

원위부에 스텐트가 포함된 인조혈관(Frozen Elephant Trunk)을 이용한 대동맥궁 동맥류 수술

장형우* · 정의석* · 최진호* · 임 청* · 박계현*

Aortic Arch Aneurysm Repair using a Prosthetic Graft with a Pre-mounted Distal Stent (Frozen Elephant Trunk)

Hyoung Woo Chang, M.D.*, Eui Suk Chung, M.D.*, Jin Ho Choi, M.D.*, Cheong Lim, M.D.*, Kay Hyun Park, M.D.*

Difficulty in exposing anastomotic sites is a frequently encountered problem during surgical repair of a distal aortic arch aneurysm via median sternotomy or lateral thoracotomy. Endovascular repair has the limitation that it usually requires surgical rerouting of some of the brachiocephalic branches in order to get sufficient length for proximal fixation of the stent-graft. To take advantage of each approach, we fixed the distal end of the prosthetic graft by means of a pre-mounted metallic stent instead of performing conventional surgical anastomosis during the repair of distal arch aneurysms with using median sternotomy and hypothermic circulatory arrest. We report here on our experience with such 3 patients.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2009;42:375-379)

Key words: 1. Aorta, arch
2. Aorta, surgery
3. Stents

증례

증례 1

환자는 평소 건강하던 71세 남자로 내원 2개월 전부터 발생한 운동시 호흡곤란 및 흉통을 주소로 본원 외래 방문하였고 원위부 대동맥궁에 6 cm 크기의 낭형 동맥류가 발견되어 수술 위해 입원하였다. 수술 전 흉부 혈관 조영 전산화 단층촬영상 관상 동맥 협착이 의심되었고, 관상동맥 조영술에서 근위부 좌전하행동맥 및 그 분지들 여러 군데에 협착 병변이 확인되어 이에 대한 관상동맥 우회술도 함께 시행하기로 하였다(Fig. 1A). 정중흉골절개 후 양측 내흉동맥을 박리하여 Y자형 복합도관을 만든 다음 상

행 대동맥과 양대정맥에 삽관하여 심폐 바이패스를 시작한 다음 체온을 낮추었다. 대동맥궁 치환을 위해서 Spielvogel의 궁부우선 기법을 변형하여 사용하였다[1]. 각각 직경이 12 mm와 8 mm인 Hemashield (Boston Scientific, Wayne, NJ) 인조혈관 두 개를 사용하여 Y자형의 복합도관을 만들어 둔 다음 완전순환정지 상태에서 대동맥궁을 절개하고 무명동맥과 좌측 경동맥 분지점들 사이에서 대동맥궁을 횡절단하였다. 8 mm 직경 인조혈관 끝에 좌측 쇄골하동맥을 단단문합한 다음 동일한 그 인조혈관 측면에 좌측 경동맥을 문합하였고 12 mm 인조 혈관에 무명동맥을 단단문합한 후에 인조혈관에 balloon catheter를 삽입하여 진행성 뇌 관류를 시작하였다(Fig. 2). 좌측 경동맥과 좌측 쇄

*분당서울대학교병원 흉부외과, 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실
Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul National University College of Medicine

†본 증례들은 2008년 5월 23일 제 24차 대한흉부외과학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

논문접수일 : 2009년 2월 3일, 심사통과일 : 2009년 4월 17일

책임저자 : 박계현 (463-707) 경기도 성남시 분당구 구미동 300, 분당서울대학교병원 흉부외과

(Tel) 031-787-7141, (Fax) 031-787-4050, E-mail: drkhpark@yahoo.co.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지식소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

