

절단수지재접합의 임상적 고찰

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

김익동 · 이수영 · 김풍택 · 박병철 · 박정태

= Abstract =

A Clinical Study of Replantation of Amputated Digits

Ik Dong Kim, M.D., Soo Young Lee, M.D., Poong Taek Kim, M.D., Byung Chul Park, M.D. and Jung Tae Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kyung Pook National University Hospital, Taegu, Korea

Since the first successful replantation of incompletely amputated digit was performed by Kleinert in 1962, Komatsu and Tamai reported the successful replantation of a completely amputated thumb in 1965.

Nowadays, further improvements in instrumentation and surgical skill are accomplished and replantation of digit has been popularized widely.

But sometimes the functional results of replanted digits are not excellent expected and there is a place for discussing gain between the result and efforts to replantation.

We have been analyzed 28 cases of finger replantation in 17 patients from June, 1982 through June, 1984 at the Department of Orthopedic Surgery, Kyungpook National University Hospital.

The results were as follows:

1. Male were 12 and female were 5, and average age was 20.5 years old.
2. The most common injury was done by cutting machine.
3. The number of amputated fingers were as follows:
thumb, 6 cases; index finger, 11 cases; middle finger 7 cases; ring finger, 3 cases;

The level of amputation was as follows:

Zone II, 6 cases; Zone III, 15 cases; Zone IV, 7 cases;

4. The maximum ischemic times for successful results of finger replantation were 19 hours.
5. The total ratio of successful replantation of digits in our cases was 82.1%.
6. The functional results of replantation including joint motion, sensory recovery, two point discrimination, pinch power, sweating were relatively satisfactory.

(Normal 8, Fair 11, Poor 3, Protective 1 case)

7. The main cause of replantation failure was thrombosis of the vein.

Key Words: Replantation of amputated, digit.

I. 서 론

절단된 수지의 재접합은 1962년 Kleinert가 thumb의 불완전절단을 재접합하는데 성공한 후 1965년 일본의 Komatsu와 Tamai가 완전절단의 재접합에 성공하였으며, 이후 절단수지의 재접합술은 널리 시행되고 있다.

그러나, 재접합수지의 운동 및 감각기능적 면에서 볼 때 재접합술의 의의에 대하여 회의적인 일면

도 있다.

저자들은 경북대학교 의과대학 정형외과학교실에서 1982년 6월부터 1984년 6월까지 절단수지의 재접합술을 시행한 17명의 환자에서 28예를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 재료분석 및 결과

저자들은 1982년 6월부터 1984년 6월까지 재접합술을 시행한 17명의 환자, 28절단예를 대상으로

Table 1. Age and Sex distribution

Age \ Sex	M	F	Total
0-10	2	1	3
11-20	5	3	8
21-30	4	1	5
31-40	1	0	1
Total	12	5	17

* Average Age = 20.5 years

Table 2. Causes of injury

Cause	No. of patients
Cutting machine	9
Press machine	4
Electric saw	1
Crushing	1
Belt injury	1
Total	17

Table 3. No. of individual amputated finger

Finger	No. of digit
Thumb	6
Index	11
Middle	7
Ring	3
Total	28

Table 4. Type of amputation

Type	No. of case
Complete	18
Incomplete	10
Total	28

Table 5. Technical Indication for replantation

1. Type of injury ;
 - a. Clean - cut
 - b. Mild to moderate crush
 - c. Avulsion(on occasion)
2. Level of amputation ;
Zones III-V
3. Number of amputation ;
 - a. Multiple digits b. Thumb
 - c. Single ;
 Children
Cosmetic consideration
Occupational requirements

하였다.

1. 성별 및 연령분포

성별 및 연령분포는 총 17명 중 남자 12명, 여자 5명으로 남자에서 발생빈도가 더 높았다.

연령분포는 1세에서 40세까지로 평균 20세였으며 대부분 활동기의 청장년층이 많았다(Table 1).

2. 절단원인

절단원인으로는 절단기에 의한 절단이 9예로 가장 많았으며, 압축기에 의한 4예, 전기톱에 의한 3예, 벨트에 의한 1예의 순이었다(Table 2).

