

# DEMİRYOLU YÜKSEK GERİLİM HATLARINA BAĞLI ELEKTRİK YARALANMALARI

Mustafa NİŞANCI, Muhitdin ESKİ, Yakup ÇİL, İsmail ŞAHİN, Mustafa ŞENGEZER

GATA Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı

## ÖZET

Elektrik yaralanmaları genellikle yanık olarak nitelendirilse de, verdikleri zarar basit bir termal yaralanmanın ötesindedir. Elektrik akımının canlı dokular üzerinden geçmesi, spesifik bir yaralanmadan çok birçok komponenti olan sendrom benzeri bir klinik tablo ortaya çıkarır. Elektrik yaralanmaları, maruz kalınan akımın yoğunluğuna bağlı olarak yüksek voltajlı ve düşük voltajlı olarak iki gruba ayrılmakta ve burada sınır değer 1000 voltur. Toplu ulaşımda kullanılan trenler için yukarıdan asılı elektrik şebekesi enerji kaynağı olarak kullanılmakta ve bu şebeke elektrik yaralanmalarına neden olabilmekte; oluşan yüksek voltajlı elektrik yaralanmaları sonucu ölümcül komplikasyonlar ile karşılaşabilmektedir. Ağustos 2001 den beri yaklaşık 3 senelik sürede, demiryollarındaki yüksek gerilim hatlarında meydana gelen elektrik yaralanması nedeniyle 5 hasta yanık merkezimize kabul edilmiştir. Hastalarla ilgili bilgiler retrospektif olarak incelenmiştir. Hastaların tümü erkek ve ortalama yaş 19 (15-21) idi. Ortalama hastanede kalış süresi 26,8 (5-45) gündü. Tedavi döneminde tüm hastalara santral venöz yol açıldı ve Parkland formülüne uygun olarak yanığın genişliğine göre ve takip eden dönemde idrar çıkışına uygun şekilde yoğun sıvı replasmanı tedavisi uygulandı. Lund-Browder skalası kullanılarak yapılan yanık yüzey alanı hesaplamasında ortalama yanık alanı yüzdesi %52 (38-74) olarak bulundu. Hastalardan ikisi sepsis nedeniyle kaybedildi, mortalite oranı % 40 olarak gözlemlendi. Sonuç olarak potansiyel ölümcül kazalara yol açan tren yolları civarındaki yüksek gerilim hatlarından korunmak için alınan tedbirlerin yeterli olmadığını ve demir yollarındaki yüksek gerilim hatlarının neden olabileceği kazalarla ilgili toplumsal duyarlılık artırılması gerektiğini düşünüyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** Tren yolu, elektrik, yaralanma.

## SUMMARY

Although it is common to call them as electrical burns, electrical injuries are very devastating and unique injuries beyond a simple thermal injury. The clinical pictures that appear after transmission of electric current through the living tissues comprise more of a syndrome than a specific injury. Based on the intensity of the current, electrical injuries are usually classified as low-voltage and high-voltage injuries, divided by the reference value of 1000 V. Since it is a conductor system that provides high-intensity electrical current to the trains used for public transportation, railway overhead-cables may lead to unexpected electrical accidents and cause high-voltage electrical injuries that may result in lethal complications. During the last 3 years since August 2001, 5 patients suffering from high-voltage electrical injuries due to railroad overhead-cables were admitted to the our Burn Center in Ankara/TURKEY. Data pertaining to the patients were obtained with retrospective analysis. All patients were male with an average age of 19(15-21). Mean hospitalization-time was 26.8 days (5-45). During the resuscitation period, treatment of patients was carried out with central venous catheterization and massive fluid resuscitation, beginning with Parkland formula depending on the extension of cutaneous burn and then titrated regarding the urinary out-put. Using Lund-Browder chart, the mean percentage of cutaneous burn was calculated to be %52 of Total Body Surface Area (TBSA) (38%-74%). Two patients died due to sepsis and, revealing a mortality rate of %40. Conclusively, it was inferred that precautions and warnings in the public areas around the railroads are not adequate, and the public awareness about the potential hazard of railroad overhead-cables that may cause high voltage-electrical injuries with lethal outcome has been ignored for years.