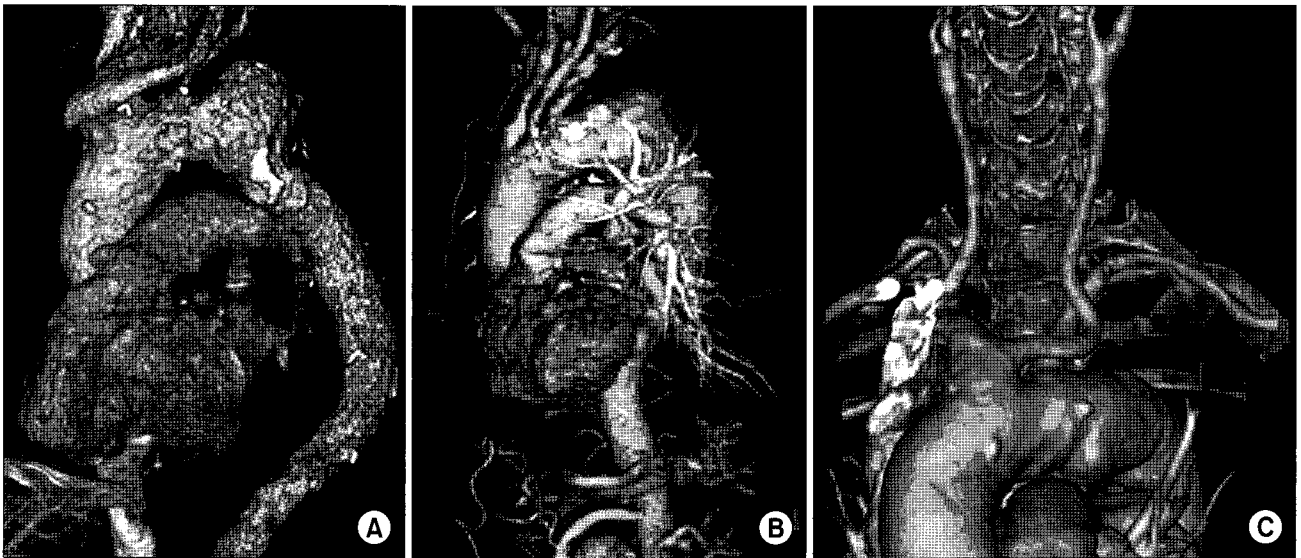


Fig. 1. Preoperative CT angiography; three dimensionally rendered images of case 1 (A), case 2 (B), and case 3 (C).

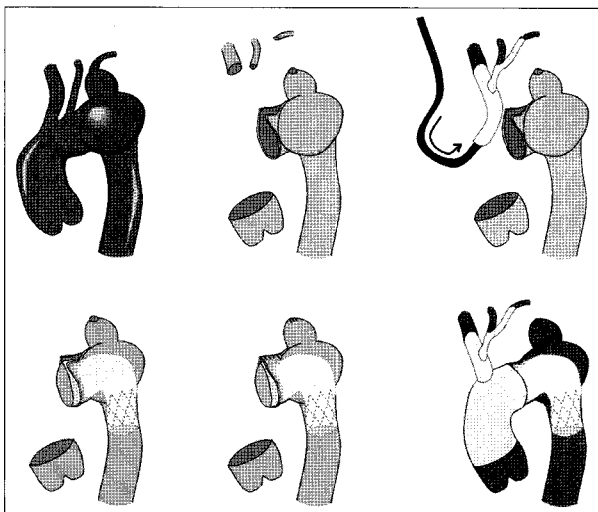


Fig. 2. Schematic illustrations of operative procedures.

골하동맥 개구부를 포함하여 대동맥궁 상방의 절개부를 4-0 polypropylene 봉합사로 폐쇄한 후 대동맥 절개부를 통해서 직경이 32 mm인 개방형 스텐트 그라프트(S&G Biotech Inc., Seongnam, Korea)를 육안으로 직접 관찰하는 상태에서 하행 대동맥 쪽으로 삽입하였다. 개방형 스텐트 그라프트는 원위부 쪽에만 4 cm 길이의 nitinol 스텐트가 삽입되도록 사전 주문된 제품을 사용하였다(Fig. 3). 스텐트가 팽창된 다음 완전히 전개된 인조혈관을 적절한 길이로 맞추어 잘라서 대동맥궁 절단부 네 곳에 4-0 polypropylene 봉합사로 고정하였다. 이 부위에 Intergard 30 mm

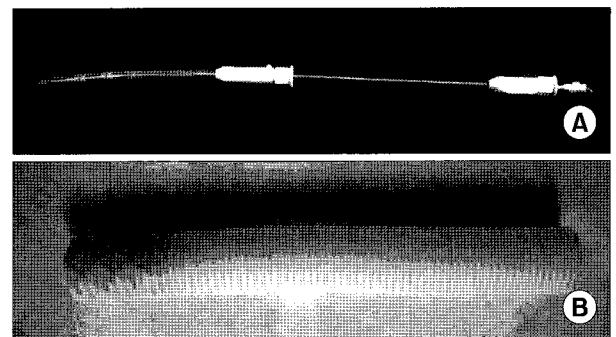


Fig. 3. Open type S&G stent-graft loaded in the delivery catheter (A) and after deployment (B).

