

Heavy Marlex Mesh와 심낭편을 이용한 기관재건술의 실험적 연구**

왕 영 필* · 이 흥 균*

=Abstract=

The Experimental Reconstruction of the Trachea with a Heavy Marlex Mesh and Pericardium

Young Pil Wang, M.D. * Hong Kyun Lee, M.D. *

The increasing frequency of post-tracheostomy stenosis parallels the increase in the incidence of tracheostomy. The development of stenosis of trachea following the operation of tracheal tumor or tracheostomy is a very serious complication. The continuing need for an adequate tracheal substitute has not been answered, despite the necessities of excision and reconstruction of the trachea to keep for effective ventilation.

Experimental tracheal reconstruction, with a prosthesis of heavy Marlex mesh and pericardium, was performed in twelve dogs.

Five to six tracheal ring circumferential defects were created and were bridged with heavy Marlex mesh fashioned into a tube of suitable diameter.

Group A: A prepared cylinder of Marlex mesh was anastomosed outside the cut ends of the trachea.

Group B: The external surface of the prepared cylinder of Marlex mesh was completely covered with suitably sized patch of pericardium and overlapped all margin of the Marlex mesh by 2 to 3 mm in each direction.

Group C: The internal surface of the prepared cylinder of Marlex mesh was covered with suitably sized patch of pericardium and overlapped all margin of the Marlex mesh by 2 to 3 mm in each direction.

The results of this experiment were as follow:

1. In group A and B, the graft was well bridged with new granulation and fibrous tissue, and the lumen of trachea kept good patency for effective ventilation. The interstices of Marlex became uniformly infiltrated with young well vasculated connective tissue.

Epithelization has not yet occurred at 4 weeks in each group, but there were an evidences of new growing mucosa at grafted site in 6 weeks. The remainder of the prosthesis was completely covered with glistening epithelium and the underlying fibrous tissue became more matured with little inflammation. These findings were more striking in group B than group A.

2. In group C, the covered pericardium was necrotized with stenosis of the lumen of grafted site due to poor blood supply.

* 가톨릭대학 의학부 흉부외과학교실

** 본 논문은 가톨릭의대 임상연구 조성비에 의하여 이루어 졌음

* Department of Thoracic Surgery, Catholic Medical College, Seoul, Korea

Table 1. Tracheoplasty with heavy Marlex mesh following circumferential resection of the trachea

Group	No. of dog	Resected tracheal rings	Survival time (week)	Pathologic findings of trachea	
				Gross	Microscopic
A	1	5	4	Well bridged with granulation tissues	Young granulation & fibrous tissue without epithelization.
	2	6	4	Patent lumen	Infiltration of inflammatory cells.
	3	6	6	Well bridged with glistening mucosa	Matured granulation & dense fibrous tissue with epithelization
	4	5	6	Patent lumen	
B	5	5	4	Well bridged with granulation tissue	Young granulation & fibrous tissue without epithelization
	6	6	4	Patent lumen	
	7	5	6	More abundant & glistened, smooth mucosa,	Dense, matured granulation & fibrous tissue with ciliated epithelium.
	8	6	6	Patent lumen	
C	9	5	17 days	Necrosis of covered pericardium.	Necrosis
	10	6	4	Well bridged, unhealthy granulation tissue.	Focal necrosis of pericardium.
	11	6	6	Patent lumen	Granulation tissue with epithelization at the tracheal margin.
	12	5	6	But focal necrosis of covered pericardium.	Poor blood supply.

머 리 말

기관에 발생한 종양이나 손상으로 인한 기관폐쇄 또는 결손에 대하여는 병변부를 절제하고 기관단단을 문합하는 방법과 prosthetic material을 이용하여 기관결손부를 재건하는 방법이 있다.

Taffel(1940)이 실험견에서 기관의 창상 결손을 피하기 위하여 대퇴근막을 이용하여 성공한 이래 Belsey(1946)는 근막으로 피복한 steel spring을 이용하여 환상기관결손의 tubular prosthetic replacement를 시행한 바 있으며, 이 외에도 기관결손부를 피복하기 위하여 대동맥 이식, 방광결막 이식, 심낭이식 및 피부이식 등이 이용되었다.

Beskin(1975)과 Grillo(1969)는 기관협착에서 협착부를 환상절제하고 단단문합하여 좋은 성적을 얻었다.

Porous prosthesis를 이용한 기관재건술은 Beacher(1951)들에 의해 제일 먼저 시사되었으며, Beall(1960)등은 heavy marlex mesh를 이용한 tubular prosthesis로 기관의 환상결손부를 재건하여 만족할만한 결과를 얻었다.

Pearson(1968)들 및 김세화와 이흥균(1973)은 기관 절제술후 기관협착이 발생한 환자에서 고식적 요법으로

stent 삽입에 의한 기관확장술을 시행하여 좋은 성적을 얻은 바 있으며 홍기우와 이흥균(1975)은 자가 폐엽기관지편과 silastic tracheal prosthesis(Borrie and Redshaw, 1970; Neville *et al.*, 1972)를 사용한 기관재건술을 보고한 바 있다.

