상지의 4도 화상에서 두 단계의 유경 광배근 피판술의 유용성

김재현 · 설성훈¹ · 정찬민¹ · 박명철¹ · 조상현¹

한림대학교 강남성심병원 성형외과, ¹한림대학교 성심병원 성형외과

The Usefulness of the Two-Staged Pedicled Latissimus Dorsi (LD) Flap in Fourth-Degree Burns of Upper Extremity

Jae Hyun Kim, M.D., Seong Hoon Seol, M.D.¹, Chan Min Chung, M.D., Ph.D.¹, Myong Chul Park, M.D., Ph.D.¹ and Sang Hun Cho, M.D., Ph.D.¹

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul, ¹Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Hallym Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Anyang, Korea

Purpose: A large defect by fourth-degree burns in the upper limb requires flap reconstruction. Since severe vascular damage and decrease in blood circulation after vascular anastomosis can occur in defects caused by fourth-degree burns. Because of the disadvantages, it is difficult to apply free flap surgery to fourth-degree burns. We reconstructed a upper extremity using the pedicled Latissimus Dorsi (LD) flap in two stages. The purpose of our study is to review our experience and suggest two-staged pedicled Latissimus Dorsi (LD) flap in fourth-degree burns of upper extremities.

Methods: A retrospective review was performed from 2016 to 2019, on a total of 12 fourth-degree burn patients undergone two-staged pedicled LD flap surgery as reconstruction of upper extremities in our hospital. We reviewed the location of the injury, etiology, TBSA (%), size of burns requiring flap surgery, period from 1st surgery to secondary division surgery, complications.

Results: Using two-staged LD flap as a primary reconstruction, the outcome is satisfactory. This flap preserves the elbow joint and maintains the length of the forearm. We obtain low donor-site morbidity, simplicity and a small incision in the donor site.

Conclusion: Using two-staged LD flap in fourth-degree burns of upper extremity is effective, such as preserving elbow joint and maintaining the length of the forearm. Successful reconstruction was achieved with excellent cosmetic results with reducing a postoperative scar, donor-site morbidity. Due to these advantages, two-staged pedicled LD flap can be an optimal option for reconstruction of fourth-degree burns in the upper limb. (J Korean Burn Soc 2021;24:68-73)

Key Words: Two-staged pedicled LD flap, Fourth-degree burn, Upper extremity reconstruction

서론

상지의 4도 화상의 재건은 복잡하고 기능적인 구조의 특성으로 매우 까다롭다[1]. 상지의 기능적인 면을 최대한 보존하기 위해 결손으로 인해 노출된 신경, 혈관, 근육 및 뼈를 보호하여야 하며, 화상 병변이 광범위한 경우, 큰 피판이

필요하다[2]. 상지에 큰 범위의 4도 화상이 발생한 발생한 경우, 단순 봉합, 피부이식술로는 큰 범위를 전부 재건하기 어려우며, 하지에 비해 상지가 주변 조직이나 근육이 충분하지 않고, 사용할 수 있는 조직이 한정되어있기 때문에 국소피판술을 사용하여 재건하기 어렵다[3]. 또한, 4도 화상으로 인해 중요혈관이 손상된 경우에는 결손 주변의 수혜부혈관이 적절하지 않고, 수술 후에 혈관 문합 부위가 혈액순환 저하로 인하여 피판 괴사가 일어날 가능성이 있어, 유리피판술의 적용이 쉽지 않다.

우리 몸에서 광배근은 상당히 크고, 상대적으로 긴 신경혈관의 피판을 가지며, 큰 각도로 움직일 수 있어, 이러한 장점 때문에 여러 결손의 재건에 많이 사용되고 있다[4]. 일

접수일: 2021. 10. 19, 수정일: 2021. 11. 8, 승인일: 2021. 11. 16

책임저자 : 정찬민, 안양시 동안구 관평로 170길 22

☎ 14068, 한림대학교 성심병원 성형외과

Tel: 82-31-380-3781, Fax: 82-31-380-5980

E-mail: cmchung@hallym.or.kr

반적인 유경 광배근 피판술로 상지를 재건하는 경우, 피판이 거드랑이의 피하지방 터널을 통과하기 때문에 상지의 먼 쪽의 결손을 덮어 주기가 힘들고, 거드랑이 주위 조직의 박리를 시행하게 된다. 그러나, 두 단계의 광배근 피판술의 경우, 상지의 먼 곳까지 재건할 수 있고, 피판을 들기 위한 박리가 간단하며, 구조가 비교적 일정한 장점이 있다. 그렇기 때문에, 한 단계로 이루어지는 고식적인 광배근 피판술 외에 두 단계의 유경 광배근 피판술의 적용도 고려해볼 수 있다. 이 논문에서는 상지의 4도 화상이 있는 12명의 환자에 대해 두 단계에 걸친 유경 광배근 피판술을 이용하여 재건하였으며, 이에 결과를 보고하는 바이다.

