

## 전기화상에서 시행한 유리피판의 소실과 재건시기에 대한 연구

정의영 · 이종욱 · 고장휴 · 서동국 · 정찬민 · 장영철 · 오석준

한림대학교 의과대학 성형외과학교실

### A Study of Loss of Free Flap and Safer Timing of the Operation in Electrical Injury

Eui Young Chung, M.D., Jong Wook Lee, M.D.,  
Jang Hue Koh, M.D., Dong Kuk Seo, M.D.,  
Chan Min Chung, M.D., Young Chul Jang, M.D.,  
Suk Joon Oh, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hangan  
Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hallym  
University, Seoul, Korea

An electrical burn used to result in the damage of the skin and underlying deep soft tissue injury. Thus, in order to preserve devitalizing tissues and promote the structural survival free flaps with ample blood supply are frequently employed. However, early unpredictable vascular injury and progressive tissue necrosis may cause the free flaps full of hazards.

We applied 50 free flaps upon 41 acute electrical burn cases between 1998 and 2004. Injured areas, timing of operation and causes of flap loss were studied.

The victim's ages ranged from 13 to 60 years. (an average 37.8 years) Thirteen out of 50 free flaps were lost totally: three cases were due to arterial insufficiency and ten venous congestion. Total loss of flaps were observed in 5 of 12 cases in the postoperative 3 weeks, 6 of 20 cases between 3 and 6 weeks and 2 of 18 cases after 6 weeks. In three of 12 cases the free flap was lost partially in the postoperative 3 weeks, 4 of 20 cases between 3 and 6 weeks and 1 of 18 cases after 6 weeks. The result was statistically significant by a T-test ( $p < 0.05$ ). This study showed that timing of the operation is accountable for the loss of free flap. It is most important to conduct the free flap procedure on an electrical injury at the time when the recipient vessel is definitely discernible and intact so as to minimize the loss of flap and spare the struc-

tures.

**Key Words:** Electrical burn, Flap loss, Operation timing

### 1. 서 론

대부분의 심부화상은 가피절제술이나 피부이식술 등의 치료가 필요하다. 전기화상의 대부분 3도 이상의 화상으로 전층피부결손 및 심부연부조직결손으로 인해 신경, 골조직, 건, 관절 등이 노출되는 경우가 빈번하다. 그러나 단순히 피부이식술을 이용할 경우, 감염 및 바닥의 열 손상으로 인한 불안정한 혈류상태로 이식피부의 생착이 어려워 잦은 소실이 생기며, 피부이식을 위하여 충분한 육아조직이 형성되어야 한다. 이로 인해 치료기간이 길어져 오랜 기간 동안의 관절 고정 및 염증반응으로 인하여 관절의 구축 및 강직이 발생하기 쉬우며,<sup>1</sup> 향후 반흔 구축과 연부조직결손으로 인하여 재건의 어려움이 있다. 그러므로 풍부한 혈행을 가지며 건, 신경, 생존력이 의심되는 골조직 등의 제거없이 구조물을 보존할 수 있으며 조기 운동 및 재활치료를 할 수 있는 피판이 유용하다.<sup>1,2</sup> 그러나 주변조직의 염증반응과 감염, 혈류의 감소, 결손부위의 크기로 인하여 국소피판술이나 유경피판술을 이용하는 데는 한계가 있어 풍부한 혈류량을 가지고 결손부위 크기에 따라 얻을 수 있는 유리피판술이 재건에 보다 유용하다고 생각된다. 그러나 수혜부의 점진적인 괴사와 혈관 벽의 손상 및 혈관 내 혈전으로 인한 혈류불량 상태로 인하여 이식된 유리피판이 소실될 위험성이 높다. 또한 전기화상은 혈관손상범위 판단의 모호성과 영양혈관의 소실로 인한 허혈로 점진적인 괴사가 진행하여<sup>3,5</sup> 유리피판을 이용한 재건시기에 대하여도 논란이 많다. 따라서 저자들은 1998년부터 2004년까지 화상 후 반흔 구축환자들을 제외한 급성 전기화상환자에서 시행한 유리피판술을 대상으로 하여 피판 소실률을 조사하여 피판 소실과 연관된 원인인자 및 임상적 양상을 알아보고자 하였다.

