

수지 재접합 실패시 허혈 상태의 수지골과 피관술을 이용한 구제술

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

권부경 · 정덕환 · 이재훈

— Abstract —

Salvage of Failed Digital Replantation Using Necrotizing Phalangeal Bone and Flap Coverage

Boo Kyung Kwon, M.D., Duke Whan Chung, M.D., Jae Hoon Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Failure of reattachment of finger is inevitable in replantation surgery and that failure rate is about 10 % are reported in many authors. Management of the failed finger replantation is challenge to microsurgions. We report 7 cases of thumb reconstruction after failure of replantation. The reconstructive surgery composed with early debridement of soft tissue that are under gangrenous processing, extract the phalangeal bone without any soft tissues. Osteosynthesis of the extracted phalangeal bone with host phalangeal bone. The exposed bony portion covered with vascularized flaps such as reverse radial forearm pedicled flap, free radial forearm flap and neurovascular island finger flap. This procedure underwent within a week after vascular insufficiency developed. All of the flaps are survived, bone union achieved within 3 months . The function and external appearance of the reconstructed thumb were encouraging; pinch power was average 1.2 pounds. Early removal of necrotizing soft tissue followed by covering none vascular phalangeal bone which extracted from the dead phalanx with vascularized flap is one of the useful alternative solutions in failed replantation surgery in hand.

Key Words: Finger, Thumb, Failed replantation, Salvage reconstruction, Early soft tissue removal with vascularized flap coverage

※통신저자: 정 덕 환
서울특별시 동대문구 회기동 1번지, 130-702
경희의료원 정형외과학교실
Tel: 82-2-958-8368, Fax: 82-2-964-3865, E-mail: dukech@khmc.or.kr

서 론

수지 절단에 대해서 1968년 Tamai가 처음으로 무지의 재접합술을 시행한 후로 재접합술이 가장 이상적인 치료방법이지만 재접합 실패율이 평균 10% 정도로 보고 되고 있다. 또한 재접합술 후 일정 기간 생존 후에 접합된 수지가 혈전 생성 등의 이유로 다시 괴사에 빠지는 수가 있으며 이와 같은 경우 접합부에 대한 탐험술을 실시하여 혈관을 재문합 하거나 혈전을 제거하는 수술을 시행하여 구제할 수 있으나 성공율은 기관에 따라서 20~80%까지 다양하게 보고되고 있다⁷. 이와 같은 경우에 특히 무지에 대해서 시행할 수 있는 구제술로 지골화(phalangization), 중수골 연장술, 인접 수지를 이용한 무지화(pollicization), 족지 전이술, 포장 주위 피관술(wrap around flap) 등을 절단 위치에 따라 시행 할 수 있다. 그러나 우리는 조기에 재건하는 방법으로 혈액 순환이 안되는 연부 조직을 조기에 제거하고 수지 골만을 채취해서 혈액 순환이 되는 근위골 절단단에 연결하고 이를 반전 요골 동맥 전완 피관술, 유리 요골 전완 피관, 제 4수지로부터 도서형 혈관 신경 피관을 이용하여 무지는 재건하는 방법을 사용하였고 이의 결과를 알아 보고하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1993년 7월부터 2004년 11월까지 실패가 예상되는 절단 수지 재접합 예에 대하여 조기에 괴사된 연부 조직을 모두 제거하고 수지골만을 채취하여 이를 이용한 수지 재건을 시행한 남자 5례, 여자 2례를 대상으로 하였다. 평균 연령은 26.4세(21~45세)였으며 전례에서 무지 절단을 재접합한 경우였다. 절단 부위는 근위 지골 부위가 4례, 3례가 원위지골을 통한 절단이었고 우측 4례, 좌측 3례 였다. 절단의 원인으로서는 고기 절단기에 의한 절단 2례, 산업 재해로 기계에 의한 절단 3례, 자동차의 문에 다친 절단 2례였다. 절단 후 재접합 수술은 평균 6.4시간에 시작되어 혈류가 재 개통된 시간은 평균 8.6시간으로 조사되었고 재접합 수술은 본 저자들에 의한 경우가 2례였으며, 5례는 타 의료 기관에서 재접합 수술 후에 접합부의 혈액 순환 상태가 불량해지는 과정으로 생각되어 저자들에게 전원 되어 온 경우였

