

YÜKSEK VOLTAJLI ÜST EKSTREMİTE ELEKTRİK YANIKLARINDA KASIK FLEBİ İLE ONARIM

HIGH VOLTAGE UPPER EXTREMITY ELECTRICAL BURNS REPAIR WITH GROIN FLAP

Caferi Tayyar Selçuk, Mehmet Bozkurt, Mustafa Durgun, Burhan Özalp, Emin Kapı, Mehmet Fatih Akkoç

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı, DİYARBAKIR
Şırnak Devlet Hastanesi Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, ŞIRNAK

ÖZET

Giriş: Üst ekstremitelerde, yüksek voltajlı elektrik yanıklarından önemli oranda etkilenmektedir. Bu çalışmada yüksek voltajlı elektrik yanığının neden olduğu üst ekstremitelerde yumuşak doku defektlerinin groin flepi ile onarımı tartışıldı.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmamıza Nisan 2009 – Ekim 2011 tarihleri arasında yüksek voltajlı elektrik yaralanması (>1000 V) sonrası üst ekstremitelerde yumuşak doku defekti gelişmiş 10 olgu dahil edildi. Olguların tümünde pediküllü kasık flebi ile onarım uygulandı. Hastaların tamamı erkek idi. Onarım yapılan alanlar kemik, tendon ve sinir gibi yapılarının açıkta olduğu el ve bilek bölgeleri idi. Pedikül ayrılması, yapılan pedikül bağlama testinde sorun olmadığı gözlenerek, operasyon sonrası 20-27. günlerde (ortalama 23. gün) yapıldı.

Bulgular: Onarım sonrası bütün hastalarda yeterli yumuşak doku örtüsü sağlandı. Fleplerin hepsi sorunsuz iyileşti. Donör saha morbiditesi gelişmedi. Hastaların hiçbirinde ameliyata bağlı eklem sertliği gözlenmedi.

Sonuçlar: Üst ekstremitelerde yüksek voltaj elektrik yaralanmaları sonucu oluşan yumuşak doku defektlerinin onarımında, lokal flep veya serbest doku aktarımının riskli veya uygulanamaz olduğu durumlarda pediküllü kasık flebinin ideal bir tedavi alternatifi olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: elektrik yanığı, kasık flebi, el, el bilek

ABSTRACT

Background: Upper extremities are significantly affected by high-voltage electrical injuries. In this study, the repair of the upper extremity tissue defects due to high-voltage electrical injuries using groin flaps is discussed.

Methods: Ten patients who developed upper extremity tissue defects following high-voltage (>1000 V) electrical injuries between April 2009 and October 2011 were enrolled in our study. All the patients underwent reconstructions with pedicled groin flaps. All the patients were male. The areas on which the reconstructions were performed were hand and wrist areas where structures like the bones, tendons and nerves are accessible. The separation of the pedicles was performed on days 20-27 (average period: 23 days) after the pedicle ligation examination revealed no problems.

Result: Adequate soft tissue coverage was obtained in all patients following the reconstruction. All the flaps healed without problem. No donor area morbidity was observed. No articular rigidity related to the operation was observed in any of the patients.

Conclusion: We are of the opinion that in soft tissue defects that form in the upper extremities subsequent to high-voltage electrical injuries, when local flaps or free tissue transplants are risky or inapplicable, reconstruction with pedicled groin flaps constitutes an ideal treatment alternative.

Key words: electrical burn, groin flap, hand, wrist

GİRİŞ

Gelişmiş ve modern toplumlarda potansiyel tehlikelerinin farkında olunmasına rağmen elektrik yanıkları halen önemli bir tehlike olmaya devam etmektedir. Elektrik yanığına bağlı doku hasarının elektrik enerjisinin direkt etkisi veya ısıya dönüşmesi sonucu olduğu kabul edilmektedir.¹ Yüksek voltajlı elektrik yaralanmaları, elektriğin dokularda izlediği yol boyunca, deri yanıkları ile birlikte derin doku hasarının eşlik ettiği kompreks yaralara neden olmaktadır.²

Elektrik yanığı sonucu oluşan yaraların büyük çoğunluğu debridman ve kısmi kalınlıkta deri grefti ile ba-

şarılı biçimde tedavi edilebilirken, geniş yumuşak doku kaybı ile birlikte kemik, tendon, sinir gibi dokuların açıkta olduğu yaraların üzerinin deri grefti ile onarılması mümkün değildir. Bu gibi durumlarda yeterli yumuşak doku örtüsünü sağlamak, amputasyonlara engel olmak ve fonksiyonel sonuç elde edebilmek için daha farklı tedavi seçeneklerine ihtiyaç duyulmaktadır.^{3,4} Literatürde dermal örtülerle birlikte deri greftleri⁴, lokal flepler⁵, uzak flepler⁶⁻⁸ serbest doku aktarımları⁹⁻¹² ve bu yöntemlerin kombinasyonları^{8,13} kullanılarak başarılı onarım yöntemleri tarif edilmiştir.