대상 및 방법

2016년부터 2019년 까지 본원에 내원한 상지에 발생한 4도 화상의 환자 중 두 단계의 유경 광배근 피판술 시행한 환자들을 대상으로 하였다. 손상 범위가 넓고 깊어 혈관 손상이 의심되거나, 적절한 혈관을 찾을 수 없는 경우, 위치상 고식적인 광배근 피판술 및 다른 피판술로 재건이 어려운 경우 시행하였다.

총 12명의 환자를 대상으로 시행하였고, 나이, 성별, 수상 기전, 수상 부위, 피판의 크기, 수상 깊이, 첫 번째 유경 광배근 피판술 후 division surgery까지의 기간, 합병증 항목에 대해 분석하고 분류하였다.

수상 후 1-2주에 걸쳐서 지속적인 드레싱 및 변연 절제술을 시행하였으며, 상처부위에 육아조직이 형성되고, 염증이 더 이상 진행되지 않는 깨끗한 상태에서 수술을 진행하였다. 수술은 전완부 및 상완부의 연부조직 결손을 재건하기

위해 두 단계를 걸친 동측의 유경 광배근 피판술을 시행하였다. 유경 광배근 근피판술 시행시, 망상형 부분층 피부이식술을 같이 시행하였다. 광배근 피판술을 시행 후에 병변의 경계가 잘 붙고, 피부의 생착이 충분히 진행되고 난 뒤에 피판의 2차 분리 수술(secondary division surgery)을 시행하였다. 술 후, 지속적으로 습윤드레싱 및 항생제 연고를 통한 드레싱을 시행하였다. 약 5-6주의 입원기간을 걸쳐 퇴원하였다.

결 과

2016년부터 2019년 까지 본원에서 4도 화상으로 상지에 결손이 있는 환자에서 두 단계의 유경 광배근 피판술을 받았던 총 12명의 환자에 대하여 분석하였다(Table 1).

연령은 33세부터 66세까지 분포하였고 평균 연령 50.9세였으며, 성별은 남자가 11명, 여자가 3명이었다. 원인에는 전기화상이 8명으로 가장 많았고, 그 다음으로는 화염화상이 3명, 접촉화상 1명이다. 수상 및 재건 부위는 전완부 및 상완부에 해당되었다.

본 증례는 모두 뼈, 근육, 인대, 관절 등의 심부 구조물까지 침범한 4도 화상이었다. 환부의 손상부위 비율(TBSA, total body surface area)은 10%이하가 1명, 15%이상 25%이내가 8명, 30%이 넘는 환자가 3명이었다. 피판의 평균 크기는 10.4×4.4 cm²이었다.

첫번째 유경 광배근 피판술 후 secondary division operation을 받기까지는 평균적으로 16일이 걸렸다. 합병증으로는 수술 후 부분괴사로 부분층 피부이식을 시행한 경우도 2례가 있었으며, 혈종이 있는 경우 1례, 수술 부위 감염

Table 1. Patient Demographics Undergoing Two-Stage Pedicled Latissimus Dorsi Flap Surgery

