

## 쥐 대퇴 동맥의 미세 문합시 개존성에 영향을 미치는 인자

전북대학교 의과대학 정형외과학교실, 전북대학교 임상의학연구소

이준모·서규범

— Abstract —

### Factors Affecting Patency Rate in Microvascular Anastomosis of the Femoral Artery in Rat

Jun-Mo Lee, M.D. and Kyu-Bum Seo, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk National University, Medical School and  
Research Institute of Clinical Medicine, Chonbuk National University, Jeonju, Korea*

Microvascular anastomosis is too important to reduce the failure in operating room because of no choice in case of failure and prognosis of the failure would be more worse than any other success ones.

Factors for microsurgery trainee influencing patency in microvascular anastomosis at the laboratory are numerous but, three basic prerequisites are magnification, instruments and suture material and training.

First Author trained microsurgical technique to the second author using femoral artery of the rat and patency of the anastomosis was evaluated by the milking test. Period which microsurgeon successes femoral arterial anastomosis in rat in both of 5 and 30 minutes was 7th week at the laboratory which has done 2 vessels a week under the supervise of the skilled first author.

**Key Words** : Microvascular anastomosis, Microsurgical technique

#### 1. 서론

미세수술 기법은 실험실에서 반복적인 연습을 통하여 혈관 문합의 성공률을 일정 수준까지 높인 다음 인체에 적용시킬 수 있으나, 실험실에서 기법을 달성하기 위하여는 확대술, 미세 수술 기구와 봉합사 그리고 반복적인 훈련 등 3가지 기본 요구가 필수적으로 요구된다.

확대술은 수술과정중 구조물의 크기가 작기 때문에 수술용 현미경을 이용한 확대가 첫 번째 요구사항이다<sup>1)</sup>. 직경 2 mm 이하의 구조물에 대하여 현미경에 의한 배율은 16배에서 40배까지 요구되지만 혈관의 미세수술적 봉합을 위하여는 16배와 25배 확대가 필요하다.

미세수술 기구는 보석 겸자(jeweler's forceps), 지침기(needle holder), 혈관 겸자(vessel clamps), 가위(microsurgical scissors) 등이 필요하며 봉합사

는 직경이 18 micrometer에서 35 micrometer까지로 직경 50-139 micrometer의 비외상성 바늘을 사용하며 상업적으로는 9~0, 10~0, 11~0 그리고 12~0까지 사용된다<sup>1)</sup>.

훈련은 가장 중요한 요소로서 대략 하루 6~8시간씩 연습하여 약 2~3주가 소요되는 것으로 미세수술 기구를 익숙하게 다루면서 봉합사를 완벽하게 봉합하는 반복연습이 필요하다<sup>2)</sup>. 또한 실험동물로는 쥐가 선택되어, 동물에 대한 마취와 실험시 추가 약제 투여 그리고 실험 후 처치에 있어 수술실에서와 동종의 기구를 사용하고 항상 동물을 신중하게 다루면서 실험에 임한다. 저자들은 미세 수술 기법에 능숙한 의사가 미세 수술 경험이 전무한 의사를 교육하면서, 현미경 다루는 법, 쥐의 마취법, 미세 수술 기구 및 봉합사를 이용한 반복적인 훈련으로 미세 수술 기법이 숙달되는 과정을 알아보고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

성숙한 무게 약 450 그램 정도의 Sprague-Dawley 쥐를 2.5% pentobarbital(30 mg/kg) 약 1.1 cc를 복강내 주사하여 마취시킨 후, 바로 누운 자세로 위치시켜 우측 복부 하단부와 서혜부와의 결합부부터 우슬관절 부위까지 내측 대퇴부의 털을 면도하고 대퇴부를 절개하고 대퇴 근을 견인하여 대퇴 동맥을 노출시켰다. 대퇴 동맥을 혈관 검자로 고정 후 미세수술 가위를 이용하여 절단하였으며, 대퇴 동맥 외막(adventitia) 제거술을 충분히 시행한 후 미세수술 수련의 (trainee)가 10-0 나이론 봉합사를 이용하여 봉합 수기를 시행하였는데, 대퇴 동맥이 정맥과 인접하여 있고 또한 혈관 후방으로 깊게 위치하고 있어, 봉합 수기는 일방 우선(One way up) 기법(technique)을 이용하였다<sup>3)</sup>. 전방과 후방 경계 한 곳에 첫 봉합을 시행한 후, 봉합 부위에서부터 일정 간격으로 봉합 바늘을, 후방 혈관 벽 외측에서 내측을 통과하고 반대쪽 혈관 벽 외측으로 끌어낸 후 봉합하는 방식으로 진행하였다. 동맥 직경은 약 1.0 mm 정도로서 전, 후방 합하여 총 약 8 회 정도의 봉합을 시행하였으며, 헤파린 등의 항응고제 등은 일체 사용하지 않고, 혈관 벽의 혈전 제거에는 등장액을 사용하였다.

