

하행 대동맥류의 수술

원광의대 흉부외과

최 종 뱀

Aortic aneurysm과 acute aortic dissection

Aortic aneurysm은 대동맥 전 벽의 국소적인 확장과 이완으로 발생한 것으로 분류상 침범부위 별로 상행대동맥, 대동맥궁, 하행대동맥 등으로 분류되지만, acute aortic dissection은 대동맥의 내막 또는 내막과 중막의 열상으로 중막 내에 혈종이 발생하여 좌심실의 박출하는 파형에 의해 대동맥 벽을 따라(주로 중막층) 박리 되는 병변이므로 병변의 위치에 의한 DeBakey's classification (type I, II, III)이 이용되기도 하지만 내막의 열상이 시작하는 부위를 토대로 한 Stanford classification(type A, B)이 많이 이용된다. aortic aneurysm은 aortic dissection과 그 정의에 있어 엄밀히 구별 되어지지만, acute dissection이나 chronic aneurysm과는 달리 chronic dissection이 aneurysm의 형태를 취할 때 dissecting aortic aneurysm이라는 용어를 사용할 수 있다. Aortic dissection의 수술은 aneurysm의 수술에 비해 hemostasis가 더 강조되기는 하나, 양측 다 인공혈관을 대치해서 수술하고 수술 중 하행 대동맥의 혈류가 차단되어 발생하는 척수손상 등의 합병증이 동일하므로 수술 방법에서 동일하게 다루어진다.

수술 적응증

하행 대동맥류는 그 외 심혈관 질환을 자주 동

반하고 있어 대동맥류보다 다른 질환에 의해 사망하거나, 수술 위험이 크기 때문에, 대동맥류에 대한 적절한 외과적 치료 시기 결정이 어려울 수 있다. 그러나 일반적으로 그 크기에 관계없이 동맥류 자체나 주위 기관과의 관계에서 증상이 발생하는 경우 수술 적용이 되며, 증상이 없더라도 외경이 연결되는 정상 대동맥 직경의 2배를 넘거나 그 직경이 5.5~6.0cm 이상인 경우 수술의 적용이 된다.

하행대동맥을 주로 침범하는 type B의 acute aortic dissection의 경우, 상행 대동맥이나 대동맥궁의 병변에 비해 수술 이병률이나 사망률이 높고 예후에 있어서도 내과적 치료에 비해 월등한 장점이 적어 수술 적용에 논란이 많다. 과거에는 내과적 치료로 10~20% 사망률을 보이는 반면, 수술적 치료로 21-90%의 사망률을 보여 외과적 치료보다 내과적 치료를 우선시 하였다(1973, Palmer and Wheat). 그러나 최근 들어 수술 수기의 발전과 수술 합병증의 예방방법들이 나와 수술 사망률은 10.3%(응급수술의 경우 25% 사망률, elective repair의 경우 6.4% 사망률)로 감소되어 수술적 용법이 선택적인 치료 방법으로 부상되고 있다.

흉부 대동맥류의 영역별 발생 비율을 보면, 상행 대동맥에 50%, 대동맥궁에 10%, 하행대동맥에 40%로, 하행 대동맥에도 높은 발생 빈도를 보이고 있다. 하행 대동맥류는 좌쇄골하 동맥의 기시

부 바로 하연에서 시작하며 국소형이나 주머니형보다 방추형으로 나타나고 대동맥 벽의 degenerative or atherosclerotic change로부터 발생한다.

수술 방법

Double endotracheal intubation에 의한 전신마취하에 수술부위는 좌측 개흉에 의해 노출된다.

1. 인공혈관을 이용한 대치술

수술은 대동맥류 병변의 상하를 차단하고 인공혈관(woven Dacron graft)을 대치하는 방법이 주로 이용된다. 이때 기존의 대동맥류의 조직을 절제해 내기도 하고, 그 조직을 그대로 남겨 문합된 인공혈관을 싸기도 한다. 양측의 적절한 문합을 위해 내측 또는 외측에 Teflon felt strip으로 보강하면서 봉합하는 것이 출혈을 줄이기 위한 효과적인 방법이다.

2. Sutureless intraluminal grafts의 사용

Aortic aneurysm이나 dissection의 병변이 복잡한 경우 빠른 시간 내에 병변을 해결하기 위해 인공혈관 끝의 단단한 링을 근위부 및 원위부 대동맥 내에 장착시켜 강한 테이프로 대동맥 밖에서 묶는 방법이다. 때로 한쪽만을 sutureless로 묶고 다른 측은 봉합 문합하는 방법을 이용하기도 한다.