Case no.	Sex/age	Mode	TBSA/size of burns requiring flap surgery (cm ²)	Flap size (cm ²)	Region	Depth	Period from 1st surgery to secondary division surgery (days)	Complications
1	M/44	Electrical burn	21%/9×5	9×6	Upper arm	4', bone exposure	14	Hematoma
2	F/57	Flame burn	34%/12×3	13×4	Hand~upper arm	4', bone exposure	15	-
3	M/53	Electrical burn	15%/11×3	12×4	Elbow~upper arm	4', joint exposure	14	-
4	M/33	Electrical burn	16%/9×4	9×5	Elbow~upper arm	4', joint exposure	21	-
5	M/52	Electrical burn	23%/10×3	10×4	Upper arm	4'. bone exposure	21	Infection
6	M/60	Electrical burn	25%/9×5	9×6	Upper arm	4'. bone exposure	14	-
7	F/58	Flame burn	30%/10×4	11×4	Forearm	4', tendon exposure	14	-
8	M/66	Flame burn	35%/11×3	12×3	Upper arm	4', bone exposure	15	-
9	M/41	Electrical burn	20%/10×4	10×5	Upper arm	4', bone exposure	15	-
10	M/52	Electrical burn	18%/9×4	10×4	Elbow~upper arm	4', joint, bone exposure	14	Partial necrosis
11	F/37	Electrical burn	22%/10×4	11×4	Upper arm	4', bone exposure	14	-
12	M/61	Contact burn	6%/8×4	9×4	Upper arm	4', bone exposure	15	Partial necrosis

(surgical site infection) 1례가 있었다. 혈종이 있는 경우, 혈종 흡인술 및 지속적인 무균적 드레싱을 시행하였으며, 수술 부위 감염이 있는 경우, 항생제 치료 및 지속적인 드레싱을 시행하였다. 피판의 전 괴사로 인해 재수술을 시행한 경우는 없었다.

1. 증례 1

44세 남자 환자로 오른쪽 팔과 다리에 체표면적 21%에 해당하는 전기화상으로 본원 응급실로 내원하였다. 오른쪽 팔의 전체적인 병변은 팔꿈치를 포함한 전완부의 뼈가 노출되는 4도 화상이었다. 수상하여 응급실 입원 후 우측 상지의 혈액순환의 저하로 근막절개술(fasciotomy)를 바로 시행하였다. 그 후, 지속적인 드레싱 및 변연 절제술로 염증을 조절하였다. 뼈가 노출되는 깊은 손상으로 주변 혈관의 손상이 의심되고, 적절한 혈관을 찾을 수 없어서 유리 피판술을 시행하기 어려울 것으로 판단하였고, 겨드랑이 및 어깨 쪽으로 피하지방조직 아래로 피판의 tunneling 없이, 직접적으로 동측 유경 광배근 근피 피판술을 이용하여 팔꿈치 부위를 재건하였다. 팔꿈치 관절의 보존 및 전완부의 길이 유지를 위하여 유경 피판술을 시행하였으며, 부분 층 피부이식술을 통해 나머지 결손부위를 재건하였다. 시행 후 14일째 공여부와 수혜부를 잇는 피판에 대해 분리하는 2차 수술(secondary division operation)을 진행하였고, 수술 진행 시 추가적인 부분 층 피부이식술을 시행하여 남아있는 결손부위를 재건하였다. 다른 부위는 비교적 잘 치유되었으나 수상 후 병변 내 일부 혈종이 발생하여, 혈종제거 및 결손부위 추가 드레싱을 통하여 회복하였다. 수술 1달째 퇴원하여 외래를 통해 추적관찰 중이며, 환부의 문제 없이 잘 치료되었다(Fig. 1).

2. 증례 2

57세 여자 환자로 양측 상지 및 흉부, 어깨까지 이르는 체표면적 34%에 해당하는 화염화상으로 본원 응급실로 내원하였다. 수상 직후 가피절제술을 시행하였고, 수상부위 염증 소견으로 인한 열이 지속적으로 관찰되어, 변연절제술을 추가적으로 시행하였다. 우측 팔의 괴사가 진행되어, 정형외과적으로 전완부 절단술 시행 후 팔꿈치 관절의 보존 및 전완부의 길이 유지를 위하여 동측 광배근 근피 피판술을 시행하였다. 광배근 근피 피판술로 팔꿈치 및 절단 단을 덮어 주었으며, 나머지 결손부위에 대해 부분 층 피부이식술을 시행하였다. 유경 광배근 피판술 시행 후 21일째 공여부와 수혜부를 잇는 피판에 대해 분리하는 2차 수술을 진행하였다. 수술 후 3개월째 결손부위 추가적으로 부분 층 피부이식술 시행하였으며 합병증 없이 퇴원하였다. 수술 후 12개월째 합병증 없이 잘 회복되었다(Fig. 2).

