

백서에서 측측 미세문합된 혈관의 개존율*

이화여자대학교 의과대학 성형외과학교실
홍 승 은 · 변 재 경

= Abstract =

Patency of Side to Side Microanastomosis in Rats*

Seung Eun Hong · Jai Kyong Pyon

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Ewha Womans University School of Medicine

Purpose : Microvascular anastomosis has become an essential technique in reconstructive surgery. A patent microvascular anastomosis is required for the success of a free tissue transfer. As the application of microsurgery grows, the desirability of performing an end to end and end to side anastomosis continues to be debated. This experimental study presents the comparison of patency rate of two types of microvascular anastomosis techniques : side to side anastomosis and end to end anastomosis.

Methods : A comparative study was undertaken to evaluate side to side micro anastomosis technique using intraluminal catheter. In this study, two clinical methods of microvascular anastomosis were compared. We compared the patency rate and time required for anastomosis. Histological changes (postoperative 1 weeks) were also investigated.

Results : Postoperative patency rate was 90% by side to side technique compared to 100% by end to end technique at immediate postoperative and postoperative two weeks. This study revealed that there was no significant difference in patency rate among end to end suture method group and side to side suture method group. Microscopically, we found the relatively smooth surface of the anastomosis site with endothelial regeneration and partial hyaline degeneration in the group using side to side anastomotic method.

Conclusion : We believe there are many advantages in this side to side technique by using intraluminal catheter in perforator flap field and can be highly competitive to the other microvascular anastomosis techniques.

KEY WORDS : Patency · Microanastomosis · Side to side · Intraluminal catheter.

서 론

최근 천공지 피관(perforator flap)과 초미세수술(super-

microsurgery)의 발전으로 인해, 피관 혈관경(pedicle)의 길이는 길어지고 문합해야 할 혈관의 직경은 작아지고 있다. 미세 문합의 방법으로 그 동안 널리 쓰이던 방법인 단단(end to end) 문합술이나 단측(end to side) 문합술은 그 술기나 개존률에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다. 저자들은 천공지 피관의 긴 혈관경을 이용하여 측측문합

*This study was supported by the Ewha Womans University Research Grant of 2005.

과 단단문합을 두 개의 정맥에 시행한다면 더 좋은 정맥 배액(venous drainage)이 이루어질 수 있을 것이라고 생각하여 미세 측측문합의 개존물에 대한 실험적 연구가 필요하다고 생각하였다. 백서에서 미세혈관의 측측문합 모델은 몇몇 저자들이 제시한 바 있어¹⁾²⁾ 저자들은 대퇴 동정맥을 이용한 동정맥루 형성 모델을 이용하였다. 저자들은 측측문합에 있어 도관(intraluminal catheter)를 이용하는 방법을 고안하였고, 개존율을 단단 문합술과 비교하기 위해 흰 쥐(Sprague-Dawley rat)의 대퇴 동정맥을 이용하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물

실험 동물은 체중 300~350mg 사이 무게의 Sprague-

Dawley 흰 쥐 10마리를 암수 구별 없이 사용하였다.

2. 수술 방법

대퇴 근육 내로 ketamine 0.2/100mg을 주사하여 전신 마취를 유도하였고, 양외위로 고정하고 서혜부의 털을 면도하여 제거하고 베타딘과 알코올로 소독하였다. 서혜부에 3cm의 절개를 가한 후 하복부로 가는 동·정맥 가지는 절단한 후 현미경 시야 하에서 대퇴동맥을 정맥과 신경으로부터 조심스럽게 박리하였다. 이때 동맥의 외막이 손상 받지 않도록 조심하면서 동맥을 미세 혈관 수술용 이중 감자로 물어 혈류를 차단시킨 후 혈관 주행 방향에 수직이 되도록 미세 수술용 가위를 이용하여 절단하였고, 절단된 혈관내부의 세척 및 혈전 방지를 위해 헤파린 식염수를 이용하였다. 10마리의 흰 쥐의 양측 서혜부에서 각각 단단문합 그리고 측측문합을 시행하였다. 단단문합의

