

# 체폐단락술에 사용되었던 PTFE 인조혈관 내면의 변화

박영환\* · 장병철\* · 신동환\*\* · 조범구\*

=Abstract=

## Changes in the Luminal Surface of the PTFE Graft used in Systemic-Pulmonary Shunt Operation

Young Hwan Park, M.D.\*, Byung-Chul Chang M.D., Dong Hwan Shin, M.D.,\*\*, Bum Koo Cho, M.D.,

Histologic, and scanning electron microscopic observations were made of 12 biopsy specimens from polytetrafluoroethylene (PTFE) grafts that had been implanted as systemic-pulmonary shunt for improving oxygenation of cyanotic congenital heart disease and harvested near the end of pulmonary artery side at the time of redo shunt or total correction between 1985 and 1992. The types of shunt operation are modified Blalock-Taussig shunt in 10 cases, Waterston-Cooley shunt in 1 and Potts shunt in 1 case. The 5 mm PTFE graft was used in 10, 4mm in 1 and 6mm in 1 case. The mean duration of implantation was  $0 \pm 14.1$  months (from 12 months to 55 months). The platelets were aggregated between gaps of Goretex surface and intimal thickening was noted about 10 to 20 months after implantation. Endothelial cells were found in the 40-months patent PTFE graft by light and scanning electron microscopy. In the specimen of poor flow or zero flow graft, severe intimal hyperplasia and thrombi which was made of platelets were noted.

Based on this experience, we think that the patency will be maintained well if the connective tissue could be fixed firmly over the inner layer of the Goretex and the endothelial cell layer should form over the connective tissue and platelet aggregation should be prevented.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1996;29:836-43)

**Key words:** 1. shunt  
2. Polytetrafluoroethylene  
3. Anastomosis, surgical

## 서론

Expanded PTFE (polytetrafluoroethylene, Goretex)는 1973년 Matsumoto에 의해 동맥의 대체물로 처음 소개된 이래 작은 혈관의 대체물로 널리 이용되고 있다<sup>1)</sup>. 이 물

질은 화학적으로 안정되어 있고 전기적으로 음성을 띠기 때문에 항혈전성을 지닌 것으로 알려져 있다. PTFE 인조혈관 내면으로 혈관 내막이 새로이 형성되어 들어가면 거의 정상적인 동맥의 피복 내막과 별 차이 없이 기능한다<sup>2-4)</sup>. 청색성 선천성 심장 기형의 고식적 수술로 PTFE

\* 연세대학교 의과대학 심장혈관센터, 흉부외과

\* Yonsei University College of Medicine, Yonsei Cardiovascular Center, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery\*,

Yonsei University College of Medicine, Department of Pathology\*\*

논문접수일: 95년 8월 28일 심사통과일: 96년 3월 6일

책임저자: 박영환, (120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134, Tel. (042) 361-7283, 7351 Fax. (02) 393-2041

인조혈관을 이용한 변형된 B-T 단락술 (Modified Blalock-Taussig shunt)이 보편화 되고 있으나 대동맥과 폐동맥 사이에 설치한 PTFE 인조 혈관은 말초 동맥에 사용된 경우와 비교해서 다른 동맥계사이의 연결이므로 그 변화 양상이 다를 것으로 생각된다.

본 연구는 연세대학교 의과대학 흉부외과학 교실에서 1985년 부터 1992년 까지 청색성 선천성 심장 기형의 환자에서 1차로 체폐 동맥 단락술을 시행한 후 2차로 완전 교정술 또는 재단락술을 시행할 때 사용되었던 PTFE 인조혈관을 절제하여 그 내면의 형태학적 소견을 광학 현미경 및 주사 현미경적으로 연구 관찰하여 단락술의 폐쇄의 주된 원인을 찾고자 하였다.

### 대상 및 방법

남자 7예 및 여자 5예에서 적출된 모두 12개의 인조혈관을 연구 대상으로 하였다. 1차 수술시 환자들의 나이는 평균 30.0개월이었고 체중은 평균 10.0kg였다. PTFE 인조혈관을 1차로 시술한 후 2차 교정술시 절제할 때까지의 기간은 최단 12개월로 부터 최장 55개월로 평균 31.0개월이었다(Table 1). PTFE 인조 혈관의 적출시 체폐 동맥 단락술이 아직 통하여 기능을 하는 것이 8개, 완전 폐쇄된 것이 4개 있었다.

PTFE 인조 혈관은 모두 PTFE(상품명 Goretex)를 사용하였으며 5mm가 10개, 4mm 1개, 6mm 1개 사용되었다. 1차 체폐 동맥 단락술은 변형된 B-T 단락술이 10명, Waterston-Cooley 단락술 1명, Potts 단락술 1명 있었다. 혈관을 절제할 때 수술은 재단락술이 2례, 폰탄씨 수술 4례, 완전 교정술이 6례 였다(Table 2).

