

微細血管吻合術에 關한 實驗的 研究*

梨花女子大學校 醫科大學 醫學科 副教授

姜 忠 男

=Abstract=

Experimental Study for Microvascular Anastomosis

Chung Nam Kang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine Ewha Womans University

Recent progress in microvascular surgery has opened new clinical possibilities in tissue transplantation, replantation by the direct anastomosis of vessels about one mm in external diameter. However in spite of continuous training, the use of improved microscopes, instrument and suture material, it is still difficult to obtain high patency rate.

Increasing facility obtained only by repeated operation upon the experimental animal reduce the false rate of arterial anastomosis and should make availability on additional and mastery technic in repeated experimental exercise for operation procedure requiring the anastomosis of small artery.

The purpose of this paper is to describe the instrument being used and to point out their use in end to end anastomosis of femoral artery of rat, and to emphasize the role and important factors in the surgical repair of small artery with suture technique. Preliminary experimental study for microvascular anastomosis was projected to three step. The femoral artery of living rat was used in last step about 30 case, and then obtained patency rate 19 case and false 11 case.

The result to the analysis for false 11 case are as follows.

1. Two case by insufficient dissection of femoral artery of rat. Satisfactory dissection is from its emergence at the inguinal ligament to its bifurcation, and the greater mobilization, the easier femoral artery of rat is to approximate, turn over, and revise, if necessary. Dissection of tissue must be slow to avoid vessel damage.

2. One case by extreme vascular spasm. Due to manipulation, especially cold, dry, contact with fresh blood, vessel is usually spasm. Vascular spasm can be reversed by topical application of 1% lidocain and by keeping constant moisture with warm 37°C Ringer solution. Vessel trauma by rough handling is not responded by lidocain or irrigation.

*本 論文은 1980年度 文教部 研究費支給에 依한 것임.

3. Three case by unskilled handling of clamp-approximation. Questionable problem is on which side the clamp should be placed? Which clamp should be placed on proximal or distal? How far apart the clamp should be placed and where they should be applied? Which should be closed first, the proximal clamp or the distal one? Above description was solved.

4. Three case by unskilled microvascular suturing. Questionable problem is where the guide suture should be placed? How large a bite should be taken? How many suture will be required? Above description was solved.

5. Two case by thrombosis after vascular anastomosis. Thrombosis has been a major problem. Surgical trauma of vessel and unskilled technique of anastomosis were lead to thrombosis formation in microvascular surgery.

Patency rate after microvascular surgery depends mainly upon good visualization of vascular anatomy and good technique including tissue dissection and microvascular suturing, gentle manipulation of vessel, fine and appropriate instrument.

緒 論

血管吻合을 처음 試圖한 것은 1902年 Alexis Carrel⁸⁾이었으며, 이 때는 血管鉗子使用後에 發生하는 血管의 貧血狀態等으로 작은 血管의 吻合은 困難하였고 血栓形成에 對한 防止策이 없었다.

世界第二次大戰後 1956年까지는 小口徑血管에 縫合이 없는 血管吻合이 流行되었다. 即 1956年 Androsow¹⁾가 機械的인 stapler를 紹介하여 2個의 stapler를 連結함으로써 1.3~1.5 mm의 血管吻合에 成功하였고, 그後 Vogelfanger²⁾, Inokuchi¹⁸⁾가 stapler의 크기를 極小化시키고 多様な 種類를 만들었다. 그리고 Chase¹⁰⁾는 teflonring, Nakayama²¹⁾는 2個의 metal ring을 接合시키는 方法으로 1.5~2.5 mm의 血管을 2~11分의 短時間에 血管吻合을 하였었다. 또 Carton²⁶⁾은 血管吻合을 縫合없이 接着劑縫合(adhesive)을 試圖하였고 1965年 Siegel²⁸⁾은 血管端의 가장자리를 微細器具로 잡고 電極을 血管鉗子에 通하게 하여 調節된 電流를 熱로 轉換시켜서 兩側血管을 接合시키는 electrocoaption을 紹介하였다. 그리고 1967年 Strully와 Yohr²⁹⁾는 增幅된 빛을 吸收하게 되면 強力한 熱이 發生하는 것을 利用하여 組織을 破壞, 凝固시키는 LASER(Light Amplification by Stimulated Emission of Radialis)을 紹介한 바 있다. 그러나 以上の 縫合없는 方法에는 수많은 短點이 있어 小口徑血管에서는 普遍的으로 適用되기 困難하므로 自然히 微細血管吻合術에 關한 手技의 開發과 補及은 必然적이었으며, 끊임없는 抗生劑

麻醉, 輸血의 發達과 더불어 1960年代 初期 Jacobson과 Saurez¹⁹⁾, Urschel³¹⁾, Chase¹⁰⁾, Mani²⁰⁾는 高性能光源과 手術者가 自由로 이 倍率을 調節할 수 있는 微細手術用 顯微鏡의 擴大된 視野에서 1 mm의 血管을 縫合하여 65~100%의 貫通率을 報告하였고, 이는 血管手術手技의 큰 轉換點이 되었다.

一般的으로 直徑 3 mm 以下の 血管의 縫合을 微細血管吻合術이라 하며, 1970年代 外科醫師에 依하여 研究되어 왔다⁴⁾⁷⁾³⁰⁾. 그리고 1980年代에는 微細血管縫合術은 1970年代까지의 解決하지 못한 問題點을 點次 解決하는 決定的인 役割을 함으로써 微細血管手術手技는 必要不可缺한 것이 되었다.

整形外科領域에서는 血管附着筋肉移植, 切斷四肢再接合, 血管附着皮膚移植, 血管附着骨移植, 末梢神經縫合을 함으로써 骨組織이 露出된 外傷, 慢性骨髓炎, 特히 手指切斷, 四肢의 機能回復을 爲한 筋肉移植, 四肢切斷하여야 할 狀況에서 血管移植을 應用할 수 있고 또 極甚한 手指 및 四肢外傷의 모든 合併症을 減少시킬 수 있다 하였다⁴⁾⁷⁾²⁵⁾²⁷⁾. 微細手術은 크게 나누어서 微細剝離術, 微細血管術, 微細神經手術로 나뉘며, 微細血管術은 顯微鏡調節, 使用材料의 利用 및 縫合技術이 많은 動物實驗에서 訓練되어야 하고 血管貫通率이 70~80% 이상이어야 臨床에 應用할 수 있음은 周確의 事實이다²⁾⁵⁾.