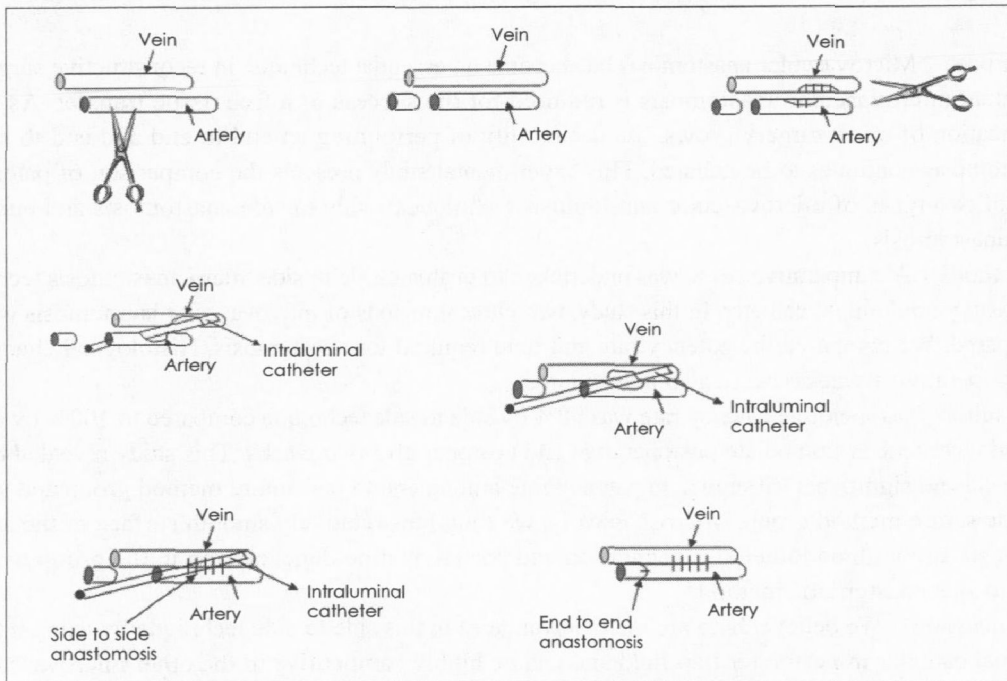


Fig. 1. Methods of side to side anastomosis.



Fig. 2. Immediate postoperative view of side to side anastomosis : The femoral artery was anastomosed to the femoral vein.

경우 절단된 동맥 양측의 말단 부위의 혈관외막을 2mm 제거한 후 10-0 nylon을 이용하여 단순 봉합법의 방법으로 8군데 봉합하였고, 측측 문합의 경우 각 혈관 측면의 봉합 예정부위를 미세 수술용 가위로 절제한 후 공여부 혈관의 말단부에서부터 intraluminal catheter를 삽입하여 수혜부 혈관으로 넣어준 다음, 같은 방법으로 10-0 nylon을 이용하여 봉합하였다(Fig. 1). 봉합이 끝난 직후 감자(clamp)를 제거하고 동맥 박동 여부 및 milking test를 이용하여 문합부의 개존을 확인하였고 nylon 6-0로 창상을 봉합하였다. 모든 미세 혈관 문합은 단일 시술자에 의해 시술되었다.

3. 혈관 개존을 확인

문합술직후 대퇴동맥의 원위부 혈관 겹자를 먼저 제거한 후 약 10초 후 근위부 겹자를 제거하여 milking test, 동맥 박동 여부로 혈행이 재개되는 것을 확인하였다. 개존 상태를 20분간 관찰하여 지속 여부를 평가하였고, 봉합술한 시간 후 개존 여부를 재평가 하였다. 수술 후 1주에 다시 같은 방법으로 마취 후 문합하였던 대퇴동맥을 노출하고 개존 상태를 확인하였다.

4. 조직표본 제작

모든 군에서 미세혈관 문합후 1주에 개존상태 및 문합부의 표면의 변화를 관찰하기 위해, 문합 부위의 혈관조직을 근위 및 원위 3mm씩 포함하여 절제해낸 후 세척과 고정의 과정을 거친 후 Hematoxylin-Eosin(H & E) 염색 표본을 만들어 혈관 내막의 치유 상태, 미세 혈전의 유무 등에 관한 조직학적 변화를 비교 관찰하였다. 또한 각 문합방식에 따른 조직표본과 비교하기 위해 정상 혈관의

조직 표본도 제작하여 염색 조직(H & E) 검사를 시행하였다.