저자들은 실험견 12마리에서 기관의 환상 결손에 대하여 자가 심낭편으로 피복한 heavy marlex mesh를 이용하여 기관재건술을 시행한 후 결손부의 가교상태와 점막의 재생여부를 관찰하였다.

재 료 및 방법

1. 재 료

실험 동물로는 체중이 9~12 kg 되는 건강한 잠견 12마리를 이용하였으며, 기관결손부에 가교한 prosthesis는 heavy marlex polypropylene을 이용하였다.

실험견은 2.5% pentothal sodium 15 mg/kg을 전족정맥에 주사하여 전신마취를 하였으며, 실험은 marlex mesh만을 이용한 군(group A)과 marlex mesh의 외면을 심낭편으로 피복한 군(group B), marlex mesh의 내면을 심낭편으로 피복한 군(group C)의 3군으로 나누어 각각 4마리에서 시행하였다. Group B와 C는 marlex mesh가 갖는 결점, 즉 이는 porous prosthesis

여므로 이것만으로 흉부 기관결손을 재건할 때는 공기의 누출과 감염의 결점이 있으며 또한 약간의 경직성을 갖기 때문에 혈관과 기관의 손상을 일으킬 수 있어 이를 예방하기 위해 심낭편으로 피복하였다.

2. 방 법

1) **Group A:** 실험견 4마리에서 전경부에 약 5 cm 길이의 정중피부 중절개를 가하고 혈관의 손상을 피하면서 경부 기관을 노출한 후 기관연골 5~6개를 환상 절제 제거하여 결손을 만들었다. marlex mesh는 기관의 직경, 결손의 크기에 적합하게 적당한 크기로 잘라 cut edge를 live cautery로 heat sealed 시킨 후 "hard way"로 말아서 원추형을 만드는데 1 cm 정도가 중첩되도록 하여 interrupted marlex sutures로 봉합하여 tubular shape을 만들었다(Fig. 1A).

기관결손부의 재건에는 marlex mesh tube가 절제된 기관 상, 하 단단의 외면으로 각각 약 3~5 mm 중첩되도록 interrupted marlex sutures로 봉합한 후 주위 조직으로 덮었다.

2) **Group B:** 4마리의 실험견에서 각각 좌측 제 5 늑간을 통해 개흉하여 적당한 크기의 자가 심낭편을 채취한 후 marlex mesh를 각 방향으로 3~5 mm 중첩되도록(Fig. 1B) 자가심낭편으로 피복한 후 심낭편이 기관의 외면으로 나오게 tube를 만들어서 group A와 같은 방법으로 기관재건술을 시행하였다.

3) **Group C:** Group B와 실험방법이 같으나 다만 marlex mesh를 피복한 심낭편이 기관의 내면으로 들어가게 만들었다.

각군에서 술후의 감염을 예방하기 위하여 penicilline 10만단위를 근육주사 했으며 술후 4주와 6주에 각각 2마리씩 도살하여 조직을 채취하여 육안 및 현미경적 관찰을 하였다.

성 적

육안적 소견

1) **Group A:** 4주에 도살한 2마리에서 기관재건부의 외면은 혈관이 풍부한 섬유조직이 marlex mesh와 견고히 밀착되어 있었으며 내면은 경도의 종창을 갖는 얇은 육아조직으로 덮여 있었다. 또한 marlex mesh는 정상 기관단단과 견고하게 결합된 하나의 튼튼한 기도관을 유지하고 있었으며, 기관내강의 협착이나 변형없이 기관의 개통상태는 양호하였다.

술후 6주에 도살한 2마리에서는 외면은 혈관이 풍부

한 성숙된 섬유조직이 marlex mesh와 견고히 밀착되어 덮여 있었으며, 정상기관 단단과도 결합되어 있는 하나의 관을 형성하고 있었으며, 기관내강도 변형이나 협착없이 개통되어 있었다.

내면은 4주에 도살한 예와는 달리 정상 기관단단과 가까운 부위에서는 약간의 윤택있는 기관점막을 관찰할 수 있었으며, 중심부는 비교적 성숙된 육아조직으로 덮여 있었다(Fig. 5).

2) **Group B:** mesh의 interstices는 신선한 혈관, 절체 조직으로 균등히 침윤되어 있어 prosthetics의 위치를 단단히 고정시키고 prosthesis의 migration을 예방하고 있었으며, group A에 비해 좀더 풍부한 모세혈관의 발달과 신선한 육아조직의 증식을 볼 수 있었다(Fig. 6).

정상 기관단단과의 결합상태도 튼튼하였으며 하나의 견고한 관으로 기관내강의 협착이나 변형이 없이 개통상태는 양호하였다(Fig. 7).

4주 후 도살한 2마리에서는 내면은 종창된 얇은 육아조직으로 덮여 있으나 점막의 재생은 볼 수 없었으며, 술후 6주에 도살한 군에서는 정상기관점막과 감별할 수 없을 정도의 좀더 풍부하고 윤택한 완만한 점막으로 피복된 내면을 가지고 있었다(Fig. 8).