本實驗의 目的은 微細血管手術手技의 熟達과 手技의 改善點이 있을 것으로 假定하여 使用資料의 獲得, 그리고 制限된 條件과 環境속에서 基礎的인 手技부터 實行하였다. 雄白鼠 大腿動脈에서 血管端端吻合術을 施行

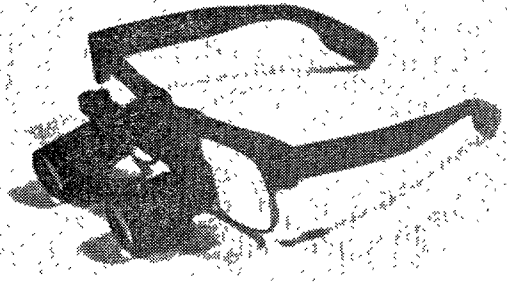
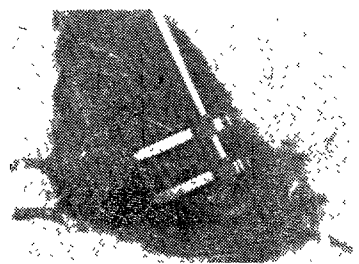
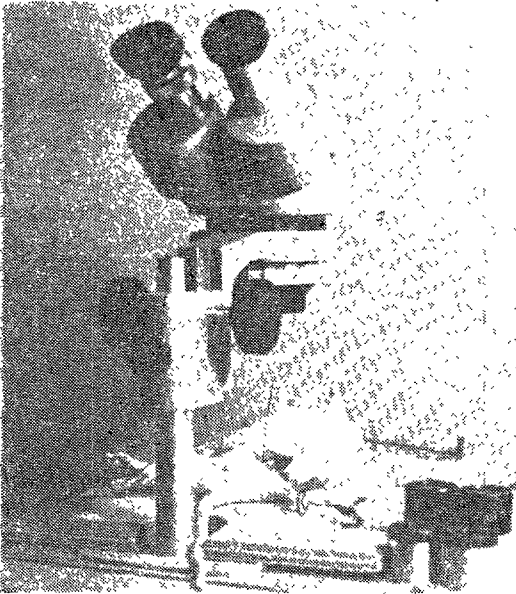
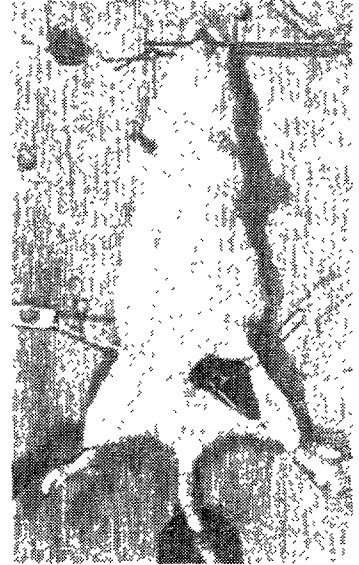
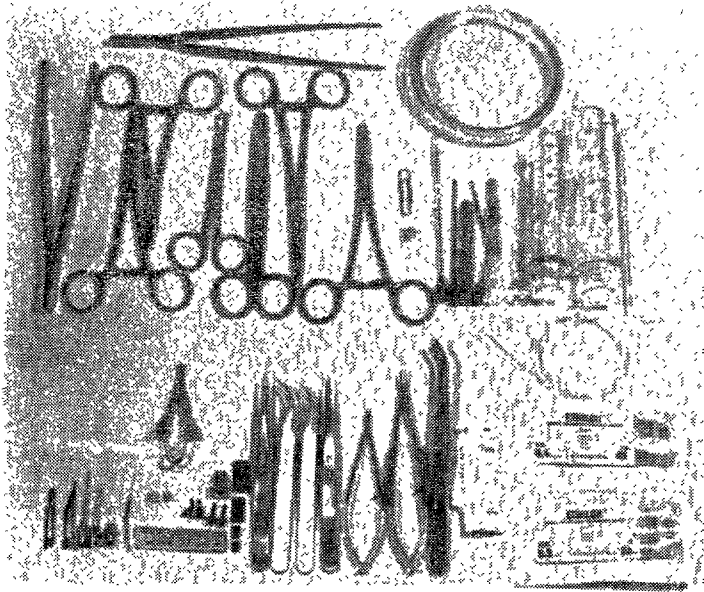


사진 1. 上左: 上部는 手部手術器具와 使用된 器具, 下部는 微細手術器 및 縫合絲.
 사진 2. 上右: 製作한 형틀에 固定한 麻醉된 白鼠.
 사진 3. 下左: 手術用顯微鏡 (Kyowa microscope Model SD-I-PI).
 사진 中右: 白鼠大腿血管에 clamp-approximator 을 適用한 狀態.
 사진 下右: 手術用擴大鏡 (Keeler Type).

하여 그 결과를 보고한다.

實驗動物 및 麻醉

實驗動物은 무게 約 200~250 gm의 큰 雄白鼠를 使用하였다.

麻醉는 pentobarbital 0.1 mg/100gm을 No. 23 注射針을 連結한 두버크린注射器를 使用하여 쥐의 꼬리, 발, 목을 掌匣인 손으로 잡고 腹腔에 注射하였다. 普通 5~10 分內에 完全히 麻醉되며 呼吸이 깊어지고 一定해지며 四肢가 完全히 弛緩된다. 그리고 實驗途中 약간 움직일 때마다 0.1 mg을 준다. 그 後 製作한 쥐의 형틀에 양쪽 下肢와 齒牙부분을 고무줄로 固定하고 腹部 및 鼠蹊部 大腿部位의 털을 刮고 皮膚를 알콜로 消毒하였다.

實驗器材

手術臺는 一般冊床을 使用하여 手術用顯微鏡이 쥐의 形틀에 걸리지않게 板子를 깎아서 顯微鏡받침대를 없게 하였고 手術者의 脊椎를 구부리지 않고 前膊이 手術臺에 完全히 支持되겠끔 椅子를 調節하여 높이 32 inch의 手術臺를 만들었으며, 쥐의 形틀은 베니아板으로 만들고 압전, 크린과 고무줄은 手術用고무掌匣을 切斷하여 使用하였다. 手術用擴大鏡은 4×率, 초점거리 35 cm인 Keeler 型을 準備하였고, 動物實驗에 適合하고 많은 初心者가 使用하며 焦點距離는 手動操作하는 剝離顯微鏡(Kyowa microscope model SD-IP-I)으로 10×, 20×率을 準備하였으며, 光源은 100 volt 電球를 近接距離에서 使用하였다.

