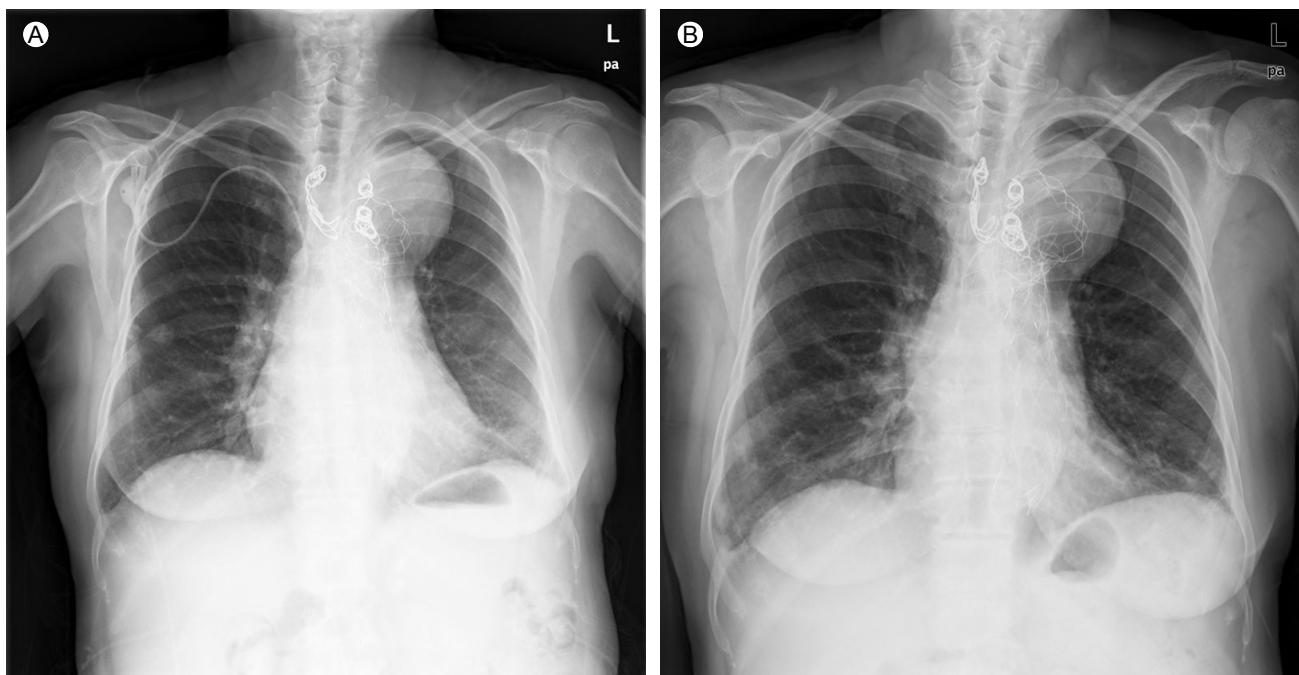


Figure 3. (A) Chest X-ray, performed immediately after thoracic endovascular aneurysm repair (TEVAR). (B) One-year follow-up chest X-ray showing no significant interval change in the aortic aneurysm.

후 시행한 대동맥 조영술에서 스텐트이식편 밖으로의 endoleak은 보이지 않았고 왼쪽 온목동맥에서 우회로를 통한 왼쪽 빗장밑동맥의 혈류는 원활하였으며 오른쪽 빗장밑동맥의 혈류 역시 오른쪽 척추동맥으로부터 원활하게 공급되었다 (Fig. 2). 환자는 시술 후 쇄골하 동맥 도류 증후군이나 오른쪽 상지의 통증은 관찰되지 않았다.

환자는 퇴원 후 1년 동안 특이한 임상증상 없었고 항암

치료 유지하며 경과관찰 중이며 1년 뒤 시행한 chest X-ray에서 변화된 소견은 관찰되지 않았다 (Fig. 3).

