

결출성 절단사지에 대한 재접합 후 추시결과

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

임홍철 · 서승우 · 홍준석 · 장욱성

— Abstract —

Late Results of Successful Replantation of Severed Limb by Avulsion Injury

H.C.Lim, M.D., S.W.Suh, M.D., J.S.Hong, M.D., W.S.Jang, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Guro Hospital, Korea University,
College of Medicine, Seoul, Korea*

High level, major limb amputation above the wrist and ankle joint has some characteristic problems because of the large muscle mass and poor potential for nerve regeneration.

As an adjunct method to reduce warm ischemic time prior to bony stabilization, temporary vascular shunting by simple catheterization has been performed, which has not been associated with any significant complication and has improved on success rate in replantation surgery.

The authors have experienced 198 cases replantation of amputated limbs and digits from September, 1983 at the Korea medical center, Guro hospital, of which, 13 cases of successful replantation of amputated limbs by avulsion injury above the wrist and ankle joint level, which is generally considered as contraindication, were followed up for average 4.5 years(minimum 1.5 to maximum 8.4 years) on terms of survival rate, function and appearance.

The clinical analysis upon these cases is to be presented with review of references.

Key Words : Replantation, Avulsion Injury, Vascular shunting

서 론

임상적으로 1962년 Malt¹⁾에 의해 세계 최초로 절단지의 재접합수술에 대한 성공이 보고되면서 절단지 및 절단사지의 재접합술은 점차적으로 세상에 널리 알려지게 되었고 근래에는 보편화한 술

식으로서 정형외과의 한 영역으로 자리잡아가고 있다. 보다 체계화된 경험이 축적됨에 따라 재접합술의 적응증과 비적응증, 혹은 금기증에 대한 범위가 정해지고 있으나 완전한 금기증은 드물고 환자의 접한 여러 가지 상황에 따라 다를 수가 있다. 그러나 결출성 절단손상의 경우는 광범위한 혈관 내부손상과 신경조직의 견인손상, 골조직의

소실 및 분쇄상 골절 그리고 근육 및 연부조직의 마멸괴사 등으로 인한 감염의 기회가 높아 예후가 저극히 나쁜 것으로 알려져 있다^{2,14)}.

저자들은 1983년 9월부터 고려대학교 구로병원에서 시행한 198례의 절단지 및 절단사지에 대한 집합술 중 일반적으로 집합술의 비적응증으로 생각되어지는 결출성 절단사지(상지 11례, 하지 2례)에 대한 재집합술 이행 후 평균 4년 6개월간(최단 1년 6개월, 최장 8년 8개월) 장기 추시된 13례에 대하여 임상적 결과를 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

증례 분석

1. 연령 및 성별

연령 분포는 3세에서 41세로 평균 21.8세이며 남녀비는 11:2로 남자환자가 많았다.(Table 1.)

Table 1. Age and sex distribution

| Age Sex | Male | Female | Total |
|---------|-----------|----------|------------|
| 0-10 | 1 | 2 | 3(23.1%) |
| 11-20 | 2 | | 2(15.4%) |
| 21-30 | 5 | | 5(38.5%) |
| 31-40 | 2 | | 2(15.4%) |
| 41-50 | 1 | | 1 (7.7%) |
| Total | 11(84.6%) | 2(15.4%) | 13(100.0%) |

2. 손상원인

산업재해가 11례로 프레스에 의한 손상이 5례, 탈수기에 의한 손상이 2례, 컨베이어 벨트에 의한 손상이 1례, Roller에 의한 손상이 1례, 사출기에 의한 손상이 1례 등이었으며, 교통사고가 2례이었다.(Table 2.)

Table 2. Mechanism of injury

| | |
|-------------------|----|
| Traffic accident | 2 |
| Industrial injury | 11 |
| press | 5 |
| washing machine | 2 |
| conveyer belt | 1 |
| milling machine | 1 |
| saw machine | 1 |
| Total | 13 |

3. 절단 부위별 분류

상지 11례, 하지 2례로서 상지에서는 전완부 6례, 상완부 2례, 견관절부 1례이었고 하지 2례는 모두 대퇴부이었다.(Table 3.)