Received April 29, 2005

Revised July 4, 2005

**Address Correspondence:** Jong Wook Lee, M.D., Ph.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hangan Sacred Heart Hospital, Hallym University, 94-200 Youngdeungpo-dong, Youngdeungpo-gu, Seoul 150-020, Korea. Tel: 02) 2639-5780 / Fax: 02) 2671-6122 / E-mail: jwlpdoc@yahoo.co.kr

II. 재료 및 방법

가. 대상

1998년부터 2004년까지 전기화상으로 인한 심부연부조직결손으로 건, 골 조직, 신경이 노출된 환자 41명에서 시행한 유리피판술을 대상으로 후향적 조사를 통하여 시행하였고, 연령은 13세에서 50세(평균 37.8세)였다(Table I).

Table I. Age at the Time of Flap

Age group	Number of flap	Number of patients
< 10 year	0	0
11 - 20 year	1	1
21 - 30 year	10	8
31 - 40 year	23	18
41 - 50 year	12	11
51 - 60 year	4	3
(mean age 37.8 yrs)	Total=50	Total=41

나. 연구 재료

유리피판은 총 50례를 시행하였고, 수혜부는 상지 19례 30례 두경부 1례였다(Fig. 1). 피판의 공여부는 외측상완부 피부근막 유리피판, 광배근 유리피판, 광배근 근피부 유리피판, 요골전완부 유리피판, 견갑부 피부근막 유리피판, 전외측 대퇴부 유리피판을 사용하였다(Table II).

다. 연구 방법

유리피판의 수혜부, 유리피판의 공여부, 수술 시행시기에 따라 피판소실률을 분석하였으며, 피판 소실의 원인을 조사하여 각각의 연관성에 대하여 조사하였다. 수술시행시기는 수상 후 3주 이전, 수상 후 3-6주 사이, 수상 후 6

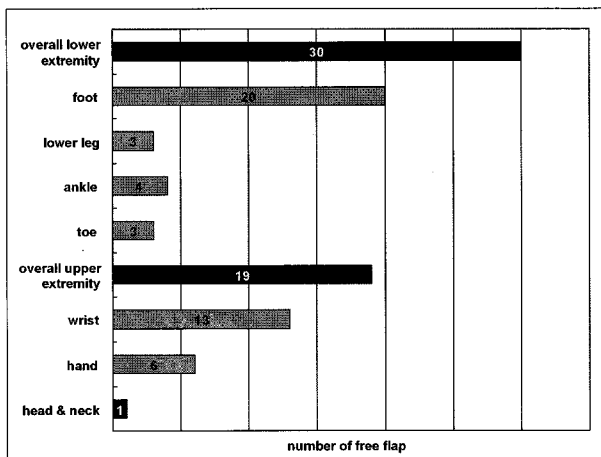


Fig. 1. Area of reconstruction.

Table II. Free Flap Donor Site and Number of Flap

Flap type	Number of flap
Lateral arm fasciocutaneous free flap	7
LD muscle free flap	25
Radial forearm fasciocutaneous free flap	12
Scapular fasciocutaneous free flap	4
LD fasciocutaneous free flap	1
Anterolateral fasciocutaneous free flap	1
	Total=50

주 이후로 구분하여 피판 소실률을 분석하였는데 이의 구분은 혈관의 염증성 변화와 분절협소가 사라지는 3주 이후와<sup>3,6</sup> 감염 및 점진적 괴사의 진행으로 인하여 주요 구조물의 소실과 광범위한 연부조직 결손으로 결손부피를 보충하는 2차 재건의 목적에 부합하는 수술이 필요한 6주 이후를 기준으로 하였다.<sup>7</sup>

라. 통계학적 검증

통계학적 검증은 Windows SAS program을 이용하여 T-test를 시행하였으며 유의 수준은 5% 미만(p<0.05)에서 검증하였다.

III. 결 과

가. 피판 수혜부와 피판소실률

유리피판의 수혜부는 손 및 손목관절 13례(38%), 발 및 발목관절 27례(54%), 하지부 3례(6%), 두부 1례(2%)로 대부분 원위부의 재건을 시행하였다. 피판의 완전소실은 13례로 발 6례(46.2%), 발목관절 1례(7.6%), 손목관절 6례(46.2%)이고, 부분소실은 8례로 발 4례(50%), 발목관절 2례(25%), 손 1례(12.5%), 손목관절 1례(12.5%)였다(Fig. 2).