Kasık flebi geniş, ince, katlanabilir yapısı ile farklı bölgelerde yerleşimli doku kayıplarının onarımları için

iyi bir yumuşak doku onarımı sağlamaktadır.^{14,15} Bu flep süperfisiyal sirkumfleks iliak arter (SSIA) tabanlı aksiyel bir flep olup baş-boyun ve ekstremitelerde kompleks yaralanmalarında pediküllü veya serbest olarak sıklıkla kullanılmaktadır.¹⁴⁻¹⁶ Flep hazırlanmasında, SSIA'nın inguinal bağın yaklaşık olarak 2-3 cm. altından çıktığı göz önünde tutularak planlama yapılması ve sartorius kasının lateral kenarı belirlenince flep besleyici damarın korunması için kasın fasyasının flebe dahil edilmesi önemlidir.¹⁶

Çalışmamızda yüksek voltaj elektrik yanığına bağlı olarak el ve bilek bölgesinde oluşan derin yumuşak doku kayıplarının pediküllü kasık flebi ile onarım sonuçları sunulmaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Nisan 2009 – Ekim 2011 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi Yanık Merkezinde 10 hastaya pediküllü kasık flebi ile onarım uygulandı. Hastaların tamamı erkek ve ortalama yaş 33.9 (19-48) yıl idi. Hastaların tümünde yaralanma mekanizması yüksek voltajlı elektrik yanığı idi. Hastalarda yanık total vücut yüzey alanı ortalama % 22.4 (12-35) idi. Kasık flebi hastaların tamamında tek taraflı olarak uygulandı. Erken dönemde sağlıklı dokular debride edildi ancak yaşayabilirliği emin olmayan dokular nekroz hattı tam netleşene kadar bekledi. Debridmanlar arası geçen sürede vital yapıların pansumanı antiseptikli tül sargı bezlerle yapıldı. İki hastada erken debridmanı takiben kanamalı sağlıklı doku gözlemlendi için ilk 5 gün içinde kapama yapıldı. Diğer 8 hastada ortalama 2.8 (2-4) kez aralıklı debridman uygulanmasını takiben sağlıklı dokular gözlemlendi ve onarım 7-19. (ortalama 13. gün) günler arası uygulandı (Tablo 1). Bütün hastalarda kemik, tendon, sinir ve damar gibi yapılar açıkta olup deri grefti ile onarım yapılmayacak özellikte idi.

Debridmanlar sonrası oluşan doku eksikliklerinin boyutları 5×9cm ile 10×15cm arası idi. Flep boyutları

doku eksikliklerinin boyutuna bağlı olarak 5-10cm eninde ve 15-22cm uzunlukta planlandı. Ameliyat tekniği McGregor ve Jackson'ın tanımladığı kurallar çerçevesinde yapıldı.¹⁷ Flepler üst ve alt kenarları inguinal ligamana paralel biçimde ve flebin merkezi inguinal bağın 2-3 cm altında olacak biçimde planlandı. Flep genişliği flep hazırlandıktan sonra donör alan kapamasındaki olası gerginlik göz önüne alınarak derinin sıkıştırılması ile ve uzunluğu ise kapama yapılacak doku kaybının boyutuna bağlı olarak spina iliaka anterior superior'un en fazla 5 cm dışına kadar planlandı. Flep kaldırılırken lateral kenardan başlandı ve sartorius kasının lateral kenarı belirlenince kas fasyası flebe dahil edildi. Uzun flep pedikülü gereken olgularda SSIA kaynağına kadar diseke edildi. Flep tabanı, damar yapılarını enfeksiyona karşı korumak için tübülarize edildi. Tüm hastalarda donör saha primer kapatıldı. Hastalar operasyon sonrası mümkün olduğunca erken dönemde mobilize edildi. Pansuman değişimi ve flep izlemi günlük yapıldı. Flebi iskemiye alıştırmak amacı ile operasyon sonrası 7-13 günler arası (ortalama 9. gün) pedikül bölgesine turnike uygulanmasına başlandı. Turnike uygulama süresi 3×10 dk/gün olarak başlanıp flep ayrılmadan önce 3×90 dk/gün olana kadar aşamalı olarak arttırıldı. Turnike uygulaması yapılırken flepte dolaşım bozukluğu olup olmadığı takip edildi. Pedikül ayrılması operasyon sonrası 20-27. (ortalama 23. gün) günlerde yapıldı (Tablo 1).