Table 3. Level of amputation

| | |
|------------------|----|
| Upper extremity | 11 |
| Shoulder | 1 |
| Arm | 2 |
| Proximal forearm | 5 |
| Distal forearm | 3 |
| Lower extremity | 2 |
| Thigh | 2 |
| Total | 13 |

4. 수술방법

전신마취 후 생리식염수로 절단부위를 충분히 세척한 후 변연 절제술을 시행하였다. 재집합술을 위해 골단축 및 견고한 골고정을 얻기전 온열 허혈시간(warm ischemic time)을 줄이기 위하여 cut down set를 이용한 큰 혈관의 도자술을 먼저 시행하여 근위부와 원위부의 혈관들을 연결하였다(Fig. 1). 필요에 따라서 원위부 도자에 헤파린을 주입하였으며 동맥혈관을 먼저 연결 후 원위부에서 울혈을 제거시킨 뒤 2-3개의 정맥혈관을 연결하였다. 최소한의 허혈시간 단축을 얻은 후 골단축과 내고정 및 근육, 신경의 미세봉합후에 일시적으로 연결되었던 도자관을 제거하고 동, 정맥의

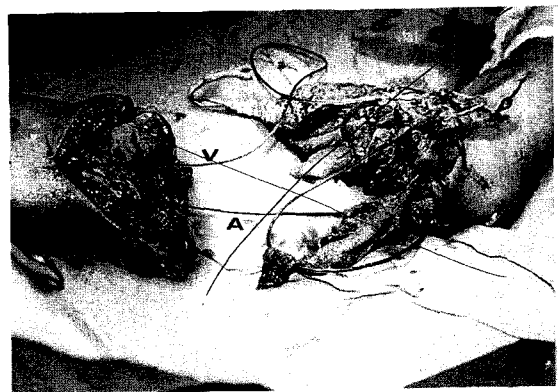


Fig. 1. Temporary vascular shunting procedure using IV catheter prior to bony stabilization

혈관 문합술을 시행하였고, 근막 절제술은 필요에 따라 시행하였다. 골 내고정방법으로는 K-강선, Steinmann핀, 금속판 및 나사를 이용하여 고정하였으며(Table 4.) 건 봉합술을 각각의 굴곡 및 신전군 별로 봉합을 시행하였다. 동맥문합술은 단단문합술 6례, 정맥이식술은 7례에서 시행하였다. 수술 후 처치는 항응고제, 저분자 dextran, 고압산소요법, 항생제 등을 사용하였고 교감신경절 차단이나 전신적 heparin사용은 모든 예에서 적용되지는 않았다.

Table 4. Stabilization of bonce

| Methods | Cases |
|------------------|-------|
| K-wire | 4 |
| Steinman pin | 3 |
| Plate and screw | 3 |
| Rush pin | 1 |
| Wire | 1 |
| External fixator | 1 |
| Total | 13 |

수상 후 수술까지 허혈시간은 3.5시간에서 7시간으로 평균 5.4시간 이었으며 수술시간은 평균 7시간 40분 이었다.

5. 합병증 및 재수술

절단부위의 좌멸창으로 인한 재접합부의 피부괴

사와 말단 부위의 운동장애, 골유합 부전, 감각기능 회복의 저하, 감염 등의 합병증이 발생하여 대부분의 환자에서 재수술이 필요하였으며 이중 피부이식술 13례, 혈관부착 유리 피부편 이식술 3례, 건 및 신경 박리술 6례, 신경이식술 3례, 골이식술 3례, 건이식술 2례 등이었고 환자 1명당 평균 2.7회 정도의 재수술을 시행하였다(Table 5).

Table 5. Secondary procedure

| Procedure | Cases |
|-------------------------|-------|
| Skin graft | 13 |
| Adhesiolysis | 6 |
| Nerve graft | 3 |
| Bone graft | 3 |
| Vascularized free graft | 3 |
| Tendon transfer | 2 |
| Total | 30 |

결 과

결출성 절단 후 재접합술은 전체 17례 중 13례에서 성공하여 76%의 성공률을 보여주었다. 나머지 4례는 연부조직 감염 및 말단부위의 괴사로 인해 절단술을 시행하였다. 재접합수술후 결과의 판정은 1981년 Chen²⁾이 발표한 4단계의 Grading system을 사용하였으며(Table 6) Grade I 1례,