환자들이 재수술을 받을 때 재단락술이면 기존의 PTFE 인조 혈관을 떼어내고 다시 체폐 동맥 단락술을 시행하였다. 이때 봉합은 프로린 (prolene) 5-0나 6-0로 연속봉합하였다. 폰탄씨 수술 혹은 완전 교정술인 경우에는 정중 흉골 절제술후 인공 심폐 순환 전에 각각 시행했던 좌우 폐동맥을 따라 박리한 다음 PTFE 인조 혈관을 찾아 큰 Liga clip으로 두번 clipping 하고 폐동맥쪽 문합 부위의 직상부에서 PTFE 인조 혈관을 약 5mm에서 1cm를 절제하여 0.15 Mole의 인산용액에 완충된 2.5% glutaraldehyde용액에 담가 두었다. 절제할 당시 clipping이 되면서 내면의 조직이 깨져서 실제 내경은 측정할 수 없었다. 광학 현미경으로 관찰하기 위해서 보윈씨 용액 (Bouin's solution)으로 고정하고 파라핀 포매 (paraffin blocking)후에 통상적인 방법으로 세절한후 hematoxylin-eosin(H-E)염색을 하였고, 평

Table 1. Materials

Cases	12
(male : female 7 : 5)	
Age	30.0±19.8 months
Body Weight	10.0±2.08 kg
Implanted duration	31.0±14.1 months (12 to 55 months)

Table 2. Use of PTFE

Size of Goretex (mm)	
4	1
5	10
6	1
Shunt operation	
Modified B-T shunt	10
Waterstone-Cooley shunt	1
Potts shunt	1
Operation at harvesting	
Redo shunt operation	2
Fontan or cavopulmonary shunt	4
Total correction	6

PTFE : Polytetrafluoroethylene

B-T shunt : Blalock-Taussig shunt

활 근육 세포와 피브린을 보기 위해 elastic van Gieson 염색을 하였고, 혈관 내피 세포층을 관찰하기 위해 factor VIII 항원에 대한 면역 조직 화학 염색을 하였다. 면역 조직 화학 염색은 peroxidase-antiperoxidase (PAP)법으로 factor VII-related antigen에 대해 염색을 하였다<sup>5,6)</sup>. 전자 현미경으로 관찰하기 위해 2% glutaraldehyde-2% paraformaldehyde (in Cacodylate buffer, pH 7.2)으로 전 고정 한 후 동일 완충액으로 30분씩 2회 세척하였다. 세척된 조직을 1.33% osmium tetroxide (in Cacodylate buffer, pH 7.2)로 1시간 동안 고정한 후 동일 완충액으로 30분간 세척한 후 5% 알콜로 부터 절대 알콜까지 농도 상승순으로 탈수 하였다. 완전 탈수된 조직을 isoamylacetate로 치환하여 액체 이산화 탄소를 이용한 임계점까지 건조 (HCP-2, Hitachi)를 하고, 검사대위에 관찰할 조직을 올려 놓은 후 gold로 ion sputter coating (IB-3, Ecko)을 하였다. 조직의 관찰을 20 KV에서 Hitachi S-450 주사 전자 현미경 (scanning electron microscope (SEM))을 이용하여 관찰 하였다.