3. 증례 3

53세 남자 환자로 전신작업 도중 오른쪽 팔꿈치에서부터 상완부 및 다리까지 이르는 체표면적 15%에 해당하는 전기화상으로 본원 응급실로 내원하였다. 오른쪽 팔의 전체적인 병변은 뼈와 근육이 노출되는 4도 화상이었다. 응급실 입원 후 지속적인 변연절제술을 시행하고, 정형외과에서 전완부 절단술 시행 후 본과 의뢰되었다. 절단술 시행 후 팔꿈치 관절의 보존과 전완부의 길이 유지를 위해 유경 광배근 피판술 시행하였고, 술 후 3주째, 2차 분리 수술(secondary division operation) 시행하였다. 술 후 1달째, 합병증 없이 회복되었고, 퇴원 후 외래 관찰을 통하여 주기적으로 경과관찰을 시행하였다(Fig. 3).

Fig. 1. (A) Preoperative clinical photography. A defect of about 7×15 cm is observed on the right elbow including the exposure of the olecranon. (B) The donor site for pedicled latissimus dorsi (LD) muscle flap surgery. (C) Immediate postoperative clinical photography. Latissimus dorsi flap surgery and split-thickness skin grafting without subcutaneous tunnel passage. (D) Secondary division operation was performed 2 weeks after latissimus dorsi flap surgery. (E) A month after secondary division operation. The wound was healed without complications.

Fig. 2. (A) Preoperative clinical photograph, fourth-degree burns on the right upper arm and forearm. (B) Postoperative clinical photograph, 7 days after amputation, pedicled latissimus dorsi muscle flap surgery. (C) Postoperative clinical photograph after secondary division operation.

Fig. 3. (A) Clinical photograph after escharectomy and debridement. (B) Clinical photograph after amputation. (C) Postoperative photograph 3 weeks after pedicled latissimus dorsi muscle flap surgery. (D) Clinical photograph 2 weeks after secondary division operation.

고 찰

상지에서의 큰 결손에 대한 적절한 수복은 복잡한 구조와 기능적인 면을 가지는 전완부 및 상완부의 재건에서 중요하다. 상완부 및 팔꿈치를 포함한 전완부에서의 작은 결손은 일차봉합, 2차 치유(secondary intention), 부분층 혹은 전층 피부이식술, 근막피부판, 근육판과 같은 국소 피판술을 통해서 재건될 수 있다[5]. 상완부의 후, 외측의 큰 결손이나 팔꿈치 및 전완부의 중간범위 이상의 결손에 대해서 몸통 및 하지 부위에서의 유경 피판술 혹은 유리 피판술을 필요로 한다. 상지에서의 큰 결손의 재건에서의 목표는 가능한 상처의 빠른 수복하고, 감염의 위험성 및 조직 부종을 줄이며, 빠른 운동성 회복과 기능 회복이다. 또한, 크고 깊은 결손으로 인해, 신경, 혈관, 인대들 그리고 뼈를 포함한

심부 조직이 노출되기 때문에, 이를 이룬 시기에 덮어주는 것이 중요하다[6].

근육판과 근육피부판으로써 유경 광배근 피판술은 원통형 모양의 상지의 큰 결손을 수복할 수 있는 재건술 중의 하나이다. 1906년에 Tansini는 유방 재건을 위한 광배근 피부 피판의 사용에 대해 처음 보고했으며, 1955년에 Schottstaede는 팔꿈치 굴곡의 기능적 복원을 제공하기 위한 1단계 절차로 광배근 피판의 사용을 처음 보고했다[7,8]. 광배근은 겨드랑이에 있는 가슴등동맥(thoracodorsal a.), 정맥, 신경들의 기원을 기점으로 충분한 회전각을 가지는 크고 긴 혈관경이다. 이 근육은 아래의 6개의 흉추, 흉유추 근막, 장골능으로부터 기원하며 상완골의 이두고랑의 바닥에 부착한다. 이 혈관경의 주된 혈관은 어깨회돌이동맥(the circumflex scapular artery)와 나란히 지나는 가슴등동맥

(thoracodorsal artery)이며, 겨드랑동맥(axillary artery)로부터 전형적으로 짧게 분지하는 어깨밑동맥(subscapular artery)의 terminal branches중의 하나이다[9,10]. 광배근은 등과 흉부의 측면을 따라 위치해 있기 때문에, 사지의 큰 결손이 있는 경우 손상되지 않는 충분한 양의 근육판 혹은 근육피부판을 사용 할 수 있다. 평균적으로 판의 크기가 25×35cm 정도로 넓은 피부판이며, 혈관경이 안정적이기 때문에, 큰 결손을 재건 하기에 신뢰 할 수 있고 (reliable), 피부판을 얻기에 기술적으로 어렵지 않다. 하지만, 피부판의 공여부에 seroma가 흔하게 생기며, 이 근육이 담당하는 기능의 장애를 동반할 수 가 있다. 이러한 단점에도 불구하고 앞에 언급한 장점 때문에, 유경 광배근 피부판술은 널리 적용되고 있다[4].