Table 6. Assessment of Results(Chen, 1981)

| | |
|-----------|---|
| Grade I | A. Ability to resume original work with a critical contribution from the reattached parts B. Collective range of joint motion exceeds 60% of normal, including the joint immediately proximal to the reattached part C. Recovery of sensibility to a high grade without excessive intolerance of cold D. Muscular power of 4 to 5 on a scale of 1 to 5 |
| Grade II | A. Ability to resume some gainful work but not original employment B. Range of joint motion exceeds 40% of normal C. Recovery of near normal sensibility in the median and ulnar nerve distribution without severe intolerance of cold D. muscular power of grade 3 to 4 |
| Grade III | A. Independence in activities of daily living B. Range of motion of joints exceeds 30% of normal C. Poor but useful recovery of sensibility(for example, only median or ulnar recovery is good or quality is only protective in both median and ulnar area) D. Muscular power of grade 3 |
| Grade IV | A. Tissue survival with no recovery of useful function |

Grade II 6례, Grade III 5례, Grade IV 1례이었다 (Table 7). 손상부위와 집합술의 결과와의 상관관계를 살펴볼 때 원위부일수록 양호한 결과를 보여주었다(Table 8).

Table 7. Grade of functional recovery

| Grade | Cases(%) |
|-------|----------|
| I | 1 (7.7%) |
| II | 6(46.1%) |
| III | 5(38.5%) |
| IV | 1 (7.7%) |

Table 8. Results related to injured stie

| Site | Grade | I | II | III | IV | Total |
|------------------|-------|---|----|-----|----|------------|
| Shoulder | | | | 1 | 1 | 1 (7.7%) |
| Arm | | | | 1 | 1 | 2 (15.4%) |
| Proximal forearm | | | 4 | 1 | | 5 (38.5%) |
| Distal forearm | 1 | 1 | 1 | 1 | | 3 (23.1%) |
| Thigh | | | 1 | 1 | | 2 (15.4%) |
| Total | | 1 | 6 | 5 | 1 | 13(100.0%) |

증례 예시

증례 1.

3세 여아로 직물기에 의한 전완 원위부 결찰성 절단을 주소로 내원한 환자로 방사선 소견상 요골 및 척골 원위부의 분쇄골절의 양상을 보이고 있으며, 수술 소견상 척골 및 요골동맥의 파열, 요골신

경의 완전 파열, 척골 및 정중신경은 부분열상과 stretching 소견을 보이고 있었으며 건은 모두 결찰되어있었다. (Fig. 2 A, B)

골단축 없이 골절부위를 철사로 고정한 후 요골동맥을 봉합하였으며 신경 및 건봉합도 시행하였다. 술후 합병증이 없었으며 2차수술도 필요하지 않았다.

술후 1년 6개월된 현재 수지기능 및 완관절의 운동장애가 거의 없고 양호한 신경회복을 보여 Chen 씨 기능적 평가 grade I로 판정하였다. (Fig. 2C, D)

증례 2.

25세 남자로 압출기에 의한 전완 근위부 절단을 주소로 내원 하였고 척골 원위부의 골결손과 심한 분쇄상 골절로 3cm 정도의 골단축후에도 견고한 금속고정을 얻을 수가 없었고 steinmann 핀에 의한 골수강 내고정을 통해 안정성을 유지하였다. 혈관은 먼저 척골동맥을 봉합 후 4개의 정맥을 봉합하였고 요골동맥은 약 4cm의 정맥혈관이식을 통하여 혈류재개를 시행하였다. 모든 신경조직은 stretching 및 10cm 정도의 손실을 보여 혈관 겸자로 상하 신경단을 확인고정하여 2차 신경 이식술을 시행하였다. 기시부에서 결찰 손상된 굴곡근 및 신전근은 tendon to muscle봉합을 시행하였다 (Fig 3 A, B, C). 술후 재접합 부위의 연부조직결손 및 건노출 소견을 보여 외측 대퇴부 유리피부편을 이용한 피부이식술을 시행하였다.