微細鉗子는 微細器具의 物理的인 特徵을 綜合하고 組織을 破損없이 만질수 있는 精巧하고 가는 끝과 手術視野를 妨害하지 않는 器具의 어깨부분(shoulder)이 제 1, 2手指사이에 支持하기 좋고 index-pinch mechanism에 便利한 jeweler 鉗子를 擇하여 組織剝離에는 No.2, 3, 血管縫합에는 No.5, 7을 使用하였으며 指針器는 jeweler No.2와 castroviejo 型을 準備하였다. 가위는 작은 curve가 있는 castroviejo 型으로 끝이 둥근것, 뾰족한 것을 準備하였고 微細外科用 칼은 準備하지 않고 微細가위로 대신하여 使用하였으며, 皮膚切開 및 筋肉切開에는 一般手術用 칼 No.11, 15를 使用하였다.

血管鉗子(clamp)는 壓力이 25~30 gm/mm² 이상이면 血管의 內膜損傷으로 上皮細胞(endothelial)가 損傷되어 後에 血栓形成의 重要한 原因이 된다. 그러므로

切斷된 血管을 近接固定시키는 clamp-approximator는 2個의 血管鉗子가 損傷없이 血管을 잡아야하고 血管鉗子사이의 距離를 調節하여 切斷血管을 接近시킬 수 있는 Tamai 型 clamp-approximator을 準備하였다.

Counterpressor는 두버크린注射器에 附着한 것으로 No.23 注射針에 通過되는 鐵絲를 使用하여 끝을 타원형으로 만들어 使用하였다. 그리고 洗滌器(irrigator)는 Rigg²⁴⁾가 使用한 것과 같이 No.27 注射針의 끝을 등글게하여 두버크린注射器에 連結하고 두버크린注射器의 plunge는 除去한 狀態에서 고무판으로 連結시켰으며 이곳에 다시 No.8 注射針과 消毒된 polyethylene 管(I.D. 0.045 inch, O.D. 0.062 inch, 길이 12 inch)을 連結하여 그 끝은 壓力源이 될 10~20 cc 注射器에 No.8 注射針을 連結하여 使用하였다. 吸入器(suction)는 No.20 注射針을 吸入管에 連結하고 手指로 吸入力을 調節하겠끔 吸入管에 구멍을 만들었다. 血管後面의 視野를 改善시키고 微細構造들의 서로 엇갈림을 防止하기 爲하여 準備한 background material은 고무풍선 조각으로 노란색을 擇하였다.

血管縫合後 使用될 wrapper는 縫合때 생길수 있는 구멍 縫合途中의 出血을 防止하기 爲하여 血管縫合을 마친 後 血管鉗子를 除去하기 前에 使用했는데 著者는 合成纖維의 一種인 透明한 saran 조각을 準備하였고, 縫合絲는 縫合針의 尖端部分이 tapered 이고 針의 型鐵은 channel 方法으로 縫合絲에 連結되어 있으며 縫合絲는 縫合때 잘 보이도록 검은색, 그리고 直徑이 22 U (BV 8은 除外)인 ethicon은 實際로 縫合絲의 強度가 다른 製品보다 強하고 組織炎症反應과 血管壁損傷이 적고 操作에 便利하나 매듭이 堅固치 못하다는 短點이 있지만 대부분 實驗室과 臨床에서 使用하는 製品으로 monofilament nylon ethicon 10-0, 8-0, 6-0을 準備하였다.

實驗過程과 結果

微細血管手術의 手技는 처음부터 計劃된 練習이 必要하며, 이런 段階의 訓練의 重要性은 向後 臨床에 利用하는데 全部라 해도 過言이 아니므로 徹底한 基礎的 熟達은 지극히 重要하다. 著者는 4段階로 나누어 1, 2, 3 段階는 手技의 熟達을 爲한 豫備實驗으로 하고 4段階는 本實驗으로 實行하였다.

1. 第1段階 實驗: 고무掌匣縫合術 (5回).

初心者의 첫 練習으로 手術用顯微鏡, 微細器具 및 微細縫合絲의 操作과 그 使用을 熟知하는 것으로 木製舌壓자 10個, 手術用掌匣 10個, No.11 手術用칼, 縫合

絲 6-0, 8-0, 10-0 을 準備하였다.

手術用 고무掌匣의 第3手指部分에 舌壓자를 緊張이 없게 끼우고 掌匣의 다른 장소는 固定하였다. 舌壓자를 낀 고무掌匣 第3手指를 垂直으로 約 2.5 cm 切開하며 이때 그 間隔이 1 mm 以上으로 벌어지지 않게 한다. 舌壓자는 術者에 垂直으로 位置하겠끔 하여 縫合은 單純 또는 復數의 매듭과 切開된 고무장갑 가장자리에서의 距離, 매듭의 緊張程度등을 항상 顯微鏡으로 보면서 縫合術을 習得하였다. 實驗結果 微細血管手術의 感觸을 느끼고 顯微鏡焦點距離 및 操作法, 微細手術器具의 肉眼과 顯微鏡下의 差異點을 알게 되었고 또 器具使用에 있어서는 항상 연필을 쥐는 손의 姿勢로서 第1指와 第2指의 사이에 있어야 하였었다.

第1段階實驗에서 縫合手技에 關하여 習得된 것은 ;

1) 3개의 매듭縫합때 첫매듭은 2重으로 하고 둘째, 셋째는 單純매듭으로 한것이 比較的 단단하였으며, 全部 單純매듭으로 한것은 쉽게 풀어짐을 觀察하였다.

2) 매듭을 만들 때 指針器 대신 curve jeweler 鉗子를 使用하는 것이 簡單하고 操作이 容易함을 經驗하였다.

3) 縫合針은 直線이 便함을 알 수 있었다.

4) 縫合매듭은 너무 緊張을 주면 고무장갑 가장자리가 올라오는 것, 꺾이는 것, 안쪽으로 들어가는 것등을 觀察하고 適當한 緊張을 縫合絲에 주는 것이 重要하다는 것을 알 수 있었다.

2. 第2段階 實驗 : 死體血管의 縫合術(9回).

組織剝離 또는 血管鉗子 使用없이 基本的인 微細血管縫合手技를 熟達하는 것으로 死體에서 採取된 動脈을 端端吻合術하였다. 縫合絲는 8-0, 10-0, 縫合針은 BV4, 10 V 43 을 準備하고 死體血管直徑 3, 2, 1 mm 動脈을 각각 5~7 cm 씩 2個를 準備하였다.

1) 舌壓자를 낀 手術用掌匣手指위에 3 mm 血管을 位置시키고 양쪽 血管을 緊張없이 固定시킨 다음 모든 血管外膜 및 血管外의 組織을 除去하고 血管後方에 background material 을 끼었다. 처음에는 血管前壁만을 切開하고 120° 引導縫合(guide suture)을 한 後에 그 사이로 interrupted 縫合을 하였다. 다음에는 血管을 움직여 아직 切開하지 않은 血管後方壁을 切開하고 血管腔을 通하여 前方壁의 切斷血管 가장자리와 縫合絲와의 距離, 縫合과 縫合사이의 間隔, 血管壁의 非正常的인 狀態를 觀察하였다.