BULGULAR

Onarım sonrası bütün hastalarda yeterli yumuşak doku örtüsü sağlandı. Fleplerin hepsi sorunsuz iyileşti. Donör saha morbiditesi gelişmedi. Flepte ve flep donör alanında enfeksiyon gözlenmedi. Hastaların hiçbirinde kalça eklemine operasyona bağlı eklem sertliği gözlenmedi. İki hastada tendonlarda yapışıklık nedeni ile operasyon sonrası 3. ayda, tendon yapışıklıkların gözlemlendi alanlara ulaşılacak en yakın flep kenarından planlanan insizyonlarla, tenoliz yapıldı. İki hastada flepteki kalınlık nedeni ile ameliyat sonrası 6. ayda yağ emme ile ciltaltı doku inceltmesi yapıldı (Tablo 1). Te-

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri

Hasta No	Yaş / Cinsiyet	Yanık total vücut yüzey alanı	Uygulanan debridman sayısı	Oluşan doku kaybı (cm)	Hazırlanan flep boyutu (cm)	Doku kaybı lokalizasyonu	Doku kaybı onarım zamanı (gün)	Pedikül ayrılma zamanı (gün)	Özellik
1	43/E	27	2	5×9	5×15	Sol el bilek	9	22	Yok
2	37/E	12	1	10×12	10×18	Sol el bilek	3	24	3. ay tenoliz
3	19/E	25	3	8×14	8×20	Sol el bilek	14	20	6. ay flep inceltme
4	27/E	18	4	9×15	9×22	Sağ el bilek	19	21	Yok
5	32/E	15	3	10×15	10×22	Sağ el	16	27	Yok
6	38/E	30	1	10×13	10×20	Sağ el bilek	4	26	6. ay flep inceltme
7	25/E	35	2	7×12	7×19	Sağ el bilek	7	23	3. ay tenoliz
8	41/E	25	3	8×13	8×20	Sağ el bilek	13	25	Yok
9	48/E	20	3	10×12	10×19	Sol el	15	21	Yok
10	29/E	17	3	9×9	9×16	Sağ el	17	23	Yok

noliz ve yağ emme işlemleri sonrası flep dolaşımında herhangi bir sorun gözlenmedi. Hastalardan biri flep ile onarım sonrası kendi isteği ile tedavisini başka bir merkezde devam ettirdi. Bu merkezde yapılan tedavi hak-