나. 피판소실원인 및 구제술

피판의 소실은 50례의 유리피판 중 13례(26%)의 피판 완

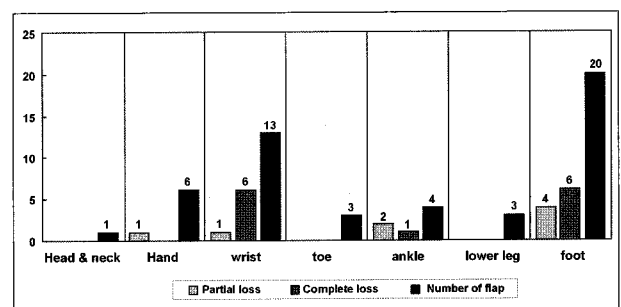


Fig. 2. Flap recipient and number of flap loss.

**Table III.** Complete Flap Loss and Flap Salvage

Pt.	Age/sex	Injury site	Flap type	Failure reason	Salvage
1	27/male	Foot, Lt.	LD muscle free flap	arterial insufficiency	BK amputation
2	30/male	Foot, Rt.	Radial forearm fasciocutaneous free flap	arterial insufficiency	artificial dermis & skin graft
3	34/male	Wrist, Rt.	Scapular fasciocutaneous free flap	venous congestion	groin flap
4	34/male	Wrist, Lt.	Scapular fasciocutaneous free flap	venous congestion	artificial dermis & skin graft
5	29/male	Ankle, Lt.	LD muscle free flap	venous congestion	cross leg flap
6	28/male	Foot, lower leg, Rt.	LD muscle free flap	venous congestion	controlateral LD free flap
7	33/male	Foot, Lt.	LD muscle free flap	venous congestion	cross leg flap
8	27/male	Wrist, Lt.	Radial forearm fasciocutaneous free flap	venous congestion	artificial dermis & skin graft
9	35/male	Wrist, forearm, Rt.	LD muscle free flap	venous congestion	groin flap
10	34/male	Wrist, forearm, Rt.	LD muscle free flap	arterial insufficiency	groin flap
11	46/male	Foot, lower leg, Rt.	LD muscle free flap	venous congestion	BK amputation
12	33/male	Foot, Lt	LD muscle free flap	venous congestion	cross leg flap
13	36/male	Wrist, Rt.	Lateral arm fasciocutaneous free flap	venous congestion	groin flap

**Table IV.** Partial Flap Loss and Flap Salvage

Pt.	Age/sex	Injury site	Flap type	Failure reason	Salvage
1	26/male	Wrist, Lt.	LD fasciocutaneous free flap	Infection	Groin flap
2	46/male	Foot, Lt	LD muscle free flap	Infection	Skin graft
3	35/male	Hand, Lt.	LD muscle free flap	Infection	Skin graft
4	38/male	Ankle, lower leg, Rt.	LD muscle free flap	Infection	Skin graft
5	31/male	Foot, Rt.	LD muscle free flap	circulation decrease	Skin graft
6	13/male	Ankle, Foot, Lt.	LD muscle free flap	circulation decrease	Skin graft
7	44/male	Foot, Rt.	LD muscle free flap	Infection	Skin graft
8	46/male	Foot, Lt.	Radial forearm fasciocutaneous free flap	Infection	Skin graft

전 소실과 생존피판 37례(74%) 중 8례(16%)의 부분 소실이 있었고, 피판의 완전소실은 혈관 폐쇄(vascular occlusion)가 원인이었으며 3례는 동맥기능부전(arterial insufficiency), 10례는 정맥울혈(venous congestion)이었다. 혈관폐쇄로 인하여 2례는 동맥기능 부전으로 수술 후 24시간 내에 재문합을 시행하였고, 정맥울혈은 수술 후 3일 이후에 나타나 점진적으로 진행하여 재문합 등을 시행할 수 없었다. 피판 소실로 인하여 절단(2례), 피부이식술(3례), 서혜부피판술(4례), 교차종아리피판술(3례), 반대편 유리광배근피판술(1례)을 구제술로 사용하였다(Table III). 부분소실은 감염(7례), 원위부혈류감소(1례)로 인하여 발생하였고, 피

부이식술(7례), 서혜부피판술(1례)을 구제술로 시행하였다 (Table IV).