bridged graft (Intervascular Inc., Florida, USA)를 4-0 polypropylene 연속봉합으로 문합하되 대동맥궁내에 삽입된 인조혈관과 대동맥 벽 조직이 함께 봉합되도록 하였다. 인조혈관 내의 공기를 제거한 다음 Intergard 인조혈관을 겹자로 차단하고 결가지에 삽입된 관을 통하여 심폐 바이패스를 다시 시작하였다. 궁부 분지들에 문합되어 있던 인조혈관을 Intergard 인조혈관의 측면에 문합한 다음 그 근위부로 차단 겸자를 이동한 다음 체온 상승을 시작하였다. 체온 상승 중에 Intergard 인조혈관과 상행 대동맥간의 근위부 문합 및 관상동맥 우회도관 문합을 시행하였다. 수술 시간은 430분이었고, 심폐 바이패스 시간은 190분, 완전 순환 정지 시간(전행성 뇌 관류 시간 제외)은 46분, 전행성 뇌 관류시간은 32분이었다. 환자는 수술 다음 날

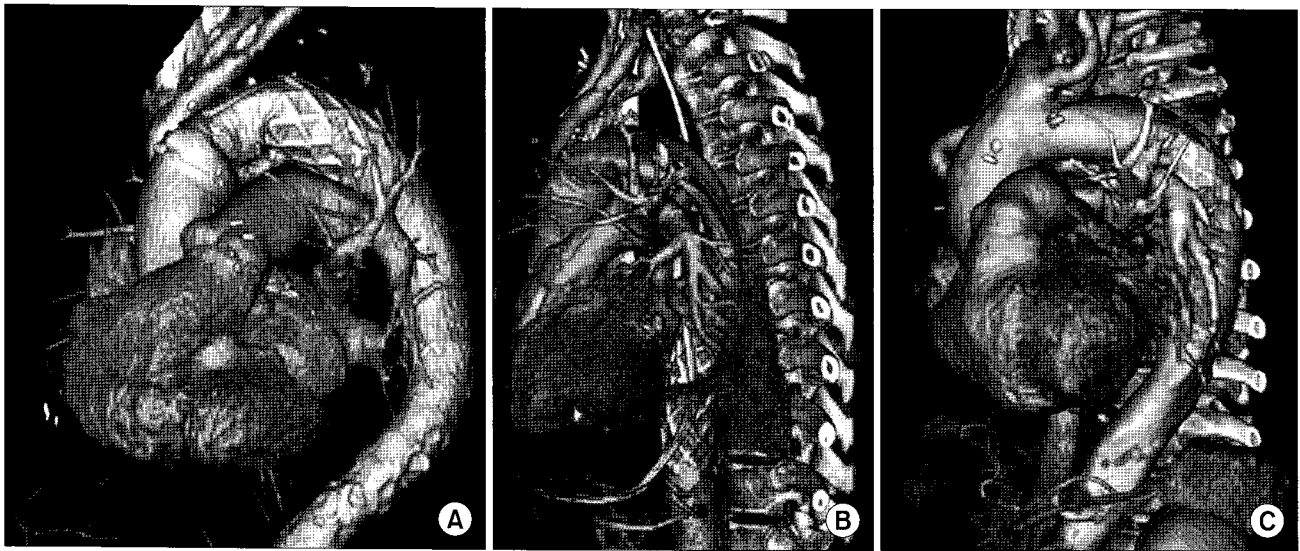


Fig. 4. Three dimensionally rendered images of postoperative CT angiography in case 1 (A), case 2 (B) and case 3 (C).

인공호흡기로부터 이탈이 가능하였고 수술 후 2일째 일반 병동으로 전동된 후 7일째 퇴원하였다. 신경학적 이상을 포함한 특이 합병증은 발생하지 않았다. 수술 후 6일째에 시행한 혈관 조영 단층촬영상 국소적으로 스텐트 그래프트 외부로 조영 증강되는 부위(endoleak, indeterminate type; proximal anastomosis의 needle hole에서 비롯된 Type III 일 수도 있고, distal landing zone이 짧은 데에서 비롯된 Type IB일 수도 있다고 생각되었으나 분명하게 감별할 수는 없었음)가 관찰되었으나 3개월 뒤에 시행한 촬영에서는 유출 부위가 없어진 소견을 보였다(Fig. 4A). 환자는 현재 별 다른 문제 없이 외래 추적 관찰 중이다.