결 과

1. 개존율

문합 직후의 개존 상태를 보면, 측측문합을 시행한 군은 10개의 문합 혈관중 8개(80%)에서 봉합부위 사이로의 출혈 없이 잘 개존되어 있었지만 2개의 문합부에 있어서는 출혈이 지속되어 추가적 봉합을 시행해 주었다. 단단 문합을 시행한 군에서는 봉합부위의 출혈 없이 10개(100%)의 동맥이 개존되어 있었다. 수술 직후 한시간 쯤에는 측측 문합을 시행했던 한 마리를 제외하고는 모두 100%의 개존율을 보였다. 측측 문합군에서 발생한 1시간 후의 비개존상태는 리도카인 처치에 반응하여 회복되었고 따라서 연속에 의한 것이라고 생각되었다. 문합 일주일후에 개존 여부를 재측정한 결과 단단문합을 시행한 대조군의 경우 100%의 개존율을 보여주었고, 측측문합을 시행한 경우 개존율 90%로서 나타났고 student's test 통계처리하여 유의수준 0.05에서 단단문합술을 대조군으로 비교한 결과 유의성은 낮게 나타났다(Table 1).

Table 1. Patency rate of each group

Group	No. of anastomosis	Patency rate	p value
End to end anastomosis	10	100% (10/10)	
Side to side anastomosis	10	90% (9/10)	>0.05

*p value : Student's test

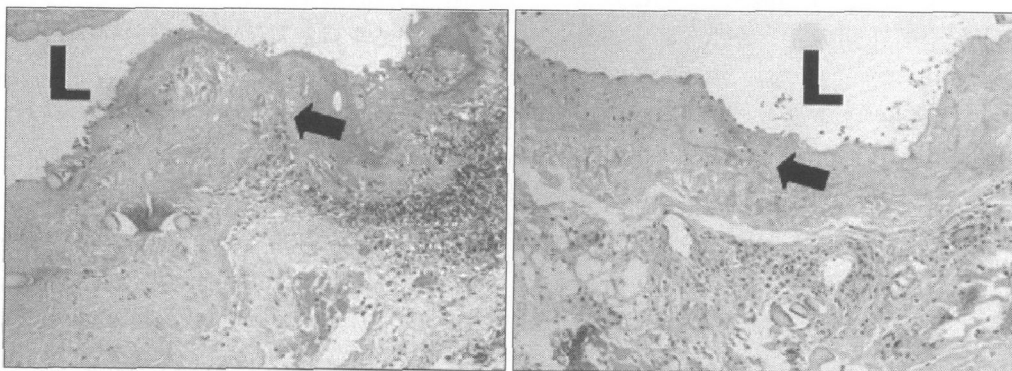


Fig. 3. Histological appearance by hematoxylin eosin staining 1 week postoperatively. Left panel ($\times 100$) : anastomosis site is partially covered with endothelium and the hyaline degeneration can be seen in the side to side anastomosis group. Right panel ($\times 100$) : the surface of the lumen is seen almost covered with a layer of newly formed endothelial cell in the end to end anastomosis group. Arrows indicate anastomosis site and L indicates vascular lumen.

2. 조직학적 소견

단단문합을 시행한 군에서는 수술 1주 경과 후 혈전은 관찰되지 않았고, 혈관의 내피화가 부분적으로 시작된 것을 확인 할 수 있었다.

측측문합 시행 후 1주 경과시 다음과 같은 조직 소견이 관찰되었다. 혈관 내막의 손상은 적었고, 내막을 따라 접합부위에서 결체조직이 틈을 매우면서 드문드문 내피세포가 둘러싸는 등 부분적으로 혈관의 내피화가 시작되는 모습을 보였다(Fig. 3). 혈관의 중막의 internal elastic lamina와 혈관근육층의 연결이 시작되는 소견을 관찰할 수 있었다. 미세혈전이 부분적으로 관찰 되었으며, 초자 변성의 경우 문합부위에서 광범위하게 관찰되었다. 봉합사 주위에 내막하 조직의 증식과 다핵성 거대세포, 다핵백혈구 등의 소견이 관찰되었다.