술후 8년이 지난 현재 비교적 양호한 수지기능

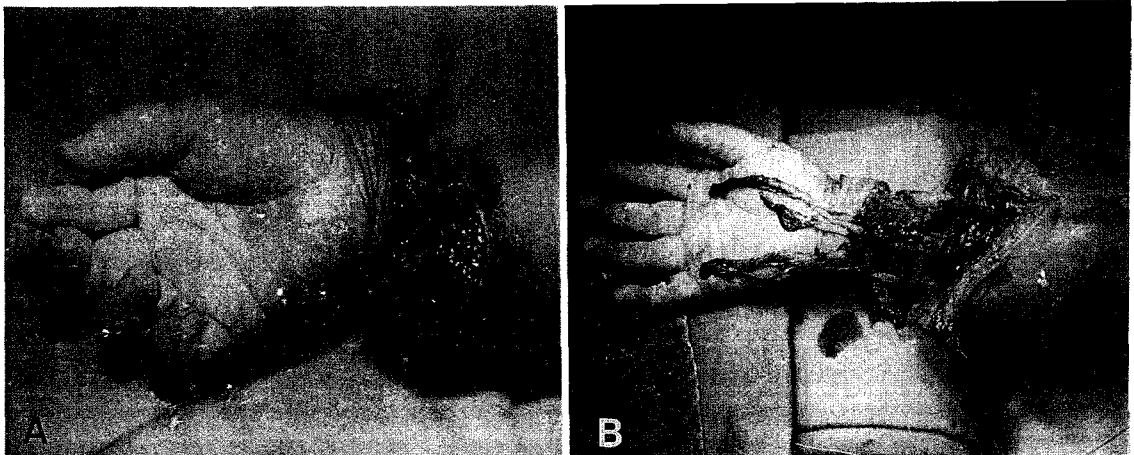


Fig. 2. A,B: Preoperative clinical findings of distal forearm which was twisted several times by saw machine.

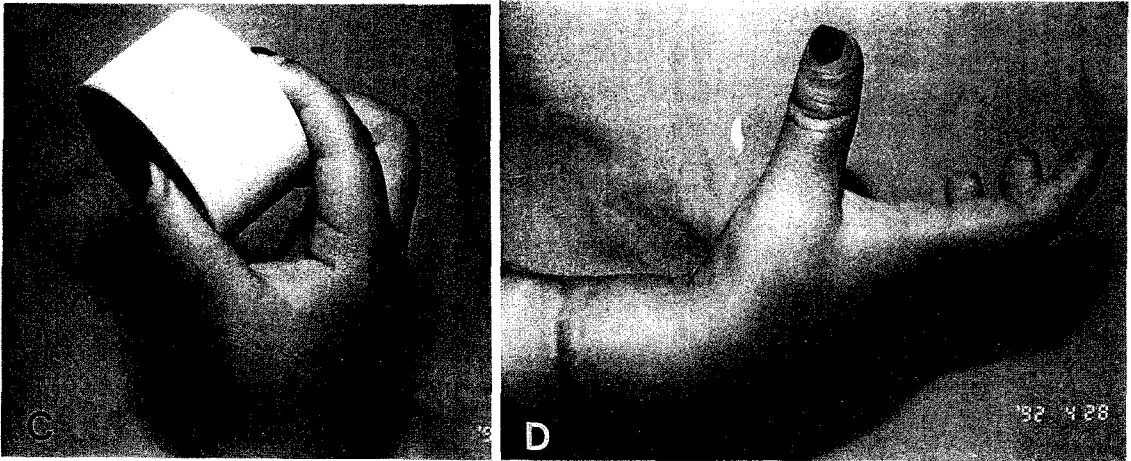


Fig. 2. C,D: 1 1/2 yrs after operation, These slides shows good function of the wrist and finger joints.