증례 2

협심증으로 원위부 좌회선지 관상동맥에 스텐트를 삽입한 병력이 있는 70세 남자 환자로 중재술 당시 원위부 대동맥궁부터 근위부 하행대동맥까지의 흉부 대동맥류와 복부대동맥의 동맥류가 발견되었고 그 크기가 지속적으로 증가하여 이에 대한 치료를 위해 입원하였다(Fig. 1B). 입원 후 촬영한 관상 동맥 조영 사진에서 좌전하행지와 좌회선지에 각각 70% 이상의 내경 협착이 있어서 관상동맥우회술과 흉부 대동맥 치환을 먼저 한 다음 복부 대동맥 수술을 하기로 치료 계획을 수립하였다. 정중흉골절개 후 증례 1과 동일한 방법으로 수술을 진행하였다. 단 하행대동맥의 근위부도 확장된 상태였고 동맥경화성 궤양이 여러 군데에서 관찰되었기에 인조혈관 끝에 부착되는 스텐트의 길이를 8 cm로 길게 제작한 다음 그 끝이 8번째

흉추 높이에 도달하도록 깊이 삽입하였다. 삽입된 길이는 심장 뒤로 수술자의 손을 넣어 심낭을 통해 대동맥 벽과 스텐트 그래프트 끝을 만져서 확인하였다. 수술시간은 490분이었으며 체외 순환 시간은 206분이었다. 순환 정지 시간(전행성 뇌 관류시간 제외)은 63분이었으며 전행성 뇌 관류 시간은 14분이었다. 수술 중 체온 상승을 위한 심폐 바이패스 과정 중 상지와 하지 동맥압 사이에 평균압 40~50 mmHg의 차이가 있었으며 중환자실 이송 시점에는 그 차이가 30 mmHg 이내로 감소하였다. 환자는 수술 종료 후 6시간 경과한 시점에 완전한 의식을 회복하였으나 양측 하지의 운동 능력과 감각이 없음을 확인하였다. 이에 즉시 요추 뇌척수액 배액을 시작하고 약제를 사용한 혈압 상승 등의 치료를 하였으나 하지의 신경학적 이상은 호전되지 않았다. 이후 2회의 인공호흡기 이탈 실패 후 13일째에 최종 이탈이 가능하였다. 수술 후 2일째에 시행한 혈관조영 전산화 단층촬영상 스텐트 그래프트 외부로 혈액이 새거나 하는 소견은 없었으나 스텐트로 지지되지 않은 그래프트 부위가 대동맥류 내부에서 혈중에 의해 압박받아 내경이 좁아진 소견을 보였다(Fig. 4B). 환자는 이후 3개월이 경과한 다음 복부 대동맥 치환 수술을 시행받은 이후 하지 마비에 대한 재활치료 중이다. 6개월 후 추적 관찰한 혈관조영 전산화 단층촬영에서, 수술 직후에 관찰되었던 그래프트의 외부 압박 소견은 사라졌음을 확인할 수 있었다.

증례 3

파킨슨씨 병으로 신경과 통원 진료 중이던 74세 여자
로, 3개월 전부터 시작된 목소리 변성을 주소로 내원하여
시행한 흉부 전산화 단층 촬영 결과 원위 대동맥궁 동맥
류가 진단되어 입원하였다. 동맥류의 직경은 6 cm였으며
대동맥류에서 좌측 쇄골하동맥이 기시하였고, 좌측 경동
맥 기시부와 대동맥류의 간격이 1 cm 이하로 경피적인 방
법으로는 스텐트 그래프트 삽입이 곤란하다고 판단되는
경우였다(Fig. 1C).