2) 2 mm 의 動脈을 完全히 切斷하여 基本的인 第3引導縫合術을 遂行하였다. 이 때 引導縫合絲가 길게 남지 않게 하고 前方壁을 完全히 縫合한 後 引導縫合絲의 약간의 牽引으로 血管을 回轉시켜 後方中間部位를 引

導縫合한 後 나머지 部分을 縫合하였다. 이런 縫合은 吻合部位를 切除하고 다시 縫合練習을 하였다. 그리고 No.26 注射針으로 食鹽水를 血管에 注入시켜서 血管擴張과 縫合사이에서의 食鹽水의 漏出을 觀察하였다.

3) 1 mm 動脈은 2, 3 mm 血管과 같은 方法으로 縫合練習을 하였다. Clamp-approximator 의 使用練習은 血管을 完全 切斷後에 血管에 適用시키고 다음 切斷部分을 縫合練習하였다.

3. 第3段階 實驗 : 죽은 쥐를 使用한 大腿動脈의 微細剝離術 및 血管端端吻合術(8回).

微細剝離術은 微細血管手術前에 習得하여야 할 手技로써 微細手術全過程에서 使用된다. 即 基本이 되는 것으로 擴大視野下에서 모든 組織損傷을 最少로 하면서 目的된 手術部位를 露出시키는 技術이다. 죽은 쥐를 使用함은 적은 出血로 視野를 改善시키고 더 좋은 視野를 爲하여 血管以外의 臟器를 除去하여 動物의 움직임 없게 함이었고 쥐의 형틀과 縫合絲 8-0, 10-0, 縫合針 BV 4 또는 10 V 43 과 8마리의 쥐를 使用하여 兩側大腿動脈을 實驗하였다.

쥐는 ether 로 麻醉하여 死亡케 하거나 胸部에 空氣 10 cc 를 注入하였으며, 胸部, 腹部, 兩側下腿內側部分의 털을 깎고 齒牙는 鉗형틀의 고를줄로 固定하고 下肢는 鐵絲와 고무줄을 利用하여 固定하였다. 그 다음 銳利한 剝離로 大動脈, 靜脈을 露出시키고 이런 作業을 鼠蹊靭帶까지 實施하며, 腰椎靜脈은 切除하였다. 大腿動脈은 腹部의 正中線에서 大腿中心을 따라 膝關節까지 皮膚切開하고 3개의 牽引鐵絲를 大腿動脈의 分枝인 superficial epigastric artery 와 saphenous artery 의 開放을 爲하여 使用하였다. 그리고 superficial epigastric 血管은 切斷하고 鼠蹊部脂肪層은 除去하였다. 血管叢(sheath)은 遠位部位는 saphenous artery, popliteal artery 까지 剝離하고 近位部位는 흰색의 鼠蹊靭帶까지 剝離하여 露出시켰다. 血管이 自由롭도록 周圍組織으로부터의 分離는 처음 大腿動脈遠位部位 外側에서 上方으로 하였고 다음 內側에서 下方으로 하였다. 이 때 superficial circumflex iliac artery 는 切斷시키고 다른 分枝도 凝固시켰다. 이로써 完全히 自由롭게 大腿血管叢이 分離되고 剝離가 끝난 狀態가 되었다. 血管叢 밑에 background material 을 낀 다음 날카로운 微細가위로 처음 神經 다음 動脈과 靜脈을 分離하고 다시 background material 을 大腿動脈下方에 끼우고 clamp-approximator 의 近位血管鉗子는 circumflex iliac artery 切斷部位附近에, 遠位血管鉗子는 inferior epigastric artery 切斷部位사이에 適用시켰으며, 血管鉗子사이의 大腿動脈은 切斷하고 切斷된 血管

腔의 兩側端은 洗滌하고 機械的인 擴張을 하였다. 一般的인 縫合方法을 使用하고 血管鉗子를 除去함과 同時에 貫通實驗(patency test)을 하였다. 이 實驗에서 非外傷性 剝離術의 重要性和 血管解剖에 關하여 熟達하였다.

4. 第4段階 實驗: 쥐의 大腿動脈 端端吻合術.

動脈直徑 1mm 程度의 血管縫合術을 爲하여 注意깊은 剝離術, 外傷을 거의 없게 하는 血管의 操作과 縫合術의 理論的 差異點을 實驗으로 經驗하고 成功과 失敗에 關한 事項을 探知하는 것을 目的으로 하였으며, 쥐 35마리를 準備하였다. 麻醉된 쥐에서 擴大鏡을 使用하여 大腿血管叢까지 到達하고 10×顯微鏡視野에서 周圍의 組織을 剝離하였으며, 20×率顯微鏡視野에서 分離된 大腿動脈에 1% lidocaine을 直接 點滴시킴으로써 3~5分內에 血管擴張이 되게 한 後 clamp-approximator 適用은 처음에 固定血管鉗子는 circumflex iliac artery가 있는 部分에 適用시키고 움직이는 血管鉗子는 superficial epigastric artery 附近에 適用시킨 다음 두개의 血管管子사이 血管中間部分을 切斷하였다. 이 때 따뜻한 heparin (1,000 μ /dl heparin) 溶液으로 血液을 除去하였고 血管속에 血塊가 있으면 微細鉗子로 血管을 約干 쥐어짜는 行爲를 함으로써 除去시킬 수 있었다. 血管의 處置는 外膜이 切斷面에서 血管腔內 또는 血管內膜近處에 있으면 除去하였고 血管腔이 작아졌으면 No.5 jeweler 鉗子로 機械的 擴張을 하였다. 第1引導縫合은 10時方向, 第2引導縫合은 第1引導縫合에서 약 120° 떨어진 2時方向에 만든 다음 두引導縫合사이를 縫合하였다. 縫合時 使用한 器具는 指針器를 使用한 方法 또는 No.5, No.7의 jeweler 鉗子를 가지고 縫合하는 方法으로 하였다. 다시 한번 洗滌하고 clamp-approximator를 돌림으로써 血管을 回轉시켰으며 이 때 血管腔을 通하여 前方血管壁의 縫合狀態를 觀察하고 第3引導縫合을 하였다. 卽 三角形引導縫合이다. 2개의 引導縫合을 使用한 eccentric biangular 方法도 使用하여 보았으나 至極히 어려웠다. 다음 後方血管壁의 縫合을 하고 다시 原狀態로 血管을 돌린다. 縫合은 全部 interrupted로 하였다. 그리고 縫合狀態를 點檢한 後 透明한 wrapper로 血管을 감싸고 그 끝을 angled Heifetz clamp로 잡는다. 顯微鏡下에서 觀察하면 遠位部位의 血管鉗子를 除去한 瞬間 빠른 速度로 血液이 逆流하는 것을 觀察할 수 있었고, 그 다음 近位血管鉗子를 除去한 後 約 5分後에 wrapper를 除去하였다. 그리고 約 20分後에 1972年 Acland²⁾가 使用한 動脈血管遠位部位의 搏動에 關하여 縱側(longitudinal) 搏動, 擴張搏動, 그리고 wriggling을 直接顯

微鏡으로 觀察하여 血管貫通 成功如否를 決定하였다. wrapper 除去때 현저한 血液의 漏出이 있으면 貫通이 失敗된 境遇로 하였다.