다. 재건술에 사용된 피관은 반전 요골 동맥 전완 피관(reverse radial forearm flap: Chinese flap) 2례, 유리 요골 동맥 전완 피관(free vascularized radial forearm flap) 3례, 제 4수지로부터의 도서형 혈관신경 피관(digital neurovascular island flap) 2례였다. 재건 수술을 시행한 시기는 재접합 수술로부터 평균 5.7일(4~8일)이었으나 1례는 재접합 수술 후 28시간 후에 혈전 제거 수술을 재 시행한 바 있으나 혈전 제거술 후 약 10시간 후부터 다시 혈액 순환이 안되는 것으로 판명되어 본 술식을 시행한 경우로서 이는 제 2차 수술을 기준으로 재건 수술까지의 기간을 측정 하였다. 재 접합 수지가 실제로 혈액 순환이 안되는 것으로 판명된 시기는 정확하게 측정되지 않았으나 저자들에 의하여 재 접합술의 실패가 확실히 예상된다는 판정은 주관적인 결정에 의존 할 수 밖에 없었다. 수술 결과의 분석은 수술 후 피관의 생존 여부와 방사선 검사상 이식된 지골의 생존 및 수여부 지골과의 골 유합 상태, 재건된 수지의 기능 및 환자의 주관적인 만족도에 대한 문진을 토대로 하였다.

1. 수술 방법

재접합 후에 혈행이 어떤 이유로든지 차단되어 접합 수지의 괴사가 확실하게 예상되는 경우 혈행 개선을 위하여 혈전 제거술, 혈관 재 문합술, 혈행 개선을 위한 약제의 투여, 국소 고압 산소치료, 거머리 등을 이용한 울혈에 대한 치료 등으로도 더 이상의 가능성이 기대되지 않을 것이라고 판단되면 즉시 괴사가 진행되고 있는 접합 수지를 제거하여서 수지의 모든 괴사 과정의 연부 조직을 제거한 후에 수지 내의 수지골 만을 채취하여 골막까지도 제거한 후에 절단부위 말단에 위치하는 생존한 수지와 K-강선 등을 이용하여 골 고정(osteosynthesis)한 후에 노출되어 있는 골 부위를 유리 전완 피관 등의 생 피부 편으로 완전하게 피복한 후에 가급적이면 수지의 형태와 유사하도록 피관을 다듬고 재건된 수지의 감각 기능 보존을 위하여 피관의 신경과 수여부의 신경을 문합 하였다. 특히 유리 전완 피관 술은 손목 주름 근위 2~3 cm 부위에 수여부와 동일한 크기의 피관을 요골 동맥의 주행 경로를 중심으로 도안한 뒤 피관을 거상하는데 근위부는 주관절 부위, 전완부 최상단까지 박리하여 혈관을 유리 시키고 원위부

는 손목관절 직상부에서 결찰하고 피판 원위부의 혈관을 microvascular clamp로 잡아놓고 피판을 유리한다. 근위 혈관경을 피하조직 아래 tunnel를 통과시켜 clamp로 잡아 놓았던 혈관경과 미세혈관 문합술을 실시한다. 이를 통해 역행성으로 공급되는 동맥 순환을 받을 수 있다. 필요한 경우 외측 아래 팔 피부 신경(lateral antebrachial cutaneous nerve) 피판에 포함시켜 수지부 신경과 신경 문합술을 시행할 수도 있다. 인접 수지로 부터의 도서형 신경 혈관 피판은 피판 자체에 신경이 포함되어 있으므로 추가적인 신경 문합은 하지 않았다. 수술 후 지속적으로 피판의 혈액 순환 상태를 점검하였으며, 수술 후 정기적으로 내원하게 하여 골의 유합 상태와 재건된 무지의 기능 및 형태를 감시하였다.