3. Stapling technique

기존의 병변을 그대로 놔둔 채 혈전의 이동을 방지하는 조작만 하고 인공혈관을 이용하여 병변 상하에서 우회술을 시행하는 방법으로 병변이 크고 고식적인 수술방법이 어려운 debilitated patients에서 이용된다.

수술사망에 미치는 요소들

수술 사망의 원인으로는 수술전 동맥류의 파열, 저심박출증, 신부전증, 호흡 부전증, 심경색증, 술 후 출혈, 폐동맥 색전증, 패혈증 등을 들 수 있으며, 응급 수술의 여부와 수술 전 울혈성 심부전의

여부도 수술 사망에 큰 영향을 미칠 수 있다.

수술후 합병증

수술후 흔히 발생하는 중대한 합병증으로 paraplegia와 renal insufficiency를 들 수 있으며, 수술시 이런 합병증을 줄이기 위한 노력이 선행되어야 한다. 특히 spinal cord protection을 위한 방법으로 left atrial-femoral (aortic) bypass, femoral-femoral bypass, pulmonary artery-femoral bypass, heparin-bonded Gott shunt 등이 이용되고 있으며, 이들은 산화기 사용 여부와 혈류의 우회수단 (centrifugal pump or roller pump)의 사용 여부에 따라 그의 효과적인 차이는 있을 수 있으나, 대동맥 차단 시 distal aorta에 혈류를 유지하고 원위부 대동맥의 pressure load를 줄이려는 같은 목적을 가지고 있다. 그 외에도 cross-clamp technique with controlled distal exanguination(Cooley, 1992, 1994)이나, femoral-femoral bypass를 이용한 초저체온법과 순환정지법(Kouchoukos, 1995)으로도 척수의 허혈성 손상과 수술 사망률을 줄일 수 있다고 보고하였다.

1. Tridodecylmethylammonium chloride(TDMAC)-heparin bonded Gott shunt

Systemic anticoagulation없이 원위부 대동맥압을 내리고 distal aorta에 혈류를 공급할 수 있는 장점이 있으나, 충분한 distal perfusion을 위해서는 직경 9mm 이상의 카놀라를 사용해야하는 단점이 있고, 수술도중 출혈에 대한 처치의 어려움이 있으며 색전증의 위험이 큰 단점이 있다.

2. Left atrial-femoral (aortic) bypass

Heparin coated circuits(Carmeda, Medtronic)를 이용하므로 systemic heparinization을 적게 할 수 있어 출혈의 위험을 줄일 수 있으며, centrifugal pump를 이용하므로 Gott shunt에 비해 원위부 대동맥의 고혈압 해소와 distal aortic perfusion에 더 효과적일 수 있다.

3. 인공 심폐기를 이용한 pulmonary artery-femoral or femoral-femoral bypass

Distal aortic perfusion을 가장 적절히 시행할 수 있고 술 후 혈액의 보충이나 체온의 상승에 유리하나, systemic heparinization을 시행해야 하고 circuits를 설치해야 하는 복잡성과 시간소요라는 단점이 있다.

4. Single proximal clamp와 distal aorta의 controlled exanguination

30분 이내의 짧은 대동맥 차단을 시행하여 수술할 수 있다면, 병변의 원위부만을 clamp하고 distal aorta는 open상태에서 수술을 시행하므로써 척수손상, 신부전 및 수술사망률을 줄일 수 있다. 복부 대동맥의 압력이 저하하여 척수의 정맥의 압력이 저하되고 뇌척수액압력(CSF pressure)이 저하되므로써 척수로의 동맥혈액의 유입이 원활해진다는 기전으로 설명하고 있다. 그러나 30분내에 문합을 다 마칠 수 있는 것을 전제한 것이므로 선택적으로 사용되어야 하고 인공혈관의 빠른 문합을 위해 특수 봉합사(MH double-armed needle, No. 8853H; Ethicon)의 사용을 권고하였다.

5. Hypothermic circulatory arrest

심폐기를 이용한 femoral-femoral bypass로 초저 체온상태로 만들고 체외순환정지 상태에서 대동맥병변을 수술하는 방법으로 하행대동맥류가 복부나 대동맥궁으로 연장된 복잡성 병변의 수술을 위해 이용된다. 다른 수술 방법에 비해 술 후 신부전이나 척수손상의 발생 빈도가 낮다고 보고되었다.