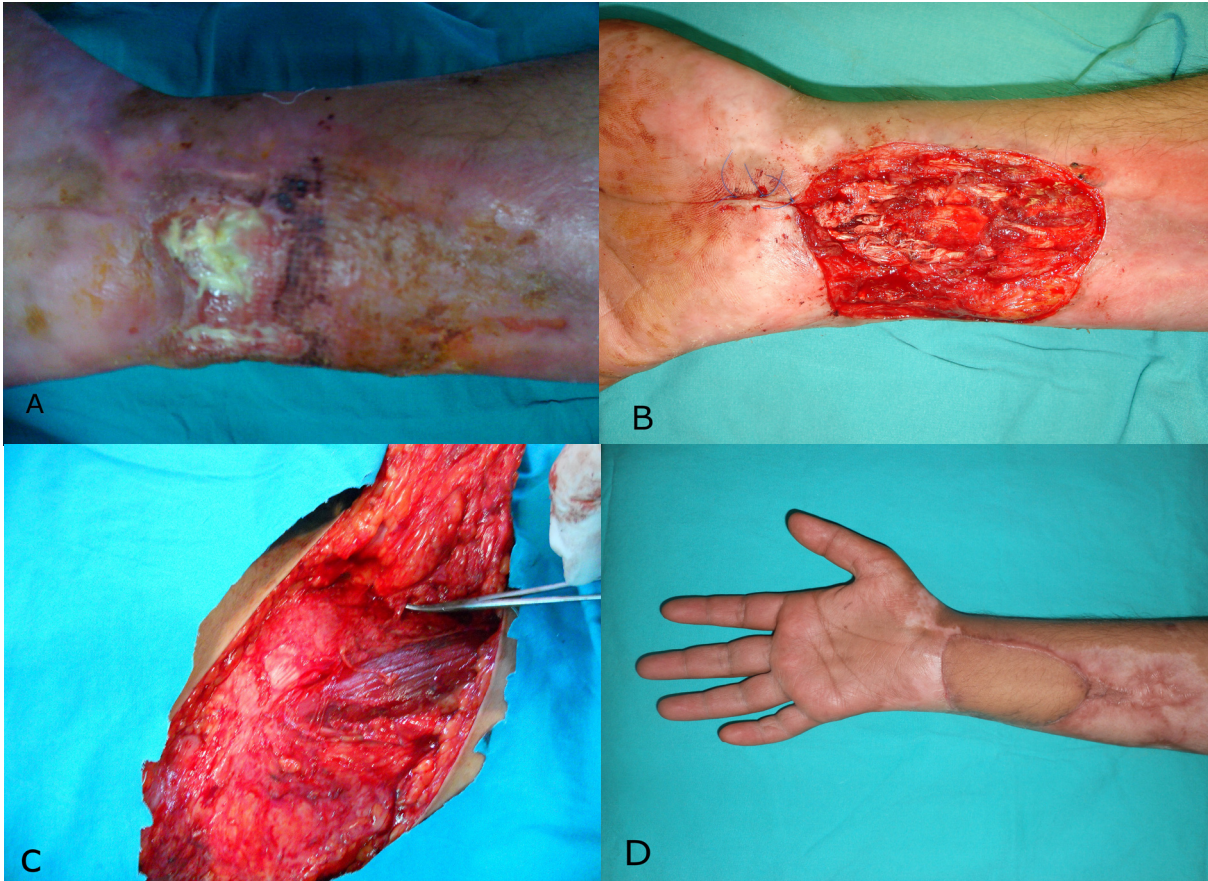
kında bilgi edinilemedi ancak hastanın geç dönem flep uyumu tamdı. Opere edilen hastalara ait resimler Şekil 1-3'te yer almaktadır.



Şekil 1. Elektrik yanığı sonrası sol el bilekte yumuşak doku defekti gelişen hasta, A: Hastanın preoperatif görünümü, B: Hastanın aşamalı debridmanlar sonrası oluşan doku kaybı intraoperatif görünüm, C: Kasık flebi planlanması, D: Flep yara yerine adapte edilmiş intraoperatif görünüm, E, F: Hastanın kapama sonrası geç dönem görüntüsü.



Şekil 2. Elektrik yanığı sonrası sol el bilekte yumuşak doku defekti gelişen hasta, A: Hastanın yaralanma sonrası erken dönem görünümü, B: Kasık flebi yara yerine adapte edilmiş görünüm, C: Hastanın kapama sonrası geç dönem görüntüsü



Şekil 3. Elektrik yanığı sonrası sağ el bilekte yumuşak doku defekti gelişen hasta, A: Hastanın yaralanma sonrası erken dönem görünümü, B: Hastanın aşamalı debridmanlar sonrası oluşan doku kaybı, C: Kasık flebinin besleyici damar görünümü D: Hastanın kapama sonrası geç dönem görüntüsü.

TARTIŞMA

Üst ekstremitelerde yüksek voltajlı elektrik yaralanmaları, elektriğin dokularda izlediği yol boyunca farklı oranlarda deri yanıkları ile birlikte kemik, tendon ve sinir gibi dokuların açıkta olduğu yumuşak doku kayıplarına sebep olabilmektedir.^{2,12} Deneysel elektrik yanık modellerinde, tendinöz ve kemik dokular gibi dirençli dokuların fazla olduğu el bilek ve dirsek bölgesi gibi alanlarda, potansiyel voltaj akımı, ısı üretimi ve elektrik hasarının daha fazla olduğu gösterilmiştir.^{18,19} Bu nedenle bu bölgelerde elektrik yanığına bağlı yumuşak doku kayıpları daha sık gözlenmekte ve daha komplike yaralara neden olmaktadır.