3. 절단수지 및 절단부위

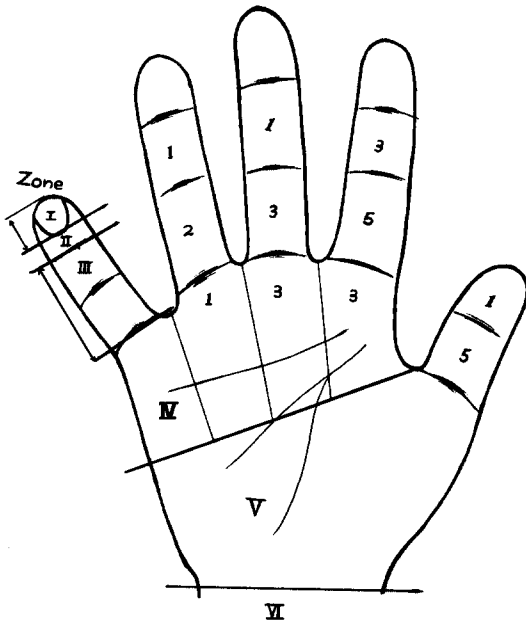
인지가 11예, 엄지가 6예, 중지가 7예, 환지 3예이었다(Table 3).

Zone I, II가 5예, Zone III가 15예, Zone IV가 7예이었다(Fig. 1).

4. 절단상태

절단상태는 완전절단 및 불완전절단으로 나눌 수 있으며 불완전절단은 전피부의 1/2 이상이 남아있는 경우로 하였다.

완전절단이 18예, 불완전절단이 10예이었다(Table 4).

**Fig. 1.** No. of Digits (Zone classified by Tamai).

III. 수술의 적응증 및 미세접합수술방법

Fig. 2. Preparation of the amputated part.

Table 6. Operative sequence for digital replantation

1. Identification
2. Debridement
3. Bone fixation
4. Flexor tendon repair
5. Extensor tendon repair
6. Venous anastomosis
7. Arterial anastomosis
8. Nerve repair
9. Heparinization
10. Revascularization
11. Skin closure

1. 적응증은

1) 손상의 형태 중 비교적 clean-cut하거나, 경한 압제손상 2) 절단 부위로서는 Zone III - IV 3) 절단수지의 수는 multiple 일때, single일때는 thumb, 기타 어린이나 젊은 활동기의 환자로 하였다(Table 5).

2. 절단수지의 보존과 처치

절단단은 가볍게 세척하고 압박처치를 하여 지혈을 시키고 절단수지는 saline에 보관하여 저온상태를 유지하여 혈류중단시간을 연장 시켜준다(Fig. 2).

3. 절단수지의 재접합수기

접합의 기본순서는 손상의 종류에 따라 차이가 있으나 비교적 clean-cut인 경우 Table 6과 같이 시행하였다.

A. 골단축 및 고정

혈관과 신경을 긴장없이 재봉합하기 위하여 적당한 골단축이 필요하였다.

절단부위와 손상정도에 따라 다소의 차이는 있으나 평균 0.5cm 단축시켰다.

골단축 후 고정은 2개의 K-wire를 cross fixation 하였다.

B. 신전건봉합

3 - 0 ethibond 봉합사로 modified Kessler 방법으로 신전건을 봉합하였다.

C. 굴곡건봉합

3 - 0 ethibond봉합사로 modified Kessler 방법으로 가능한 한 1차 굴곡건봉합을 시행하였다.

D. 혈관봉합

혈류중단시간이 지연되지 않은 경우는 정맥봉합을 먼저하고 후에 동맥봉합을 하였으며 혈류중단시간이 상당기간(6시간 이상)경과한 예에서는 동맥을 먼저 봉합하여 혈류를 재개시킨 후에 정맥을 봉합하였다. 동맥과 정맥을 1 : 2의 비율로 봉합하였다. 동맥은 10-0 ethibond를 사용하여 6~8 stitches, 정맥은 8 stitches정도로 봉합하였다.

E. 신경봉합

미세신경봉합법으로 10-0 monofilament nylon을

Table 7. Relation between survival rate and ischemic time

Survival Ischemic time	Cases	Survival	%
Within 6 hours	9	8	88.8%
Within 12 hours	17	14	82.3%
More than 12 hours	2	1	50.0%
Total	28	23	82.1%

Table 8. Patient assessment of replanted digits

	No. of cases	%
Better off with replanted digits than not replanted	23	(100%)
Cold intolerance	17	(75%)
Pain in replanted digit	—	
Cosmetical satisfaction	21	(92%)

사용하여 epineural suture하였다.