고 찰

1994년 Dake 등[4]이 처음으로 흉부 대동맥류에 대해 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행한 이후, 최

근에는 임상에서의 적용이 점점 증가하는 추세에 있다. 이러한 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술은 고식적 수술에 비해 덜 침습적이며 대동맥 병변의 범위가 넓고 수술의 위험도가 높은 고위험 군에서도 비교적 안전하게 적용이 가능하다는 장점이 있다.

Jonker 등 [5]이 시행한 다변량 분석에 따르면 파열된 하행 흉부 대동맥류의 치료에 있어서 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술 또는 개흉술을 통한 고식적인 수술을 시행한 총 224명의 환자를 분석하여 보았을 때 30일째 사망률에 있어서 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행한 군에서 19%, 고식적 수술을 시행한 군에서 33%로 통계적으로 유의하게 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행한 군의 사망률이 감소한다는 결과가 있었다($p = 0.016$). Makaroun 등[6]은 Gore TAG device (Gore comp, Flagstaff, AZ, USA)를 이용하여 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행한 환자군과 고식적 개흉술을 시행한 환자군을 전향적으로 분석한 2상 연구를 시행하였으며 그 결과 5년째 총 사망률(all-cause mortality)은 각각 68%, 67%로 양 군 간의 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었으나 5년째 동맥류와 연관된 사망률의 경우에는 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행한 환자군에서 2.8%, 고식적 개흉술을 시행한 환자군에서 11.7%로 통계적으로 더 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

스텐트이식편의 안착 지점이 원위 대동맥 궁에 위치할 경우에는 최소 10-15 mm의 스텐트 안착부위 확보가 필요하고 따라서 대동맥궁에서 분지하는 왼두동맥(brachiocephalic artery), 왼쪽 온목동맥(left common carotid), 왼쪽 빗장밀동맥 등의 분지혈관이 스텐트이식편에 의하여 막히게 된다. 이러한 경우 예전에는 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행하기 어려웠으나 최근에는 이러한 한계점을 극복하기 위하여 다양한 우회로술이 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술과 같이 시행되고 있으며 이러한 시술 및 수술을 위해서는 대동맥궁 및 하행대동맥의 병변 범위 및 위치에 따라 그 방법을 결정하여야 한다. Mitchell 등[7]은 스텐트이식편의 근위부의 안착지점을 기준으로 왼두동맥, 왼쪽 온목동맥, 왼쪽 빗장밀동맥에 위치한 경우 각각 Zone 0, Zone 1, Zone 2로 분류하였으며 Zone 0은 상행대동맥과 대동맥궁에서 기시하는 모든 혈관에 대하여 우회로술이 필요하고, Zone 1의 경우 오른쪽 온목동맥에서 왼쪽 온목동맥으로

의 우회로술이 필요하며 Zone 2의 경우는 왼쪽 온목동맥-왼쪽 빗장밀동맥 우회로술을 시행하여야 수술 후 신경학적 합병증을 예방하고 스텐트 이식편의 안착지점을 확보할 수 있다고 알려져 있다.