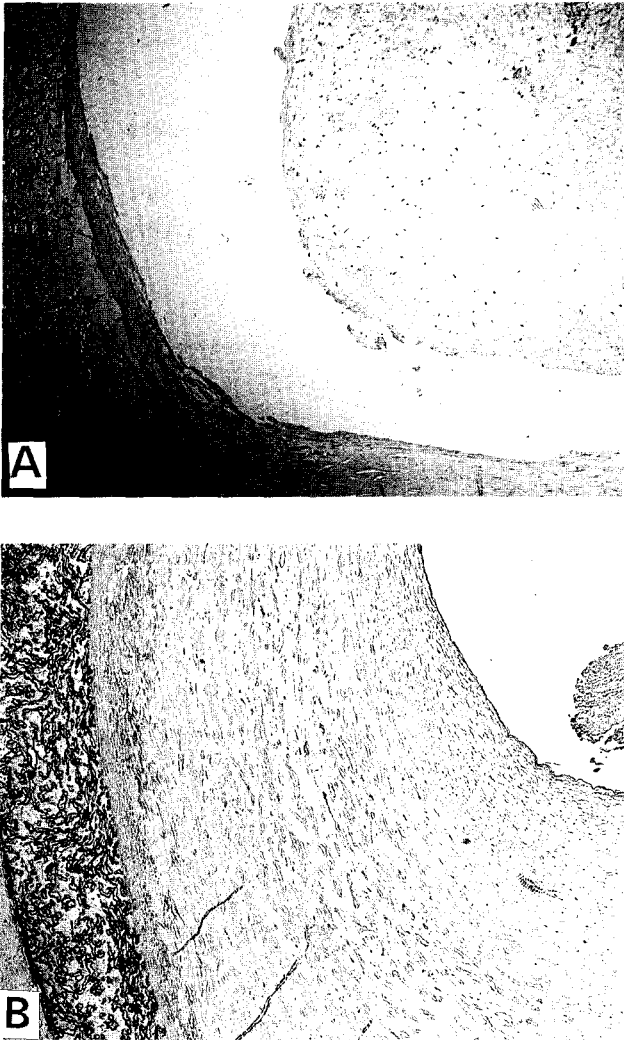


Fig. 1. Histologic section of closed graft at 25 months. **A** : Large thrombi is noted in the lumen **B** : severe intimal thickening is noted in another side of the lumen (H-E  $\times 40$ ).

## 결 과

Fig. 1은 modified B-T 체폐 동맥 단락술(Goretex 5mm) 후 25개월 경과 된 환자로 막힌 시기가 분명치 않은 환자로 대단히 큰 혈전이 PTFE 인조 혈관의 내강을 막고 있는 모양이고 다른 부위는 내강내로 아주 비후된 내막비후조건이 보인다(hematoxylin-eosin  $\times 40$ ). Fig. 2는 Potts 체폐 동맥 단락술을 하고 39개월 된 막힌 PTFE 인조 혈관으로 역시 막힌 시기가 불분명하며 형성된 혈전이 기질화하고 있다. 전자현미경소견으로는 불규칙한 혈관내피표면에 적혈구와 혈소판이 응집되어 있는 것이 보인다(Scanning Electron Microscopy, SEM  $\times 800$ ). Fig. 3은 좌측 B-T 체

폐 동맥 단락술(Goretex 5mm)하고 22개월 된 기능이 좋았던 환자로 원래의 PTFE 인조혈관이 갈라진 틈새에 혈소판 응집이 보이고(화살표 머리) 그 위에 내막 비후가 여러 층으로 촘촘히 형성된 모양이다(화살표)(SEM  $\times 1500$ ). Fig. 4는 좌측 B-T 체폐 동맥 단락술(Goretex 5mm)하고 34개월 된 기능이 좋았던 환자로 내막 비후가 적당히 자라나 있으며 그위에 얇은 세포층이 관찰되고 있다(H-E,  $\times 20$ )(Fig. 4-A). 이 세포들이 혈관 내피 세포인지 확인하기 위해 Factor VIII을 이용한 면역 조직 화학 염색을 시행하였으며 자주색으로 염색된 층이 혈관 내피 세포이다(Factor VIII stain  $\times 100$ )(Fig. 4-B). 같은 환자의 전자 현미경 사진으로 서로 연결한 내막 피복이 관찰되나 하나의 검체를 나누어서 광학 현미경용과 전자 현미경용으로 사용했기 때문에 혈관 내피 세포층이 덮힌 곳을 발견할 수 없었다(SEM X800)(Fig. 4-C). Fig. 5는 좌측 B-T 체폐 동맥 단락술(Goretex 5mm)를 한 환자로 혈관 조영상 혈행이 좋은 것이 보이고 (Fig. 5A) 전자현미경 소견상 혈관 내피 세포층이 보인다. 그러나 군데 군데 덮히지 않은 곳이 보이고 그곳에는 혈소판이 곳곳에 응집된 모양이 관찰된다(SEM X1500)(Fig. 5B). Fig. 6A에서는 역시 42개월동안 기능이 좋은 B-T 체폐 동맥 단락술로 PTFE 인조 혈관쪽으로 갈수록 콜라겐 섬유가 줄고 히알린 결체 조직화되어 하얗게 염색이 안되는 것이 관찰되고 elastic van Gieson염색상 콜라겐 섬유들 사이로 평활근세포가 보인다. Fig. 6B는 좌측 B-T 체폐 동맥 단락술(Goretex 5mm)를 하고 55개월 후에도 기능이 좋은 환자로 내면 내에 혈관 내피 세포층은 관찰되지 않아도 고른 두께의 내막 비후가 보이고 elastic van Gieson염색을 하였다니 PTFE 인조 혈관 바깥에는 콜라겐 섬유가 대부분으로 PTFE 인조 혈관을 파고 들어오지는 못한 소견이 관찰되었다.