Yüksek voltaj elektrik yanığına bağlı olarak oluşan defektler için uygun onarım yönteminin seçiminde dikkate alınması gereken faktörler; yaralanmanın mekanizması ve zamanı, yumuşak doku kaybı genişliği ve lokalizasyonu, tendon, damar ve sinir hasarı derecesi, damarsal destek yeterliliği, enfeksiyonun eşlik edip etmemesi ve çevre doku kalitesi gibi faktörlerdir.^{3,4,6,7,11}

Yüksek voltajlı elektrik hasarı sonucu oluşan defektlerin onarımının zamanlaması konusunda literatürde farklı görüşler mevcuttur. Bazı yazarlar, tüm yumuşak doku hasarının başlangıçta olduğunu, klinik takipte zamanla doku hasarında artma lehine bulgu olmadığını

ve erken aşırı debridmanı takiben yapılan yumuşak doku onarımının güvenli bir tedavi seçeneği olduğunu savunmaktadırlar.^{3,18-21} Diğer yazarlar ise başlangıç travmayı takiben ilerleyici doku hasarının devam ettiğini ve yara kapamasının doku nekrozu ilerlemesi durduğu zaman yapılmasını savunmaktadırlar.^{5,13,22,23} İkinci görüşü savunan yazarlar, sağlıklı dokuların debridmanının erkenden yapılmasını, ancak yaşayabilirliği emin olunmayan dokularda nekroz hattı tam netleşene kadar beklenmesini ve aşamalı debridmanlar uygulanmasını önermektedirler.¹³ Bu sayede sağlıklı dokular gereksiz yere debride edilmemiş olmakta ve sağlıklı görünen dokular ise takiplerde iyileşebilmektedir. Bizim görüşümüze göre de başarılı tedavi için aşamalı debridmanlar halen anahtar rol oynamaktadır ve hastalarımızın sekizinde ilk üç hafta içinde ortalama ^{2,8} debridman gereksinimi olan ilerleyici yumuşak doku nekrozları gözlemlendi.

Ciddi elektrik yaralanmalarında debridman sonucunda tendon, sinir, damar ve kemik gibi vital yapıların açığa çıktığı durumlarda defekt alanının onarımı güçlük arz etmektedir. Bu gibi durumlarda pediküllü veya serbest flepler ile onarım yeterli yumuşak doku örtüsü sağlamakta, geç yara iyileşmesini engellemekte ve erken veya geç amputasyon gereksinimine engel olmaktadır.^{2,3,6,12,20}

Yanıklı hastalarda ekstremitte koruyucu yöntem-

lere ilgi artması ve mikrocerrahi yöntemlerde ilerleme ile birlikte serbest doku aktarımları sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.⁴ Serbest doku aktarımları bol miktarda yumuşak doku örtüsü sağlaması gibi özellikleri ile ideal bir onarım seçeneği olmakla birlikte bazı teknik sorunlara sahiptir. Hiç şüphesiz bu sorunların en önemlisi flep alıcı damarlarında hasar seviyesinin tespitindeki güçlüktür. Bunun yanında ciddi bir elektrik hasarından hemen sonra büyük damarlarda segmental daralma gözlenebilmesi, yara kenarlarında endarterit gelişmesi, endotelium ve media hasarı, damarsal yapılarda anevrizma ve trombüs gelişimi gibi patolojilerden dolayı serbest doku aktarımlarında başarısızlık gözlenebilmektedir.^{7,13,18} Farklı çalışmalarda, elektrik yanıklı olgularda serbest doku aktarımlarında flep başarısızlık riski ilk 4-6 hafta içinde %10 ile %30 arası bildirilmişken geç dönemde %100'e yakın başarı bildirilmiştir.^{2,5,9,10,24} Geç dönem serbest doku aktarımlarında yüksek başarı oranları bildirilmekle beraber yumuşak doku nekrozunun genişlemesi, yara yeri enfeksiyonu, gecikmiş yara iyileşmesi ve amputasyon gereksinimi olması gibi komplikasyon riskleri mevcuttur.

Yüksek voltajlı elektrik yanıklarına bağlı gelişen ekstremite doku kayıplarında, uzun süreli operasyonu kaldıramayacak hastalar, alıcı damarlarda hasar olması veya arterlerden birinin feda edilmesinin ekstremite dolaşımını riske atabilmesi gibi serbest doku aktarımının riskli olduğu durumlarda pediküllü uzak flepler uygun seçeneklerdendir. Bu amaçla abdominal deri flebi¹⁶, lateral interkostal perforatör tabanlı abdominal flep⁷, tensor faysa lata myokutanöz (TFL) flep^{6,16}, süperfisiyal inferior epigastrik arteriyel flep⁸ ve paraumbilikal perforatör tabanlı abdominal flep²⁵ gibi pediküllü uzak flepler kullanılabilmektedir.