상지의 큰 결손이 있는 경우, 하지와는 다르게 병변 주변에 대체 가능한 국소 근육이 존재하지 않아, 먼 곳에서의 대체조직을 고려해야 한다. 큰 크기의 결함, 국소 순환의 손상과 뼈, 관절 및 신경혈관적 구조의 손상이 상지에 존재할 경우 먼쪽피판(distant flap)을 고려해 볼 수 있다. 상지의 광범위한 손상에서 유리 피부판술은 병변 상태를 조절하고 신체의 기능과 미적인 손실을 최소화하는데 있어 1차 치료로써 선택 할 수 있다. 하지만, 유리 피부판술은 환자 패혈증의 유무, 혈액동역학적 상태의 전신상태가 허락해야 한다. 4도 화상은 다발성이면서 광범위한 병변을 동반하는 경우가 많고, 전기화상의 경우 근 피사와 같은 진행성 피사가 진행될 수 있다. 고압전기에 의해 광범위한 혈관 손상을 동반한 심부 조직 결손 및 결손 주변 조직의 추가적 손상의 가능성으로, 상지 혈관에 대한 정확한 평가가 이루어지지 않으면 유리 피부판술은 적용하기 어렵다[11,12]. 또한, 동맥 및 정맥을 포함한 공여 피부판을 정확히 얻고, 공여 피부판과 수혜부의 혈관의 접합(anastomosis)가 이루어져야 하기에 술자의 숙련된 기술이 필요하다.

본 연구에서는 4도 화상에 의한 상지 부위의 광범위 한 결손에 두 단계의 유경 광배근 피부판술을 이용하여 재건을 시행하였다. 국소 및 주변부위 피부판(regional flap)이 적절치 않고, 뼈와 관절이 노출되는 정도의 손상으로 유리 피부 이식을 위한 수혜 혈관의 손상 가능성이 있거나, 혈관 문합 후의 혈액순환 저하의 가능성 때문에, 유리피판술을 시행하지 않고, 두 단계의 유경 광배근 피부판술을 적용하였다. 두 단계의 유경 광배근 피부판을 들어올리는 경우 공여부의 봉합 후의 절개선 길이를 줄일 수 있다. 고식적인 유경 광배근 피부판술 시행 시, 수술적 절개선은 장골능선(iliac crest)의 중간 지점부터 측지되는(papable) 후방 겨드랑이 주름까지 이어진다[10]. 본 연구에서 시행된 유경 광배근 피부판술은 겨드랑이 부위를 기점으로 큰 각의 회전이 필요 하지 않고,

피하 지방조직 통로(passage)를 확보할 필요가 없어 주위조직을 박리 하지 않아도 되기 때문에 적은 절개선을 획득할 수 있으며, 더 적은 공여부의 이환률(lower donor-site morbidity) 과 수술의 간결성(simplicity)을 획득 할 수 있다.

또한, 수술 후 상지의 비정상적인 위치가 지속적으로 유지 될 경우, 피하지방조직 터널 아래에 존재하는 혈관이 꼬이거나 압박이 되어, 피부판의 피사가 진행될 수 있다. 피하 지방조직 통로를 통하지 않고, 직접적인 수혜부에서 공여부로의 피부 이식은 공여부와 수혜부사이의 거리를 추가적으로 얻을 수 있기 때문에, 상지의 전완부의 먼 부위의 결손을 덮을 수 있다[13]. 또한, 상지의 심부 화상의 경우 절단수술이 동반되는 경우가 흔한데, 이 피부판술은 충분한 길이의 피부판으로, 팔꿈치의 관절을 보존하고 전완부의 길이를 유지할 수 있어, 결손 부위의 수복과 재건 후 의지착용을 가능하게 한다.