## 고 찰

PTFE는 두께는  $915\mu\text{m}$ 이고 상대적으로 작은 구멍이 있는 표면(평균  $30\mu\text{m}$ ) 때문에 혈액이 빠져나오지 못해 사용 전에 응고를 시킬 필요가 없고 PTFE 인조 혈관 외부에서부터 조직이 자라 들어 오지도 못한다. 전기적으로 음성이어서 혈전이 잘 안생긴다고 하며 일단 시술이 된 후에는 그 모양이 잘 안 변하고 안정되어 있다. Mathisen등<sup>7)</sup>은 개의 대동맥에 8mm의 8가지의 인조 혈관을 삽입하고 56일 후 관찰하였는데 PTFE 인조혈관은 혈전이 없는 표면 수치가 75% 정도로 혈전이 약 25% 덮혀있고 세포가 덮혀 있는 정도도 34.2%로 다른 인조 혈관들중 가장 낮은 수치를

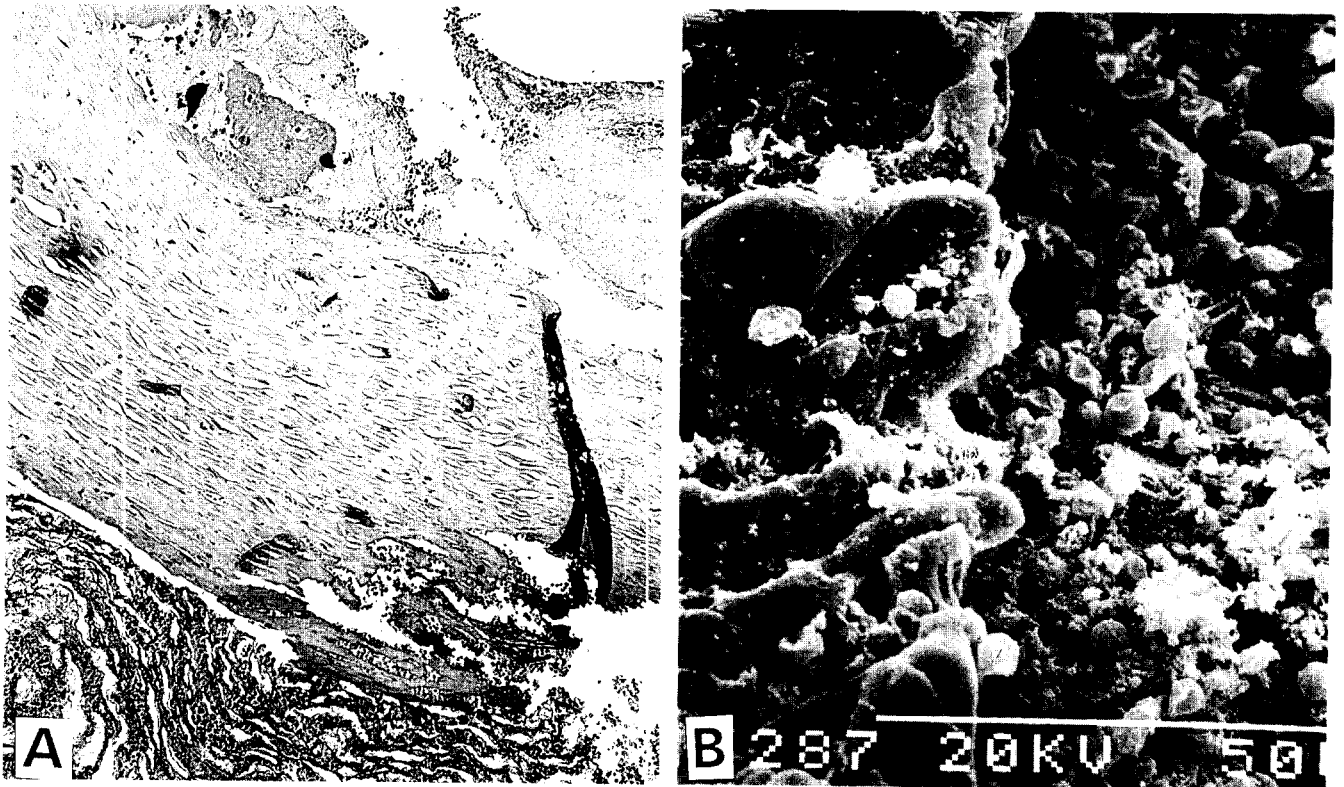


Fig. 2. Histologic and scanning electron microscopic observation of closed graft harvested at 39 months. A:Thrombi was organized. (H-E  $\times 40$ ) B:RBC and platelets were aggregated over irregular intimal surface (SEM  $\times 800$ ).



Fig. 3. Scanning electron microscopic observation of patent graft at 25 months. Platelets were aggregated between the fibrils of PTFE (arrow head) and the intimal thickening formed 3 layers (arrow) (SEM  $\times 1500$ ) PTEE:Polytetrafluoroethylene SEM:Scanning Electron Microscope



Fig. 4 Observation of patent graft 34 months. A : The thin cellular layer was noted over intimal thickening(H-E  $\times 40$ ) B : Endothelial cell was confirmed by factor VIII immunohistochemistry stain C : Intimal thickening was noted (SEM  $\times 800$ ).