증례 보고

증례 1

10세 남자로서 자동차문에 의해 좌측 무지가 근위 지골 기저부에서 절단상을 입고 타 의료 기관에서 절단 무지 재 접합 수술시행 받고 수술 후 1일 이후부터 혈액 순환 부전이 진행되기 시작하여 재접합술의 실패로 진단되어 후속 치료를 위하여 수술 후 4일만에 내원하여 수술 후 6일째 괴사되어 가는 무지의 연부 조직을 모두 제거하고 원위 지골과 근위지골을 채취하여, 이를 절단단의 중수골 두에 K-강선을 이용하여 고정한 후 동측의 요골 동맥을 기저 혈관으로 하는 유리 전완부 피판(free radial forearm flap)을 채취된 지골을 피복하여 무지를 재건하여 1년간 추시 상 골유합이 이루어 졌으며 만족할 만한 무지의 외형 보존과 파지 및 필기 등의 수부 기능이 보존 되었다(Fig. 1).

증례 2

31세 여자로서 자동차의 문에 의한 손상으로 무지의 원위 지골 기저부에서 완전 절단상을 입고 수술 후 9시간 만에 재접합술 시행 받았으나 수술 후 28시간 경과한 시점부터 재접합 수지의 혈행 장애 진행되어 9시간 후에 재 수술 하여 정맥 문합 부위에 형성된 혈종을 제거하고 혈관 문합을 다시 시행 하였으나 다시 혈행 장애가 지속되어 재 수술 후 3일

에 원위 지골만 채취하여 골 고정하고 이를 제 4수지의 요골 측에서 도서형 신경 혈관 수지 피판술(neurovascular island finger flap)로 피복하여 무지의 길이를 상당 부분 유지 할 수 있었다. 술 후 7년째 감각 기능 잘 유지되어있고 무지 지간 관절 운동 범위는 정상이고 공여부의 지간 관절 운동 범위 또한 정상이었다(Fig. 2).

결 과

7례 모두에서 피판은 생존 하였으며 근위 지골부위에서 시행한 4례에서 이식된 골과 수여부의 골이 방사선 검사 소견상 유합 되는데 소요된 기간은 평균 12.3주일 이었으며 1례에서는 이식된 골의 말단부에 경도의 골 흡수 소견이 관찰 되었으나 골 흡수가 지속되지는 않았고 이식된 골 부위가 괴사되는 소견을 보인 경우는 없었다. 피판의 생존은 대부분 양호하였으나 유리 전완 피판을 이용하여 무지의 근위지골의 기저부 절단의 재접합 실패를 재건한 43세 남자에서 피판의 주변부에 일시적인 피부 괴사가 관찰 되었으나 추가적인 수술적 가료 없이 자연 치유 되었다.

피판의 형태 및 재건된 무지의 기능에 대한 환자의 주관적인 만족도는 모두 만족이라고 하였으며 수지의 감각 기능은 전례에서 존재는 하였으나 예민하지는 않고 보호 감각(protective sensation) 수준으로 관찰 되었다. 수부의 기능은 전례에서 재건된 무지를 이용하여 파지(pinch)가 가능 하였고 Dynamometer를 이용하여 파지력을 측정 한 결과 평균 1.2 파운드였고 이는 정상측의 파지력의 40.7%에 해당 하였다. 합병증은 1례에서 피판의 부분 괴사, 원위 지골부를 재건한 2례에서 지간 관절의 굴곡 구축이 관찰 되었다.

고 찰

1965년에 Kleinert와 Kasden⁸이 무지 혈관 손상에 대해 미세 봉합 수술에 성공하였고 이어서 1968년에 Komatsu와 Tamai²가 무지 절단에 대해 재접합술에 성공한 후, 1970년대 후반 이래로 무지 재접합이 많은 센터에서 시행 되어지고 있고 현재는 보편화된 수술로 자리 잡았다⁷. 재접합술 후 생길 수

있는 합병증으로 혈류 부전이 있을 수 있는데 이는 혈관 문합부에 혈전이 생기거나 혈관 경련에 의해 발생한다. 이러한 혈류 부전을 인지 시 바로 재 탐

색술을 통한 혈전 제거술, 혈전 용해제 투여, 고압 산소 치료, 거머리 사용, 지속적인 실혈 요법 등을 실시하여 이를 개선 할 수 있으나 혈류 개선의 실패