本實驗에서 剝離는 천천히 하고 血管損傷을 最大로 防止하여 縫合時 때뭉을 할 때 加하는 緊張程度, 縫合바늘이 通過式點이 血管端에서 떨어진 距離, 또 縫合과 縫合사이의 間隔等에 關한 熟達을 하고 貫通檢査에 關한 練習을 充分히 하였다. 第4段階實驗에서 처음의 5마리는 實驗成績에 包含치 않았고 다음 雄白鼠 30마리에 關한 成績으로 貫通實驗에 成功한 것은 19마리였고 失敗는 11마리였다. 結果的으로 63.3%의 實驗成功을 얻게 되었다. 貫通實驗에 失敗한 11마리를 分析한 結果 剝離의 不充分으로 너무 甚한 血管緊張을 만들었던 境遇가 2마리, 거친 操作으로 血管에 痙攣이 있었던 것이 1마리, 血管鉗子適用이 잘못되고 使用의 未熟으로 血管이 損傷되었던 것이 3마리, 縫合技術의 未熟이 3마리, 血栓形成이 2마리였다.

總括 및 考察

微細血管吻合術은 1902年 Alexis Carrel³⁾이 直線縫合針과 纖細한 綿製品의 縫合絲를 使用한 것이 嚆矢가 되어 第2次世界大戰때까지 널리 使用되었다.

그 後 縫合術을 使用하지 않은 血管吻合術이 發達하기 始作하였다. 卽 1956年 Androsov¹⁾가 機械的인 stapler를 紹介하였으나 血栓形成과 手術時間이 오래 걸린다는 缺陷이 있음에도 不拘하고 2개의 stapler를 가지고 1.3~1.5mm의 血管吻合을 實驗室에서 成功시켰고, Vogelfanger²⁾, Inokuchi¹⁾가 多樣한 크기를 極小化하여 使用에 適合하게 만들었다. 그 後 Chase¹⁾는 teflon ring을 血管吻合에 使用하였으며 Nakayama²⁾는 2개의 작은 metal ring을 接合시킴으로써 縫合術 없이 1.5~2.5mm 血管吻合을 2~11分의 短時間에 實驗室에서 成功시켰다. 그러나 血管을 甚하게 움직이거나 小口徑血管에서는 漏出이 되거나 遮斷이 된다는 短點이 있으므로 現在는 改良된 Nakayama의 器具以外는 使用하지 않는다. 血管接着劑는 手術瘡의 治癒癒合을 妨害하지 않고, 發癌物質이 아니어야 하며 體溫에 變動이 없고, 濕氣가 많은 手術瘡에서 操作이 簡便하고, 熱의 發生없이 빨리 굳고, 完全消毒製品이어야 하는 것이 理想的인 接着劑이지만 現在까지는 없다. 그러나 1950年代 alkylcyanoacrylate polymer adhesives를 靜脈의 線上損傷에 使用하였으나 搏動이 있는 動脈에서는 그 結果가 좋지 못하였고 이는 組織學的으로 甚한 炎症反應, 血管中間膜 및 外膜의 破壞와 血管內에

서는 異物質作用으로 血腔形成의 原因이 되어서 現在는 使用하지 않고 있다. Siegel²⁸⁾이 紹介한 電氣燒却法은 血管鉗子에 電流를 通過시켜서 兩側血管端을 鉗子로 接觸시키면 調節된 溫度가 에너지로 轉換되어서 血管을 凝結케 하는 것으로 이는 낮은 壓力의 靜脈에서는 使用이 可能하나 動脈에서는 使用不能이며, 燒却된 血管內壁의 損傷으로 血腔形成이 發生하여 使用치 않고 있다. 그리고 1967年 Strully와 Yohr²⁹⁾가 紹介한 LASER는 增幅된 빛을 吸收하게 되던 강한 熱을 發生하는 것을 利用하여 組織을 破壞함과 同時에 凝固시키는 方法이었으나 微細血管에서는 使用不能이다. 그러므로 3 mm 小口徑以下の 血管吻合術은 縫合術以外에는 方法이 없다. 微細血管手術은 韓國動亂때 公式의 問題거리였다.

高性能光源이 있는 手術顯微鏡 開發과 麻醉, 抗生劑 手術器具, 手術手技의 發達로 1960年代에 Jacobson과 Suarez¹⁹⁾, Chase⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾, Buncke⁶⁾⁸⁾, Green¹⁵⁾ 등이 새로운 着想과 手技의 開發을 하여 縫合術은 實驗室에서 發達하기 始作하였고 微細血管手術은 새로운 醫學의 焦點이 되었다. 1960年 Lee¹⁴⁾는 實驗動物에서 쥐의 腎臟移植을 成功시켰으며, 1966年 Buncke⁶⁾⁸⁾ 등이 實驗動物들에 依한 微細血管手技를 研究 開發하였다.

1970年代 O'Brien²⁸⁾, Acland²⁸⁾³⁴⁾, Nomoto²²⁾ 등이 實驗室에서 1~0.5 mm 血管吻合術의 成功率이 74~90%였음을 報告하였다. 微細手術의 利用範圍는 1970年代 初期까지 解決하기 困難한 醫學的인 問題點을 解決하는데 決定的인 役割을 하게 되었고 1980年代에서는 微細血管手技는 必要不可缺한 手術手技가 되었음은 明確한 事實이다.

整形外科微細手術은 크게 나누어 微細剝離術, 微細血管術, 微細神經術이 있다. 微細剝離術은 基本이 되는 手技로 擴大視野에서 組織傷을 最少로 하면서 目的된 手術部位를 露출시키는 것으로 微細血管手術에 絕對로 必要하므로 微細血管手術前에 習得하여야 하며, 手術全過程에서 使用되고 있다⁴⁾⁵⁾¹²⁾¹⁶⁾²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾.