**Keywords:** Railway, electric, injury.

## GİRİŞ

Elektrik günümüzde değişik alanlarda ve sıkça kullanılan önemli enerji kaynaklarından biri olup oluşturduğu yanıklar ile de özel bir travma formu ortaya çıkarmaktadır. Elektrik yanıklarında basit bir tablo ile

karşılaşılabileceği gibi hayatı tehdit eden ciddi yaralanmalarda oluşabilir. Elektrik yaralanmaları ölümcül mesleki yaralanmaların yaklaşık %5-10'unu teşkil etmektedir<sup>1</sup>. Elektrikle temas sonucu tüm ölümcül

yaralanmaların 2/3'ü iş yerlerinde oluşurken ev kazaları toplamın 1/4'ünü oluşturmaktadır. Sık yaralanma etkeni olmasına rağmen elektrik yaralanması nedeniyle yanık merkezine başvurma oranı düşüktür. Ortalama elektrik yanığı oranı % 1.8-3.5 arasında yer almaktadır. Yanık merkezimizde tedavi edilen elektrik yanığı oranları da benzerdir. Oysa Hussmann ve arkadaşları kendi yanık merkezleri için bu oranı %6.5 olarak bildirmişlerdir<sup>2</sup>.

Elektrik yanıkları 3 şekilde oluşabilir. Birinci tip elektrik yaralanmalarında vücut elektrik devresinin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu tip yaralanmalar yüksek gerilim ile direk temas sonucu oluşmaktadır. Direkt temas ile gerçekleşen yaralanmalarda yüksek gerilim akımı dokulardan geçmekte ve sonuçta yaralanma bölgesinde elektriğin giriş ve çıkış noktaları kolaylıkla görülebilmektedir. İkinci tip yaralanma ark yaralanmaları olup; bu tip yanıklarda kaynakla doğrudan temas olmaksızın vücutla kaynak arasındaki havanın iyonize olarak bir iletken gibi rol oynaması ve ark fenomeni ile oluşan yüksek ısı ile yaralanma meydana gelmektedir. Üçüncü tip yaralanma şekli parlama yanıklarındır. Bu tip elektrik yaralanmaları ise elbiselerin veya etraftaki maddelerin tutuşması ile oluşmaktadır. Elektrik yanıkları yüksek voltajlı (>1000 V) ve düşük voltajlı (<1000 V) olarak sınıflandırılmaktadır<sup>3,4</sup>. Ancak bu noktada akımın cinsi de oldukça önemlidir. 8-12 mA veya daha büyük akım tetaniye yol açan kas kontraksiyonlarına neden olur. Akımın tetanize edici etkisi yüzünden elektrik kaynağı ile temas süresi uzamakta ve sonuçta meydana gelen hasar artmaktadır. Kas hasarı, eklem dislokasyonları veya fraktürler izlenebilmektedir. 25 mA'lık akım ventriküler fibrilasyon veya kardiyak arrest ortaya çıkartabilir. 100 mA büyüklüğündeki akım beyin üzerinden geçer ve bilinç kaybı oluştururken, 200-1200 mA'lık akım konvülsiyon, solunum ve dolaşım merkezlerinin supresyonuna yol açabilir. Demiryollarındaki yüksek gerilim hatları nedeniyle oluşan elektrik yaralanmaları da, yüksek voltaj elektrik yaralanmalarına bir örnektir. Yaralanma kişinin direkt yüksek gerilim hattı ile teması ve/veya vücut ile yüksek gerilim hattı arasında ark oluşması sonucu meydana gelmektedir. Bu çalışmada, demiryollarındaki yüksek gerilim hatları nedeniyle elektrik yaralanması geçiren ve Yanık Merkezimize başvuran 5 hastanın verileri incelenmiştir.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Ağustos 2001 ile Mayıs 2004 tarihleri arasında demiryollarındaki yüksek gerilim hatlarında elektrik yaralanması geçiren ve Yanık Merkezimizde yatırılarak tedavi edilmiş olan 5 hastanın verilerinin geriye dönük olarak incelenmesi ile yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilmiş olan hastaların hepsi erkek hasta olup yaş ortalaması 19 (15-21) idi. 3 hasta yaralanmadan sonra ilk 6 saate yanık merkezimize yatırılmış iken 2 hasta ise ilk tedavileri başka merkezlerde yapılmış olup yaralanmadan sonraki 2. günde yanık merkezimize kabul edilmiştir. Hastaların hepsinin ilk müracaatları sırasında ve tedavi döneminde incelenmek üzere fotoğraflık kayıtları alınmıştır (Hasta-1(Resim-1a,1b), Hasta-2(2a,2b)). Hastaların ilk müracaatları sırasında üzerlerindeki yanık materyaller ve yapılmış olan



