

# Efficiency of Vein Repair for Distally Based Avulsion Flap Injury of the Hand and Forearm

Dong-Ho Kang, Jae-Hyun Kim,  
Hyun-Jae Nam, Ho-Jun Cheon,  
Young-Woo Kim, Sang-Hyun Woo

*Cheon & Woo's Institute for Hand and  
Reconstructive Microsurgery, W Hospital,  
Daegu, Korea*

Received: January 5, 2014

Revised: January 21, 2014

Accepted: January 22, 2014

Correspondence to: Sang-Hyun Woo  
Cheon & Woo's Institute for Hand and  
Reconstructive Microsurgery 1616,  
Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu 704-953,  
Korea

TEL: +82-53-550-5000

FAX: +82-53-550-4000

E-mail: handwoo@hotmail.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Purpose:** The purpose was to evaluate the efficiency of vein repair on flap survival in distally based avulsion flap injury of the hand and forearm.

**Methods:** Sixteen cases of distally based avulsion flap injury larger than 30 cm<sup>2</sup> in size of the hand and forearm in which vein repair was done were enrolled. All had a avulsion injury by rolling machine. To survive the flap, extensive debridement was done to reduce the size of distally based flap injury as little as possible. Thereafter, an average of 1.4 vein were repaired. Postoperatively, hyperbaric oxygen therapy was performed for 2 weeks. The flap survival was assessed at three weeks after operation.

**Results:** When comparing the size of distally based avulsion flap injury and flaps that survived after operation, excellent results were observed in 12 cases, and good results in 4 cases. Additional operation was required including split thickness skin graft in 4 cases. A reverse island fasciocutaneous flap was performed in one case, and elbow joint arthrolysis was performed in another one.

**Conclusion:** Treatment of distally based avulsion flap injury of the hand and forearm using vein repair lead to relatively satisfying results in flap survival by allowing earlier motion of the joint, providing favorable functional results.

**Keywords:** Distally based avulsion flap injury, Vein repair

## 서론

원위 기저 견열 피관 손상은 작업 시 착용한 장갑이 롤링(rolling) 기계 사이에 끼이고, 이와 함께 수부 및 전완부가 팔려 들어가며 발생하는 견열 손상이다. 생산의 효율성을 높이기 위해 컨베이어 벨트와 같은 자동화 롤링 기계가 일반화되어 있는 생산 현장에서 흔히 발생하며, 수부 외과 전문 병원 응급실에서 드물지 않게 만나게 된다. 견열 피관 손상의 면적이 좁고 얇으면 비교적 간단히 치료할 수 있지만, 면적이 넓고 두꺼운 경우 넓은 부위에 피부 괴사가 진행되고 이에 따라 여러 가지 연부 조직재건술이 필요하게 된다.

이러한 원위 기저 견열 피관 손상의 치료에 대해 국내·외 문헌 보고가 전무하여 이에 저자들은 원위 기저 견열 피관 손상의 초기 치료 시 정맥봉합술을 시행하여 가능한 한 넓은 부위의 피관 손상의 생존을 시도하여 만족할만한 결과를 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2011년 6월에서 2013년 6월까지 본원에서 수부 및 전완부에 발생한 총 넓이 30 cm<sup>2</sup> 이상의 원위 기저 견열 피관 손상

**Table 1.** Demography of the patients

Patient no.	Age (yr)/gender	Injury mechanism	Associated injuries	Additional surgery	No. of repaired vein	Flap survival rate (%)
1	37/F	Rolling machine	Multiple phalangeal bone fractures	SG	2	65
2	60/M	Rolling machine	Distal radioulnar fracture	None	1	90
3	30/M	Rolling machine	Carpal bone fractures	None	1	100
4	52/M	Rolling machine	Multiple forearm muscle ruptures arthrolysis	SG	2	70
5	63/M	Rolling machine	Metacarpal bone fracture	None	1	100
6	53/M	Rolling machine	Multiple extensor tendon ruptures	None	2	100
7	52/M	Rolling machine	Multiple phalangeal bone fractures	None	3	80
8	60/F	Rolling machine	None	None	1	100
9	54/M	Rolling machine	None	None	1	90
10	55/M	Rolling machine	Thumb pulp amputation	Island flap SG	2	60
11	53/M	Rolling machine	Multiple phalangeal bone fractures	None	1	100
12	58/M	Rolling machine	Multiple phalangeal bone fractures	SG	2	70
13	43/M	Rolling machine	None	None	1	100
14	50M	Rolling machine	Carpal bone fractures	None	2	90
15	58/M	Rolling machine	Phalangeal bone fractures	None	1	100
16	56/M	Rolling machine	None	None	1	90

SG, skin graft.