3) **Group C:** 술후 제17일에 죽은 1예를 제외한 나머지 3마리에서는 정상기관단단과의 가교상태나, 기관의 개통상태는 그대로 양호하였으며 신생 육아조직의 증식을 볼 수 있었으나 prosthesis의 내면을 피복한 자가 심낭편의 부분적 괴사를 관찰할 수 있었다.

2. 현미경적 소견

1) **Group A:** 술후 4주에 도살한 군에서는 다수의 염증변화를 보였고 기관벽의 내면은 주로 모세혈관이 풍부한 신생육아 조직으로 되어 있었으며 상피화는 볼 수 없었다(Fig. 9). 외면은 비교적 성숙한 섬유조직과 신선한 육아조직으로 되어 있었다.

6주 후 도살한 실험군에서는 기관벽의 내면은 정상 기관 단단으로부터 중심부를 향하여 상피화되어 가는 것을 볼 수 있었으며, 중심부는 비교적 성숙된 육아조직으로 덮여 있었다(Fig. 10).

2) **Group B:** 4주군에서는 상피화는 볼 수 없었으나 모세혈관이 풍부한 신생육아조직과 염증세포가 현저히 감소된 비교적 성숙한 섬유조직으로 되어 있었다.

6주군에서는 기관결손부를 완전히 가교한 기관벽의 내면은 성숙한 육아조직과 섬유 조직으로 조밀하게 덮여 있었으며 group A에 비해 좀더 저명한 섬모상피화를 볼 수 있었고 특히 재생된 기관벽이 정상기관으로써

터 가까운 부분은 재생된 기관상피가 성숙되어 있었다 (Fig. 11).

3) **Group C:** 가교 재건한 기관내면에서 부분적으로 염증세포가 많은 신생 육아조직을 볼 수 있었으며, 외면의 섬유조직에서도 많은 염증 세포를 볼 수 있었다.

6주 후 도살한 실험군에서는 비후한 심낭편의 부분적 피사를 볼 수 있었으나 정상기관 단단부근에서 약간의 상피화 과정을 볼 수 있었으며, 중심부에서는 다수의 염증세포가 있는 불전전한 육아조직의 증식을 볼 수 있었다 (Fig. 12).

고 찰

기관은 호흡하는 공기의 교통로로 이것이 폐쇄되면 질식사할 면치 못하게 된다. 근자에 와서 격증하는 교통사고로 빈번한 기관손상이나 기관절개술의 적응증이 확대됨에 따라 기관절개술후 기관협착증과 기관종양의 절제로 생기는 기관결손에 대한 기관재건술은 임상적으로 큰 관심이 되고 있다.

Hood 들(1959)은 기관손상 86예 중 61예가 교통사고였다고 하였으며, Colles(1886)는 디프테리아 환자에서 기관절개술 후에 생존한 57예 중 4예에서 기관협착증이 발생하였음을 보고한 바 있다.

기관절개술의 중요한 합병증으로는 감염, 기흉, 종격동 및 피하기증, 출혈, 기관카뉴-테의 폐쇄 및 탈위, 기관협착증 등이 있으며 (Meade, 1961; McClelland, 1965), Putney(1955)는 기관절개술 후에 발생하는 기관협착증이 가장 위험한 합병증이라고 하였다. 기관절개술 후 기관협착증의 발생빈도는 cuff 가 없는 기관카뉴-테에서는 1~2%(Atkins, 1961; Meade, 1961), cuff 가 달린 기관카뉴-테에서는 1~10%(Paloschi & Lynn, 1965; Deveall, 1967; Johnson *et al.*, 1967)로 보고되고 있다. 기관절개술 후 기관협착증의 발생원인으로는 감염, 기관카뉴-테의 과도한 움직임, cuff 의 압박 등을 들 수 있으며, 기관카뉴-테의 종류 및 유치기간의 장단, 기관절개술의 방법 등으로 인한 케양, 육아조직 증식, 빈혈성 증식 및 피사 연골의 파괴 등으로 기관협착 내지는 폐쇄가 온다 (Watts, 1963; Symthe, 1964; Stiles, 1965; Gibson, 1967; Fracer & Bell, 1967; Pearson, 1968; Hedden, 1968; Grillö, 1969).

이러한 기관협착이 제일 많이 오는 부위는 Pearson 들(1969)과 김세화와 이흥균(1973)에 의하면 기관절개구 부위라고 하였고 Gibson(1967)과 Grillo(1969) 등은 cuff 가 접촉되는 부위의 기관에 가장 많다고 하였다. 또한 김세화와 이흥균(1963)은 기관폐쇄는 윤상연골이

나 제 1기관연골을 등의 높은 위치에서 시행한 예에서 많이 발생하였음을 보고하고 기관절개술은 가급적 제 3, 4기관 연골을 부위에서 시행하는 것이 기관폐쇄가 발생하였을 경우 기관재건술의 술기상 편리하고 좋은 성적을 얻을 수 있다고 하였다.

한편 팽창된 cuff 를 기관내에 오랜 기간 유지할 경우 기관손상이 많기 때문에 Arens 들(1969)은 elastic solenoid 를 이용하여 공기의 양을 조절하고 간헐적으로 cuff 를 팽창시키는 방법을 사용하였으며 Cooper 들(1969 a, b)은 infected balloon cuff 가 기관협착의 주원인이라고 하며 이를 예방하기 위하여 벽이 얇고 유연한 latex rubber 로 된 large volume, low pressure cuff (Canol, R. G., McGinnis, G. E., & Grenvik, A., 1974)를 사용하였으며, Miller 와 Scithi(1970)은 cuff 가 없는 flanged cuff 를 사용하기도 했다.