**Resim 1A:** Hastanın yanık merkezine ilk geliş anındaki görünümü(Hasta-1).

**Resim 1B:** Hastanın yüksek akımlı su ile yıkanması sonrası görünümü(Hasta-1).



**Resim 2A:** Flaş yaralanma meydana gelmiş hastanın pansuman öncesi yüz bölgesi görünümü (Hasta-2).

**Resim 1B:** Hastanın yüksek akımlı su ile yıkanması sonrası sırt bölgesinin görünümü(Hasta-2).

HASTA	CİNSİYET	YAŞ	*TBSA - %	2. DERECE	3. DERECE	CERRAHİ DEBRİTMAN + GREFTLEME	PROFİLAKTİK ANTİBİYOTERAPİ	HASTANEDE KALIŞ SÜRESİ	İLİŞKİLİ YARALANMA	SONUÇ
1	E	21	57	28	29	yok	yok	2 gün	yok	Ex
2	E	15	38	26	12	3 (Debritman+greftleme)	yok	33 gün	yok	Takipte
3	E	21	39	20	19	3 (Debritman+greftleme)	yok	53 gün	yok	Takipte
4	E	17	74	-	74	1 (Debritman+greftleme)	yok	6 gün	yok	Ex
5	E	21	52	42	10	yok	yok	40 gün	Dalak laserasyonu	Takipte

**Tablo 1:** Çalışmadaki hastaların özet bilgileri - \*TBSA: Total Body Surface Area

pansumanlar çıkarılmıştır. Yüksek akımlı su ile özel yanık tankında yıkanan hastalar kapalı pansuman ile takip edilmiştir. Yaralanma ile aynı gün yanık merkezine gelen hastaların hepsine tetanoz profilaksisi yapılmıştır. Yanık el bölgeleri naylon steril poşetler içerisine konulmuştur. Yanık ekstremitte bölgelerinin kalp seviyesinden yüksekte olmasına dikkat edilmiştir. Erken dönemde yanık merkezimize gelen 3 hasta dışındaki hastalardan ilk gelişte yara, kan, balgam ve idrar kültürleri alınmıştır. Yanık yüzde hesapları; vücudun tüm yüzey alanına göre vücut kısımlarının bölgesel alanlarının toplandığı Lund-Browder chartı ile yapılmıştır. Akut yanık döneminde sıvı replasmanı Parkland formülü ile ( $4cc \times vücut \text{ ağırlığı (kg)} \times yanık \text{ yüzdesi}$ ) yapılmış olup verilen mayinin yarısı ilk sekiz saatte kalan miktarı takip eden 16 saatte verilmiştir. Akut yanık şokunun atlatılmasını takiben (ilk 24-48 saat) sıvı verilme miktarı idrar çıkış takibine göre yapılmıştır. Yaralanma sonrası hemen yanık merkezine kabul edilen hastaların ilk 24 saat oral alımı kesilmiş, taze donmuş plazma gibi koloidal mayiler yaralanmadan sonraki 16. saatten sonra başlanmıştır. Hastaların düz grafleri alınarak kemik kırığı olup olmadığı araştırılmıştır. İç organ hasarını gözden kaçırmamak için batın USG ve genel cerrahi konsültasyonu alınmıştır. Elektrikğin kalp üzerine etkilerinin değerlendirilmesi için tüm hastaların elektrokardiyografik