微細血管術은 血管外徑 3 mm 以下の 縫合으로 微細手術中 가장 重要하여, 成功與否의 열쇠이며, 또한 複合組織移植에는 必須의이다⁴⁾⁶⁾¹⁴⁾¹⁹⁾. 모든 外傷의 合併症을 줄일 수 있고 四肢切斷 또는 手指의 再接합으로 機能을 維持할 수 있다함은 醫學的 劃期的인 轉換點이다. 이러한 微細手術의 手技는 整形外科醫師 單獨으로서는 할 수 없고 計劃된 段階的 訓練과 研究員의 協同으로 거듭된 動物實驗後 臨床에 適用할 수 있으므로 本實驗을 試圖하게 되었고 使用器具 및 貫通率을 높이기 爲한 手技의 注意點 및 失敗의 原因을 分析함은 重要

한 것이라고 思料된다.

쥐를 使用한 大腿動脈의 端端吻合術後의 貫通與否는 顯微鏡下에서 直視하면서 判斷한 切斷血管 遠位部位 動脈搏動에 關하여 Acland (1972)³⁾의 方法으로 長軸搏動에서는 前進搏動은 血管閉鎖로 하였고, 後退搏動과 더불어 遠位部位動脈의 伸張收縮이 있는 것을 貫通으로 하였다. 擴張搏動에서는 動脈直徑의 增加, 減少가 遠位部位血管에 있으면 貫通으로 하였고, 이의 觀察은 極히 작아서 가는 鐵絲를 使用하면 觀察하기가 容易하였다. Wriggling에서는 吻合된 遠位血管을 약간 구부러지게 놓을 境遇, 만약 貫通된다면 그 구부러진 程度가 약간 增加, 減少하는 것으로 判斷하였다. 平均 縫合數는 8個였다.

不充分的인 血管剝離術로 因한 失敗가 2마리였다. 剝離範圍에 關하여 쥐의 鼠蹊韌帶에서 遠位部位는 大腿動脈分枝까지 하여서 約 2 cm가 되도록 大腿動脈을 完全露出시켜야 하는데 1.2 cm 程度 剝離하여 動物吻合을 試圖하여 自然히 動脈에 無理한 操作과 緊張을 加하게 되었다. 即 血管吻合術에서의 充分的인 組織剝離術은 血管을 움직이기 쉽게 하고 容易하게 切斷血管의 接近이 可能하며, 縫合手技에 血管回轉을 緊張없이 遂行할 수 있다는 것을 經驗하게 되었다.

剝離된 血管의 痙攣이 甚하여 血管直徑이 0.5 mm로 된 境遇가 1마리였는데 이는 吻合에 失敗하였다. 이는 차거운 食鹽水로 洗滌하였던 바 實驗初期에 經驗하게 된 것이었다. 1973年 Acland⁴⁾는 血管을 分離한 後 未熟하고 거친 操作, 차거운 것, 또는 新鮮血液이 血管에 接하여 있는 狀態, 手術瘡이 乾燥한 것 등이 痙攣의 原因이라 하였다. 著者는 血管擴張을 爲하여 1%의 lidocain을 點滴하여 3~5分後에 顯微鏡下에서 痙攣除去를 確然히 觀察할 수 있었고, 다음 實驗에서는 36~39°C의 Ringer 容液으로 洗滌과 lidocain 點滴을 함으로써 痙攣을 防止할 수 있었다.

Clamp-approximator의 不正確하고 不適當한 適用으로 3마리의 血管吻合이 失敗되었다. 그 原因은 固定血管鉗子사이를 너무 近接하게 한 것, clamp-approximator를 適當하게 適用하였지만 兩側 血管端의 사이가 너무 멀어져서 血管에 緊張이 過度한 것 등이었다. Clamp-approximator의 固定血管鉗子는 血管이 잘 움직이지 않는 쪽의 血管에 適用시키는 것이 妥當하다고 思料되었으며, 쥐의 大腿動脈인 境遇는 鼠蹊韌帶가 있는 近位血管에 適用함이 좋고 鉗子사이의 間隔은 約 8~10 mm 程度이면 縫合術에 큰 支障이 없으며 그 이상 近接하게 되면 縫合時 操作의 制限을 받게 됨을 觀察하였다. 그리고 適合한 clamp-approximator를 하여

도 切斷된 兩側血管端사이의 間隔이 너무 멀어져 있으면 縫合時 緊張이 發生하므로 間隔이 血管의 直徑以上으로 멀어지지 않게 하는 것이 縫合手技에서 緊張없이 縫合할 수 있는 限界임을 經驗하게 되었다.

縫合技術의 未熟으로 인한 失敗가 3 마디였다. 手技未熟을 綜合하면 血管縫合時 指針器를 使用하므로 縫合의 未熟이 자주 發生되어 curve No.7, straight No.5 jeweler 鉗子를 使用한 縫合을 한 結果 手技가 簡便하고 또 突發의인 事故가 減少할 수 있음을 經驗하였다. 即 縫合絲를 갑자기 잡아 당기거나 引導縫合絲와 서로 엉켜 있는 것, 縫合針 또는 縫合絲를 粉失하는 境遇가 減少되었음을 觀察하였다. 即 Acland⁴⁾가 記述한 方法으로 血管縫合을 할 때 血管壁을 通過하지 않는 縫合絲(free end)를 顯微鏡視野에 보이게 남기고, No.7 curve jeweler 를 오른손에 使用하여 이미 血管壁을 通過한 縫合絲(loop length)는 No.5 straight jeweler 가 잡고 curve jeweler 를 왼쪽 縫合絲 前方에 놓으면 왼쪽 손에 있는 straight jeweler 가 curve jeweler 를 한바퀴 돌고 다음 180°로 curve jeweler 를 回轉시켜서 血管壁을 通過하지 않는 縫合絲의 끝(free end)을 잡고 묶는 方法이 便하고 簡單함을 經驗하였다.

縫合絲의 길이가 너무 길면 血管壁에 많은 量의 縫合絲가 通過되므로 刺戟 또는 機械的 作用으로 縫合針에 依하여 만들어진 구멍이 커지거나 縫合絲가 中間에서 끊어지거나 하여 操作하기에 매우 不便함을 經驗하여 高價이지만 길이를 8~10 cm 程度로 切斷하여 使用하여야 手技의 失手가 減少할 수 있다고 思料되었다. 血管壁을 通過하지 않는 縫合絲는 매듭의 動作을 便하게 하기 위해서는 約 3~4 mm 程度 남길이 좋다고 思料되었다. 만약 너무 길게 되면 매듭을 만드는 데 極히 不便하며, 매듭을 할 때 緊張의 程度는 처음에는 甚히 弱하게 하여야 하고 너무 強해서는 안되며 可能하면 매듭은 납작하게 만들고 血管과의 垂直이 좋은 方法이라고 思料되었다.