F. 수술후 처치

재접합한 수지는 volar short arm splint로 immobilization하고 심장높이로 유지하였다.

Dressing change는 수시로 saline wetting 하면서 48시간후 부터 시행하였다.

혈전방지와 혈관경련을 방지하기 위한 medication으로 전신적 heparin은 사용하지 않았으며 low molecular dextran 용액 500cc/day로 3일간 정맥주사하고 aspirin 1.2gm~1.5gm을 7~10일간 사용하였다. 수술후 3주부터 guarded exercise를 시작하였다.

IV. 결 과

절단수지 재접합의 성공은 28예 중 23예 (82.1%) 이었다.

1. 혈류중단시기

중단 6시간이내에 시행한 9예 중 8예 (88.8%) 12시간이내에 시행한 17예 중 14예 (82.3%)로 12시간이 경과하여 시행한 예보다 결과가 좋은 것으로 나타났다(Table 7).

2. 손상의 형태

불완전 절단인 경우 10예 중 9예 (90%), 완전 절단인 경우 18예 중 14예 (77%)로 불완전절단에 있어서 더 결과가 좋았다.

3. 재접합수지의 평가는 의수지보다 나은예가 100%, cold intolerance는 75%로 나타났으며 수지의 통증은 없었다. cosmetical만족도는 92.8% 이었다

Table 9. Rating system for two point discrimination

Classification	Millimeter	No. of cases
Normal	6	8
Fair	6 - 10	11
Poor	11 - 15	3
Protective	1 point perceived	1
Total		28

Table 10. Causes of failure of replantation

Cause	No. of digit
Thrombosis	
vein	3
artery	1
Too long ischemic time	1
Total	5

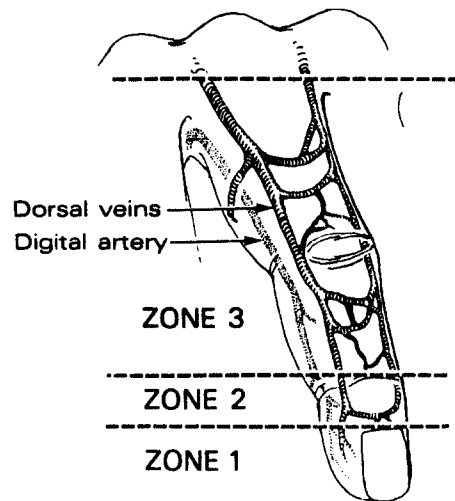


Fig. 3. A dorsal schematic view of the vascular anatomy in the most distal zones of amputation.

(Table 8).

4. 감각평가로는 American society for surgery of Hand에서 기준한 평가를 이용하여 측정하였는데 19예 (82%)에서 10mm이내이었다(Table 9).

수지관절의 운동은 중수지관절이 평균 45°, 근위지절관절의 평균 50°, 원위지절관절이 평균 25°이었다.

5. 실패원인으로는 봉합혈관의 혈전형성으로 인한 정맥혈전 3예, 동맥혈전 1예, 장기혈류중단에 의한 1예가 있었으며(Table 10), 정맥혈전 3예 중 2예가 수술후 약 24시간에 발생하였다.

Fig. 4. **A)** 30세 남자환자, 종이절단기에 절단상 입음. **B, C)** 수술후 8개월의 grip, writing 모습. **D, E)** 수술후 8개월의 수지 신전 및 굴곡모습. **F)** 수술후 8개월의 수저사용 모습.

Fig. 5. **A)** 25세 남자환자, 전기톱에 의한 잘단상 있음. **B)** 수술후 방사선 소견. **C, D)** 수술후 12개월의 수지신전 및 굴곡 모습. **E)** 2 point discrimination : 3mm(정상). **F, G, H)**writing 및 grip 모습.

Fig. 6. A) 23세 여자환자, 절단기에 의한 절단상 입음. B) 수술후 방사선 소견. C) 수술후 10개월의 모습. D) 수술후 10개월의 grip 모습. E) 2 point discrimination : 5mm. F) Pinch meter로 motor power를 측정(121b). G) writing 모습.

III. 고 찰

수지의 재접합술은 1962년 Kleinert가 thumb의 불완전절단을 재접합하는데 성공하였고 1965년 Komatsu와 Tama에 의해 완전절단된 수지의 재접합이 최초로 성공한 이후 많은 성공예가 보고되었다. 절단수지 재접합의 성공은 단혈시간, 절단부위, 창상의 종류, 수술시기 등에 의해 좌우되나 수술중이나 수술후의 합병증에 의해서도 불량한 결과를 가져올수 있다⁴⁾.