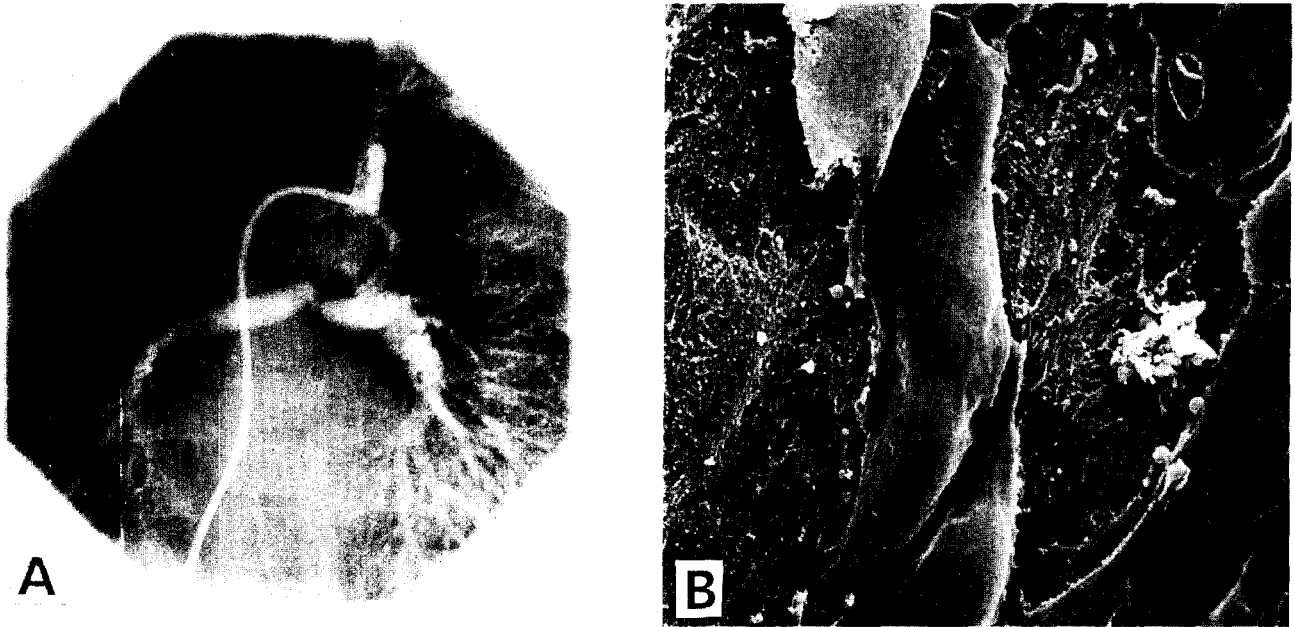


Fig. 5. The flow of the previous shunt is good at 12 months(A), B: Endothelial cells covered intimal thickening with defect and platelet aggregation was noted(SEM  $\times 1500$ ).

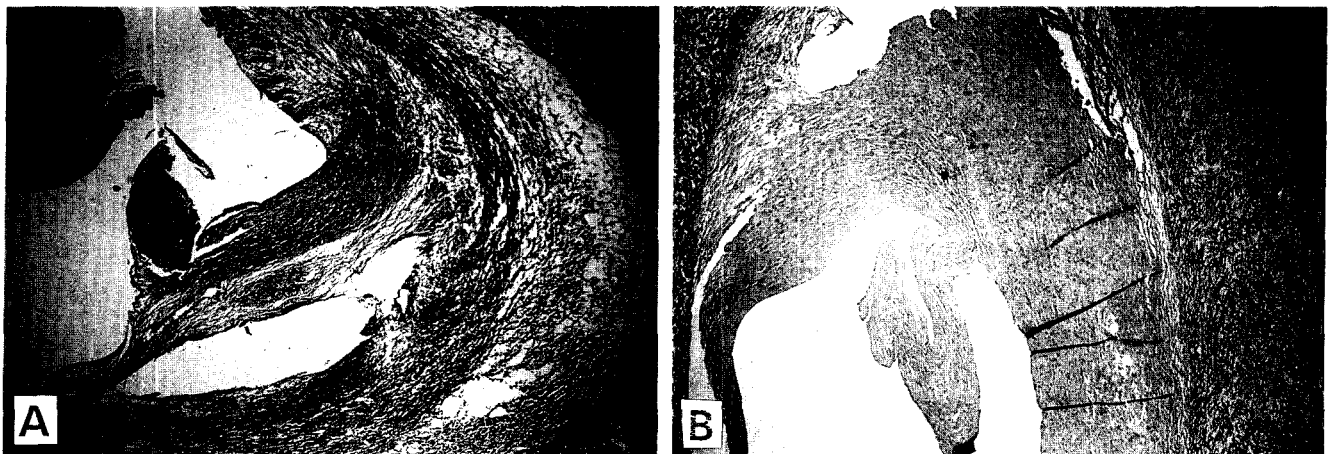


Fig. 6. Elastic van Gieson stain differentiated between the smooth muscle fibers and the collagen fibers in the patent graft at 42 months(A) and at 55 months(B).