이상성 오른쪽 빗장밀동맥은 대동맥 혈관기형 중에는 가장 흔하며 인구의 0.5%에서 존재하는 것으로 알려져 있다. 대부분의 사람들에서는 무증상이나 약 60%의 환자에서 Kommerell's diverticulum이 존재하고 이것이 커지게 되면 동맥류가 형성되어 식도와 기관지를 누르면서 연하곤란 또는 상부 기도압박 증세가 나타나는 것으로 알려져 있다[8]. 또한 파열의 위험성 때문에 3 cm 이상의 이상성 오른쪽 빗장밀동맥에 의한 동맥류를 가지는 경우는 수술적 치료를 고려해야 하나 최근에는 이러한 환자의 치료에 있어 개흉술에 비하여 덜 침습적인 우회로술과 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 단계적으로 함께 시행하는 hybrid 방법에 대한 여러 증례가 보고되고 있다. Lacroix 등[9]은 이상성 오른쪽 빗장밀동맥 동맥류 환자의 치료에 있어서 개흉술의 위험도가 높은 환자에서 오른쪽 온목동맥에서 이상성 오른쪽 빗장밀동맥으로의 우회로술과 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 단계적으로 안전하고 효과적으로 시행한 증례를 보고 하였으며 국내에서는 Lee 등[10]이 스텐트이식편의 근위부 안착지점 확보를 위하여 1단계로 대동맥에서 양쪽 온목동맥으로의 우회로술을 시행하고 2단계로 왼쪽 온목동맥에서 왼쪽 빗장밀동맥으로의 우회로술을, 3단계로 오른쪽 온목 동맥에서 이상성 오른쪽 빗장밀동맥으로의 우회로술을 시행한 후 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행하여 좋은 결과를 얻어 보고한 증례가 있다. 이 증례의 경우는 여러 단계의 우회로술을 통하여 양쪽 빗장밀동맥으로의 안정적인 혈류를 확보할 수 있다는 장점이 있을 수 있으나 여러 차례의 수술로 인한 부작용 증가 우려와 대동맥에서 양 쪽 온목동맥으로의 우회로술의 경우 심폐 체외순환기의 보조와 저체온 순환 정지법을 사용하는 개흉술이 필요하여 시술 및 수술에 따른 위험도가 증가할 수 있는 단점이 있을 수 있다. 그에 반하여 본 증례는 왼쪽 온목동맥에서 왼쪽 빗장밀동맥으로의 우회로술의 한 차례 시행만으로 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술 시행 후에 양쪽 빗장밀동맥이 막히더라도 왼쪽뿐만 아니라 오른쪽 혈류까지 안정적으로 확보 할 수 있었기 때문에 의미가 있었다. 본 증례는 Kommerell's diverticulum에 의한 대동맥류는 아니었으

나 이상성 오른쪽 빗장밀동맥의 위치 이상으로 인하여 실제로는 이식편 근위부 안착지점 분류상 Zone 2에 해당함에도 불구하고 양쪽 빗장밀동맥의 혈류 장애가 예상되는 환자였다. 하지만 양쪽 우회로술을 모두 실시할 경우 환자가 목을 움직일 때 불편함을 야기할 뿐만 아니라 추가 수술에 따른 부작용의 가능성이 있었다. 또한 시술 전 자기공명 혈관조영술에서 왼쪽이 우세(dominant)한 척추동맥임을 확인하였기 때문에 시술 후 오른쪽 팔의 통증이나 어지럼 등의 심한 허혈 증상이 있을 때 추가로 오른쪽 우회로술을 시행하기로 하고 왼쪽 온목동맥에서 왼쪽 빗장밀동맥으로의 우회로술만을 시행한 후 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행하였다. 이후 이상성 오른쪽 빗장밀동맥의 위치 이상으로 인하여 양쪽 빗장밀동맥의 기시부가 모두 스텐트이식편에 의하여 덥히게 되어 만약 빗장밀동맥의 기시부를 막지 않으면 우회로를 통한 혈류가 대동맥류 안으로 다시 들어오는 Type II endoleak 가능성이 있어 추가로 양쪽 빗장밀동맥 모두 코일 색전술을 실시하였다.

왼쪽 빗장밀동맥의 폐쇄에 대하여는 아직 여러 가지 이론들이 있으나 일반적으로 왼쪽 빗장밀동맥에서 분지하는 척추동맥이 뇌 후부 순환을 담당하기 때문에 척추기저 부전(vertebrobasilar insufficiency)이나 빗장밀동맥 도류증후군(subclavian steal syndrome) 등의 발생 가능성이 높아진다고 알려져 있다. 특히 왼쪽 척추동맥이 크고 우세한 경우에는 신경학적인 합병증이 증가하는 것으로 알려져 있어 이러한 부작용이 예상되는 경우에는 왼쪽 빗장밀동맥 재개통술(revascularization)을 고려하여야 한다고 알려져 있다.

본 증례에서는 시술 후 시행한 대동맥 조영술에서 왼쪽 빗장밀동맥은 왼쪽 온목동맥에서의 우회로를 통하여 혈류가 원활하였고 오른쪽 빗장밀동맥은 우회로술을 시행하지 않았음에도 오른쪽 온목동맥에서 윌리스 서클(circle of willis)을 통하여 오른쪽 척추동맥으로 우회하는 혈류를 통하여 혈류를 공급받을 수 있었다.