절단후 혈류차단으로 인한 ischemia와 조직의 생명력은 상온에서 6~8시간 유지할 수 있다고 하

며 0~4℃에서 보관한 경우 24시간 이상 생명력을 유지할 수 있는데^{15,16)} 저자들의 경우 최장 19시간까지는 양호한 결과를 얻었다.

절단부위에 따른 성공여부는 Tamai¹⁷⁾ 등은 수지에 분포되는 혈관과 굴곡건의 해부학적 구조 및 재접합술수기의 특수관계에 따라 Zone I에 V까지 5등분하여 나누었으며(Fig. 1, 3), Zone II에서는 정맥으로 인한 문제로 재접합이 가장 어렵다고 하였고 Zone IV에서는 재접합이 가장 복잡하다고 기술 하였으며 대부분의 실패가 Zone II와 IV에서 나타났다고 보고하였다. 저자들은 Zone II, IV에서 각 2예, Zone III에서 1예의 실패가 있었다.

절단상태에 따른 제접합의 성공율은 O'Brien^{17,18)} 등에 의하면 완전절단보다 불완전절단이 성공율이 높다고 보고하였는데, 저자들의 경우에서도 불완전 절단의 성공율이 90%로 완전절단에 78%보다 높았다. 혈관봉합은 동맥과 정맥의 1 : 2 이상을 하는 것을 원칙으로 하고 있으며^{14,15)} 저자들도 동맥보다 정맥수를 더 많이 봉합하였으며 양호한 결과를 얻었다.

혈관봉합순서에 대해서 Bunke 등⁴⁾은 정맥을 먼저 봉합하면 혈액의 손실이 적고 수술시야가 깨끗하여 혈중 및 혈전형성을 감소시킬 수 있다고 주장하였으나 Lendray¹³⁾는 동맥봉합을 먼저 시행한 경우 정맥의 내막을 식별하는데 좋을 뿐 아니라 절단 원위부에 산소공급을 보다 빨리함으로써 생존율을 높인다고 하였다. 저자들은 ischemic period가 장시간 경과하였거나 실온에서 상당시간 경과한 경우는 동맥을 먼저 봉합하여 혈류를 재개시킨후 정맥을 봉합하였다.

수지재접합술의 성공여부는 단순한 접합 보다는 기능회복이 더욱 중요하다¹⁹⁾. 따라서 혈관의 봉합은 물론 골, 신경, 및 건의 정확한 정복이나 봉합이 필수적이며 저자들의 경우 가능하면 one stage operation으로 건, 신경, 골을 정복하여 기능회복에 의한 땀분비등이 만족할 만한 결과를 나타내었다.

재접합술의 합병증으로 혈전형상을 방지하기 위하여 Rheomacrodex 500 cc로 3~5일, Aspirin 1.2gm을 7일간 사용하였으며 heparin의 전신투여는 하지 않았다⁹⁾.

정맥의 혈전형상으로 인하여 3예의 완전괴사까지 초래되었는데 이는 정맥혈류가 동맥혈류보다 느리고 정맥봉합부의 부정확성과 내막재생이 느리기 때문으로 생각된다²⁰⁾.

결 론

경북대학교 의과대학 정형외과학교실에서 1982년 6월부터 1984년 6월까지 절단수지의 재접합술을 시행한 17명의 환자 28예에 대하여 임상적 분석 및 문헌고찰을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 환자의 연령은 1세에서 40세까지로 평균 20세였으며 남자가 12명, 여자가 5명이었다.

2. 절단의 원인은 절단기에 의한 절단이 9예로 가장 많았다.

3. 절단부위는 인지가 11예로 가장 많았고 Zone III가 15예, Zone IV가 7예, Zone I, II가 5예의 순이었다.

4. 절단상태는 완전절단이 18예, 불완전 절단이

10예이었다.

5. 혈류중단시간은 최고 19시간에서 1예의 양호한 결과를 얻었다.

6. 수지재접합의 성공율은 불완전절단에서 90% 완전절단이 78%로 평균 82.1%이었다.

7. 재접합술 후 관절운동, 감각, 두점식별, Sweating은 비교적 만족할 만 하였다.

8. 재접합의 실패원인은 혈전형성 특히 정맥의 혈전형성이 가장 큰 원인이었다.