**다. 피판 공여부 및 수혜부와 피판소실**

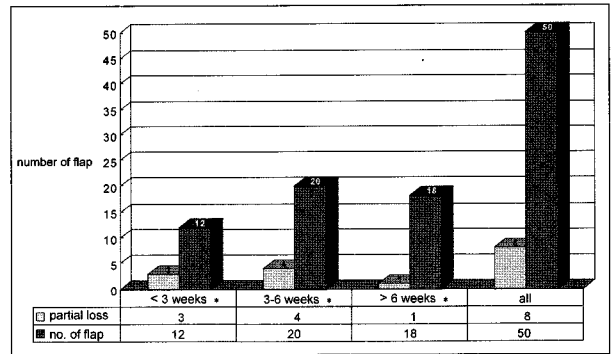
피판의 완전소실은 외측상완부 유리피판 1례, 광배근 유리피판 8례, 요골전완부 피부근막 유리피판 2례, 건갑부 피부근막 유리피판 2례로 총 13례였고, 부분소실은 광배근 유리피판술 7례, 요골 전완부 피부근막 유리피판 1례로 총 8례였다. 상지에 시행한 피판 19례 중 완전소실은 6례, 부분소실은 2례였고, 하지에 시행한 피판 30례 중 완전소실은 7례, 부분소실은 6례였다(Fig. 3).

**라. 수술시행시기와 피판소실**

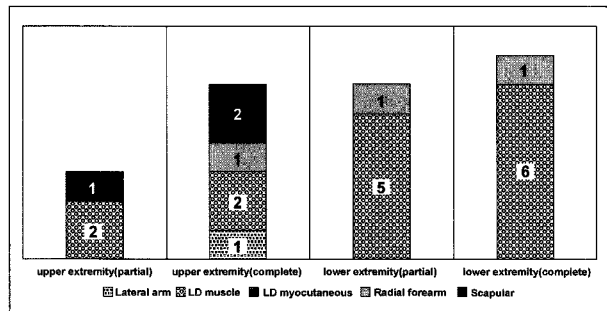
피판의 완전소실은 수상 후 3주 이전에 수술한 경우가 41.7%(12례 중 5례), 3-6주 사이에 수술한 경우가 30%(20례 중 6례), 6주 이후에 수술한 경우가 11.1%(18례 중 2례)였고(Fig. 3), 부분소실은 3주 이전에 수술한 경우가 25%(12례 중 3례), 3-6주 사이에 수술한 경우가 20%(20례 중 4례), 6주 이후에 수술한 경우가 5.6%(18례 중 1례)였다(Fig. 4). T test 결과 3주 이전과 3주 이후의 피판 소실률의 차이는 완전소실, 부분소실, 소실피판전체 모두 시기별로 피판 소실률의 차이는 유의성이 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

**IV. 고 찰**

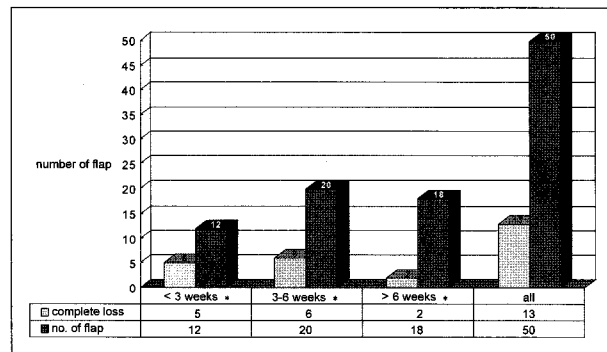
전기화상은 전측피부결손과 심부연부조직의 손상이 동반되어 건, 신경, 혈관, 근, 골조직 등의 심부구조물의 노출과 손상으로 인하여 기능보존 및 재건이 필요하다. 그러나 피부이식술은 이식피부의 생착을 위한 육아조직의 형성까지 가피유지가 필요하며, 신생혈류형성을 위해 생존력이 떨어진 뼈의 피질을 박리하거나 천공을 만들어 혈행을 만들어야 한다.<sup>1</sup> 결국 긴 유병기간을 가지게 되어 건의 소실, 건 유착, 관절의 유합, 뼈의 소실이 생기고, 치유 후 반흔



**Fig. 5.** Partial loss of free flap in each period. These are statistically significant differences between each group on T-test(\*,  $p < 0.05$ ).