**Table 2.** Result of flap survival in distally based avulsion flap injuries

Result	Survival rate (%)	No. of patients	Percentage studied (%)
Excellent	≥80 and ≤100	12	75
Good	≥60 and <80	4	25
Fair	≥40 and <60	None	0
Poor	<40	None	0

의 초기 치료 시 정맥봉합술을 시행한 16명을 대상으로 조사하였다. 남자가 14예, 여자가 2예로, 평균 나이는 51.7세(범위, 30-63세)였고, 평균 추시 기간은 36주(범위, 18-62주)였다. 평균 재원 일수는 25.1일(범위, 7-46일)이었다. 손상 형태는 전례에서 롤링 기계에 의한 견열 손상이었다(Table 1).

## 2. 수술 방법

원위 기저 견열 피관 손상의 크기를 줄이기 위해 가능한 많은 부분에 대해 변연절제술을 시행한 뒤 정맥 봉합이 가능한 1-3개의 정맥 봉합을 시행하였고, 전 예에 대해 수술 시행 후 24시간 이내 고압산소치료를 2기압으로 매일 1회, 30분씩 2주간 시행하였다. 프레스에 의한 압계 손상과 달리 롤러 기계에 의한 견열 손상의 경우 견열창 부위에 위치한 정맥은 손상이 심하지만, 수배부에는 피부의 여유가 많아 피관 손상의 크기를 줄이기 위해 변연절제술을 시행한 후에는 비교적 손상이 적거나, 손상 받지 않은 정맥을 흔히 찾을 수 있다. 지혈대를 풀고 정맥 혈류 배출이 되는 정맥을 확인하고 크기가 비슷한

근위부 정맥과 봉합술을 시행하여야 하며, 이 때 원활한 정맥 혈류 배출을 위해서는 봉합된 정맥이 구부러지지(kinking) 않도록 하는 것이 좋다. 수술 후 피관 손상의 혈류가 안정화되고 부종이 감소하면 되도록 빠른 시일 내에 수지 운동 치료를 시행하였고, 건파열 등의 동반손상이 있을 때는 동적 부목 치료를 함께 시행하였다.

## 3. 평가 방법

원위 기저 견열 피관 손상의 생존율 파악은 생존한 피관의 넓이를 수술 전 견열 피관 손상의 넓이와 비교하여 80% 이상의 생존율을 우수(excellent), 60% 이상 80% 미만을 양호(good), 40% 이상 60% 미만을 보통(fair), 40% 미만을 불량(poor)로 구분하여 평가하였다(Table 2).

## 결과

생존한 피관의 넓이를 수술 전 원위 기저 견열 피관 손상의



**Fig. 1.** (A) Distally based avulsion flap injury involving dorsum of the left hand with phalangeal comminuted open fractures of index and long finger. (B) Microscopic photograph of vein repair for dorsum of the hand. (C) Radiograph of preoperative state. (D) Radiograph of immediate postoperative state. (E) Flap survival 3 weeks after operation. (F, G) Complete survival of the flap 6 months after operation with acceptable cosmetic appearance and normal range of motion of fingers. (H) Radiological bone union 6 months after operation.

넓이와 비교한 결과 우수 12예, 양호 4예로 비교적 만족할만한 생존율을 얻을 수 있었다. 100% 생존율을 얻지 못한 4예 모두 부분층 피부이식술을 시행하여 비교적 간단히 연부 조직 재건을 완성할 수 있었다. 수무지 수질부 압괴 절단상이 동반되어 역행성 도서형 근막-피부 피판술을 시행한 경우와 주관절 굴곡 구축으로 관절낭 유리술을 시행한 경우가 각각 1예 있었다.