빗장밀동맥을 보존하여야 하는 문제에 대하여서는 아직 이론이 많은 실정으로 추후 많은 자료들의 검토와 연구가 이루어져야 할 것으로 생각되며 본 증례에서와 같이 이상성 오른쪽 빗장밀동맥으로 인하여 시술 후 양쪽 빗장밀동맥의 혈류장애가 예상되는 경우에 왼쪽 온목동맥-왼쪽 빗장밀동맥 우회로술만을 시행한 이후에 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 시행하였을 때도 양쪽 팔의 혈류가 모두

원활한 결과를 얻을 수 있었다.

요약

흉부대동맥류는 크기가 클수록 파열로 인한 사망의 가능성이 높아지는 위험한 질환이다. 이러한 경우 수술적 치료를 통한 대동맥류의 제거가 필요하나 위험인자가 많은 고위험군 환자에 있어서는 수술에 따른 부작용이 매우 높은 편이다. 따라서 최근에 이러한 환자에서는 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술이 수술을 대체하여 널리 시행되고 있다. 이에 저자들은 고령 및 다발성 골수종으로 수술 고위험군인 대동맥궁 대동맥류 환자에서 왼쪽 온목동맥에서 왼쪽 빗장밀동맥우회로술과 흉부 대동맥 혈관 내 스텐트이식편 삽입술을 함께 시행하였으며 이상성 오른쪽 빗장밀동맥이 있음에도 불구하고 특별한 합병증 없이 양쪽 팔의 혈류가 원활한 좋은 결과를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 1예를 보고하는 바이다.

중심 단어: 대동맥; 대동맥류; 스텐트; 빗장밀동맥

REFERENCES

1. Bickerstaff LK, Pairolo PC, Hollier LH, et al. Thoracic aortic aneurysms: a population-based study. *Surgery* 1982; 92:1103-1108.
2. Troxler M, Mavor AI, Homer-Vanniasinkam S. Penetrating atherosclerotic ulcers of the aorta. *Br J Surg* 2001;88: 1169-1177.
3. Crawford ES, Svensson LG, Coselli JS, Safi HJ, Hess KR. Surgical treatment of aneurysm and/or dissection of the ascending aorta, transverse aortic arch, and descending aorta and transverse aortic arch: factors influencing survival in 717 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;98(5 Pt 1): 659-673.
4. Dake MD, Miller DC, Semba CP, Mitchell RS, Walker PJ, Liddell RP. Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms. *N Engl J Med* 1994;331:1729-1734.
5. Jonker FH, Trimarchi S, Verhagen HJ, Moll FL, Sumpio BE, Muhs BE. Meta-analysis of open versus endovascular repair for ruptured descending thoracic aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2010;51:1026-1032.
6. Makaroun MS, Dillavou ED, Wheatley GH, Cambria RP; Gore TAG Investigators. Five-year results of endovascular

treatment with the Gore TAG device compared with open repair of thoracic aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2008;47:912-918.

- 7. Mitchell RS, Ishimaru S, Ehrlich MP, et al. First International Summit on Thoracic Aortic Endografting: roundtable on thoracic aortic dissection as an indication for endografting. *J Endovasc Ther* 2002;9(Suppl 2):II98-105.
- 8. Stone WM, Ricotta JJ 2nd, Fowl RJ, Garg N, Bower TC, Money SR. Contemporary management of aberrant right subclavian arteries. *Ann Vasc Surg* 2011;25:508-514.
- 9. Lacroix V, Astarci P, Philippe D, et al. Endovascular treatment of an aneurysmal aberrant right subclavian artery. *J Endovasc Ther* 2003;10:190-194.
- 10. Lee JH, Ko YG, Yoon YN, Choi D, Lee DY. Hybrid treatment for thoracic aortic aneurysm combined with aberrant right subclavian artery. *Korean Circ J* 2013;43:66-69.