정중흉골절개 후 우측 액와동맥과 양대정맥을 삽관하
여 심폐 바이패스를 시작, 저체온(비인두 체온 20도)을 유
도한 다음 무명동맥과 좌측 경동맥 근위부를 겹자로 차단
하고 우측 액와동맥관을 관류시키는 방법으로 전행적 뇌
관류를 하는 상태에서 다른 부위의 관류는 정지시키고 좌
측 경동맥과 좌측 쇄골하동맥 사이에서 대동맥궁을 횡절
개하였다. 이 절개부를 통해 30 mm 직경 개방형 스텐트
그래프트를 원위부 쪽으로 삽입, 전개하였다. 스텐트 그래
프트 근위부 끝과 대동맥 궁의 벽을 한꺼번에 봉합하는
방법으로 스텐트 그래프트의 근위부 고정과 대동맥 절개
부 봉합을 동시에 시행하였다. 이후 심폐 바이패스를 재
가동하며 체온을 올리는 상태에서 좌측 쇄골하동맥 근위
부를 절단하여 개구부는 봉합, 폐쇄시키고 원위부 쪽과
상행 대동맥 사이에 Hemashield 8 mm 인조혈관을 단단
문합으로 삽입하였다. 수술 시간은 355분, 심폐 바이패스
시간은 161분이 소요되었고 전행성 뇌 관류 시간은 34분
이었다. 수술 후 1일째에 기도삽관을 발관하였으며 2일째
에 일반병실로 전동되었다. 4일째에 혈관조영 전산화 단
층촬영을 시행하여 이상 소견이 없음을 확인한 다음 11일
째에 퇴원하였다(Fig. 4C).

고 찰

대동맥 궁 원위부의 병변에 대한 접근법으로는 정중흉
골 절개술과 측방 개흉술 중에서 선택이 가능하다. 그리
나 정중흉골절개 시에는 원위부 문합부의 시야가 불량하
여 문합에 소요되는 시간 및 이에 따른 순환 정지 기간이
길어지고 출혈이나 문합부 누출, 좌측 회귀후두신경(left
recurrent laryngeal nerve) 손상과 같은 합병증의 발생 위험
이 높을 수 있다는 문제가 있다. 특히 병변이 대동맥 궁을
지나 하행 대동맥까지 확장된 경우에는 흉골절개만으로
는 시야 확보가 불가능하여 전측방 개흉을 추가하는 등

절개부를 크게 연장하여야 한다는 점이 중요한 제한점이
다. 반면, 측방 개흉을 통한 수술은 정중흉골절개술에 비
해 색전에 의한 뇌 경색의 발생 위험이 높고 저체온하 순
환정지를 이용할 때 전행적 혹은 역행성 뇌 관류와 같은
뇌 보호법의 적용에 제한을 받으며 동반된 심질환의 교정
이 불가능하거나 어렵게 된다는 단점이 있다. 최근 대두
되고 있는 대동맥내 스텐트 그래프트는 수술에 비해 침습
도가 낮은 장점이 있으나, 근위부에 2 cm 이상의 고정 부
위(proximal landing zone)를 필요로 하기 때문에 대동맥 궁
병변에 대해서는 사용이 불가능하거나 대동맥 궁 분지들에
우회도관을 연결하는(rerouting) 추가적인 술식이 필요하
다는 문제가 있다[2].

본 증례들에서는, 정중흉골 절개술 및 저체온하 순환정
지를 이용한 수술법과 대동맥 내부로의 스텐트 그래프트
삽입술을 결합하므로써 두 가지 치료 방법의 장점을 취하
는 전략을 적용하였다. 이와 같은 방법은 동결 엘리펀트
트렁크 기법(frozen elephant trunk technique)이라 일컬어지
기도 하며 최근 여러 저자들에게 의하여 좋은 성적이 보고
되고 있다[3,4]. 국내에서는 급성 대동맥 박리증에서 상행
대동맥과 대동맥궁을 치환할 때 하행 대동맥 가성 내강의
폐쇄를 촉진하고자 이와 같은 방법을 적용한 경우가 보고
된 바 있으나[5] 퇴행성 대동맥류에서는 유사한 사례가 보
고된 바 없다. 이 방법은 대동맥궁 치환 시 원위부 문합부
위의 시야 확보가 용이하지 않은 경우에 특히 유용하여
뇌 허혈 시간을 줄일 수 있고 출혈 합병증 발생 가능성을
낮출 수 있는 방법이라고 생각된다. 특히 병변이 하행 대
동맥까지 연장되어 있는 경우 시야 확보를 위하여 측방
개흉을 추가할 필요를 생략할 수 있어서 폐 기능이 저하
되어 있거나 흉강 내에 심한 유착이 있는 환자에서도 장
점이 클 것으로 예상된다. 또한 본 증례에서 사용된 스텐
트 그래프트(Fig. 3)는 원위부에만 스텐트로 지지되어 있
으며, 스텐트로 지지되지 않은 인조혈관 부위를 혈관점자
로 차단할 수 있기 때문에 향후 추가적으로 하행 대동맥
의 수술이 필요하게 될 경우 스텐트를 손상시킬 염려 없
이 엘리펀트 트렁크로서의 역할을 할 수도 있다[5].