**Fig. 3.** Flap loss and flap recipient in each donor site.



**Fig. 4.** Complete loss of free flap in each period. These are statistically significant differences between each group on T-test(\*,  $p < 0.05$ ).

구축이나 연부조직결손, 관절의 강직으로 인하여 기능소실과 재건의 어려움이 생긴다. Hagan 등<sup>2</sup>에 의하면 혈류량이 풍부한 피판은 노출된 건, 뼈 등의 주요구조물에 혈류를 제공함으로 치유를 촉진시키고 점진적인 조직피사를 막아준다고 하였고, Silverberg 등<sup>1</sup>은 생존력이 의심되는 골조직의 변연절제 없이 피판을 덮어주어도 골 조직의 소실이나 감염이 진행되지 않고 오히려 뼈의 재생을 촉진하고, 균의 균집화도 억제한다고 하였다. 그러므로 전기화상으로 인한 조직결손부를 혈류량이 풍부한 피판으로 덮어 주어 노출된 주요 구조물과 기능을 보존할 수 있다. 전기화상은 고전압전류와 저항 열에 의하여 혈관, 심부근육, 신경 골 조직에 심각한 손상을 초래하며,<sup>8</sup> 손상부위와 근접한 조직에 허혈상태를 초래하고 점진적인 조직피사가 진행되어<sup>3</sup> 손상부위 주변의 국소피판술이나 유경피판술의 사용은 제한이 있으며, 결손크기가 커서 혈행이 풍부하며 결손크기에 맞추어 작도할 수 있는<sup>1,9</sup> 유리피판술을 이용한 재건이 필요하게 된다.

전기화상은 전류의 유입부와 유출부가 있고, 주로 사지의 원위부에 위치하며, 조직손상은 원위부에서 근위부로 이행될수록 감소한다. Daniel 등<sup>8</sup>에 의하면 단면적이 감소하고 건이나 뼈 등 저항이 높은 구조물이 많은 손목이나 팔꿈치 관절부는 열 생성이 많아 조직손상이 깊어진다고 하였다. 본 연구에서 주된 손상부위는 발과 발목관절(54%), 손과 손목관절(38%)로 주로 좁은 단면적에 저항이 큰 건 및 골조직의 분포가 많고 원위부에 위치한 유입부와 유출부였으며, 피부와 연부조직의 두께가 비교적 얇아 건이나 골조직 등이 노출되기 쉬운 부위였다.

전기화상은 피부표면에 나타난 손상부의 경계에 비해 근육을 비롯한 심부 연부조직의 숨겨진 손상범위가 넓다.<sup>3</sup> 이런 넓은 손상범위로 인하여 피부표면에서 육안으로 보이는 손상경계보다 큰 피판이 필요하다. 본 연구에서도 숨겨진 근육 및 연부조직의 손상, 손상부의 혈류감소로 인한

점진적인 괴사로 큰 조직결손이 생겼고, 상대적으로 하지의 결손부의 크기가 상지보다 크게 나타났다. 하지는 25례의 광배근 유리피판 중 19례가 사용되었는데 결손의 크기가 크고 경골 및 복사골의 노출과 전경골건 또는 아킬레스건 등 주요 건의 노출이 빈번하여 하지는 크기가 크고 혈행이 좋은 광배근 피판이 필요하였다. 상지는 결손부위 크기에 따라 다양한 피판이 사용되었고, 상지에 시행한 19례의 피판 중 14례가 피부근막피판술을 시행하였다. 상지의 손상부는 주로 손 및 손목관절로 결손부위의 크기가 넓지 않고 피판의 두께로 인한 관절의 운동범위에 제약을 줄이기 위해 얇은 피부근막피판이 사용되었다.

전기화상환자에서 피판의 생존률은 Shen 등<sup>10</sup>은 87%(70례 중 61례), Baumeister 등<sup>7</sup>은 85.6%(65례 중 55례), Boeckx 등<sup>9</sup>은 94%(53례 중 50례)의 생존률을 보고하였으나, 본 연구에서는 74%의 피판 생존률을 얻었다. 저자들은 급성화상에서 피판소실에 대한 임상양상을 보기 위해, 같은 기간 동안 반흔구축 및 2차 기능개선을 위해 시행한 15례의 피판술을 제외하였으나 다른 연구에서는 급성화상 환자뿐만 아니라 반흔구축환자의 재건 시 사용한 피판을 포함하여 생존률의 차이가 나타난 것으로 생각된다.