기관협착증에 대한 고식적 치료법으로는 기관지경이나 fenestrated tube 의 삽입에 의한 기관확장술이 있으며 (Durcan, 1963; Borrie & Redshaw, 1970), Otherson (1974)은 4명의 소년에서 기관내 stenting, steroid, 기관확장 등의 방법을 병합 사용하여 좋은 성적을 얻은 바 있다.

외과적 수술 방법으로는 실상절제 내지는 환상절제 후의 단단문합 (Pearson *et al.*, 1968a; Grillo, 1969; Hoods and Sloan, 1959; Barclay *et al.*, 1957; Mischall *et al.*, 1963)이나 유경피부를 이용하여 수차에 걸쳐 시행하는 분기재건술 (Gibson, 1967) 등이 있다.

1881년 Gluck 와 Zeller 가 실험견의 기관을 부분절제하고 단단문합에 성공한 이래 Grillo 들(1964)은 성인 시체 40구에서 기관의 평균 길이는 11.8 cm 었음을 보고하고 개흉술로 우측 폐문부의 원전막리와 폐인대를 절단하고 좌측 주기관지를 기관지부 바로 아래에서 절단 후 심낭에서 폐혈관을 분리할 경우 평균 6.4 cm (13 기관연골운)의 기관을 절제하고도 긴장없이 단단문합이 가능하다고 하였고, Mulliken 과 Grillo(1968)은 기관 단단문합부의 긴장도의 안전 범위는 1000~1200 gm 이 하이며, 기관절제 후 단단문합이 가능한 길이는 목을 앞으로 15~30°경사시켰을 때 4.5 cm 를 절제할 수 있고 흉강내의 기관지와 폐문부를 박리하므로 1.4 cm 를 더 절제할 수 있어 전체적으로 5.9 cm 의 기관을 절제하고 단단문합을 할 수 있음을 시사하였다. 또한 Cantrell 과 Folse(1961)는 동물실험에서 기관절제 후 단단문합부의 긴장도가 1700 gm 이하에서는 문합부의 열거나 협착없이 잘 치유된다고 하였다. 한편 김세화와 이흥균(1973)은 위상성 기관파열과 기관폐쇄가 있는 환자에서 경부기관과 종격동 기관을 유리, 가동시켜 약 4 cm

의 경부기관을 절제하여 단단문합에 성공하였고, 기관 절제술 후 기관협착증 환자에서 설상절제 후 단단문합을 시행한 예증 소아에서 성인에 비해 성적이 훨씬 나쁘다고 하면서 이는 소아의 기관내강이 성인보다 좁고 설상절제 후 단단문합으로 생기는 굴곡으로 기관내강이 더욱 좁아지기 때문이라고 하였으며 기관절개구를 설상내지는 변연절제를 한 후 tygon tube stent를 기관내에 유치하였다가 기관지경하에서 stent를 제거한 예에서는 성적이 좋았다고 하고 이를 동물실험을 통하여 확인하였다.

MacHale(1972)은 기관중앙의 절제로 생긴 기관결손부를 피복하기 위해 자가이식편으로 중앙의 침윤을 받지 않은 폐엽기관지를 이용한 바 있다. 그러나 기관결손의 정도가 크고 기관절제의 길이가 긴 경우에는 단단문합에 제한을 받게 되어 이런 경우 기관의 결손을 피복하기 위해 피부, 근막, 방광전막, 대동맥, 심낭이식 등을 실험적으로 이용하였으나(Taffel, 1940; Rush & Clifton, 1965; Ferguson *et al.*, 1955) 기관의 특성을 살리지 못해 임상적으로 그리 이용되지 못하였다.

Belsey(1950)는 인공기관으로 적절한 것은 기관의 허탈을 방지할 수 있는 강직성과 힘이 있어야 하며 재채기나 기침 중의 흡기성 음압과 높은 양압을 견딜 수 있고 운동에 지장이 없게 유연성이 있는 물리적 특성을 가져야 하며 화학적으로는 조직내로 결합이 가능하고, 체액에 의해 분해되지 않으며, 육아조직의 증식을 허용하는 특성이 있어야 한다고 했다.

한편 Mickelson 등(1961)은 기관의 환상결손부의 보충에 ivalon mesh, polyethylene mesh, wire mesh를 이용했으나 문합부의 협착, 점촉기관벽의 궤양, 기관벽의 함몰 등으로 성공치 못했다고 보고하였다.