Kasık flebi, ilk olarak 1970'li yılların başlarında tarif edildikten sonra vücudun farklı bölgelerinde, pediküllü ve serbest doku aktarımı şeklinde, yaygın olarak kullanılmıştır.^{8,14-16} Diğer pediküllü fleplere göre en önemli avantajı primer kapatılabilen donör saha skarının inguinal bölgede gizlenebilmesi ve donör saha morbiditesinin daha az olmasıdır. Kasık flebinin diğer avantajları; ameliyat süresinin kısa olması, kolay ve güvenle hazırlanabilmesi, herhangi bir damar veya kas yapısının kullanılmasına bağlı morbidite oluşturmaması, flep ayırma ve yerleştirme aşamasının ayakta kısa sürede yapılabilmesidir.^{7,8,11,15} Ancak rotasyon arkının sınırlı olması, geniş defektler için yeterli yumuşak doku içermemesi, pedikülünün kısa olması ve donör sahanın kapatılabilmesi için genellikle kalça fleksiyonu gerektirmesi gibi dezavantajları vardır.^{6,11} Çalışmamızda defekt alanlarının boyutları kasık flebi deri adasının kapatabileceği genişlikte idi ve ameliyat sonrası bütün hastalarda yeterli yumuşak doku örtüsü sağlandı.

Yüksek voltaj elektrik yanığı sonrası sinir, kas ve tendon yapılarında gelişen kalıcı hasara bağlı olarak elde fonksiyonel kayıp gözlenmesi önemli bir sorundur.

Bu hasarı azaltmak için erken dekompresyon, nekrotik dokuların debridmanı, vital yapıların korunması ve fizik tedavi yöntemlerinin uygulanması önemlidir.^{1,5} Geç dönemde ise oluşan patolojiye göre tenoliz, tendon ve sinir greftleri, kompozit doku aktarımları gibi cerrahi yöntemler uygulanmaktadır.^{11,12} Çalışmamızda iki hastada aktarılmış olan fleplerde gözlenen kalınlık nedeniyle yağ emme yöntemi ile flep inceltme işlemi ve iki hastada tendon yapışıklıklarına yönelik tenoliz yapıldı. Ameliyat sonrası dönemde fleplerin beslenmesi ile ilgili herhangi bir sorun gözlenmedi.

Sonuç olarak, pediküllü kasık flebi üst ekstremite yüksek voltajlı elektrik yanıklarına bağlı olarak gelişen kemik, sinir ve tendon gibi yapıların açıkta olduğu ve lokal flepler ile kapatılamayacak büyüklükteki defektler ile serbest doku aktarımı kullanımının riskli olduğu hasta grubunda güvenli bir tedavi alternatiftir. Ayrıca, travma sonrası serbest doku aktarımının riskli olduğu ilk 4 hafta içinde güvenle kullanılabilmesi sayesinde, doku nekrozunun genişlemesi, yara yeri enfeksiyonu gelişimi, gecikmiş yara iyileşmesi ve amputasyon gereksinimi gibi komplikasyon oranlarını azaltmaktadır.