부위별 피판의 소실은 하지에 시행한 30례에서 13례, 상지에서 시행한 19례에서 8례로, 유의한 차이를 보이지는 않았다. 그러나 부분소실은 8례 중 결손부위가 넓은 하지에 시행한 피판 6례가 소실되어 상지보다 높은 소실을 보였는데, 이는 상지보다 혈류 순환이 비교적 낮고 결손부 주변 혈관의 손상으로 영양혈관의 밀도감소 및 정맥관막의 경화가 발생하고, 이로 인해 혈류의 순환이 감소하여 높게 나타난 것으로 생각된다.

전기화상에서 급성손상으로 인한 연부조직 결손의 재건을 위한 유리피판술의 수술 시기는 아직도 논란이 많은데, 전기화상은 전류의 경로에 따라 혈관손상을 받고, 혈관염증은 점진적으로 진행하며, 진행성 괴사로 인하여 생존능이 있던 조직들의 소실이 생기게 된다.<sup>3,5</sup> Buchanan 등<sup>4</sup>에 의하면 전기화상 수상 후 혈관의 염증성 변화는 진행하지만 수상 초기의 혈관손상이 손상경계 근위부로 진행하지는 않았다고 하였다. 그러나 Hunt 등<sup>11</sup>이나 Robson 등<sup>5</sup>에 의하면 전류의 흐름에 따라 영양혈관의 혈전이나 폐쇄로 인하여 괴사가 근위부로 진행하고 심부조직의 괴사가 진행하여, 초기에 변연절제를 시행하고 재건하는 것과 괴사경계가 분명해질 때까지 변연절제 및 재건을 지연하는 것에 대하여 많은 논란이 있다. Hagan 등<sup>2</sup>은 전기화상 수상 후 초기(약 72시간)에 변연절제술과 유리피판술을 시행하여 좋은 결과를 얻었다고 보고하였고, Chick 등<sup>12</sup>은 초기에 (10일 이내) 유리피판술을 시행하고 손상 부위 근처의 혈관경을 이용한 혈관문합으로 피판의 소실없이 만족할만한

결과를 얻었다고 보고하였으나, 연구대상으로 삼은 환자의 수가 절대적으로 적고, 환자마다 수상 부위의 깊이 및 범위에 따라 사지혈관과 그와 연관된 영양혈관의 손상 정도와 범위의 차이가 있으므로 일률적으로 초기에 수술하는 것이 좋은 결과를 얻는다고 할 수는 없다고 생각된다. 또한 초기에 변연절제술을 시행하는 경우 근연축반응, 조직출혈(tissue bleeding) 등으로 근육 및 조직의 생존상태를 반영할 수는 있으나<sup>7</sup> 보조적인 방법에 지나지 않아, 부적절한 절제로 인한 감염으로 수술실패 혹은 과도한 조직 절제로 인한 기능감소를 가져올 수도 있을 것이다.