REFERENCES

- 1) 유명철 · 강신혁 · 안진환 · 김봉전 : 절단사지 및 절단지의 재접합, 대한정형외과학회지 제15권, 제2호, 197, 1980
- 2) 이광석 : Replantation of amputated parts of extremities, 대한정형외과학 잡지 제15권, 제2호, 370, 1980
- 3) 한수봉 · 고영진 · 강웅식 · 김남현 · 박병문 : 절단사지 및 절단지의 재접합에 대한 임상적 고찰 대한정형외과학회지 제17권, 제2호, 259, 1982
- 4) Buncke, H.J.: Replantation Surgery in China, Plast. and Reconst. Surg., 52:476, 1973.
- 5) Bunke, H.J. et al: Experimental Digital Amputation and Replantation. Plast. Reconstr. Surg., 36:62, 1965.
- 6) Chen, C.W., Cheien, Y.C. and Pao, Y.S.: Salvage of the forearm following complete traumatic amputation: Report of a successful case, Chinese Med. J. 82:632, 1963.
- 7) Corry, R.T.: Replantation of Severed Fingers. Ann. Surg., 179:255, 1974.
- 8) Daniller, A.I.: Symposium on Microsurgery. The C.V. Mosby Co., St. Louis. 1976.
- 9) Hayhurst, J.W.: Factors influencing patency rates, symposium on microvascular surgery, Vol. 14, 921-29, St. Louis, The C.V. Mosby Co. 1976.
- 10) Kleinert, H.E., Kutz, J.E., Atasoy, E., Neale, H.W. and Serafin, D.: Replantation of non-viable digits-ten year's experience. J. Bone Joint Surg., 56:1092, 1974.
- 11) Kleinert, H.E. and Kasdan, M.L.: Anastomosis of Digital vessels. J. Kentucky Med. Ass., 63:106, 1965.
- 12) Komatsu, S. and Tamai, S.: Successful replantation of a Completely Cut off Thumb. Plast. Reconstr. Surg., 42:364, 1968.
- 13) Lendray, P.: Pursuit of Function in Digital Replantation. Reconstructive Microsurgery, P170, 1977.

- 14) Malt, R.A. and McKhann, C.F.: *Replantation of severed Arms. J.A.M.A.*, 189:716, 1964.
 - 15) Malt, R.A., Smith, R.J. and May, J.W.: *Replantation of the Amputated Hand. Reconstructive Microsurgery*, p. 180, 1977.
 - 16) Morton, J.H. and McReynolds, D.G.: *Replantation of the upper arm: Possibilities and Problems. J. Frauma*, 9:3, 1969.
 - 17) O'Brien, B. McC., Miller, G.D.H., MacLeod, A.M. and Newing, R.K.: *Sarins the amputated digit and hand. Med. J. Aust.*, 11:558, 1973.
 - 18) O'Brien, B.McC.: *Replantation Surgery. Clin. Plast. Surg.*, 1:405, 1974.
 - 19) O'Brien, B.M. et al: *Digital Reattachment and Revascularization. J. Bone and Joint Surg.*, 55A:714, 1973.
 - 20) Sefin, D. and Bunke, H.I.: *Microsurgical Composite Tissue Transplantation. The C. V. Mosby Co.* 1979.
 - 21) Six Peoples Hospital, Shanghai: *Replantation of severed Limbs and Fingers (Chirese) Excerpta Medica*. 19, 2 *Orth. Surg.*, 49, 1973.
 - 22) Smith, R.J., Malt, R.A., Remensnyder, J.P. and Harris, W.H.: *Functional Evaluation Following Upper Limb Replantation. Orth. Trans.*, 1:109, 1977.
 - 23) Tamai, S.: *Multiple Digital Replantation. Reconstructive Microsurgery*, p. 172, 1977.
 - 24) Terzis, J.K. and Daniel, R.K.: *Reconstructive Microsurgery Little Brown*, 1977.
 - 25) Weiland, A.J.: *Replantation of Digits and Hands, Analysis of Surgical Techniques and Functional Results in 71 patients with 86 Replantations. Orth. Trans.*, 1:1, 1977.
 - 26) Winferey, E.W. and Foster, J.H.: *Low Molecular Weight Dextran in small Artery Surgery, Antithrombogenic Effect. Arch. Surg. (Chicago)*, 88:78, 1964.
-