引導縫合에 關하여는 第3 引導縫合方法(120°)으로 視野에서 12時方向에 第1 引導縫合하면 第2 引導縫合은 外側に 치우쳐 만들게 되고 第3 縫合은 直視하면서 하기 어려운 點을 經驗하였고, 第1 引導縫合은 10時方向, 第2 引導縫合은 2時方向에 합이 手技에 便利함을 觀察하였다. 第2 引導縫合方法을 약간 變形하여 Cobbett¹²⁾¹³⁾가 言及한 “eccentric biangular” 術式은 使用하려 하였으나 작은 血管에 適치 못하고 至極히 어려움을 經驗하였다. 引導縫合은 어느 程度의 牽引에 잘 견디게 하기 爲하여 血管壁의 3~4 倍의 두께의 距離에 施行한 境遇, 血管端의 接觸이 잘 안되고 血管壁이 겹

치거나 血管外膜이 血管腔으로 挿入됨을 經驗하게 되었다. 그러므로 가장 妥當한 引導縫合때의 縫合針은 血管 두께의 2 倍程度 血管端에서 멀어져서 하는 것이 正確한 引導縫合이라고 思料되었다.

縫合部位에서 繼續 적은 量의 血液이 滲出된다면 처음에는 洗滌이 좋은 方法이라고 思料되나, 數分後에도 繼續 滲出된다면 Ringer 液에 젖은 거즈를 血管위에서 가볍게 壓迫하여 持續的인 血液의 滲出을 停止시킨 境遇가 많았다.

血管縫合後 血栓形成으로 貫通되지 못한 쥐는 2 마디였다. Acland⁴⁾에 依하면 血栓形成은 手術外傷程度, 血管端의 不適當한 處理, 血管內膜損傷, 血管腔에 露出된 縫合絲等에 依하여 影響을 받는다고 하였고 血管內膜損傷, 露出된 collagen tissue 는 pseudopod 와 같이 形成되고 이는 血小板의 轉換을 促進시켜서 癒着이 發生하고 adenosine diphosphate, serotonin, epinephrine 의 遊離를 許容하여 化學的 變化를 當하게 된다. 以上과 같은 氣轉은 처음에는 血小板에 依하지만 release reaction 에 依하여 回復된다. 그러나 不適當한 血管吻合 및 損傷이 있을 때는 platelet aggregation 이 形成된다고 하였다.

現在 많이 使用하고 있는 抗凝固劑는 처음 一時的으로 생기는 血小板 血栓形成의 防止와 이미 發生된 血栓의 成熟을 防止하는 것은 藥劑가 直接 作用하여 血栓形成을 中和시키고 factor IX, XI 活性을 抑制하며, 血小板의 癒着性を 減少시키는 heparin 과 間接作用하는 것으로는 肝에 vitamin-K 와 비슷한 作用을 하고 prothrombin 合成을 抑制하는 dicumerol 이 있으나 그 作用機轉은 heparin 보다 늦다. 4% magnesium sulfate 는 抗血小板 agglutination 과 血管擴張으로 血栓形成을 防止한다고 하였으나 機轉이 確實치 않고 使用時 甚한 出血이 發生한다고 하였으며, 1% lidocaine (xylocaine), 40 mg/dl papaverine 은 血栓形成 防止作用에서는 血管擴張보다는 血小板 aggregation 의 低下效果라고 하였다³⁾. 著者が 實驗中 使用한 藥劑는 1% lidocaine 과 heparin (1,000 μ /dl) 이었다. 實際로 微細血管縫合後 血栓形成의 가장 많은 原因은 手技의 未熟이라 하였다²⁾³⁾⁴⁾. 即 血管端의 外膜이 縫合絲에 붙어서 血管腔內에 있으면 이는 血栓形成의 原因이 될 수 있다 하였고, 血管의 前後方壁의 縫合, 不適當한 縫合으로 血管端이 血管腔內에 突出, 兩側 血管端의 不正確한 接合, 縫合絲의 異物作用 등이 血栓을 誘發케 한다고 하였으므로 血栓防止는 微細手技의 未熟된 點을 最少로 줄이는 것이 最上의 方法이라고 하겠다.

端端吻合術後 貫通率을 높이기 爲하여는 Hayhurst¹⁷⁾

는縫合絲의適當한緊張으로 묶음,血管端의正確한接觸,적은수의縫合,血管痙攣을防止하기爲한措置血管外傷의機會를 줄이는것이라고하였다.著者は縫合手技가絕對적이고따라서熟達된手技가貫通率을높이는열쇠라고思料된다.

結 論

著者は微細手術이1970年代에治療하지못한整形外科의問題點을改善解決하는決定的役割을하게될것이라고思料되어이를爲하여微細手術手技가絕對로必要不可缺少케될것이라는明確한展望을갖고手技의熟達과開發을爲하여基本的인器具의使用法에關하여第1~3段階實驗에서約22回實行하였고,第4段階實驗에서雄白鼠30마리를가지고大腿動脈의端端吻合術을施行하여下記와같은經驗과結果를얻게되었다.

1. 本實驗 第4段階實驗에서血管直徑 1.1~0.9 mm인白鼠大腿動脈에서貫通率은63.3%였다.

2. 貫通失敗한白鼠11마리를分析한結果;

1) 組織剝離의不充分으로血管組織에緊張을만들었던境遇가2마리였다.

2) 極甚한血管痙攣이있었던境遇가1마리였다.

3) Clamp-approximator의適用이不適當하게되어血管損傷이된것이3마리였다.

4) 縫合技術의未熟이3마리였다.

5) 縫合後血栓形成이2마리였다.

3. 貫通失敗한實驗에서그原因을分析하면手技의未熟이絕對的原因으로思料되어,이의改善點은血管端端吻合할動脈의充分한剝離術,血管痙攣을防止하기爲하여37°C의Ringer容液의洗滌方法과1% lidocaine點滴方法,그리고clamp-approximator의適用은血管鉗子사이가1cm程度,兩側血管端의사이는1mm程度인것이縫合이便利한것을經驗하였다.그리고微細指針器使用보다No.7, No.5의jeweler鉗子를使用함이縫合때들을만드는데簡便하였으며,引導縫合은第3引導縫合方法이實技에서容易하다는것을經驗하였다.血栓防止에關하여는未熟한手技로써血管의外科的損傷과縫合術未熟일것으로思料되었다.

4. 1.1~0.9 mm의動脈端端吻合術의貫通率이63.3%로써는手技의未熟이아직도介在되었음은否認치못할結果이므로向後持續的인實技熟達이必要하다고思料되며,動物實驗에서그貫通率이80%로向上되어야切斷手指接合을施行할수있음은公知의事實

로向後持續的인動物實驗에서는貫通率이增加할것으로期待할수있다하겠다.