고 찰

천공지 피판술은 긴 혈관경을 가진 피판의 거상을 가능하게 하였다. 긴 혈관경은 자유로운 피판의 배치를 가능하게 해 주었지만 동정맥의 크기 차이나 꼬임 놀림의 위험요소는 오히려 더 문제가 될 수 있다. 또한 여전히 유리 피판술의 성공여부는 미세혈류의 혈전 형성 가능성 즉 정맥부의 원활한 배액에 달려 있다. 따라서 정맥을 수혜부 정맥에 측측문합으로 연결한 후 다른 수혜부 정맥에 단단문합을 시행한다면 혈류의 안정성을 얻을 수 있을 것이다. 이에 저자들은 실제 임상 적용의 상황과 같은 문합 모델을 찾기 위하여 서혜부의 대퇴동정맥루를 이용하였다. 또한 intraluminal catheter를 삽입한 후 시행함으로써 뒷벽 봉합의 가능성을 감소시킬 수 있었다. 미세혈관 문합의 성공률을 높이기 위해 고려하여야 하는 요소로는 주변조직으로부터의 혈관 박리, 혈관 외막의 제거방법, 봉합사의 재질, 봉합바늘의 크기 및 모양, 봉합 방법, 봉합수, 클램프의 사용여부 등이 있다³⁾. 즉 미세혈관 문합부위의 혈관 외막을 최소한으로 제거해야하며, 가능한 봉합수를 줄여야 하고 milikg test 후에도 심한 혈관 내막의 손상이 초래될 수 있어 patency test 시행 시에도 유의해야 하는 등 봉합의 모든 과정에서 주의를 기울여야한다. 뿐만 아니라 수술 후 혈관의 개존율을 높이고 수술 시간을 단축시키기 위해 여러 가지 혈관 문합법과 문합기구들이 개발되어 왔다. 현재 미세혈관 문합술은 크게 단단 문합과 단측 문합의 두 가지 방법이 주로 사용되고 있다. 단

단 문합과 단측문합의 개존율을 비교한 여러 연구에 의하면 기술적 오류가 없는 한 두가지 방법에서 개존율의 차이는 없다고 알려져 있다⁴⁾⁵⁾. 따라서 각각의 적응증에 따라 두 종류의 미세문합법이 선택되어 사용되어 왔다. 하지만 단단문합의 경우 혈관문합술시 가장 기본이 되는 기술적으로 쉬운 방법으로 간편하지만, 혈관의 직경 차이가 큰 경우 시행하기가 어려우며 수혜부 혈관의 회생을 필요로 할 수 있다는 단점이 있다. 또한 단측 문합의 경우는 문합할 혈관의 직경 차이가 심한 경우 시행하기가 어렵고, 수혜부의 혈관을 반드시 보존해야 하는 경우 등에 사용될 수 있는 방법이지만 문합술 직후 관류 여부를 눈으로 확인하기 어려운 경우가 있다. 또한 이러한 방법들은 혈관 직경이 작아질수록 뒷벽 봉합(back wall suture)의 위험성이 증가하게 되고, 이러한 기술적 오류로 인해 혈관 개존의 문제가 발생될 수 있다. 저자들은 이런 기존 문합법의 단점을 보완할 수 있는 intraluminal catheter를 이용한 측측문합의 방법을 고안하였고, 이 술식의 효용성을 평가하고 실제 임상에서 유용하게 쓰일 수 있는지 단단문합법을 연이어 시행하여 개존율 및 조직학적 변화를 관찰하였다. 미세혈관 문합술 시행 후 발생하는 혈전 증은 피판 생존에 관여하는 중요 요소로, 주로 문합 직후 첫 10분에 가장 많이 발생되고 20분째 감소하는 것으로 알려져 있다⁶⁾. 또한 첫 48시간이 혈전 형성에 중요하지만 술후 2주까지는 혈전의 발생 가능성이 있으므로 적어도 술후 2까지는 개존상태를 평가해야, 문합법의 안전성을 평가 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 문합 후 20분 후, 한시간 후, 일주일 후의 개존상태를 평가하였고, 측측문합과 단단문합의 개존율의 평균치를 비교한 결과 유사한 개존율을 얻을 수 있었다.

내피세포의 치유 과정에 대한 조직학적 연구 결과는 많이 보고되고 있지만, 혈관 내피 손상부에 대한 치유 기원 세포 또는 혈관 내피 세포 재생시간 등에 대해서는 아직 많은 논란이 대두되고 있다. 섬유아세포에서 신생내피세포가 기원하며, 인접 내피세포에의 유사분열로서 신생 내피세포가 만들어지고, 또한 혈관 중막의 평활근세포도 혈관내피치유에 관여한다는 보고가 있다⁷⁾. 혈관 내피 재생 시기는 대개 1주째부터 6주째까지 재생이 이루어진다고 하나 각 연구마다 그 기간이 다양하였고⁹⁻¹¹⁾, 봉합법의 방법에 따라서 다를 수 있는 혈관의 내막손상 정도도 혈관 내피세포들의 재생에 영향을 미치게 될 것이다. 이번 실험에서는 단단 문합을 시행한 경우 수술 후 1주에 부분