Pearson 등(1968)은 인공재료인 heavy marlex mesh는 조직반응이 적고, 주위조직과 유착되어 견고한 관을 형성하며 6주가 되면 기관내면에 상피화가 이루어진다고 하였으며, mesh가 기관결손부 단단의 외부를 피복토록 하는 것이 중요하다고 하였다. Borric와 Redsaw(1970)는 dacron이나 marlex mesh를 이용한 기관재건술에서도 기관의 함몰 또는 문합부의 협착을 볼 수 있다고 하였으나, silastic sheet를 사용한 예에서는 결과가 비교적 좋았다고 하였다. 한편 홍기우와 이흥균(1975)은 자기폐엽 기관지와 silastic sheet를 이용한 기관재건술에서 부분결손군에서는 기관의 내강은 다소 좁아져 있으나 통기성은 충분히 유지될을 보았으나 환상결손군에서는 육아조직의 증식으로 기관내강이 심히 협착돼있음을 보았고 현미경적으로도 기관점막상피 및 기관인골의 재생은 볼 수 없었다고 하였다.

최근 Moghissi(1975)는 13예의 기관중앙 환자에서 기관의 결손부를 자가심낭편으로 피복한 heavy marlex mesh로 보완한 기관재건술의 전예에서 문합부의 협착이나 함몰이 없었다고 보고하였다.

본 실험에서는 육안적으로 외면은 혈관이 풍부한 섬유조직이 marlex mesh와 견고히 밀착되어 있었으며 정상기관 단단과 견고하게 결합된 하나의 튼튼한 도관으로 기관내강의 협착이나 변형없이 기관의 개통상태는 양호하였다.

술후 4주에 도달한 A군과 B군에서 현미경적 소견은 주로 모세혈관이 풍부하나 다수의 염증세포가 있는 신생육아 조직으로 되어 있었으며, 상피화는 볼 수 없었고, 외면은 비교적 미성숙한 섬유조직으로 되어 있었다. C군에서는 가교재건한 기관내면에서 부분적으로 염증세포가 많은 신생육아 조직을 볼 수 있었고, prosthesis의 내면을 피복한 자가심낭편의 고도의 피사를 볼 수 있었다.

술후 6주에 도달한 A군과 B군에서 내면은 4주에 도달한 예와는 달리 정상기관단단과 가까운 부분에서는 약간의 윤택있는 점막을 관찰할 수 있었으며 중심부는 비교적 풍부한 육아조직으로 덮여 있었다. 현미경적 소견은 기관벽의 내면은 정상기관 단단으로부터 중심부를 향하여 상피화되어 가는 것을 볼 수 있었고 중심부는 성숙된 육아조직으로 덮여 있었다.

이러한 소견은 자기심낭편으로 marlex mesh의 외면을 피복한 B군에서 더 저명하였다.

C군에서는 정상기관단단부군에서 약간의 상피화를 볼 수 있었으나 중심부는 다수의 염증세포가 있는 육아조직으로 덮여 있었다.

이 때 marlex mesh를 심낭편으로 피복하므로 공기의 유출 및 감염의 염려와 mesh의 표면이 거칠어 주위 인접혈관에 대한 손상의 우려를 경감시킬 수 있었으며, 특히 이식부를 향한 새로운 혈관의 증식을 도모할 수 있었고 Moghissi(1975)의 보고에서 처럼 조직반응의 예방되는 감소를 볼 수 있었다.

맺 음 말

잡견 12마리에서 자가 심낭편과 heavy marlex mesh를 사용하여 실험적으로 기관재건술을 시행하고 기관결손부위의 가교상태와 점막상피의 재생여부를 관찰한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기관 환상결손에 대하여 heavy marlex mesh를 사용한 군에서는 정상기관단단과의 결합상태도 견고하고 기관의 개통상태도 양호하였으며, 이식부의 내면

은 경도의 엷은 육아조직으로 덮여 있었으나 4주군에서는 상피화를 볼 수 없었고 6주군에서는 정상기관단단 가까운 부위에서 상피화와 함께 약간의 윤택있는 점막은 관찰할 수 있었다.

2. 자가심낭편으로 heavy marlex mesh의 외면을 피복한 군에서는 이식부의 외면은 신선한 혈관, 결체조직으로 균등히 피복되어 있었고, 내면은 종창된 신선한 육아조직으로 덮여 있었으며 6주군에서는 정상기관점막과 같은 윤택한 점막으로 내면이 피복되어 있었으며 현미경 소견으로는 섬모성 위중층 원주상피로 덮여 있었다.

3. 자가심낭편으로 marlex mesh의 내면을 피복한 군에서는 피복한 심낭편의 현저한 괴사로 인한 기관내강의 협착을 볼 수 있었으며 신생혈관의 증식을 거의 볼 수 없었고, 현미경적으로도 심한 염증세포의 침윤과 함께 괴사를 보였다.