그러나, 두 단계의 유경 광배근 피부판술은 몇 가지의 단점이 존재하는데, 두 번째 수술을 위해 운동을 제한하는 고정기간이 있는 점이 단점 중 하나이다. 운동의 제한이 지속되면 팔꿈치, 어깨, 손, 손가락에서 뻗뻗함과 구축을 야기하여 상지의 기능적 회복에 손상을 준다[5]. 한 단계의 수술에 비해 두 단계로 수술이 이루어지기 때문에, 피부판의 생착 기간과 술 후 회복기간이 길어진다. 유경 광배근 근피부 피부판술을 시행한 경우에 평균적으로 수술 2주 후 2차 분리수술(secondary division operation)이 시행되었고, 유경 광배근 근 피부판술과 부분 층 피부이식술 시행을 한 경우에 평균적으로 수술 3주 후 2차 분리 수술이 시행되었다. 즉, 피부판의 이식 후 오랜 기간의 고정, 두 번째 수술의 필요(need), 입원기간의 연장이 두 단계의 광배근 피부판술의 결점이 될 수 있다.

결 론

본 논문에서 설명한 바와 같이, 두 단계의 유경 광배근 피부판술은 상지의 먼쪽 부분까지 재건이 가능해 팔꿈치를 살릴 수 있어서, 추후 재활이나 의지착용에 도움이 된다. 피부판을 들기 위한 박리가 간단하며, 구조가 비교적 일정하여 수술이 간결하다. 또한, 겨드랑이 부분의 절개와 박리의 과정이 없기 때문에 공여부의 이환률이 적다. 창상의 상태 및 환자의 혈액동역학적인 상태가 좋지 않아 유리 피부판술을 적용이 어렵다면, 위의 장점을 가지는 두 단계의 유경 광배근 피부판술을 상지의 4도 화상의 재건에 유용하게 적용할 수 있다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

SOURCE OF FUNDING

None.

REFERENCES

1. Delay E, Foyatier JL, el Kollali R, Comparin JP, Weil E, Latarjet J. Salvage of extensively burned upper limbs by a pedicled latissimus dorsi flap. *Burns* 1995;21:449-52.
2. Cadenelli P, Bordoni D, Ornelli M, Radaelli S. Reconstruction of a large upper arm defect with muscle sparing latissimus dorsi. *BMJ Case Rep.* 2016 Aug 23;2016:bcr2016216684.
3. Abu Jamra FN, Massad M, Musharafieh RC. Reconstruction of shoulder and arm defects using the latissimus dorsi myocutaneous flap. A report of five cases. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1986;20:307-11.
4. Ma CH, Tu YK, Wu CH, Yen CY, Yu SW, Kao FC. Reconstruction of upper extremity large soft-tissue defects using pedicled latissimus dorsi muscle flaps—technique illustration and clinical outcomes. *Injury* 2008;39(Suppl4):67-74.
5. Stevanovic M, Sharpe F. Soft-tissue coverage of the elbow. *Plast Reconstr Surg* 2013;132:387e-402e.
6. Hamdi M, Van Landuyt K, Monstrey S, Blondeel P. A clinical experience with perforator flaps in the coverage of extensive defects of the upper extremity. *Plast Reconstr Surg* 2004;113:1175-83.
7. Sadove RC, Vasconez HC, Arthur KR, Draud JW, Burgess RC. Immediate closure of traumatic upper arm and forearm injuries with the latissimus dorsi island myocutaneous pedicle flap. *Plast Reconstr Surg* 1991;88:115-20.
8. Schottstaedt ER, Larsen LJ, Bost FC. Complete muscle transposition. *J Bone Joint Surg Am* 1955;37-A:897-918; discussion, 918-9.
9. Adkinson JM, Chung KC. Flap reconstruction of the elbow and forearm: a case-based approach. *Hand Clin* 2014;30:153-63.
10. Pierce TD, Tomaino MM. Use of the pedicled latissimus muscle flap for upper-extremity reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:324-31.
11. Ofer N, Baumeister S, Megerle K, Germann G, Sauerbier M. Current concepts of microvascular reconstruction for limb salvage in electrical burn injuries. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007;60:724-30.
12. Gacto-Sanchez P. Surgical treatment and management of the severely burn patient: Review and update. *Medicina Intensiva (English Edition)* 2017;41:356-64.
13. Burstein FD, Salomon JC, Stahl RS. Elbow joint salvage with the transverse rectus island flap: a new application. *Plast Reconstr Surg* 1989;84:492-7.