동반 손상으로는 수지골 골절이 5예, 중수골 골절이 1예, 수근골 골절 및 탈구가 2예, 원위 요골 및 척골 골절이 1예, 다발성 신전 건 파열이 1예, 수지 절단 손상이 1예, 전완부 다발성 근육 손상이 1예 있었고, 동반 손상이 없는 경우가 3예 있었다. 동반 손상의 종류와 피판 손상의 생존율과는 연관 관계가 없었고, 동반 손상이 없는 경우 보다 빠른 수지 운동 치료가 가능하여 보다 좋은 수지 기능 회복을 얻을 수 있었다.

### 1. 증례 1 (patient no. 7)

52세 남자 환자 롤러 기계에 수상하여 원위 기저 견열 피판 손상과 제2, 3수지 근위지골 개방성 분쇄 골절 동반되었다. 제2, 3수지 근위지골 개방성 분쇄 골절에 대해 개방적 정복술 및

내고정술 시행하고, 견열 피판 손상에 대해 정맥봉합술 후 변연절제술 및 창상봉합술 시행하였습니다. 수술 후 3주째 80%의 피판 생존율을 얻을 수 있었고, 수술 후 6개월째 추가적인 수술 없이 제 2, 3수지 근위지골의 골유합과 비교적 만족스러운 수지 운동 각도를 얻을 수 있었다(Fig. 1).

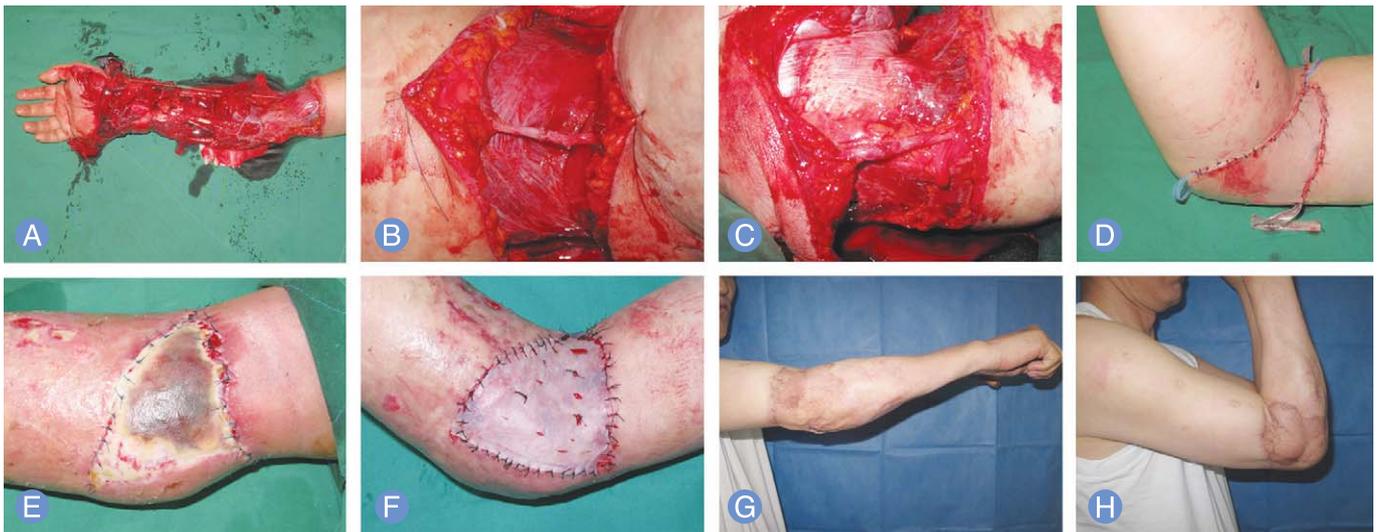
### 2. 증례 2 (patient no. 10)

55세 남자 환자 롤러 기계에 수상하여 수장부 및 수배부 원위 기저 견열 피판 손상과 수무지 수질부 절단 손상으로 수장부 원위 기저 견열 피판 손상에 대해서는 피판-피부 이식 전환술(flap to graft conversion)로 창상 봉합 시행하였고, 수배부 원위 기저 견열 피판 양 손상에 대해서는 2개의 정맥봉합술을 시행하고 변연절제술 및 창상봉합술 시행하였다.

수술 후 10일째 역행성 도서형 근막 피부 피판술을 이용하여 무지 수질부 재건술을 시행하였고, 수술 후 3주째 수배부 및 수장부 피판 생존율은 60%로 피판 부분 괴사에 대해 변연절제술 시행하고, 부분층 피부이식술 시행하였다. 수술 후 6개월째 수지 운동 각도이다(Fig. 2).