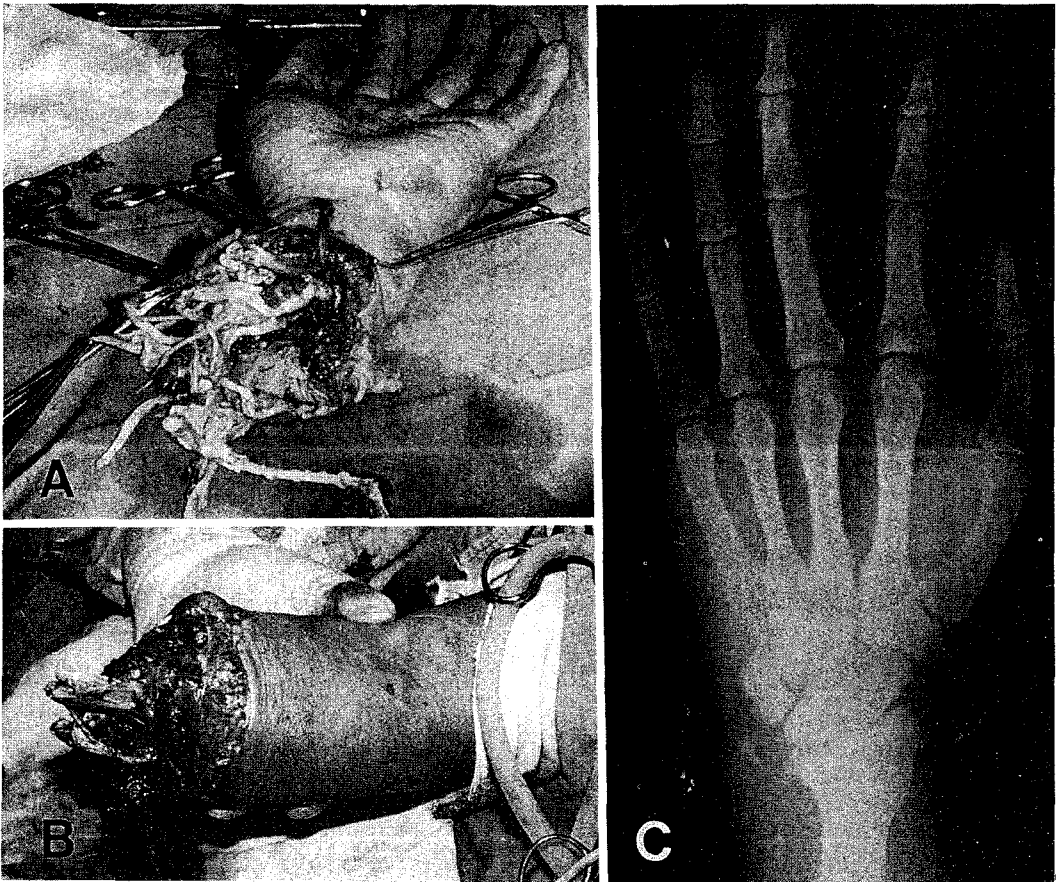


Fig. 3. A,B,C: Preoperative clinical and radiologic findings, which shows severe avulsed tendons and neurovascular strutures and bone loss of distal ulnar.



Fig. 3. D,E,F: Postoperative 8 years, which shows complete union on fracture site and good function of wrist and finger joints.

및 감각기능을 나타내어 Chen씨 기능적 분류 grade II로 판정하였다. (Fig. 3D, E, F)

증례 3.

3세 여아로 15톤 트럭에 의한 교통사고로 좌측 슬관절 이하부 절단(경골 원위부) 및 동측의 서해부 및 둔부에서 부터의 탈장갑 손상으로 내원 하였으며(Fig. 4 A, B), 방사선 소견상 좌측 대퇴골 원위부 골단분리 및 과상부 골절, 슬관절 탈구, 경골 원위부와 중간 이행부 골절을 보이고 있었다.

손상 6시간 후 수술실에서 다량의 세척술후 절단된 슬와동맥 및 정맥을 도자로 연결 후 골절된 과상부 대퇴골 골절을 굵은 K-강선으로 고정하고 절단된 경골원위부 골절은 Steinman 핀으로 골수강 내고정을 시행하였다. 수술 소견상 슬와동맥은 파열되면서 결출되어 약 5cm정도의 결손이 있어 반대편 오른쪽 족부의 천부 복재정맥을 정맥이식 하였고 2개의 슬와정맥은 직접 단단연결(end to end anastomosis)하였다. 신경은 슬와신경 및 경골신경을 단단연결하였다. 수술 후 피부결손 부위에 두번의 고정핀을 제거하고 Kuntscher정과 Hoffmann핀을 이용하여 외고정으로 교체하였고 6개월 뒤 골유합 후 제거하였다.