봉합이 완료된 직 후, 쥐어짜기 시험(milking test)으로 봉합 혈관의 개존성 여부를 확인하고 5분

후 그리고 30분후에 재차 개존성 여부를 확인한 후 최종 30분까지 개존되어 혈류의 흐름이 확립되어 있는 경우를 미세수술 기법이 성공한 것으로 기록하였다. 1주에 2회를 시행하였는데, 1회 시행시 1개의 우측 대퇴 동맥을 단단 문합하였으며, 7주까지 중단 없이 연속적으로 시행하였다.

## III. 결 과

실험 시작후 2주동안에는 문합 동맥의 개존성이 전혀 확보되지 못하였으며, 5주까지 5분의 개존성은 있었으나 30분 동안은 유지되지 못하였고, 6주에는 5분과 30분 모두에서 개존성이 유지된 이래, 7주까지 성공적인 문합이 유지되었다(Table 1, 2).

**Table 1.** Results of failure according to the period

Week	Group	
	failure	success
first	A, B	
second	A, B	
third	B	A
fourth	A, B	
fifth	B	A
sixth		A, B
seventh		A, B

\* A: milking test at 5 minutes after anastomosis  
B: milking test at 30 minutes after anastomosis

**Table 2.** Causes of failure

Causes of failure	Experiment
Inappropriate bite between sutures	1A, 1B
Folding suture	3B, 5B
Much tension between twin clamp	4B

\* 1A : first week patency test at 5 minutes after anastomosis  
1B : first week patency test at 30 minutes after anastomosis  
3B: third week patency test at 30 minutes after anastomosis  
5B : fifth week patency test at 30 minutes after anastomosis  
4B : fourth week patency test at 30 minutes after anastomosis

#### IV. 고 찰

미세수술 기법을 위한 기본 요구 사항중 한 가지는 확대술(magnification)인데, 혈관의 미세수술적 봉합에는 16배와 25배까지 확대 가능한 수술 현미경이 필요하고, 수련의(trainee)가 관찰할 수 있는 이중(binocular) 현미경이 유용하다. 배율의 조절은 발판을 이용한 방법이 수동으로 조절하는 경우보다 더 편리하고 쉽게 조작되므로서, 개존성을 향상시킬 수 있기 때문에, 실험실에서의 훈련에 사용가능해야 한다<sup>3)</sup>. 현미경 조작을 능숙하게 할 줄 알아야하며 가장 편리하고 오래 견딜 수 있는 자세는 바닥에 족부가 편평하게 닿고, 고관절과 슬관절이 90도를 이루어야 한다. 가장 효과적인 작업 높이(working height)는, 전완부와 수부가 손떨림이 최소화되는 상태로써 주관절이 90도 또는 이에 근접한 위치가 되어야 한다.

미세수술 기구는 초보자에게는 선택시 어려움이 있으나, 숙련된 의사는 확장할 수 있게 잡고 유지할 수 있는 정밀한 침단을 갖는 기구와 미세 조직을 절단할 수 있고, 표면의 반사가 없고, 수술시 피로감을 느낄 수 없는 안정된 기구를 선택한다<sup>9)</sup>. 겸자(forceps)는 미세수술중 지속적으로 사용되기 때문에 조직과 봉합사가 잘 잡히므로서 봉합시 조직 손상을 최소화하면서 봉합술을 시행할 수 있다. 가위는 혈관 외막을 제거하고 손상된 혈관 단을 새롭게 하는데 유용하다. 혈관 겸자는 문합술시 혈류를 일시적으로 차단하는 역할을 하며 직경 1 mm의 혈관에서 겸자의 압력은 30 gram/mm<sup>2</sup>를 초과하면 안된다.

봉합사는 직경이 18 micrometer에서 35 micrometer까지로 직경 50~139 micrometer의 비외상성 바늘을 사용하며 상업적으로는 9-0, 10-0, 11-0 그리고 12-0까지 사용되지만<sup>1)</sup>, 임상적으로는 가장 흔히 사용되는 종류는 75 micrometer의 10-0 나이론 봉합사이다.