**Fig. 2.** (A-C) Distally based avulsion flap injury involving palm and dorsum of the right hand with thumb pulp avulsion amputation. (D) Photograph of vein repair for dorsum of the hand. (E) Flap to graft conversion technique. (F) Wound closure after massive debridement. (G, H) Flap survival 6 months after operation with acceptable cosmetic appearance and normal range of motion of fingers.



**Fig. 3.** (A) Distally based avulsion flap injury involving right forearm with multiple forearm muscle ruptures. (B, C) Forearm superficial vein repair (basilar and cephalic vein). (D) Wound closure after massive debridement. (E) Flap survival 3 weeks after operation. (F) Skin graft done. (G, H) Flap survival 6 months after operation with acceptable cosmetic appearance and normal range of motion of elbow joint after arthrolysis (flexion contracture 15° and further flexion 110°).

### 3. 증례 3 (patient no. 4)

52세 남자 환자 롤러 기계에 수상하여 전완부에서 손목관절에 이르는 원위 기저 견열 피관 양 손상과 함께 다발성 전완부 근육 손상에 대해 근육 변연절제술 및 표재 정맥(basilar vein and cephalic vein)의 정맥봉합술 시행하고 창상 봉합술 시행하였다. 수술 후 3주째 피관 생존율은 70%로, 피관 부분 괴사에 대해 변연절제술 시행하고, 부분층 피부이식술 시행하였다.

수술 후 6개월 뒤 우측 주관절 굴곡 구축 30°, 후속 골곡

70°의 굴곡 구축에 대해 관절 유리술 및 반흔 구축 유리술 시행하고, 골곡 구축 15°, 후속 골곡 110°로 수술 전에 비해 호전된 주관절 움직임을 얻을 수 있었다(Fig. 3).

### 고찰

원위 기저 견열 피관 손상은 롤링 기계 사이에 끼이면서 발생하는 견열 손상으로, 피관의 원위부에 피관경을 두고 동맥

혈류는 유지가 되나, 근위부의 순방향 정맥혈류가 단절되는 손상을 말한다. 그 넓이와 두께에 따라 다른 치료 방법을 필요로 하게 되는데 면적이 작고, 얇으면 전층 피부이식술을 통해 치료할 수 있다. 그러나 피부 이식편의 수축과 건 유착 등으로 수지 운동 제한이 발생할 가능성이 크고, 또한 뼈막이 벗겨진 뼈나 연골막이 벗겨진 연골, 신경바깥막이 벗겨진 신경, 힘줄집이 벗겨진 힘줄에서는 영양공급을 받지 못해 괴사되어 적응증이 될 수 없다. 다른 방법으로는 즉시 변연절제술을 시행하고 원위 기저 전완 요측 피판(distally based forearm radial flap)술을 이용하여 연부 조직재건술을 시행할 수 있다. 그러나 공여부의 요골 동맥의 희생과 이와 동반될 수 있는 전완부 혈류의 부전, 피판 공여부의 창상 치료 지연이나 심각한 반흔, 공여부의 이상 감각 등의 다양한 합병증과 후유증이 발생할 수 있으므로, 수부의 단순한 연부 조직 결손의 재건을 위해서 이 피판이 이용되는 것은 제한되어야 한다<sup>2</sup>.

이에 저자들은 원위 기저 견열 피판 손상을 동맥 혈류는 정상이고, 정맥 혈류가 단절되어 있는 피판이라고 간주하고 정맥봉합술을 시행하여 피판 생존을 높여 추가적인 수술적 치료를 하지 않음으로써 수지 운동 치료를 더 빨리 시행하여 보다 나은 수지 운동 각도를 얻을 수 있기를 도모하였다. 원위 기저 견열 피판 손상의 혈류의 흐름은 동맥화 정맥 피판과 같은 형태로 생각된다. 피판으로 동맥 혈류는 유입되나 손상받은 피판의 기저부가 근위부에 있는 것이 아니고 원위부에 있으므로, 근위부로 정맥 혈류의 배출이 일어나지 않게 된다. 이런 유출 정맥(efferent vein)의 결손이나 그 수의 감소는 피판 내에 탈산소 혈액(deoxygenated blood)과 독성 대사 물질(toxic metabolite)의 축적으로 피판의 괴사를 초래하게 된다. 이러한 현상을 예방하기 위하여 유출 정맥의 수를 증가시키면 피판 내의 혈관 채널이 넓어지고, 이로 인하여 산소와 영양분의 교환이 효율적으로 진행될 뿐만 아니라 독성 대사 독성 물질의 배출이 신속해져 피판 생존율을 향상시킬 수 있다<sup>3</sup>. 가능하면 많은 수의 정맥 봉합을 하는 것이 바람직하나 수술 전 예가 응급 수술로 이루어져 평균 1.4개(범위, 1-3개)의 정맥봉합술을 시행하였음에도 불구하고 만족할 만한 피판 생존율을 얻을 수 있었다.