인 용 문 헌

- Arens, J. F., Ochsner, J. L. & Gee, G. (1969). *Volume-limited intermittent cuff inflation for long-term respiratory assistance. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 58, 837-841.
- Atkins, J. P. (1961): *Current utilization of tracheostomy as a therapeutic measure. Laryngoscope* 70, 1672-1680.
- Barclay, R. S., McSwan, N. & Wesh, T. M. (1957): *Tracheal reconstruction without the use of grafts. Thorax* 12, 177-180.
- Beall, A. C., Harrington, O. B., Morris, G. C. & Usher, F. C. (1962): *Circumferential replacement of thoracic trachea with Marlex mesh. J. Am. Med. Ass.* 183, 1082-1084.
- Beall, A. C., Jr., Harrington, O. B., Greenberg, S. D., Morris, G. C., Jr. & Usher, F. C. (1962): *Tracheal replacement with heavy Marlex mesh: Circumferential replacement of the cervical trachea. A. M. A. Arch. Surg.* 84, 390-396, April.
- Belsey, R. (1950): *Resection & reconstruction of the intrathoracic trachea, Brit. J. Surg.* 36, 200.
- Beskin, C. A. (1957): *Rupture separation of cervical trachea following a closed chest injury. J. Thoracic Surg.* 34, 392-394.
- Borrie, J., & Redshaw, N. R. (1970): *Prosthetic tracheal replacement. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 60, 829-855.
- Cantrell, J. R. & Folse, J. R. (1961): *The repair of circumferential defects of the trachea by direct anastomosis: Experimental evaluation. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 42, 589-598.
- Colles, C. J. (1866): *Stenosis of the trachea post-tracheostomy for group of diphtheria Ann. Surg.* 3, 4 -507.
- Cooper, J. D. & Grillo, H. C. (1969a): *Experimental production & prevention of injury due to cuffed tracheal tube. Surg. Gynecol. Obst.* 129, 1235-1241.
- Cooper, J. D. & Grillo, H. C. (1969b): *The evolution of tracheal injury due to ventilatory assistance through cuffed tube. A pathological study Ann. Surg.* 169, 334-348.
- Deverall, P. B. (1967): *Tracheal stricture following tracheostomy. Thorax* 22, 572-576.
- Durcan, D. J. (1963): *Tracheal stricture successfully treated by dilatation & steroid. J. Laryngol.* 77, 351-354.
- Ellis, P. R., Beall, A. C., Harrington, O. B. & DeBakey, M. E. (1962): *Use of heavy Marlex mesh for tracheal reconstruction following resection for malignancy. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 44, 520-527.
- Ferguson, D. J., Wild, J. J. & Wangenstein, O. H. (1955): *Experimental resection of the trachea. Surgery* 28, 597-619.
- Fracer, K. & Bell, P. R. (1967): *Distal tracheal stenosis following tracheostomy. Brit. J. Surg.* 54, 302-303.
- Gibson, P. (1967): *Etiology & repair of tracheal stenosis following tracheostomy & intermittent positive pressure breathing. Thorax* 22, 1-6.
- Geffin, B., Grillo, H. C., Cooper, J. D. & Pontoppidan, H. (1971): *Stenosis following tracheostomy for respiratory care. J. A. M. A.* 216, 1984-88.
- Gluck & Zeller (1881): *Cited from experiment in tracheal reconstruction. Michelson, E., Solomen, R., Maun, L. & Ramirez, J. (1961). J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 41, 748-759.
- Greenberg, S. D., Beall, A. C., Jr. & Wallace, S. A. (1962): *Tracheal prosthesis, An experimental*

- study with Marlex. *J. Exp. Mol. Path.* 1, 141-150.
- Grillo, H. C., Cooper, J. D., Geffin, B. & Pontopidan, H. : A low pressure cuff for tracheostomy tubes to minimize tracheal injury. *J. Thorac Cardiovasc. Surg.* 62, 698, 1971.
- Grillo, H. C., Dignan, E. F. & Miura, T. (1964) : Extensive resection & reconstruction of mediastinal trachea without prosthesis grafts: An Anatomical study in man. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 48, 741-74 .
- Grillo, H. C. (1969) : The management of tracheal stenosis following assisted respiration. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 57, 52-71.
- Harrington, O. B., Beall, A. C. Jr., Morris, G. C. Jr. & Usher, F. C. (1962) : Circumferential replacement of the trachea with Marlex mesh. *Amer. Surg.* 28, 217-223.
- Hedden, N., Ersoz, C. J., Donnelly, W. N. & Saffar, P. (1969) : Laryngotracheal damage after prolonged use of orotracheal tube in adults. *J. A. M. A.* 38, 458-480.
- 홍기우, 이홍균(1975) : 기관재전술의 실험적 연구, 가톨릭대학 논문집 28, 3 3-402.
- Hood, R. M. & Sloan, H. E. (1959) : Injuries of the trachea & major bronchi. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 38, 458-480.
- Johnston, J. B., Wright, J. S. & Hercus, V. (1967) : Tracheal stenosis following tracheostomy. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 53, 206-217.
- 김세화, 이홍균(1973) : 기관절개술 후에 발생하는 기관 협착증에 관한 임상 및 실험적 연구, 가톨릭대학 의학부 논문집 24, 221-235.
- MacHahe, S. J. (1972) : A new technique for repairing the major air passages. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 64, 6-10.
- Meade, J. W. (1961) : Tracheostomy-Its complication & their management: A study of 212 cases. *New Engl. J. Med.* 265, 519-523.
- Michelson, E., Solomon, R., Maun, L. & Ramirez, Z. (1961) : Experiments in tracheal reconstruction. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 41, 748-75.
- Miller, D. R. & Sethi, G. (1970) : Tracheal stenosis following prolonged cuff intubation. *Ann. Surg.* 173, 283-2 3.
- Miscall, L., McKittrick, J. B., Giordano, R. P. & Nolan, R. B. (1963) : Stenosis of trachea. Resection & end to end anastomosis. *Arch. Surg.* 87, 726-731.
- Moghissi, K. (1975) : Tracheal reconstruction with a prosthesis of Marlex mesh & pericardium. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 69, 499-506.
- Mulliken, J. B. & Grillo, H. C. (1968) : The limits of tracheal resection with primary anastomosis. Further anatomical studies in man. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 55, 418-421.
- Murphy, A. D., MacLean, L. D. & Dobell, A. R. C. (1966) : Tracheal stenosis as a complication of tracheostomy. *Ann. Thorac. Surg.* 2, 44-51.
- Neville, W. E., Hamouda, F., Anderson, J. Dwan, F. M. (1972) : Replacement of the intrathoracic trachea & stem bronchi with a molded silastic prosthesis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 63, 569-576.
- Paloschi, G. & Lynn, R. B. (1965) : Observation of elective & emergency tracheostomy. *Surg. Gynecol. Obst.* 120, 356-358.
- Pearson, F. C., Goldberg, M. & DaSilva, A. J. (1968a) : Tracheal stenosis complicating tracheostomy with cuffed tube. Clinical experience & observation from a prospective study. *Arch. Surg.* 97, 380-394.
- Pearson, F. G., Henderson, R. D., Gross, A. E., Ginsberg, R. J. & Stone, R. M. (1968b) : The reconstruction of circumferential tracheal defects with a porous prosthesis. An experimental & clinical study using heavy Marlex mesh. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 55, 605-616.
- Rob, C. G. & Bateman, G. H. (1949) : Reconstruction of the trachea & cervical esophagus. *Brit. J. Surg.* 37, 202.
- Rush, B. F. & Clifton, E. E. (1965) : Experimental reconstruction of the trachea with bladder mucosa. *Surgery* 40, 1105-1110.
- Spinazzoia, A. J., Granziano, J. L. & Neville, W. E. (1969) : Experimental reconstruction of the tracheal carina. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 53, 1-13.