Baumeister 등<sup>7</sup>의 연구에 의하면 시행한 피판의 소실 대부분은 5일에서 6주 사이에 수술을 시행한 경우에서 나타났으며, 본 연구에서는 피판의 완전 소실은 13례였고 수술 시행시기별로 수상 후 3주 이전에 수술한 경우가 41.7%(12례 중 5례), 3-6주 사이에 수술한 경우가 30%(20례 중 6례), 6주 이후에 수술한 경우가 11.1%(18례 중 2례)이고, 95%신뢰구간에서 3주 이전과 3주 이후에 수술한 경우 피판 소실률의 차이는 통계학적 유의성을 보였다( $p < 0.05$ ). 즉 수상 후 초기에 수술할수록 피판의 소실률이 높아 수술 시기에 따른 영향이 큰 것으로 나타났다. 일반적으로 고압 전류에 의한 전기화상은 전류의 흐름에 따라 혈관이 손상을 입게 되며, 혈관내막과 내피세포의 손상 및 혈관 내 염증세포의 밀도증가,<sup>4</sup> 혈관 폐색 및 혈전형성,<sup>11</sup> 사지 주요혈관의 분절척착 및 영양혈관의 밀도감소 등<sup>4,11</sup>의 손상 부위 및 손상 주변부위 혈관들의 손상이 동반되고,<sup>13</sup> Pontén 등<sup>6</sup>에 의하면 점진적으로 염증이 진행되어 수상초기 혈관벽의 염증성 변화가 생기고 2-3주부터 염증반응이 사라지지만 섬유화는 계속 진행되어 영구적인 혈관의 경화소견을 보인다고 하였다. 또한 전류에 흐름에 따른 저항열의 발생으로 인하여 저항이 큰 조직 및 주위혈관의 손상이 일어나고,<sup>8</sup> 혈관벽이 얇은 정맥이 혈관벽이 두꺼운 동맥보다 손상이 심하다. 특히 혈관문합 후 수혜부 내피세포의 손상으로 인한 혈관내응고와 정맥혈관의 판막 및 혈관의 경화로 인한 혈류순환장애가 발생하여 피판소실의 원인이 된다. 본 연구에서는 완전 소실된 피판 13례 중 10례는 정맥혈로 3례는 동맥기능부전으로 피판이 완전소실되었고, 수상 후 3주 이전에 수술한 5례는 모두 정맥혈로 소실되어 수혜부의 정맥혈관의 상태가 피판의 생존에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 유리피판의 부분소실은 생존피판 중 8례에서 모두 피판의 원위부에서 나타났는데 피판 시행 후 2-3일째부터 피판원위부의 종창과 울혈성 변화가 나타나고 점진적으로 건조화 되고 감염이 동반되어 경계가 명확해진 피판의 소실부가 나타났으며 주로 수상 후 3주 이전에 수술을 시행한 경우에 나타났다. 이는 혈류가 비교적 적어 저항성이 낮은 피판의 원위부가 손상부의 부

적절한 변연절제와 혈관손상으로 인한 혈류감소가 동반되어 허혈이 발생하고 그로 인한 괴사의 진행과 감염의 파급으로 인하여 소실된 것으로 생각된다. 그러므로 전기화상에서 유리피판술은 혈관손상의 경계부가 명확해지는 시기에 문합할 수혜부의 혈관을 선택하는 것과 적절한 변연절제 및 변연절제의 시기가 피판의 생존을 결정하는 중요한 요인이 된다고 생각된다.

연부조직 결손재건을 위한 유리피판술은 결손부위의 보충으로 인한 손상의 치유뿐만이 아니라 기능보존의 목적을 가지는데 Zelt 등<sup>3</sup>에 의하면 영양혈관의 손상으로 인한 허혈성 괴사와, 감염으로 인하여 수상초기의 생존조직이 염증반응과 허혈로 인하여 점진적으로 괴사가 진행되어 소실되고, 혈관염증의 진행으로 인하여 혈관중간막의 비후와 핵소체의 농축(pyknosis)과 같은 혈관의 변화가 일어난다.<sup>4</sup> 이런 손상은 수상 초기에는 주변조직과 심부조직에 큰 변화를 보이지 않지만 영양혈관의 감소로 인하여 주변 조직에 허혈상태를 만들어 점진적으로 괴사가 손상 근위부로 진행된다고 한다.<sup>3,5,11</sup> 즉 수상일로부터 더 늦은 기간에 수술을 시행할수록 구조물의 점진적인 괴사와 감염으로 인하여 보다 광범위한 연부조직 결손부가 발생할 가능성이 크고, 이런 광범위한 조직결손으로 인한 절단을 피하고 사지의 소실을 막기 위해 유리피판술을 사용하게 되는 경우가 빈번하게 된다. 본 연구에서는 수상 후 6주 이후에 수술한 경우는 주요구조물의 감염 및 허혈에 의한 점진적인 조직괴사의 진행으로 주요 구조물이 괴사로 인하여 액화 및 건조화로 소실되고,<sup>14</sup> 광범위한 연부조직 결손으로 인한 절단을 피하여 사지의 보존하며, 또한 감염 및 염증의 만성화로 인하여 패혈증 또는 급성신부전 등으로 이행하는 것<sup>15</sup>을 막기 위해 유리피판술을 시행하였다. 그러므로 피판소실의 최소화와 기능보존을 위해선, 고전압 전류에 의하여 발생한 혈관의 좁아짐과 혈관의 염증이 사라져 혈관의 상태를 명확히 파악할 수 있으며, 혈관손상의 경계를 확인 할 수 있어 혈관손상부 근위부로의 정확한 혈관문합이 가능하고, 괴사조직의 효과적인 변연절제가 가능하며, 감염 및 점진적인 괴사의 진행으로 인한 주요구조물의 소실을 막을 수 있는 시기에 수술하는 것이 피판의 생존률을 높이는 동시에 기능보존을 할 수 있을 것으로 생각된다.