슬후 6년 현재 고관절 및 족관절의 운동제한소



Fig. 4. A,B: Avulsion amputation at the left thigh level, which looks like an elastic high boots.

견은 없으며, 슬관절은 20도의 굴곡 구축은 있으나 120도까지의 굴곡은 가능하며 경골의 성장 장애로 2.5cm정도의 하지 부동을 보이고 있어 Chen씨 기능적 평가 grade II이었다. (Fig. 4C, D, E)

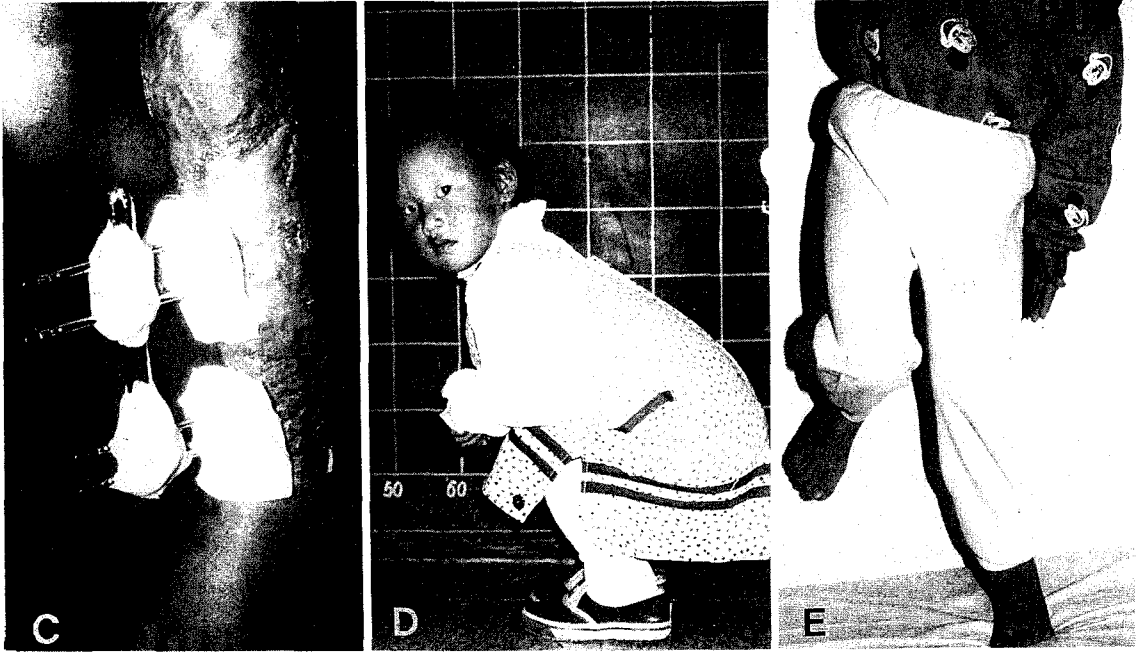


Fig. 4. C,D,E: Postoperative clinical findings, 2,3,6years in each. She can walk and run without any supports and has good protective sense of her foot.

고찰

절단사지의 재접합은 사지의 기능과 외형상의 회복을 목적으로 시행하게 된다. 최근 각종 산업 재해와 교통사고의 증가로 인하여 광범위한 연부 조직 손상 및 장골골절등을 동반한 사지의 절단외상이 증가추세에 있으며, 단두절단(guillotine amputation)이외에 결출(avulsion) 및 압좌(crushing)에 의한 절단례도 많은 보고가 되고 있다.

수술 현미경을 이용한 미세접합술의 등장으로 사지절단 특히 수지부 절단의 경우는 80~90%의 괄목할만한 성공률을 보이고 있으나¹¹⁾ 사지의 근위부의 절단상에서는 40~80% 정도의 성공률을 보이고 있으며¹⁴⁾ 특히 결출성 절단손상의 경우는 광범위한 혈관 내부손상과 신경의 견인 손상, 골조직의 소실 및 분쇄상 골절 그리고 근육 및 연부조직의 마멸 괴사등으로 인한 감염의 기회가 높아 예후가 지극히 나쁜 것으로 알려져 있다^{2,11,14)}. 재접합술의 적응증에 있어서 절단부위의 중요구조가 보존되어 있어야 하며 온열 허혈시간이 평균 6시간을 넘지 말아야 되며, 심각한 동반손상 또는 전

신질환이 없는 좋은 전신상태를 유지해야 하고 환자의 나이, 성별, 직업, 수술 받고자 하는 의지등을 고려해야 한다^{2,3,4,10,14)}.