tahlilleri yapılmış ve kardiyoloji konsültasyonları alınmıştır. Ayrıntılı nörolojik muayene tüm hastalara yapılmıştır. Diyetisyen konsültasyonu alınarak ağızdan yüksek kalorili proteinden zengin diyet verilmiştir. Hastaların hepsine santral venöz kateter takılmış ve sıvı tedavi takibinde önemli bir kriter olan santral venöz basınç takip edilmiştir. Yoğun bakım ünitesindeki takipleri sırasında tüm hastalardan günlük rutin biyokimya, tam idrar, tam kan, akciğer grafisi takibi yapılmıştır. Hastaların pansumanları yüksek akımlı su ile yanık tankında yıkanılmayı takiben vazelinli gaz ile kapalı pansuman şeklinde yapılmıştır. Nekroz bölgeleri ve granülasyon dokusu tam gelişmiş olan cilt alanları seri debridman+greftleme operasyonları ile tedavi edilmiştir. Hastalar taburcu edildikten sonra ilk 6 ayda ayda bir, takip eden 2 yılda 3 ayda bir kontrole çağrılmıştır. Hastalara geldikleri ilk dönemlerde profilaktik antibiyoterapi verilmemiştir. Hastaların kültür sonuçları üreme tespit edilenler için intaniye konsültasyonu alınarak enfeksiyona yönelik spesifik antibiyotik tedavisi verilmiştir. 3 hastaya cerrahi debridman ve greftleme operasyonu uygulandı. 2 hastaya ilk müdahalenin yapıldığı merkezlerde fasiyotomi uygulanmış olduğu görüldü. Merkezimize başvuran diğer 3 hastada ekstremitelerde dolaşım problemi izlenmedi ve fasiyotomi veya eskarotomi uygulanmadı.

## BULGULAR

Hastaların yanık yüzde ortalaması %49.6 (%38-74) olarak tespit edildi. Bu yanıkların ortalama %21.8'i (%20-35) 2. derece, %27.8'i (%5-74) 3. derece yanıktı (Tablo 1). Hastaların hastanede kalış süresi ortalama 21.8 (5-45) gün olarak bulunmuştur. Ark ve yanıklarının karakteristik özelliği olduğu üzere hastaların hiçbirinde belirgin bir giriş ve çıkış noktası izlenmedi. En sık etkilenen alanlar üst ekstremité, gövde ön ve arka yüz ve alt ekstremité olarak saptandı. Cerrahi debritleme ve greftleme hastalara uygulanan majör cerrahi tedavi yöntemi olmuştur. 3 hastaya toplam 7 debritleme+greftleme operasyonu uygulanmıştır. Tedavi sonrası şifa ile taburcu edilen bir hastada takip döneminde sol aksiller kontraktür gelişmesi nedeniyle kontraktürü açmak için muskulokutan latissimus dorsi ada flebi yapılmıştır. %40 2. 3. derece elektrik yanığı olan bir hastada; elektrik çarpmasını takiben tren üstünden düşmeye bağlı dalak laserasyonu meydana gelmiştir. Bu hastaya ilk müdahalenin yapıldığı merkezde splenektomi ameliyatı yapılmıştır. Diğer hastalarda yaralanmaya sekonder olarak eşlik eden başka patoloji saptanmamıştır. Tedavi süresi boyunca 2 hasta kaybedilmiştir. Kaybedilen bu 2 hasta incelendiğinde: 1. Hasta 21 yaşında %57 2.+3. derece yanık alanı bulunan ve merkezimize geldikten 2 gün sonra (yanık sonrası 4.gün) sepsis+ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome) sonucu gelişen kardiyopulmoner arrest sonucu kaybedilmiştir. 2. hasta %74 2.+3. derece yanık alanına sahip ve mekanik ventilatör desteğinde takip edilen hasta yanık sonrası 6. günde multipl organ yetmezliği tablosu ile kaybedilmiştir. Şifa ile taburcu edilen hastaların takip dönemlerinde böbrek fonksiyonları ile ilgili bir problem ile karşılaşılmadı. Hastaların EKG takiplerinde ritim bozuklukları saptanmadı. Hastaların hepsinde yaralanmadan sonraki ilk bir hafta içinde kreatin kinaz seviyelerinin 4 kat kadar arttığı gözlemlendi. Hasta idrarlarında tedavi şeklini değiştirecek miyoglobülinüri saptanmadı. Bu iki parametredeki yüksekliği hastaların iyileşme döneminde düştüğü gözlemlendi. Hastaların karaciğer enzimlerinde yaklaşık 3 kata kadar artış gözlemlendi ve bu yükseklik iyileşme döneminde normale döndü. Hastaların tümünde albumin oranları 2 gr/dl altına indiği görüldü ve katabolik etkinin geçtiği iyileşme döneminde albumin düzeyleri normale döndü. Hastaların hepsinde yüksek lökosit sayısı tam kan analizlerinde izlendi (15.000/dl üstü). Sepsis ve ARDS sonucu kaybedilen 2 hastada lökosit cevabının ilk gelişlerinde yüksek olduğu ve takip eden dönemde sepsis+ARDS nin belirginleşmesi ile yeterli lökosit cevabını veremedikleri saptandı (4.000/dl altı). Bu 2 hastada sepsis döneminde trombosit sayısı da 50.000/dl nin altına düştü. Hastaların hiçbirinde yattığı süre ve takip süresi boyunca nörolojik bir komplikasyonla karşılaşılmadı. Yüksek gerilim yaralanmaları sonucu sık rastlanan geç komplikasyon olan ve nadiren de ilk 3 aylık dönemde de görülebilen katarakt ortalama 18 ay (12 ay-24ay) lık takip süresinde hastalarımızda görülmemiştir.