## V. 결 론

전기화상은 수혜부 혈관의 염증반응, 영구적인 혈관의 경화, 조직의 점진적인 괴사로 유리피판의 소실은 시행시기에 따른 차이를 보였고, 피판의 완전소실은 혈류의 폐쇄, 부분소실은 불분명한 괴사조직의 경계로 부적절한 변

연절제를 시행하였을 때 나타났으며, 주로 수상 후 3주 이전의 시기에 수술을 시행할 경우였다. 그러므로 피판의 생존율을 높이기 위해선 혈관의 염증이 사라지고, 혈관손상의 경계가 명확해지는 수상 후 3주 이후에 괴사조직의 충분한 변연절제와 함께 혈관문합을 위한 수혜부 혈관을 선택하는 것이 피판의 생존률을 높이는 방법이라고 생각된다. 동시에 기능보존을 위해 진행성 괴사에 의한 건이나 골 조직의 소실이 적은 시기와 만성 감염 및 염증으로 인한 합병증의 예방도 고려되어야 하므로 수상 후 6주 이전에 유리피판술을 이용하는 것이 유용하다 사료된다.

## REFERENCES

1. Silverberg B, Banis JC, Verdi GD, Acland RD: Microvascular reconstruction after electrical and deep thermal injury. *J Trauma* 26: 128, 1986
2. Hagan KF, Buncke HJ, Gonzalez R: Free latissimus dorsi muscle flap coverage of and electrical burn of the lower extremity. *Plast Reconstr Surg* 69: 125, 1982
3. Zelt RG, Daniel RK, Ballard PA, Brissette Y, Heroux P: High-voltage electrical injury: chronic wound evolution. *Plast Reconstr Surg* 82: 1027, 1988
4. Buchanan DL, Erk Y, Spira M: Electrical current arterial injury: A laboratory model. *Plast Reconstr Surg* 72: 199, 1983
5. Robson MC, Murphy RC, Hegggers JP: A new explanation for the progressive tissue loss in electrical injuries. *Plast Reconstr Surg* 73: 431, 1984
6. Pontén B, Erikson U, Johansson SH, Olding L: New observation on tissue changes along the pathway of the current in an electrical injury: case report. *Scand J Plast Reconstr Surg* 4: 75, 1970
7. Baumeister S, Köller M, Dragu A, Germann G, Sauerbier M: Principles of microvascular reconstruction in burns and electrical burn injuries. *Burns* 31: 92, 2005
8. Daniel RK, Ballard PA, Heroux P, Zelt RG, Howard CR: High-voltage electrical injury; Acute pathophysiology. *J Hand Surg* 13A: 44, 1988
9. Boeckx W, Lorenzi F, Hulst R: Free flaps in burn reconstruction. *Burns* 27: 603, 2001
10. Shen T, Sun Y, Cao D, Wang N: The use of free flap in burn patients: experiences with 70 flaps in 65 patients. *Plast Reconstr Surg* 81: 352, 1998
11. Hunt JL, McManus WF, Haney WP, Pruitt BA: Vascular lesions in acute electric injuries. *J Trauma* 14: 461, 1974
12. Chick LR, Lister GD, Sowder L: Early free flap coverage of electrical and thermal burns. *Plast Reconstr Surg* 89: 1013, 1992.
13. Platt AJ, McKiernan MV, Mclean NR: Free tissue transfer in the management of burns. *Burns* 22: 474, 1996
14. Zhu Z, Xu X, Li W, Wang D, Zhang L, Chen L, Liu T: Experience of 14 years of emergency reconstruction of electrical injuries. *Burns* 29: 65, 2003
15. Guo Z, Sheng Z, Li F: Wound management in electrical injuries. *Ann N Y Acad Sci* 30: 105, 1999