손상의 종류에 따라 수술의 적응등을 고려할 때 단두절단(guillotine amputation)은 절단부위에 관계없이 좋은 적응등이 되는²⁾ 반면 광범위한 압좌상 및 결출손상의 경우 재접합술 뿐만 아니라 2차 재건술에도 어려움이 많고 광범위한 근육손실로 인한 운동기능의 장애 및 신경손상의 회복이 지연됨으로서 예후가 불량하다. 더욱이 절단부위가 근위부 일수록 허혈 시 가장 민감한 반응을 보이는 근육조직이 많아 좋은 예후를 기대하기 어렵다¹²⁾. 본 연구에서도 근위부일수록 예후가 나쁜 것으로 나타났다. (Table 7). 이것으로 보아 수술시간의 지연에 따른 온열 허혈시간의 연장이 근육의 불가역적인 변성의 주요인자로 사료된다.

Kleinert등⁹⁾은 주요사지절단에서 온열 허혈시간이 4시간 내지 6시간이 넘은 것을 수술의 적응증이 되지 못한다고 하였고 Chen등²⁾은 효과적인 냉장요법일지라도 10시간을 넘으면 생존율이 떨어진다고 보고하였다. 이러한 온열 허혈시간을 줄이기 위하여 Nunley등^{5,13)}은 주요사지절단에서 견고한

골고정을 시행하기 전에 도자술을 이용한 일시적 인 동맥혈 shunting으로 허혈시간을 줄임으로써 수술의 성공율을 높였으며 술후 합병증도 줄일 수 있었다고 보고하였다. 저자들도 세척술 및 변연절제후 즉시 도자법을 시행하여 절단된 골격고정 및 근육재건 시 소요되는 허혈시간을 최소화하였다.

골단축과 골고정도 재접합 수술의 절대적인 과정으로 K-강선, 골수강내 금속고정 압박금속환 고정등이 있으나 다른 주위조직과의 관계를 고려하여 골단축을 시행해야 하는데 특히 평균 2~4cm의 골단절을 시행하여 혈관과 신경을 긴장없이 봉합할 수 있어야 한다고^{1,2,4,20)} 하였으나 Nasser¹²⁾은 골단축없이 수술이 가능하였다고 보고하였다. 저자들의 경우에는 모든 예에서 골단절을 시행하였으며 그렇게 함으로서 혈관과 신경의 봉합이 가능하였다.

신경봉합의 경우 Nasser¹²⁾, O'Brien¹⁴⁾ 등은 일차 봉합이 신경말단의 해부학적인 위치 유지나 지연 봉합 때 발생할 수 있는 신경종의 제거로 인해 신경말단의 광범위한 손실을 방지할 수 있기 때문에 지연봉합보다 예후가 좋다고 보고하였다. 저자들은 가능한 일차봉합술을 시도하였으나 결찰상태가 심각하여 신경의 손상된 부분이 많은 경우 3례에 대하여 지연 봉합과 신경이식술을 시행하였다.

전반적인 수술의 성공률에 있어서 O'Brien¹⁴⁾은 주요사지절단 8례중 5례에서 성공적인 결과를 보였다고 보고하였으며 Ferreira⁴⁾은 상완부와 근위 전완부 절단 25례중 9례 (36%)에서 성공적이었으며 원위전완부와 수부절단 13례중 8례(61.5%)에서 성공적이었다고 보고하였다. 본 연구에서는 17례중 14례(76.5%)에서 성공하여 높은 성공률을 보였다.

Chen²⁾은 243례의 상지 절단의 기능적 회복의 정도를 보고하였는데 1등급과 2등급이 전체의 69%(168례)로서 저자들의 53.8%보다 좋은 결과를 보여주었으나 이것은 저자들의 경우 근위부절단(근위전완부 절단이상)이 77%로서 Chen²⁾의 14.4%보다 월등히 많았기 때문이라고 사료된다.