보여 PTFE를 통해 밖에서 세포가 자라들어오거나 모세혈관이 들어오지 못한다고 보고하였다. 또한 신내막 비후(neointimal thickening)는 근위부에서 가장 현저하고, 원위부, 중간부 순으로 감소한다고 하였다. 이것은 PTFE 인조 혈관의 개통유상 중요한데 PTFE 인조 혈관이 문합 부위가 먼저 좁아지고 혈류가 떨어지면서 혈소판 응집과 혈전이 생기면서 막힌다.

일단 PTFE 인조 혈관이 이식되면 처음에 내피 표면에

여러가지 두께의 fibrin층이 생긴다. 그리고 3가지 경로로 세포들이 이동하는데 1) 문합 부위에서 내피 세포판누스(pannus)가 자라들어 가는데 그 거리는 다른 종과 달리 국한되어 있다. 2) 섬유모세포가 PTFE 인조 혈관바깥에서부터 자라들어가 피복하여 치유과정이 완성된다. 3) 다기능성의 혈중 원형 세포가 분화한다<sup>9)</sup>. 그러나 구멍이 없는 PTFE 인조 혈관같은 것은 이러한 세포의 증식이 어렵고 내강의 피브린이 결체 조직으로 조직화되지 못하고 분절

이 되어 떨어져나가고 내피 세포 판누스(pannus)도 붙어 있질 못한다. 그래서 원위부로 색전화되거나 내피 세포 증식이 일어나 이식편 폐색이 초래된다. 그러나 다공 이식편인 경우에는 내강피브린이 완속한 교원섬유로 바뀌면서 내강표면을 혈전이 안 생기는 표면으로 만들게 된다. 그러면 혈성 감염이나 저혈류시 잘 폐색되지 않는다<sup>9)</sup>. 이상적인 동맥 이식편이라고 하는 것은 이식시 출혈이 없을 만큼 내공이 작아야 하는 대신 세포가 잘 붙을 수 있을 만큼은 충분히 구멍이 있어야 하는데 PTFE 인조혈관은 이식시 출혈은 없으나 세포가 붙기에는 너무 매끄럽다<sup>3)</sup>.

Echave등<sup>10)</sup>은 내강이 작아지는(tapered) PTFE 인조혈관을 관찰하였는데 원위부 문합 부위가 내피 증식에 의해 폐색이 오며 이것을 수술로 다시 제거해주고 나면 개통성이 좋아진다고 하였다.

Camilleri등<sup>4)</sup>은 혈류가 유지되는 PTFE 인조혈관을 문합 부위보다 좀 떨어진 곳에서 생검하여 관찰하였는데 1개월 내에는 내면의 표면이 적혈구와 피브린 응고체로 형성되고 6개월후에는 단단한 교원 조직이 약간의 모세 혈관과 함께 관찰되고 다형 백혈구와 대식세포들은 18개월 전에 발견되었다고 한다. 그리고 신생 혈관 내막층에는 혈관 내피 세포의 성상을 보이는 세포는 보이지 않고 18개월에는 히알린 피브린의 얇은 균질화된 층이 관찰된다고 하였다. 18개월후에는 자신의 결체 조직의 자라들어오는 양상이 거의 없어지고 혈관 신생은 없으며 신 내막 증식도 제한적으로 관찰된다고 하였다.

PTFE 인조혈관이 막히는 원인으로는 수술 수기, 인조혈관 표면의 혈전 형성, 저혈류이거나 원위부 동맥의 가지치기(run off)가 나쁜 경우, 내피 증식등이 있는데 내피 증식이 중요한 원인인 것으로 알려져 있지만 내피 증식의 원인은 아직 논란이 많다<sup>11)</sup>. 첫째, 수술에 의한 손상이 문합 부위에 혈전 형성을 일으키는데 이것이 시간이 지나면서 섬유 조직으로 바뀌어 내막 증식이 된다고 하고 둘째, 혈류 역학적인 변화가 원인이 된다고 한다. Imparato등은 수술후 첫 2일 안에 혈관 내피 세포가 떨어져 나가고 내 탄력층도 조각이 나서 평활근 세포가 재정렬되고 내 탄력층을 통과하여 이동한 후 혈관 내피 세포와 비슷한 모양으로 바뀌면서 내피 세포 하위에서 섬유모 세포가 된다고 하였다. 이것은 3개월이면 자꾸 자라나서 내피 증식이 된다고 하며 인간에서 죽상 동맥 경화증시 보이는 내막 내 섬유성 판과 기전이 비슷하다고 하였다<sup>12,13)</sup>. 본 연구에서도 elastic van Gieson 염색으로 내피 증식이 평활근 섬유와 교원 섬유로 이루어져 있는 것을 관찰할 수 있었다. 이때 혈류가 일정하게 와류가 적으면 내피 증식을 적게 일으켜 궁극적