척수 손상

1. 척수의 혈류공급

척수는 single anterior spinal artery와 two posterolateral spinal arteries에 의해 혈류를 공급받고 있다. 전자가 척수 혈류의 75%를 담당하고 후자가 나머지를 담당한다. anterior spinal artery는 25~30쌍

의 segmental vessels와 연결되어 있으며, 이중 12~14쌍은 대동맥에서 나오고, 나머지는 vertebral arteries, thyrocervical trunk, costocervical trunk, iliac arteries에서 나온다. superior cord(C1부터 T2/T3)는 3~5개의 radicular arteries에 의해, midthoracic cord(T4부터 T7/T8)는 0~1개의 radicular artery에 의해 혈류를 받는다. lower thoracic and lumbar spinal cord는 3~5개의 anterior radicular arteries에 의해 혈류를 공급받는데 이중 가장 중요한 혈관이 arteria radicularis magna(ARM; artery of Adamkiewicz)이다. 이것은 90%에서 T8과 L3사이에 위치하고 80%에서 좌측에 위치한다. 실험상 이 혈관을 결찰시 70%에서 paraplegia가 발생하므로 이 혈관이 기시하는 하행대동맥 부위의 수술시 주의를 요한다.

2. 척수 손상의 일반 개념

하행대동맥류의 수술 후 paraplegia는 0-20%(평균 2-5%)에서 발생되며, 외상성 대동맥 절단의 수술, 응급 수술, 또는 급성 하행 대동맥 박리를 위한 수술시 paraplegia의 빈도는 더욱 증가한다. 이러한 척수 손상의 원인으로는 수술중 척수의 혈류에 관여하는 중요한 intercostal arteries의 차단, distal aorta에 불충분한 혈류공급, 대동맥 차단 시간의 연장, 수술 전후의 저혈압, 대동맥 차단 시 상부 대동맥의 고혈압, 뇌척수액압의 상승 등을 들 수 있다.

하행 대동맥의 혈류 차단에 의한 척수 손상을 최소화하기 위하여 척수의 허혈시간이 30분을 넘어서는 안되며, 만약 60분을 넘는 경우에는 100%에서 척수손상을 초래하게 된다. 하행대동맥의 cross-clamp는 차단 상부의 혈압 상승과 이로 인한 좌심실의 strain이 유발되며, 뇌척수액압의 상승과 대동맥 차단 부위 이하의 저혈압으로 척수로의 혈류는 더욱 감소하게 되어 척수의 허혈성 손상을 더욱 가중시킨다.

3. 대동맥 차단으로 발생하는 상부 대동맥의 고혈압을 처치하기 위한 nitroprusside 사용의 위험

Sodium nitroprusside는 뇌척수액압력을 상승시

키고, 척수혈관의 autoregulation기능을 소실시키며, high-resistance spinal collaterals로부터 peripheral dilated vessels로 혈액의 셉트 효과를 가져와 척수의 허혈성 손상을 가중시킬 수 있다. 따라서 근위부 고혈압의 처치를 위해, 이런 약제의 사용보다는 left atrial-femoral(aortic) bypass 등의 혈액 우회 방법으로 근위부 대동맥의 혈액을 distal aorta로 셉트 하는 방법이나 partial distal exanguination이 이용될 수 있다.

척수손상을 줄이기 위한 우회 혈류량(bypass flow rate)과 distal aorta의 혈압

하행 대동맥의 cross-clamp 이하 부위의 혈압이 55 mm Hg 이상이고 intact SEPs를 보이는 경우 paraplegia는 발생하지 않는다. 이때 distal aorta의 혈압을 유지하기 위해 cross-clamp부위를 우회하는 평균 혈류량은 3 L/min (범위, 1600 -5 L/min) 정도였다.

수술중 대동맥 차단 시 proximal aorta로부터 distal aorta로 혈류를 우회시킬 수 있는 방법으로 left atrial-femoral artery bypass가 femoral vein-femoral artery bypass보다 더 효과적일 수 있다. 근래에는 새로 제작된 femoral cannula로 femoral vein통해 우심방까지 삽입하여 충분한 혈류의 드레인이 가능하여 체외순환기를 이용하여 femoral-femoral bypass로도 distal aorta에 충분한 혈류를 보낼 수 있다.