Dr. Caferi Tayyar SELÇUK

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı,

Diyarbakır, TÜRKİYE

E-posta: tayyarselcuk@hotmail.com

KAYNAKLAR

1. Ogilvie MP, Panthaki ZJ. Electrical burns of the upper extremity in the pediatric population. *J Craniofac Surg.* 2008;19(4):1040-6.
2. Ofer N, Baumestier S, Megerle K, Germann G, Sauerbier M. Current concepts of microvascular reconstruction for limb salvage in electrical burn injuries. *J Plast Reconstr Aest Surg.* 2007;60(7):724-30.
3. Stefanacci HA, Vandevender DK, Gamelli RL. The use of free tissue transfers in acute thermal and electrical extremity injuries. *J Trauma.* 2003;55(4):707-12.
4. Ryssel H, Radu CA, Germann G, Otte M, Gazyakan E. Single-stage matriderm and skin grafting as an alternative reconstruction in high-voltage injuries. *Int Wound J.* 2010;7(5):385-92.
5. Handschin AE, Vetter S, Jung FJ, Guggenheim M, Küni WG, Giovanoli P. A case-matched controlled study on high-voltage electrical injuries vs thermal burns. *J Burn Care Res.* 2009;30(3):400-07.
6. Fankhauser G, Klomp A, Smith A, Reccca A, Casey W. Use of the Pedicled Tensor Fascia Lata Myocutaneous Flap in the Salvage of Upper Extremity High-Voltage Electrical Injuries. *J Burn Care Res.* 2010;31(4):670-73.
7. Yunchnan P, Jiaqin X, Sihuan C, Zunhong L. Use of the lateral intercostal perforator-based pedicled abdominal flap for upper-limb wounds from severe electrical injury. *Ann Plast Surg.* 2006;56(2):116-21.

8. Choi JY, Chung KC. The combined use of a pedicled superficial inferior epigastric artery flap and a groin flap for reconstruction of a dorsal and volar hand blast surg. *Hand*. 2008;3(4):375-80.
9. Baumeister S, Köller M, Dragu A, Germann G, Sauerbier M. Principles of microvascular reconstruction in burn and electrical burn injuries. *Burns*. 2005;31(1):92-5.
10. Sauerbier M, Ofer N, Germann G, Baumeister S. Microvascular reconstruction in burn and electrical burn injuries of the severely traumatized upper extremity. *Plast Reconstr Surg*. 2007;119(2):605-15.
11. Herter F, Ninkovic M, Ninkovic M. Rational flap selection and timing for coverage of complex upper extremity trauma. *J Plast Reconstr Aest Surg*. 2007;60(7):760-8.
12. Jiang H, Li GF, Gu B, Fu K, Zheng D, Liu K, Shen G. Reconstruction of advanced-stage electrical hand injury in a one stage procedure using a prefabricated medial lateral crural composite flap. *Ann Plast Surg*. 2008;60(6):626-30.
13. Azzena B, Tiengo C, Salviati A, Mazzoleni F. Combined use of free and pedicled skin flaps for the reconstruction of extremities in high voltage electrical injury. *Burns*. 2007;33(3):382-6.
14. Brooks TM, Jarman AT, Olson JL. A bilobed groin flap for coverage of traumatic injury to both the volar and dorsal hand surfaces. *Can J Plast Surg* 2007;15:49-51.
15. Hough M, Fenn C, Kay SP. The use of free groin flaps in children. *Plast Reconstr Surg* 2004;113:1161-6.
16. Barillo DJ, Arabitg R, Cancio LC, Goodwin CW. Distant pedicle flaps for soft tissue coverage of severely burned hands: an old idea revisited. *Burns*. 2001;27(6):613-9.
17. McGregor IA, Jackson IT. The groin flap. *Br J Plast Surg*. 1972;25:3-16.
18. Zelt RG, Daniel RK, Ballard PA, et al. High-voltage electrical injury: chronic wound evolution. *Plast Reconstr Surg*. 1988;82(6):1027-41.
19. Daniel RK, Ballard PA, Heroux P, et al. High-voltage electrical injury: acute pathophysiology. *J Hand Surg [Am]*. 1988;13(1):44-9.
20. Koul AR, Patil RK, Philip VK. Early use of microvascular free tissue transfer in the management of electrical injuries. *Burns*. 2008;34(5):681-7.
21. Chick LR, Lister GD, Sowder L. Early-free flap coverage of electrical and thermal wounds. *Plast Reconstr Surg*. 1992;89(6):1013-9.
22. Hussman J, Kucan JO, Russell RC, Bradley T, Zamboni WA. Electrical injuries-morbidity, outcome and treatment rationale. *Burns*. 1995;21(7):530-5.
23. d'Amato TA, Kaplan IB, Britt LD. High-voltage electrical injury: a role for mandatory exploration of deep muscle compartments. *J Natl Med Assoc*. 1994;86(7):535-7.
24. Shen TY, Sun YH, Cao DX, Wang NZ. The use of free flaps in burn patients: experiences with 70 flaps in 65 patients. *Plast Reconstr Surg*. 1988;81(3):352-7.
25. Yilmaz S, Saydam M, Seven E, et al. Paraumbilical perforator-based pedicled abdominal flap for extensive soft-tissue deficiencies of the forearm and hand. *Ann Plast Surg*. 2005;54(4):365-8.