으로 PTFE 인조 혈관 개통성을 좋게 할 수 있을 것으로 생각되는데 본 연구에서도 개통성이 좋은 PTFE 인조 혈관에서 균일한 내피비후가 관찰되었다. 셋째, 물리적 요인으로써 원래의 동맥과 PTFE 인조 혈관의 성질이 달라 주기성 긴장을 받게 되면 이것이 자극이 되어 내피 증식이 잘 나타난다고 한다<sup>14)</sup>. 넷째, 대사성과 면역성 요인으로써 실험 결과 azathioprine과 estrogen estradiol이 내피 증식을 억제한다고 한다<sup>15)</sup>. 이상과 같이 혈관 손상이 중요한 원인이 되는데 이를 줄이기 위해서는 수술시 아주 세심한 주의로 PTFE 인조 혈관과 동맥을 다루어야 하고 봉합사의 선택과 문합시에도 주의를 요한다고 하겠다. 수술후 인조혈관 주위로 조직이 감싸고 있어서 자세히 문합부위의 모양을 관찰할 수 없었다.

본 연구에서는 막힌 PTFE 인조 혈관을 적출했을때 중간부위는 조직이나 혈전이 아닌 젤리형의 붉고 노란색의 물질로 막혀 있었는데 이것이 무엇인지 검사하지는 않았으나 막히는 주된 원인이 된 것 같지 않으며 오히려 문합 부위로 갈수록 내피 증식이 심해져 이곳이 폐색의 주된 원인으로 생각된다. 그러나 개통성이 잘 유지된 PTFE 인조혈관에서 원위부 문합 부위에 교원 섬유층 위에 혈관 내피 세포층이 보였다. 이 세포가 원위부 문합부위에 제한적으로 관찰되는 것으로 보아 원래 혈관에서 자라 들어간 것으로 보인다. 개통성이 나쁜 환자에서는 관찰할 수 없었다. 최근에는 PTFE 인조혈관의 내면에 혈관 내피 세포를 뿌리거나 친수성을 높이고 원섬유 길이를 늘려 개통성을 높이는 연구가 활발하다<sup>16,17)</sup>.

청색증을 동반하는 선천성 심장 기형에서 청색증이 심하거나 완전 교정술을 시행하기에는 폐동맥이나 좌심실이 작은 경우 변형된 B-T 단락술이 보편화 되어 있다. 장기간 개통성은 다른 사지동맥 부위에 설치한 경우와 비슷한데 1년내에는 90%이상이지만 2년이후는 40-50%로 좋지 않다<sup>18)</sup>. Oblath등은 aspirin과 dipyridamole을 사용하여 개통율을 향상시킬수 있다고 하였다<sup>19)</sup>. 본 연구 대상 환자들은 수술후 aspirin을 소량 사용하였다. PTFE 인조 혈관 크기가 작을 수록 내막비후에 의한 폐색이 잘 일어나므로 되도록 큰 것을 사용하는 것이 유리하나 폐동맥 고혈압이 발생할 위험이 있으며 단락술후 환자의 성장에 따라 모양이 달라 질수 있으므로 짧은 시간내에 완전 교정술을 고려해야 한다.

## 결 론

체폐 동맥 단락술에 사용되었던 PTFE 인조혈관이 혈류

가 잘 통하는 경우 폐동맥쪽 문합부 바로 위에서 혈관 내피 세포층이 발견되고 혈류가 막히거나 상당히 적은 경우 내막이 매우 불규칙적으로 혈관내에 자라나 있는 것이 관찰되므로 비후가 균일하고 단단하게 형성되어 있는 곳을 토양으로 혈관 내피 세포가 내증식 할수 있을 것으로 생각되며 이것은 과도한 내피비후를 일으킬수 있는 와류가 생기지 않도록 봉합해야 개통성을 장기간 좋게 유지할 수 있을 것으로 생각한다. 그러나 대부분의 PTFE 인조 혈관에서 혈관 내피 세포가 생기지 않는 경우는 내피가 점점 두꺼워져 막히므로 장기간 사용목적으로 설치하는 것은 부적절하다.