척수의 허혈성손상을 감시하기 위한 somatosensory evoked potential(SEP)의 monitoring SEP의 감시는 paraplegia를 방지하는 측면에서 distal aortic pressure를 유지하는 것보다 더 효과적인 방법일 수 있으나, 감시자의 상당한 경험과 능력이 요구된다. 수술 중 정상적인 SEPs를 보이는 환자의 경우 술 후 paraplegia가 전혀 없는데 반해, distal aortic perfusion이 잘 되고 intercostal arteries를 잘 부착했는지라도 SEPs의 소실이 있는 경우에는 1/4 이상의 수술 환자에서 paraplegia를 보인다. 따라서 distal aortic perfusion pressure가 55 mm Hg 이하이고 SEPs가 소실된 경우, distal perfusion pressure를 55mmHg 이상으로 올리고 SEP의

amplitude와 latency를 개선해야 하며, distal perfusion pressure를 55mmHg 이상으로 유지되거나 flat SEPs를 보이는 경우에도 paraplegia의 위험이 크고 척수의 혈류에 중요한 intercostal vessels가 장애를 받고 있으므로 곧바로 교정되어야 한다.

Perfusion방법과 Cross-clamp with controlled distal exanguination의 방법의 이용

Single proximal cross clamp와 controlled distal exanguination 방법은 1982년 Crawford, Cooley and Baldwin등이 소개했던 방법으로 heparin사용이 위험하거나, 동맥류의 distal neck의 노출이 어려운 경우 distal aorta를 open한 상태에서 graft를 문합하였다. Cross-clamp technique과 distal aortic perfusion technique의 수술 결과를 비교할 때 비슷한 수술 사망률과 paraplegia의 발생빈도를 보고하고 있으나, 대동맥 차단 시간이 perfusion technique을 이용한 환자에서 길었고 cross-clamp technique을 이용한 환자보다 짧았던 점을 간과해서는 안된다.

Cross-clamp technique만을 이용하는 경우, 대동맥 차단 시간은 39분 이내여야 안전하며 그 시간이 길어질수록 paraplegia의 발생 빈도는 더욱 증가한다. 현재까지 cross-clamp technique에 의한 수술 사망률은 6-20%로 보고되고 있으며, 주요 사망 인자로는 응급 수술, 수술 전 대동맥류의 파열 및 shock 등이었다.

하행 대동맥의 수술시 paraplegia를 줄이기 위해서 distal aortic perfusion과 SEP의 지속적인 측측이 동시에 이루어지는 것이 가장 적절한 방법이며, 수술 중의 소견과 수술자의 판단에 따라 대동맥 차단시간이 짧은 경우 cross-clamp technique with controlled distal exanguination의 방법도 환자의 구제에 기여할 수 있을 것으로 여긴다.

신부전

하행대동맥류 수술후, 신부전은 0~26%(평균 5%)에서 발생한다. 실험상 신 피질의 혈류를 유지하기 위해 distal aortic pressure를 70mmHg를 유지해야 하고, 적어도 20mL/kg/min의 혈류량을 유

지 해야한다고 한다. 15-60분의 대동맥 혈류를 차단한 경우 수술후 신부전은 발생하지 않는다는 보고도 있으나, 특히 고령, 수술전 신 기능 저하 등 수술후 신부전의 위험 요소를 가진 환자에서는 부분 체외순환(partial cardiopulmonary bypass)으로 distal aortic perfusion을 시행하므로써 수술후 신부전을 더욱 줄일 수 있다.