척수 허혈에 의한 하지 마비는 동결 엘리펀트 트렁크를
이용한 대동맥궁 치환 후 발생할 수 있는 중요한 합병증
의 하나이다[6-8]. 그 원인으로는 대동맥 내 죽상경화반이
나 혈전의 색전화에 의한 동맥 분지 폐쇄가 제기되기도
하지만 그 보다는 긴 범위의 하행 대동맥에 걸쳐 스텐트
그래프트가 삽입됨으로 인한 주요 늑간 동맥의 폐쇄가 더
중요한 원인일 것으로 생각된다. 본 두 번째 증례 역시 8

번째 흉추 높이까지, 즉 하행 흉부 대동맥의 2/3 길이에 걸쳐 스텐트 그래프트가 삽입된 경우였다. 이에 덧붙여 스텐트로 지지되지 않은 인조혈관 부위가 삽입 직후 완전히 팽창되지 않고 대동맥궁 근처의 만곡부에서 꺾이거나 꼬이는 현상이 발생한 것과 다른 환자에 비하여 상대적으로 전신 순환 정지 시간이 길었던 것도 하지 마비 발생에 기여하였을 것으로 추측된다. 따라서 향후에는 충분한 길이의 스텐트를 부착시키고 풍선 카테타를 이용하여 스텐트와 인조혈관이 완전히 전개되도록 하는 것, 액와동맥과 더불어 대퇴동맥을 동시에 관류시킴으로써 전신 순환 정지 시간을 최소화하는 등의 기술적 개선이 필요하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. Spielvogel D, Lansman SL, Griep RB. *Aortic arch replacement/Selective antegrade perfusion*. Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery 2005;10:23-44.
2. Czerny M, Gottardi R, Zimpfer D, et al. *Transposition of supraaortic branches for extended endovascular arch repair*. Eur J Cardiothorac Surg 2006;29:709-13.
3. Jakob H, Tsagakis K, Tossios P, et al. *Combining classic surgery with descending stent grafting for acute debakey type I dissection*. Ann Thorac Surg 2008;86:95-102.
4. Grolitzer M, Weiss G, Thalmann M, et al. *Combined surgical and endovascular repair of complex aortic pathologies with a new hybrid prosthesis*. Ann Thorac Surg 2007; 84:1971-7.
5. Cho KJ, Bang JH, Woo JS, et al. *A case of total aortic arch replacement with root plasty with right coronary artery bypass and distal open stent-graft insertion in acute type I aortic dissection*. Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2005;38: 434-7.
6. Usui A, Ueda Y, Watanabe T, et al. *Comparative clinical study between endovascular stent grafting on open surgery and conventional graft replacement for distal arch aneurysm*. J Artificial Organ 2001;4:283-7.
7. Usui A, Ueda Y, Watanabe T, et al. *Clinical results of implantation of an endovascular covered stent-graft via mid-sternotomy for distal aortic arch aneurysm*. Cardiovasc Surg 2000;7:545-9.
8. Usui A, Fujimoto K, Ishiguchi T, et al. *Cerebrospinal dysfunction after endovascular stent-grafting via a median sternotomy: the frozen elephant trunk procedure*. Ann Thorac Surg 2002;74:S1821-4.

=국문 초록=

원위부 대동맥궁에 발생한 대동맥류에 대한 수술을 위해서는 정중흉골 절개술 또는 측방개흉을 통한 수술방법이 있으나 문합 부위의 시야 확보가 용이하지 않은 경우가 자주 있다. 수술 대신 중재시술로 스텐트 그래프트를 삽입하는 방법 또한 가능하지만 동맥류보다 근위부에 충분한 고정 거리를 확보하기 위해서 대동맥궁 분지 일부를 절찰하고 우회로를 조성해야 할 필요가 있다는 제한이 있다. 저자들은 이들 방법의 장점을 취하고자 정중흉골절개술 후 완전 순환 정지 상태에서 대동맥궁을 치환하는 수술 중 외과적 문합 대신 스텐트 그래프트를 이용하여 인조혈관 원위부를 고정하는 방법을 취하여 양호한 결과를 얻은 경험을 보고한다.

중심 단어 : 1. 대동맥, 궁부
2. 대동맥, 수술
3. 스텐트