원위 기저 견열 피판 손상에서 정맥 봉합을 반드시 시도해야 하는 경우는 피판 근위부에서 정맥 혈류 배출이 확인되는 때이다. 대부분의 경우 외상 후 견열된 정맥 끝부분에는 수축이 일어나 정맥 혈류 배출이 되지 않지만, 정맥 끝부분을 절제하면 고였던 정맥혈이 흘러나오는 것을 확인할 수 있고, 이는 반드시 근위부 정맥과 봉합을 해 주어야 한다. 드물게 인접한 정맥과 봉합이 불가능할 정도로 혈관 결손이 있으면 정맥 이

식을 해서라도 정맥 봉합을 하는 것이 좋다. 이 수술의 금기가 되는 경우는 수술 시간 지연으로 생명에 위협을 주는 것을 제외하고는 없을 것으로 생각된다.

수장부에 원위 기저 견열 피판 손상이 있거나, 피판이 너무 얇게 손상을 받아 정맥봉합술이 불가능할 경우 피판-피부 이식 전환술(flap to graft conversion)로 창상 봉합을 시행하였다. 또한 피판 생존율을 높이기 위해 혈액 공급이 없는 손상 부위를 가능한 한 많이 변연절제술을 시행하고, 전 예에 대해 수술 시행 후 24시간 이내 2기압으로 매일 1회, 30분씩 2주간 고압산소요법을 시행하였다. 이미 고압산소요법은 여러 저자들에게 의해 기존의 식피술 및 피판술 시행 시 보조적 요법으로 시행되어 생존율을 높이는 것으로 되어 있는데, 이는 식피술 및 피판술 시 혈류증대와 혈류 재생성을 촉진시켜 허혈성 상태를 극복하는데 고압산소요법이 보존적으로 뛰어난 효과를 지니기 때문이다<sup>4</sup>. 그리고 고압산소요법을 산소 독성 없이 효과적으로 사용하려면 2-3기압이 적당하며 이식 후 24시간 이내에 시작하는 것이 효과적이다<sup>5-9</sup>.

동반 손상으로는 수지골 골절이 5예, 중수골 골절이 1예, 수근골 골절 및 탈구가 2예, 원위 요골 및 척골 골절이 1예, 다발성 신전 건 파열이 1예, 수지 절단 손상이 1예, 전완부 다발성 근육 손상이 1예 있었고, 동반 손상이 없는 경우가 3예 있었다. 롤링 기계에 의한 견열 손상에 의해 발생하는 골절은 심한 분쇄 골절인 경우가 많아 개방적 정복술이 필요한 경우가 대부분이었으나, 절개선을 혈류가 보존되는 피판 손상내로 위치하게 함으로써 피부 괴사 등과 같은 후유증은 발생하지 않았다. 또한 동반 손상의 종류와 피판 손상의 생존율과는 연관 관계가 없었고, 동반 손상이 없는 경우 보다 빠른 수지 운동 치료가 가능하여 보다 좋은 수지 기능 회복을 얻을 수 있었다.

하지만, 이 연구의 제한점으로 정맥 봉합이 실제 피판 생존에 어느 정도 효과적이었는지 비교 대상이 없다는 점, 정맥 봉합과 고압 산소 요법이라는 두 가지 치료 변수에 대해 고압 산소 요법이 생존이 기여한 정도를 평가하기 어렵다는 점, 초기 피판 손상 면적과 치료 후 피판이 생존한 면적 비교 방법이 객관화되지 않았다는 점 등이다.