결 론

하행 대동맥류의 선택적 수술(elective repair)은 낮은 수술 위험률을 안고 수술할 수 있으나, 응급 수술을 시행하는 경우 척수손상 등의 합병증이나 수술 사망률은 아주 높아진다. 그러므로 직경 5~6cm가 넘는 하행 대동맥류의 경우 prompt elective operation을 시행하는 것이 좋으며, 선택적 수술(elective operation)에서 distal aortic perfusion을 적절하게 시행하고 somatosensory evoked potentials (SEP)를 감시하는 경우 paraplegia의 위험성을 거의 피할 수 있다. 따라서 elective operation의 경우 대부분의 환자에서 충분한 distal aortic perfusion과 SEP 감시는 술후 paraplegia를 피할 수 있는 최선의 방법이며, 해파린 사용이 위험한 환자나 distal anatomic control이 어려운 경우, 선택적으로 proximal single cross-clamp 및 distal exanguination technique이 유용할 수도 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Moreno-Cabral CE, Miller DC, Mitchell RS, et al. Degenerative and atherosclerotic aneurysms of the thoracic aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;88: 1020-32
2. McNamara JJ, Pressler VM. Natural history of atherosclerotic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg* 1978;26:468-73
3. Hume DM, Porter RR. Acute dissecting aneurysm. *Surgery* 1963;53:122-54
4. Warren WD, Beckwith J, Muller WH Jr. Problems in the surgical management of acute dissec
5. Galloway AC, Schwartz DS, Culliford AT, et al. Selective approach to descending thoracic aortic aneurysm repair: A ten-year experience. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1152-7
6. Bickerstaff LK, Pairolo FC, Hollier LH, et al. Thoracic aortic aneurysm: A population-based study. *Surgery* 1982;92: 1103-8
7. Mamerlijnck RP, Rutsaert PR, DeGeest R, et al. Surgical correction of descending thoracic aortic aneurysms under simple aortic cross-clamping. *J Vasc Surg* 1989;9: 568-73
8. Spagna PM, Lemole GM, Strong MD, Karnilowicz NP. Rigid intraluminal prostheses for replacement of thoracic or abdominal aorta. *Ann Thorac Surg* 1985; 39: 47-52
9. Ergin MA, O'Connor JV, Blanche C, Griep RB. Use of stapling instruments in surgery for aneurysms of the aorta. *Ann Thorac Surg* 1983;36:161-6
10. Livesay JJ, Cooley DA, Ventemiglia RA, et al. Surgical experience in descending aortic aneurysmectomy with or without adjuncts to avoid ischemia. *Ann Thorac Surg* 1985;39: 37-46
11. Cooley DA, Baldwin RT. Technique of open distal anastomosis for repair of descending thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg* 1992;54:932-6
12. von Sgesser LK, Killer I, Jenni R, et al. Improved distal circulatory support for repair of descending thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg* 1993;56: 1373-80
13. Cartier R, Orszulak TA, Pairolo PC, Schaff HV. Circulatory support during cross-clamping of the descending thoracic aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;99:1038-47
14. Najafi H. 1993 Update. Descending aortic aneurysmectomy without adjuncts to avoid ischemia. *Ann Thorac Surg* 1993;55:1042-5
15. Culliford AT, Ayvaliotis B, Shemin R, et al. Aneurysms of the descending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983;85:98-104
16. Scheinin SA, Cooley DA. Graft replacement of the descending thoracic aorta: results of "open" distal anastomosis. *Ann Thorac Surg* 1994;58: 19-23
17. Kouchoukos NT, Daily BB, Rokkas CK, Murphy SF, Bauer S, Abboud N. Hypothermic bypass and circulatory arrest for operations on the descending thoracic and thoracoabdominal aorta. *Ann Thorac Surg* 1995;60: 67-77
18. Mauney MC, Blackburne LH, Langenburg SE, Buchanan SA, Kron IL, Tribble CG. Prevention of spinal cord injury after repair of the thoracic or thoracoabdominal aorta. *Ann Thorac Surg* 1995;59:245-52
19. Turney SZ, Atar S, Ayella R, et al. Traumatic rupture of aorta: a five year experience. *J Thorac Cardiovasc*

- Surg 1976;72:727-34
20. Katz NM, Blackstone EH, Kirklin JW, et al. *Incremental risk factors for spinal cord injury following operations for acutely traumatic aortic transection.* J Thorac Cardiovasc Surg 1981;81: 669-74
 21. Crawford ES, Crawford JL, Safi HJ, et al. *Thoracoabdominal aortic aneurysms: preoperative and intraoperative factors determining immediate and long-term results of operations in 605 paing aneurysm of the aorta.* Ann Thorac Surg 1956;144:530-48
 22. Pennington DG, Libethson RR, Jacobs MJ, et al. *Critical review of experience with surgical repair of coarctation of aorta.* J Thorac Cardiovasc Surg 1979;77: 217-29
 23. Borst HG, Jurmann M, Buhner B, Laas J. *Risk of replacement of descending aorta with a standardized left heart bypass technigue.* J Thorac Cardiovasc Surg 1994; 107:126-33