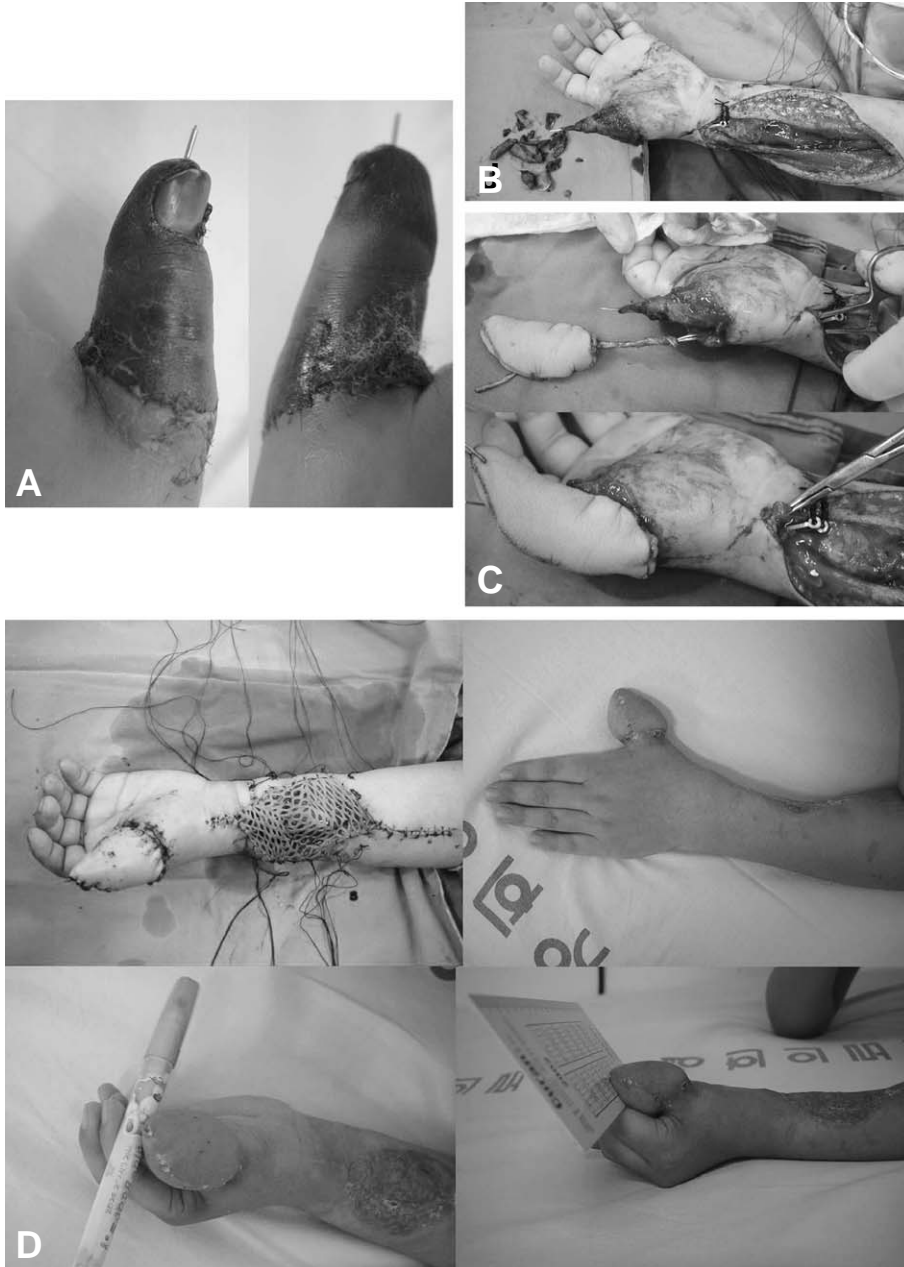


Fig. 1. (A) 10-years-old boy visited our clinic due to vascular insufficiency of replanted thumb 4 days later after reattachment of thumb amputated at other hospital. This picture showed necrosis of replanted thumb. (B) Free radial forearm flap was harvested and extracted digital bone was fixed to proximal remnant after necrotic soft tissue was removed. (C) Vascular pedicle was passed under subcutaneous tunnel for microvascular anastomosis. (D) Satisfactory function of reconstructed thumb could be checked at 1 year later after operation.