적으로 내피세포가 재생되는 것을 관찰 할 수 있었고, 측측 문합의 경우에도 수술 후 1주째 혈관내피재생이 시작되는 것을 관찰 할 수 있었다. 이처럼 측측 문합술을 시행한 경우에도 조직 치유 반응이 좋았던 이유는 milking test의 도움 없이도 혈관 겹자의 위치를 달리함으로써 문합 직후의 관류여부를 쉽게 파악할 수 있어 혈관 내피 손상을 최소화 할 수 있었기 때문이라고 생각해 볼 수 있다. 측측문합술은 혈관 내피의 손상을 최소화 할 수 있는 방법일 뿐만 아니라 직경차이가 큰 혈관에서도 적용할 수 있다. 또한 저자들이 고안한 guiding stent의 도움으로 뒷벽 봉합의 두려움 없이 문합술이 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 물론 정맥 정맥 사이의 문합모델이 아니기 때문에 한계가 있을 수 있고 임상의 적용이 가능한지 알기 위하여 동시에 측측문합과 단단문합을 시행하였기 때문에 각각의 개존률에 영향을 미칠 수 있다는 비판이 있을 수 있다. 그럼에도 측측문합의 개존률이 유의한 차이를 보이지 않았다는 점에서 이 연구는 측측 미세혈관 문합이 임상에서 유용하게 적용될 수 있다는 가능성을 제시한다고 하겠다.

결 론

저자들은 쥐의 대퇴동맥에 측측 미세문합을 시행하여 고식적인 단단 미세문합법을 대조군으로 하여, 각 군의 개존율과 조직학적 변화를 비교하였다. 단단 미세문합을 시행받은 군과 측측 미세문합을 받은 군 사이의 유의할 만한 개존율의 차이를 보이지 않았고, 문합법과는 상관없이 유사한 조직학적 치유 과정이 관찰되었다. 이러한 결과는 천공지 피관을 거상하여 긴 혈관경을 얻을 수 있게 되었을 때, 정맥 부위에 개존율 저하에 대한 우려 없이 측측 미세혈관 문합술을 시행할 수 있는 근거가 될 수 있을 것이다. 한 정맥에 측측문합으로 연결한 후 다른 정맥에 단측문합을 시행한다면 정맥의 크기 차이나 꼬임, 눌림의 위험요소에 대한 우려가 적을 뿐 아니라 안정적인 혈류를 얻을 수 있을 것이다. 또한 intraluminal catheter를 이용한 혈관 문합방법의 고안은 향후 다른 기계적 문합 가능성을 열 수 있다고 하겠다.

중심 단어 : 개존율 · 미세 문합 · 측측문합 · 혈관내 도관.

References

- 1) Matsumura N, Hamada H, Yamatani K, Hayashi N, Hirashima Y, Endo S : *Side to Side arterial anastomosis model in the rat internal and external carotid arteries, J Reconstr Microsurg* 2001 ; 17 : 263
- 2) Matsumura N, Endo S, Hamada H, Kurimoto M, Hirashima Y, Takaku A : *An experimental model for side to side microvascular anastomosis, J Reconstr Microsurg* 1999 ; 15 : 581
- 3) Urbaniak JR, Soucacos PN, Adelaar RS, Bright DS, Whitehurst LA : *Experimental evaluation of microsurgical techniques in small artery anastomosis, Orthop Clin North Am* 1977 ; 8 : 249
- 4) Dotson RJ, Bishop AT, Wood MB, Schroeder A : *End-to-end versus end-to-side arterial anastomosis patency in microvascular surgery. Microsurgery* 1998 ; 18 : 125
- 5) Samaha FJ, Oliva A, Buncke GK, Buncke HJ, Siko PP : *A clinical study of end-to-end versus end-to-side techniques for microvascular anastomosis. Plast Reconstr Surg* 1997 ; 99 : 1109
- 6) Kim UK, Kim YD, Byun JH, Shin SH, Chung IK : *Study of patency rate in variable microvascular anastomosis. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2003 ; 29 : 349
- 7) Acland RD, Trachtenberg L : *The histopathology of small arteries following experimental microvascular anastomosis. Plast Reconstr Surg* 1977 ; 59 : 868
- 8) Thurston JB, Bunckes HJ, Chater NL, Weinstein PR : *A scanning electron microscopy study of micro-arterial damage and repair. Plast Reconstr Surg* 1976 ; 57 : 197
- 9) Harashina T : *The site of reapplication of microvascular clamps. Plast Reconstr Surg* 1976 ; 57 : 719
- 10) Nightingale K, Servant JM, Ikuta Y, Harada Y : *A scanning electron microscope study of microvascular anastomosis. Plast Reconstr Surg* 1976 ; 57 : 329
- 11) Milward T, Rayner CR : *A method for studying endothelial regeneration in small vessels. Plast Reconstr Surg* 1976 ; 58 : 490