결 론

저자들은 1983년 9월부터 고려대학교 부속구로병

원 정형외과 교실에서 시행한 절단지 및 절단사지의 198례의 접합술 중 일반적으로 접합술의 비적응증으로 생각되어지는 결찰성 절단 사지(상지 11례, 하지 2례)에 대한 재접합 시행 후 평균 4년 6개월간 장기추시를 통하여 다음과 같은 결론을 내렸다.

1. 단단한 도자술을 이용하여 허혈시간을 최소한으로 단축함으로써 수술의 높은 성공률과 좋은 예후를 보장할 수 있다.
2. 근위부 절단 일수록 불량한 예후를 보인다.
3. 숙련된 술식과 인내심 그리고 술자의 team approach로 수술의 성공률을 높일 수 있다.

REFERENCES

1. 유명철, 강신혁, 안진환, 김봉건 : 절단사지 및 절단지의 재접합. 대한정형외과학회지, vol 15:197, 1980.
2. Chen Z.W., Meyer, V.E., Kleinert, H.E. and Rotert, W.E.: *Present Indications and Contraindications for Replantation as reflected by long term functional results. Orthop. Clin. North Am*, 12: 849, 1981.
3. Faibisoff, B. and Daniel, R.K.: *Management of severe forearm injuries Surg. Clin. North. Am* 61:287, 1981.
4. Ferreira, M.C., Marques, E.F. and Azze, R.J.: *Limb replantation, Clin. Plaster. Surg.* 5: 211, 1987.
5. Goldner, R.D. and Nunley, J.A.: *Replantation proximal to the wrist. Hand Clinics*, 8(3): 413-425, 1992.
6. Ipsen, T., Lundkvist, L., Barfred, T. and Pless, J.: *Principles of evaluation and results in microsurgical treatment of major limb amputations. Scand. J. Plast. Reconst. Hand Surg.*, 24: 75-80, 1990.
7. Kleinert, H.E. and Tsai, T.M.: *Microvascular repair in replantation. Clin. Orthop.* 183: 205, 1978.
8. Kutz, J.E., Hanel, D., Scheker, L. and Lopex, G.: *Upper extremity replantation. Orthop. Clin. North. Am.*, 14: 873, 1983.
9. Malt, R.A., and Mckhann, C.F.: *Replantation of severed arms. J.A.M.A.*, 189: 716, 1964.
10. Meyer, V.E., Chen, Z.W. and Beasley, R.W.: *Basic technical considerations in reattachment surgery. Orthop. Clin. North Am.*, 12: 871, 1981.
11. Morrison, W.A., O'Brien, B. McC. MacLeod A.M.: *Major limb replantation. Orthop. Clin. North Am.* 8: 343, 1977.

12. Nasser, M. and Voss, H : *Late results of successful replantation of upper and lower extremities.*, *Ann.Surg.* 177 : 121, 1973.
13. Nunley, J.A., Koman, A. and Urbaniak, J.R. : *Arterial shunting as an adjunct to major revascularization.* *Ann. Surg.* 193(3) : 271-273, 1981.
14. O'Brien, B. McC. : *Major Replantation surgery in the upper limb.*, *Hand*, 6 : 217-28, 1974.
15. Russel, R.C., O'Brien, B. McC., Morrison, W.A., Pamamull, G. and Macleod, A.M. : *The Late Functional Results of Upper Limb Revascularization and Replantation.* *J. Hand Surg.*, 9 : 623, 1984.
16. Paletta, F.X. : *Replantation of the Amputated Extremity.* *Ann. Surg.*, 168 : 720, 1968.
17. Shaw, W.W. : *Microsurgery in Trauma.* New York, *Future Com*, 1987.
18. Tamai, S. : *Twenty Years' Experience in Limb Replantation—Review of 293 Upper Extremity Replants.* *J. Hand Surg.*, 7 : 549, 1982.
19. Wang, S.H., Young, K.E., Wei, J.N.L : *Replantation of Severed Limb—Clinical analysis of 91 cases.* *J. Hand Surg.*, 6 : 311, 1981.
20. Williams, G.R., Carter, D.R. and Frank, G.R. : *Replantation of Amputated Extremities.* *Ann. Surg.* 163-788. 1966.