## 결론

수부 및 전완부에 발생한 원위 기저 견열 피판 손상에서 정맥봉합술을 이용한 치료 방법은 비교적 만족스러운 피판 생존율을 얻을 수 있어 빠른 수지 운동 치료를 가능하게 함으로써 보다 나은 수지 기능을 얻을 수 있는 좋은 치료 방법으로 생각된다.

## REFERENCES

1. Kang JS. Plastic surgery. 3rd ed. Seoul: Koonja; 2004. 152-3.
2. Kim KC, Lee KJ, Kim JS, Woo SH. Revisit of the utilities and indications of reversed radial forearm flap for hand reconstruction. *J Korean Soc Surg Hand*. 2004;9:292-8.
3. Woo SH, Kim SE, Lee TH, Jeong JH, Seul JH. Effects of blood flow and venous network on the survival of the arterialized venous flap. *Plast Reconstr Surg*. 1998;101:1280-9.
4. Park WJ, Minn KW, Lee HJ. Clinical study on the effects of hyperbaric oxygen therapy in skin grafts. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg*. 1992;19:1032-40.
5. Gruber RP, Brinkley FB, Amato JJ, Mendelson JA. Hyperbaric oxygen and pedicle flaps, skin grafts, and burns. *Plast Reconstr Surg*. 1970;45:24-30.
6. Champion WM, McSherry CK, Goulian D Jr. Effect of hyperbaric oxygen on the survival of pedicled skin flaps. *J Surg Res*. 1967;7:583-6.
7. Jurell G, Kaijser L. The influence of varying pressure and duration of treatment with hyperbaric oxygen on the survival of skin flaps. An experimental study. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1973;7:25-8.
8. McFarlane RM, Wermuth RE. The use of hyperbaric oxygen to prevent necrosis in experimental pedicle flaps and composite skin grafts. *Plast Reconstr Surg*. 1966;37:422-30.
9. Illingworth CF, Smith G, Lawson DD, et al. Surgical and physiological observations in an experimental pressure chamber. *Br J Surg*. 1961;49:222-7.

# 수부 및 상지에 발생한 원위 기저 견열 피판 손상에서 정맥봉합술의 유용성

강동호 · 김재현 · 남현재 · 천호준 · 김영우 · 이상현

W(더블유)병원 '천안우' 수부외과센터

**목적:** 수부 및 전완부에 발생한 원위 기저에 피판경을 둔 견열 피판 손상에서 정맥봉합술을 시행하여 피판의 생존에 미치는 유용성을 평가하고자 한다.

**방법:** 수부 및 전완부에 발생한 총 넓이 30 cm<sup>2</sup> 이상의 원위 기저 견열 피판 손상으로 정맥봉합술을 시행한 16예를 대상으로 조사하였다. 전 예에서 롤링 기계에 의한 손상이었다. 수술은 견열 피판 손상의 가능한 많은 부분에 대해 변연절제술을 시행한 뒤 평균 1.4개의 정맥 봉합을 시행하였다. 수술 시행 후 고압산소 요법을 2주간 시행하였고, 3주째 피판 생존율을 조사하였다.

**결과:** 생존한 피판의 넓이를 수술 전 견열 피판 손상의 넓이와 비교한 결과 우수 12예, 양호 4예로 비교적 만족할만한 생존을 얻을 수 있었다. 4예에서 부분층 피부이식술을 포함하여 추가적인 수술이 필요하였다. 한 예에서 역행성 도서형 근막-피부 피판술을, 다른 한 예에서 주관절 관절낭 유리술을 시행하였다.

**결론:** 수부 및 전완부에 발생한 원위 기저 견열 피판 손상에서 정맥봉합술을 이용한 치료 방법은 비교적 만족스러운 피판 생존율을 얻을 수 있어 빠른 수지 운동 치료를 가능하게 함으로써 보다 나은 수지 기능을 얻을 수 있는 좋은 치료 방법으로 생각된다.

**색인단어:** 원위 기저 견열 피판 손상, 정맥봉합술

**접수일** 2014년 1월 5일 **수정일** 1차: 2014년 1월 21일

**게재확정일** 2014년 1월 22일

**교신저자** 이상현

이상현, 대구시 달서구 달구벌대로 1616

W(더블유)병원 '천안우' 수부외과센터

**TEL** 053-550-5000, **FAX** 053-550-4000

**E-mail** handwoo@hotmail.com