훈련은 매일 6~8시간의 작업을 요한다고 하였으나<sup>1)</sup>, 저자는 실험 초기의 비숙련 때문에 1주에 2회를 시행하였고 1회에 동물 마취부터 우 대퇴 동맥 단단 문합술까지 약 3시간 정도가 소요되었으며 가장 기본적인 간단한 단단 문합의 성공률에서는 문합에 소요된 시간은 약 30~40분이었다<sup>4)</sup>. 수술 기법 중 대퇴 동맥을 겸자(forceps)를 이용하여 주위 조

직으로부터 박리할 때 특히 정맥 혈관벽의 손상을 매우 주의하여야하며, 경우에 따라서는 대량 손상시 막대한 정맥혈의 출혈로 인하여 수술 시야가 흐려지고 지혈이 불가능할 경우에 미세수술 기법 자체가 불가능한 경우도 있다. 대퇴 동맥이 온전한 상태로 분리되어 선택되면 측부 혈관의 손상 및 처치에 주의하여야 하는데 측부 인대의 직경이 매우 작은 경우에는 소작 요법으로 처리할 수 있으며, 비교적 큰 경우에는 결찰 요법으로 처리하므로서 혈관 겹자를 자유로운 위치로 위치시켜 대퇴 동맥의 일시적 혈류 차단을 가능하게 할 수 있다. 혈관 겹자 위치후 겹자 사이의 동맥을 절단하고, 동맥내의 혈액을 등장액으로 씻어 내므로서 수술 시야를 밝게 확보할 수 있다. 배경 물질(back ground material)은 혈관과 봉합사의 시야를 좋게하며, 혈관을 주위 조직과 혈류로부터 격리시켜주므로서 문합을 용이하게 한다. 동맥 주위의 외막을 박리하므로서 봉합사의 영킴을 방지하고 부주의로 인한 혈관내 삽입시, 혈전 발생을 촉진시키므로서 결국 문합실패의 확률을 높인다.

봉합 수기는 대퇴 동맥의 해부학적 위치로 판단하여 전면 봉합후 이어서 시행되는 후면 봉합 수기가 초보자에게는 불가능하여, 일방 우선 기법을 사용하였으며, 술 후 혈관 문합의 개존성에 대한 검사는 쥐어짜기 시험(milking test)으로 시행하였다. 훈련 2주까지는 전례에서 실패하였으나, 3주부터 5주까지는 간헐적인 성공률을 보였다. 실패한 경우는 봉합간의 거리가 일정치 않았으며, 혈관 겹자간 긴장력이 너무 높았고 봉합 면이 내번되는 경우 등이었다. 결국 문합후 혈관 개존성에 영향을 미치는 인자는 봉합간의 부적절한 봉합, 봉합의 겹침 그리고 혈관 겹자간의 긴장력을 조절하지 못하여 발생된 초 긴장력 등으로 사료되었다.

#### V. 결 론

미세수술 기법에 필요한 확대술, 미세수술 기구와 봉합사를 준비한 후, 성숙한 쥐의 대퇴 동맥을 이용하여 10-0 나이론사를 이용하여 일방 우선 봉합술로서 미세수술 기법을 훈련하였는데, 실험 시작후 6주에는 5분과 30분 모두에서 개존성이 유지된 이래 7주까지 성공적인 문합이 유지되었다.

미세 수술 초보자에서 시행한 쥐의 대퇴 동맥 문합

술시, 기구와 현미경 등 완벽한 준비외에 봉합간의 부적절한 봉합, 봉합의 겹침 그리고 혈관 겹자간의 긴장력 조절 실패 등이 기술적인 원인으로 사료되었다.

## REFERENCES

- 1) Jobe MT : *Microsurgery. Campbell's Operative Orthopedics. 9th ed. CV Mosby Co. p. 3173-3187, 1998.*
- 2) Acland RD : *Practice manual for microvascular surgery, 2nd ed. CV Mosby Co. p. 105-108, 1989.*
- 3) Pederson WC and Sanders WE : *Principles of microvascular surgery. Green's Operative Hand Surgery. 4th ed. p.1094-1138, 1999.*
- 4) 이준모, 이강욱, 이동근 : 고전적 및 삼각조각 기법을 이용한 단-측면 미세동맥 접합술의 실험적 연구. 대한미세수술학회지 p. 51-55, 1992.
- 5) Hidalgo DA, Bermant MA and Keller A : *Microsurgery instruments, sutures and monitoring equipment. p.21-35, Futura Publishing Co, Inc, 1987.*