## TARTIŞMA

Elektrik yaralanmaları değişik biçimlerde oluşabilir. Elektrik tellerinin bakımının yapıldığı ve ev dışı aktivitelerin

arttığı yaz aylarında artmaktadır. Demiryollarındaki yüksek gerilim hatları nedeniyle oluşan elektrik yaralanmaları ile karşılaşma bölgesel farklılıklar göstermektedir. Sternick ve ark. yayınladıkları çalışmada<sup>4</sup>, Rio de Janeiro'da bu tip yaralanmanın sıkça karşılaşıldığı ve bu kişilerin "train surfers" olarak adlandırıldığından bahsetmektedir. Bu çalışmada tren yolculuğu sırasında vagonların kalabalık olması nedeniyle yolcuların bir kısmının tren vagonları üzerinde seyahat etmesinin yüksek gerilim yaralanmasına neden olduğu vurgulanmıştır. Yine literatürde daha az vaka sayısı içeren yayınlar bulmak mümkündür<sup>5,6,7</sup>. Demiryollarında yüksek gerilim hatları nedeniyle karşılaşılan yaralanmalar sık karşılaşılan bir durum olmamakla beraber hayatı tehdit edici problemlere yol açabilmektedir. Halkın eğitimi, uyarıcı levhaların artırılması gibi önlemlerin alınması ile bu tip yaralanmaların azaltılabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürdeki yayınlarda bu tip hastaların bir kısmında davranış bozukluğu, suicidal girişime yatkınlık ile karşılaşılmıştır<sup>4,5,7</sup>. Kliniğimizde yatan hastaların yapılan muayenelerinde ise psikiyatrik bir patoloji ile karşılaşılmadı. Yaralanmanın çoğunlukla bilgisizlik ve ihmal sonucu meydana gelmiş olmasının psikiyatrik tablodaki farklılığı ortaya çıkardığı kanısındayız.

Hastalarda en sık etkilenen alan üst ekstremitéydi. Üst ekstremité, boyun ve gövdenin en sık etkilenen bölgeler olması yüksek gerilim hatlarına yakınlığı ve eldeki herhangi bir materyal ile yüksek gerilim hattı arasında ark oluşması ile açıklanabilir. Koller ve Sternick'in yayınlarda da benzer tablo ile karşılaşılmıştır<sup>4,5</sup>.

Hastalarımızda yanık alanı yüzdesi ortalama %49.6 (%38-74) olarak tespit edildi. Sternick ve ark. yaptığı çalışmada %34.5 (%8-80), Koller'in çalışmasında ise %24-79 olarak bildirilmiştir.

Yaralanmanın boyutlarının belirlenmesinde akımın voltajı, amperi, temas süresi, akımın vücutta izlediği yol, akımın cinsi, temas ve çıkış noktalarının rezistansı önemli rol oynar<sup>3,4</sup>. Kreatin kinaz ve idrarda miyoglobülinüri seviyelerinde klasik yüksek-voltaj yaralanmalarındaki yükselmenin saptanmaması yaralanmanın doğasına bağlı olabilir. Klasik yaralanmalarda elektrik akımının geçtiği hat üzerinde dokularda dirençleriyle uyumlu olarak ısı ve hasar oluşurken flaş tip elektrik yaralanmalarında kas hasarından ziyade kutanöz yanıklar oluşmaktadır.