5. 本實驗을遂行함으로써血管直徑2~3 mm의血管의縫合術은習得된것으로實際臨床에서四肢切斷患者를再接合할때血管端端吻合術은適用할수있다고思料된다.

概 要

著者は微細手術手技의熟達과器具使用 및血管貫通率에關한觀察을하기爲하여第1~3段階에서는血管端端吻合術에關한豫備實驗을하였고第4段階實驗을 통하여雄白鼠에서直徑1.1~0.9 mm의大腿動脈을切斷하여 다시縫合하는實驗을하였다.

實驗結果30마리의백쥐에서63.3%인19마리가貫通에成功하였고11마리는失敗하였다.失敗의原因을考察과結論에서分析하였으며,本實驗에서獲得된成果로써2~3 mm의血管吻合術의基本技熟達이完成되었다고思料되어人體의下腿와前膊의四肢切斷에는有用하게適用시킬수있을것으로判斷되었다.手指切斷에適用하기爲하여는手指動脈外徑이 1 ± 0.1 mm이므로實驗室血管貫通率이80%以上이되어야實行할수있을것으로思料되어向後實驗室動物實驗을 통한手技의熟達이必要하리라고思料된다.그리고靜脈,크기가다른血管의吻合術,血管移植術 등이微細手術技의習得이되어야만한다고思料된다.

(本實驗을遂行함에있어實驗室의設置 및維持에盡力한研究員과物心兩面으로協助와聲援을아끼지않으신崔基洪教授님朴利甲院長님께깊은感謝를드립니다.)

—Reference—

- 1) Androsove, P.I.: New method of surgical treatment of blood vessel lesions AMA, Arch Surg. 73 : 503, 1956.
- 2) Acland, B.D.: Signs of patency in small vessel anastomosis. Surgery 72 : 744, 1972.
- 3) Acland, B.D.: Prevention of thrombosis in microvascular surgery by use of Magnesium sulfate. Br. J. Plastic Surg. 25 : 292, 1972.
- 4) Acland, B.D.: Thrombus formation in microvascular surgery, An experimental study of the effects of surgical trauma. Surgery 73 : 766,

1973. *Surgery* 77 : 507, 1975.
- 5) Buncke, H.J. and Schulz, W.P.: Experimental digital amputation and reimplantation, *Plastic Reconstr. Surg.* 36 : 62, 1965.
 - 6) Buncke, H.J. and Schulz, W.P.: Total ear reimplantation in the rabbit using microminiature vascular anastomosis *Br. J. Plastic Surg.* 19 : 15, 1966.
 - 7) Buncke, H.J. and Mclean, D.H.: The advantage of a straight needle in microsurgery, *Plastic Reconstr. Surg.* 47 : 602, 1971.
 - 8) Carrel, A.: The operative technique of vascular anastomosis and the transplantation of viscera, *Med Lyon* 98 : 859, 1902. English translation in *clin. orthop.* 29 : 3, 1963.
 - 9) Chase, M.D. and Schwartz, S.I.: Consistent patency of 1.5 mm arterial anastomosis. *Surg. Forum* 13 : 220, 1962.
 - 10) Chase, M.D. and S.I.: A technique of small artery anastomosis: *Surg. Gynecol. Obstet.* 116 : 381, 1963.
 - 11) Chase, M.D. and S.I.: Suture anastomosis of small arteries. *Surg. Gynecol. Obstet.* 117 : 44, 1963.
 - 12) Cobbett, J.R.: Small vessel anastomosis: A comparison of suture technique. *Br. J. Plastic Surg.* 22 : 16, 1967.
 - 13) Cobbett, J.R.: Microvascular surgery. *Surg. Clin. North Am.* 47 : 521, 1967.
 - 14) Fish, B. and Lee, S.: Microvascular surgical technique in research surgery. *Surg.* 58 : 904, 1965.
 - 15) Green, G.E, Som, M.L, and Wolff, W.I.: Experimental microvascular suture anastomosis. *Circulation (Suppl)* 23 : 1, 1966.
 - 16) Gross, R.E.: Surgical correction for coarctation of the aorta. *Surgery.* 18 : 673, 1945.
 - 17) Hayhurst, J.W. and O'Brien, B.M.: An experimental study of microvascular technique, patency rate and related factor. *Br. J. Plastic Surg.* 28 : 128, 1975.
 - 18) Inokuchi, K.: A new type of vessel-suturing apparatus. *AMA Arch. Surg.* 82 : 337, 1958.
 - 19) Jacobson, J.H. and Suarez, E.L.: Microsurgery in anastomosis of small vessels, *Surg. Forum* 9 : 243, 1960.
 - 20) Mani, B.: Experimental on the anastomosis of small vessel. *J. Cardiovascular Surg.* 3 : 195, 1962.
 - 21) Nakayama, K. Yamamoto, K., and Makino, H.A.: New vascular anastomosing instrument and its clinical application. *Clin. Orthop.* 29 : 123, 1963.
 - 22) Nomoto, H., Buncke, H.J., and Chater, N.L.: Improved patency rates in microvascular surgery when using Magnesium sulfate and a silicone rubber vascular cuff. *Plastic Reconstr. Surg.* 54 : 157, 1974.
 - 23) O'Brien, B.M., Henderson, P.N., Bennett, R.C., and Crock, G.W.: Microvascular surgical technique. *Med. J. Aust.* 1 : 722, 1970.
 - 24) Rollin K. Daniel: *Reconstructive Microsurgery.* Little, Brown and Company, Boston. First Ed. 61-85p. 1977.
 - 25) Seidenberg B. Hurwitt, E.S., and Carton, C.A.: The technique of anastomosing small blood vessel, *Surg. Gynecol. Obstet.* 106 : 43, 1958.
 - 26) Sherman J. Silber, M.D.: *Microsurgery.* Williams & Wilkins company Baltimore. 31-46p. 1979.
 - 27) Sigel, B., and Dunn, M.R.: The mechanism of blood vessel closure by high frequency electrocoagulation. *Surg. Gynecol. Obstet.* 121 : 823, 1965.
 - 28) Strully, K.J., and Yahr, W.Z.: Laser theory and Biomechanical application in R.M.A. Donaghy and M.G. Yasargil (Eds) *Micro-vascular surgery stuttgart: Thieme* 135, 1967.
 - 29) Tamai: *Microvascular surgery in orthopaedics & Traumatology.* JBJS (Br) 54 : 637, 1972.
 - 30) Urschel, H.C. and Roth, E.J.: Small artery anastomosis II suture. *Ann. Surg.* 153 : 611, 1961.
 - 31) Vogelfanger, I.J., and Beattie, W.G.: A concept of automation in vascular surgery: A preliminary report on a mechanical instrument for arterial anastomosis *Con. J. Surg.* 1 : 262, 1958.