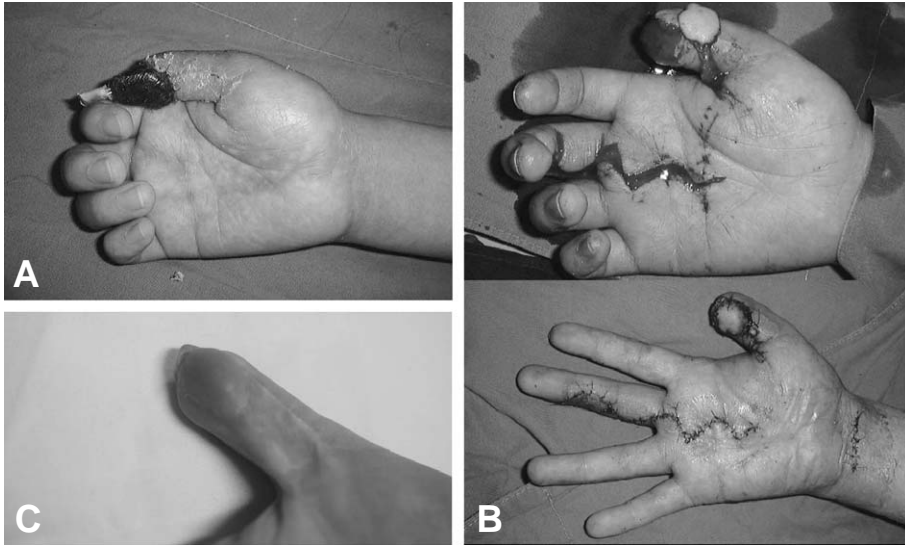


Fig. 2. 31-years-old woman visited our clinic due to necrosis of replanted thumb in spite of exploration and thrombectomy at 28 hours later after replantation. (A) Necrosis of distal thumb after replantation was found. (B) Neurovascular island flap was harvested and applied to extracted distal phalangeal bone after necrotic soft tissue was removed. (C) It showed satisfactory cosmetic and functional results 7 years later after reconstruction.

시에는 괴사된 재접합 무지를 제거하고 재건술을 실시한다. 통상 무지 재접합 후에 실패율은 61~90% 정도로 보고되고 있으며 실패는 재접합술을 시행한 미세수술 의사에게 피할 수 없는 하나의 부담이 되고 있다. 이에 대하여 미세 수술 의사는 무지의 재건에 대한 정확한 지식과 술기를 숙지하고 있어야 한다. 수부 기능의 40%를 차지하는 무지의 재건에 있어서 기능상 중요성을 볼 때, 대립 능력 및 파악력을 얻기 위해 적절한 길이 유지와 물갈퀴 공간의 재건 등을 염두에 두어야 한다. 즉 무지 재건 시 고려해야 할 사항으로 무지는 적절한 위치에서 안정된 상태를 유지해야 하고 감각을 갖고 있어야 하며 무지 재건에 사용된 피판 공여부에서 채취 후 특별한 기능상 문제가 없어야 한다. 재건된 무지의 모양 또한 미용적으로 만족스러워야 된다. 무지의 재건 방법은 절단 위치에 따라 결정 되는데¹³, 무지가 포함된 제 1열을 삼등분 했을 때 원위부에서 절단은 길이의 연장이 그다지 필요 없고 국소 피판술이나 신경 도서형 피판술 등을 시행할 수 있다. 중간의 원위부의 경우는 제 1물갈퀴 공간을 깊게하는 지골화(phalangization)수술을 실시하고 중간의 근위부는 중수골의 연장술, 다른 손상된 수지나 인접 수지의