- Stiles, P. J. (1965): *Tracheal lesion after tracheostomy. Thorax* 20, 517-522.
- Symthe, P. M. (1964): *The problem of detubating an infant with a tracheostomy. J. Pediat.* 65, 446-453.
- Taffel, M. (1940): *The repair of tracheal & bronchial defects with free fascia grafts. Surgery* 8, 56-71.
- Watts, J. M. (1963): *Tracheostomy in modern practice. Brit. J. Surg.* 50, 954-966.

Explanation of photograph

- Fig. 1. a.** The heavy Marlex mesh was fashioned into a tube as it was anastomosed outside the cut ends of trachea.
- b.** A suitably sized patch of pericardium overlapped the Marlex by 2 to 3 mm in each direction.
- Fig. 2, 3.** (Group C) The luminal diameter has been reduced to less than half of its original dimension. The covered pericardium of endoluminal aspect of the Marlex showed severe necrosis.
- Fig. 4, 5.** (Group A) Bridged with glistening mucosa, granulation and fibrous tissue at grafted site. The lumen of trachea kept good patency.
- Fig. 6, 7, 8.** (Group B) Overlying mucosa are evident. The remainder of the prosthesis is completely covered with glistening epithelium overlying a thin layer of connective tissue. Stenosis has not occurred in any part of the reconstruction.
- Fig. 9.** (Group A, sacrificed 4 weeks later) Epithelization has not yet occurred and an inflamed vascular connective tissue continues to proliferate. (H-E stain, $\times 150$)
- Fig. 10.** (Group A, sacrificed 6 weeks later) There is a partial covering of normal tracheal epithelium and underlying fibrous tissue became more matured with less vascularity and little inflammation. (H-E stain, $\times 150$)
- Fig. 11.** (Group B sacrificed 6 weeks later) A complete cover of columnar, ciliated epithelium overlies a thin layer of uninfamed fibrous tissue. (H-E stain, $\times 150$)
- Fig. 12.** (Group C) Marked inflammatory changes with necrosis was seen, but a little epithelization was noted partially. (H-E stain, $\times 150$)

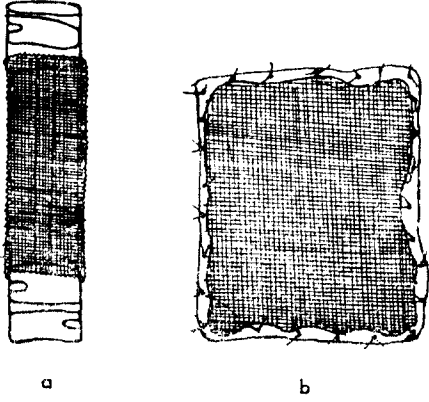


Fig. 1.

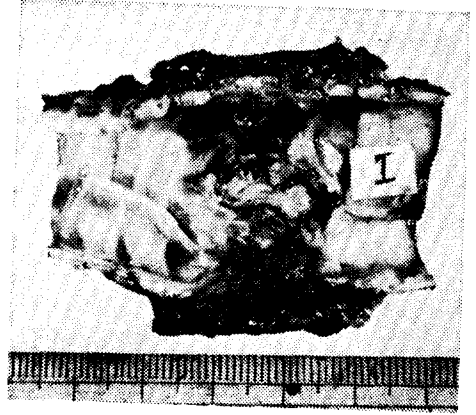


Fig. 2.