### 참고 문헌

1. Matsumoto H, Hasegawa T, Fuse K, et al. *A new vascular prosthesis for a small-caliber artery*. Surgery 1973;74:519-523.
2. Campbell CD, Goldfarb D, Rodney R. *A small arterial substitute: Expanded microporous polytetrafluoroethylene: Patency vs porosity*. Ann Surg 1975;182:138-143
3. Florian A, Cohn LH, Dammin GJ, et al. *Small-vessel replacement with Gore-Tex(expanded polytetrafluoroethylene)*. Adv Surg 1976;111:267-270
4. Camilleri JP, Phat VN, Bruneval P, et al. *Surface healing and histologic maturation of patent polytetrafluoroethylene grafts implanted in patients for up to 60 months*. Arch Pathol Lab Med 1985;109:833-7
5. Gown Am, Vogel AM. *Monoclonal antibodies to human intermediate filament proteins. II. Distribution of filament proteins in normal human tissues*. Am J Pathol 1984;114:309-321
6. Wagner DD, Olmsted JB, Marder UJ. *Immunolocalization of von Willebrand protein in Weibel-Palade bodies of human endothelial cells*. J Cell Biol 1982;95:355-360
7. Mathisen SR, Wu HD, Sauvage LR, Usui Y, Walker MW. *An experimental study of eight current arterial prosthesis*. J Vasc Surg 1986;4:33-41
8. Mackenzie JR, Hackett M, Topuzlu C, Tibbs DJ. *Origin of arterial prosthesis lining from circulating blood cells*. Arch Surg 1968;97:879-885
9. Kempczinski RF. *Vascular grafts- an overview*. In: Rutherford RB, ed. *Vascular surgery*. Philadelphia:W. B. Saunders company, 1989:404-8
10. Echave V, Koornick AR, Haimov M, Jacobson JH. *Intimal hyperplasia as a complication of the use of the polytetrafluoroethylene graft for femoral-popliteal bypass*. Surgery 86: 791-798,1979
11. Rutherford RB, Nishikimi N. *Graft thrombosis and thromboembolic complications*. In: Rutherford RB, ed. *Vascular surgery*. Philadelphia:W. B. Saunders company, 1989:501-510
12. Imparato AM, Bracco A, Kim GE. *Intimal and neointimal fibrous proliferation causing failure of arterial reconstructions*. Surgery 1972;72:1007-17
13. Clowes AW, Gown AM, Hanson SR, Reidy MA. *Mechanism of arterial graft failure*. Am J Pathol 1985;118:43-54
14. Clarke RE, Apostolou S, Kardos JL. *Mismatch of mechanical properties as a cause of arterial prosthesis thrombosis*. Surg Forum 27:208,1976
15. Hoepf L, DeWeese J, Elbadawi A. *Effect of steroids and immunosuppression on anastomotic intimal hyperplasia in femoral arterial bypass grafts*. Surg Forum 27:215-6,1976
16. Herring M, Gardner A, Glover J. *A single-staged technique for seeding vascular grafts with autogenous endothelium*. Surgery 1978;84:498-504
17. Herring M, Baughman S, Glover J. *Endothelium develops on seeded human arterial prostheses: a brief clinical note*. J Vasc Surg 1985;2:727-30
18. Haimov H, Giron F, Jacobson JH. *The expanded polytetrafluoroethylene graft*. Arch Surg 1979;114:673-7
19. Oblath RW, Buckley FO, Jr, Green RM. *Prevention of platelet aggregation and adherence to prosthetic vascular grafts by aspirin and dipyridamole*. Surgery 1978;84:37-44

### =국문초록=

본 연세대학교 의과대학 흉부외과학 교실에서는 1985년 부터 1992년까지 청색성 선천성 심장 기형 환자에서 시행한 체폐 동맥 단락술에 사용되었던 PTFE (polytetrafluoroethylene) 인조 혈관을 재수술시 절제하여 광학 현미경 및 전자 현미경으로 관찰하였다. 체폐 동맥 단락술의 종류는 Blalock-Taussig형 10례, Waterstone-Coolley형 1례, Pott 형 1례등이었다. 사용된 PTFE 인조 혈관의 크기는 5mm가 10개, 4mm가 1개, 6mm가 1개였다. 이들의 평균 사용 시간은 31개월(12개월에서 55개월)이었다. 10개월에서 20개월사이의 PTFE 인조 혈관은 틈새에 매우 많은 혈소판이 끼어 있었고 내막 비후가 관찰되었다. 40개월이상 기능을 하는 PTFE 인조 혈관에서는 혈관 내피 세포가 광학 및 전자 현미경으로 관찰되었다. 막힌 PTFE 인조 혈관의 내면은 매우 심한 내막 비후와 혈전으로 차 있었다. 이와 같은 우리의 경험을 토대로 PTFE 인조 혈관과 자신의 혈관이 연결되는 부위에 결체조직이 잘 붙어 혈관내피세포가 덮을 수 있게 된다면 혈소판의 응집을 막아 오랫동안 기능을 유지할 수 있을 것으로 생각된다.