무지화, 족지 전이술, 골형성 재건술 등을 실시할 수 있다. 근위 1/3지점에서 절단된 경우는 손상된 수지나 인접 정상 수지를 이용한 무지화나 족지 전이술을 시행 할 수 있다. 우리는 원위 지골에서 부위에서 절단 시, 괴사된 연부 조직을 제거한 후 추출한 원위 지골과 신경 도서형 피판을 사용하여 길이 보존과 감각 기능의 회복을 위해 노력하였고, 근위 지골에서 절단 시, 마찬가지로 길이의 유지를 위해 따로 골이식을 하는 것이 아니라 절단된 무지의 지골을 채취하여 골이식을 하고 이를 유리 요골 전완 피판이나 반전 요골 전완 피판을 사용하여 피복하였다. 무지 재건 시, 일반적으로 사용하는 골형성 재건술은 비혈류성 골이식, 즉 장골에서 골을 채취하고 피판술을 이용하여 피복하는데 이의 단점으로 피판의 감각기능을 갖고 있지 않고 시간이 흐르면서 골흡수가 진행할 수 있고 공여부의 통증이 있을 수 있다는 점이다. 이의 단점 중 감각 기능 보존을 위해 도서 혈관 신경 피판술을 같이 시행할 수 있는데 1단계로 장골이식과 서혜부 피판을 이용해 피복하고 2단계로 도서 혈관 신경 피판술을 시행하거나 아니면 아예 장골이식과 감각 신경을 포함한 유리 족배부 피판을 이용하거나, 또는 감각 보존과

골 흡수 방지를 위해 복합 요골 전완부 피관을 도서 혈관 신경 피관술을 같이 시행하여 한번에 재건한다고 보고되고 있다. 저자의 경우는 장골 이식 대신, 피사된 무지에서 골을 채취하기 때문에 공여부의 문제가 없고 또한 원래의 수지골이기 때문에 무지 모양을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 골을 채취 하는데 있어서 시간이 문제가 될 수 있는데, 연부조직에 비해 골조직은 허혈에 잘 견디며 저자의 경우 8일까지 지나도 골이식에 문제가 없이 추후 골 유합이 잘 일어난 예도 있고 해서, 보통 1주일 이내에 이식한다면 특별한 문제가 없다고 생각 된다. 감각기능 회복을 위해 요골 전완 피관을 사용시, 전완부의 외측피부의 감각을 담당하는 외측 아래팔 피부 신경(lateral antebrachial cutaneous nerve)을 전완 피관과 같이 채취 하여 이를 절단된 무지의 지골 신경 또는 천부 요골 신경과 문합하였고 추시상 아주 예민하지는 않았으나 보호감각수준을 유지할 수 있었다. 무지 재건 시 사용 될 수 있는 서혜부 피관이나 복부 피관은 감각 기능이 없고 수부를 다른 곳에다 붙여 놓고 기다렸다가 2차 수술을 실시하기 때문에 재활이 늦어지는 단점이 있다. 유리 족배부 피관은 좋은 감각 기능을 제공하지만 이환된 상지가 아닌 정상 족부 공여부에 장애를 남길 수 있는 단점이 있다. 전완 피관은 피부가 얇고 박리가 쉽고 상대적으로 큰 피관을 얻을 수 있으며 공여부 문제가 그리 크지 않다. 특히 감각 기능을 보존할 수 있어서 무지 재건에 아주 적합한 피관이다. 단점으로 주요 혈관을 희생하고 젊은 여성에게 전완부의 반흔 형성 등 미용적인 문제가 있을 수 있다. Fatemi 등¹³은 감각 요골 전완 피관을 이용하여 무지를 재건한 8예의 환자들에게서 정상 무지 감각은 아니지만 우수한 2점 분별력을 재건된 수지에서 체크하였다고 보고하고 있다. 또한 저자들의 경우 7례 모두 골 유합이 잘 일어났으며 1례에서 경도의 골 흡수 소견이 보였으나 지속되지 않은 점으로 볼 때, 우리 예에서는 골 흡수가 문제되지 않았다. 1983년에 Biermer와 Stock⁹은 무지 재건 시, 요골의 일부를 포함한 요골 전완 피관을 이용하여 무지를 재건하였고 Matev¹⁰와 Chacha¹¹ 등은 무지의 중간 부분 결손시에 이를 사용하였다. 이는 지골을 사용할 수 없는 경우나 골흡수가 우려되는 경우, 요골 전완 피관의 장점과 함께 연부 조직이 붙은 상태로 이식