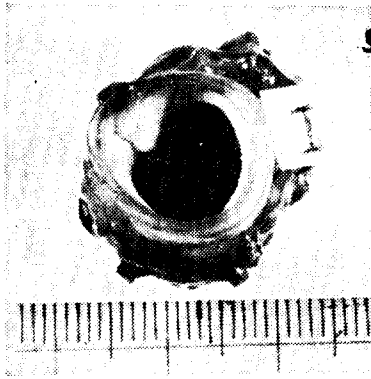


Fig. 3.

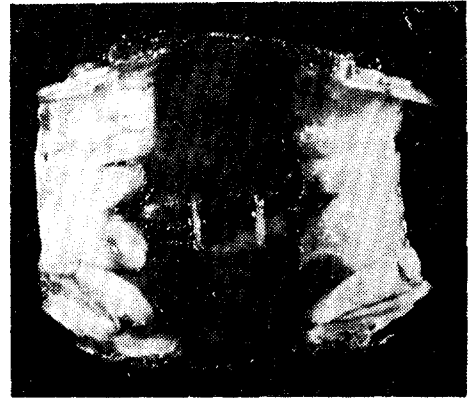


Fig. 4.



Fig. 5.

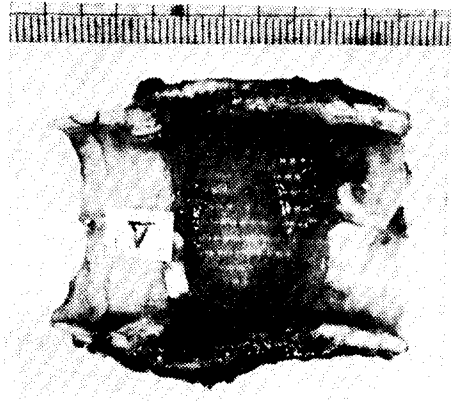


Fig. 6.



Fig. 7.

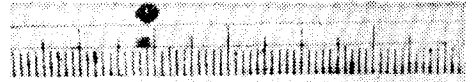


Fig. 8.

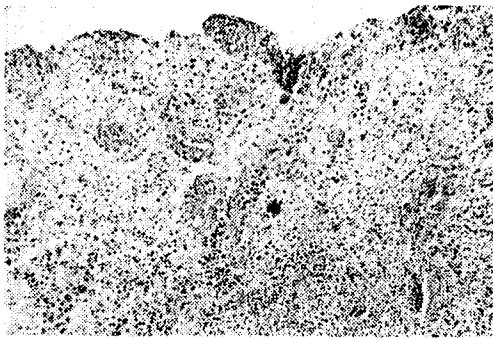


Fig. 9.

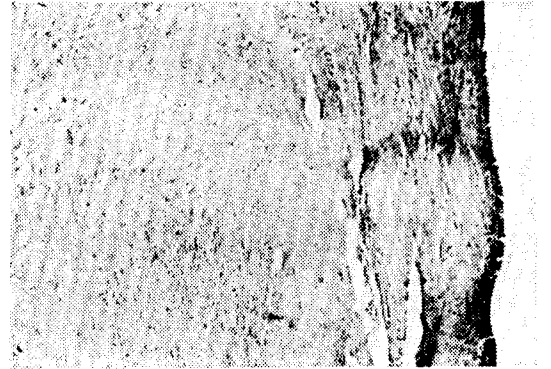


Fig. 10.

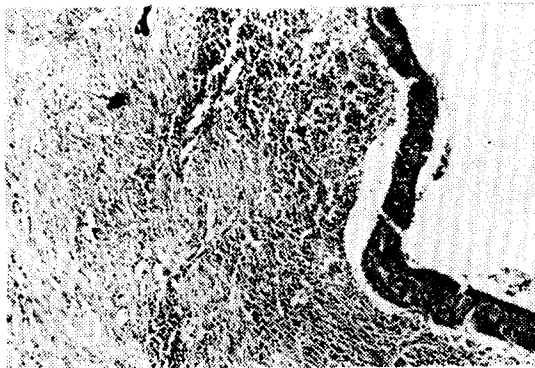


Fig. 11.

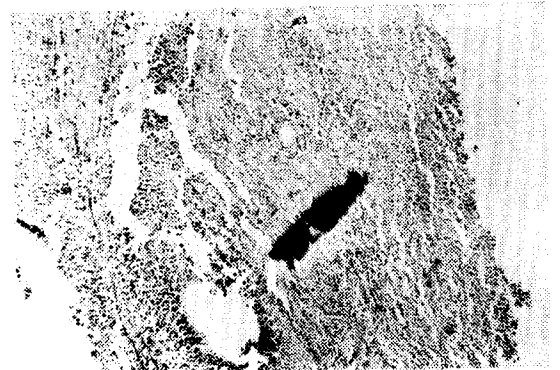


Fig. 12.