Hastalarda bakteriyel kontaminasyonu önlemek için banyo tarzı günlük pansuman yapıldı. Günlük titiz pansuman ve nekrotik dokuların seri debritlemesinin yapılmasının lokal ve sistemik enfeksiyonu önlemede etkili olduğunu düşünmekteyiz. Yüksek voltajlı elektrik yaralanmalarında hastaların kaybedilmesinde en önemli etkenin sepsis<sup>3,4,7</sup> olduğunu göz önünde bulundurulursa günlük banyo tarzı pansuman ve seri debritlemenin önemi daha da ortaya çıkar.

Hastalarımızın hiçbirinde ekstremité amputasyonu uygulanmadı. Literatürde yüksek voltajlı elektrik yaralanmalarında yüksek amputasyon oranları bildirilmiştir<sup>2,8,9,10</sup>. Klasik yüksek-voltaj yaralanması olmamasının travmanın şiddetini azalttığını düşünmekteyiz. Ayrıca 2 hastaya ilk müracaat ettikleri merkezler tarafından



fasiyotomi uygulanmış olmasının ekstremitte dolaşımının rahatlatılmasında önemli katkısının bulunduğunu, sonuçta da amputasyon oranını düşürdüğü kanısındayız. Bu tip yaralanmalarda geç dönemde sıkça nörolojik komplikasyonlarla karşılaşmaktadır<sup>4,7,8</sup>. Hussmann kendi yanık merkezleri için bu oranı %73 olarak bildirmiştir<sup>2</sup>. Hastalarımızda takip süresi bu tür geç komplikasyonların değerlendirilmesi için yetersizdir.

Elektrik yanıklarının geç dönem komplikasyonu olmasına rağmen erken dönemde de nadir olarak saptanan katarakt komplikasyonu da hastalarımızda saptanmamıştır<sup>11</sup>.

Yıldırım çarpmasında olduğu gibi, yaralanmanın baş bölgesine direkt etki eden bir ark yaralanması olmamasının bu sonuçta etkili olabileceği kanısındayız.

Sonuçta tren yollarındaki yüksek gerilim hatları nedeniyle meydana gelen yaralanmalar ölümle sonuçlanabilmektedir. Tren yollarındaki yüksek gerilim hattı ile ilgili uyarı işaretlerinin artırılması, görsel ve işitsel basında yüksek gerilim hatlarına bağlı meydana gelen yaralanmaları ciddiyetinin topluma anlatılmasının bu tip yaralanmalara neden olabilecek kazaları azaltacağını düşünüyoruz.

*Yrd. Doç. Dr. Mustafa NİŞANCI*  
*GATA Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim*  
*Dalı, Etlik 06018, Ankara*

#### KAYNAKLAR

1. Janicak CA. Occupational fatalities caused by contact with overhead power lines in the construction industry. *J Occup Environ Med* 34: 328-332, 1997
2. Hussmann J, Kucan JO, Russel JC, et al. Electrical injuries: morbidity, outcome and treatment rationale. *Burns* 21: 530-535, 1995.
3. Bingham H. Electrical burns. *Clin Plast Surg.* 13(1): 75-85. 1986.
4. Sternick I, Gomez RD, Serra MC, Radwanski HN, Pitanguy I. "Train surfers": analysis of 23 cases of electrical burns caused by high tension railway overhead cables. *Burns.* 26(5): 470-473, 2000.
5. Koller J. High-tension electrical-arc-induced thermal burns caused by railway overhead cables. *Burns.* 17(5): 411-414, 1991.
6. Reichl M, Kay S. Electrical injuries due to railway high tension cables. *Burns Incl Therm Inj.* 11(6): 423-426, 1985.
7. Rabban J, Adler J, Rosen C, Blair J, Sheridan R.: Electrical injury from subway third rails: serious injury associated with intermediate voltage contact. *Burns.* 23(6): 515-518, 1997.
8. Hussmann J, Kucan JO, Russell RC, Bradley T, Zamboni WA. Electrical injuries--morbidity, outcome and treatment rationale. *Burns.* 21(7): 530-535, 1995.
9. Garcia-Sanchez V, Gomez Morell P. Electric burns: high- and low-tension injuries. *Burns.* 25(4): 357-360, 1999.
10. Luce EA, Gottlieb SE. "True" high-tension electrical injuries. *Ann Plast Surg.* 12(4): 321-326, 1984.
11. Mutlu FM, Duman H, Cil Y. Early-onset unilateral electric cataract: a rare clinical entity. *J Burn Care Rehabil.* 25(4):363-365, 2004.