되기 때문에 이용될 수 있다. 초기의 경우 재접합 수술의 실패원인으로 환자의 혈관 계통 자체의 문제가 있을 것을 우려해서 미세 혈관 문합 수술을 피해서 시행할 수 있는 도서형 피관이 적합하다고 생각하여 반전 요골 전완 피관을 2례에서 사용하였다⁶. 그러나 추후 3례에서는 유리 요골 전완 피관을 사용하였다. 유리 요골 전완 피관은 피관을 전완 원위부에서 얻을 수 있어서 반전 피관의 근위부의 두터운 피부와 달리 수지 피부와 가장 근접한, 얇고 피하지방이 거의 없는 피부로 피복이 가능하고 반전 피관에 비해 수지 말단까지 이동 영역이 넓으며, 근위부는 요골동맥이 원위부에 비해 심부로 주행하여 피관 거상 시 피관과 혈관경의 분리 가능성도 있다. 또한 피하 터널을 이용시 반전 피관은 매우 큰 터널이 필요하거나 피하 터널 자체가 불가능 하지만 유리 피관은 혈관경만 통과하면 됨으로 별도의 피부 절개 필요없이 이동 가능하다. 가장 큰 단점으로 미세 혈관 문합술이 필요하다는 점인데 요골 동맥은 내경이 2~4 mm로 상당히 크며 해부학적 변이가 거의 없는 혈관으로 기초적인 미세술기로도 충분히 성공적인 문합이 가능하다. 이와 같이 유리 요골 전완 피관은 반전 요골 전완 피관에 비해 장점이 많은 술식으로 판단된다.⁵

결 론

실패한, 또는 실패가 예상 되는 수지 재접합술의 환자에서 혈행 부전으로 인하여 괴사가 진행되고 있는 연부 조직을 조기에 제거하고 절단 수지내의 지골을 이용하여 골을 고정하고 이를 피관 등을 이용하여 피복하는 방법은 수지 절단을 재접합 환자에서 재접합술의 실패가 예상되는 경우에 이를 단순히 관찰만 하다가 결국에는 절단이 불가피 하게 되는 경우에 이와 같은 방법은 구제술로서 의미가 있는 방법이라고 할 수 있다.

REFERENCES

- 1) Foucher G, Norris RW: Distal and very distal digital replantations. *Br J Plast Surg*, 45: 199, 1992.
- 2) Komatsu HJ, Tamai S: Successful replantation

- of completely cut-off thumb, case report. Plast Reconstr Surg, 42: 374, 1968.*
- 3) **Serafin D, Kutz JE, Kleinert HE:** *Replantation of a completely amputated distal thumb without venous anastomosis. Plast Reconstr Surg, 52: 579, 1973.*
 - 4) **Snyder CC, Stevenson RM, Brown EX:** *Successful replantation of totally severed thumb. Plast Reconstr Surg, 50: 553, 1972.*
 - 5) **Chung DW:** *Reconstruction of the Finger Defect with Free Vascularized Reversed Radial Forearm Flap. The Journal of the Korean Microsurgical Society, 7: 122-128, 1998.*
 - 6) **Chung DW, KIM KB:** *Management of failed thumb replantation. The Journal of the Korean Microsurgical Society, 10: 86-92, 2001.*
 - 7) **S. Sharma et al:** *Thumb Replantation. A retrospective review of 103 cases. Annals of Plastic Surgery, 55: 352, 2005.*
 - 8) **Kleinert HE, Kasdan ML:** *Anastomosis of digital vessels. J Ky Med Assoc, 63:106-108, 1965.*
 - 9) **Biemer E, Stock W:** *Total thumb reconstruction: a one stage reconstruction using an osteocutaneous forearm flap. Br J Plast Surg, 36: 52-55, 1983.*
 - 10) **Matev I:** *The osteocutaneous pedicle forearm flap. J Hand Surg, 10B:179-182, 1985.*
 - 11) **Chacha B, Soin K, Tan KC:** *One stage reconstruction of intercalated defect of thumb using the osteocutaneous radial forearm flap. J Hand Surg, 12B: 86-92, 1987.*
 - 12) **Arshad RM, James JC, Jeffrey BF:** *Posttraumatic Thumb Reconstruction. Plastic and reconstructive surgery, 116(5) 103-122 October, 2005.*
 - 13) **Mohammad JF et al:** *evaluation of moving and static two point discriminations of volar forearm skin before and after transfer as a sensate radial forearm island flap in reconstruction of degloving injury of the thumb. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery, 60: 356-359, 2007.*