

## FİZİKSEL TIP

### ELEKTRİK TRAVMASI VE ETKİLERİ : OLGU SUNUMU

#### ELECTRIC INJURY AND EFFECTS : A CASE REPORT

Figen Gökoğlu MD\*, Seher Kocaoğlu MD\*, Z. Rezan Yorgancıoğlu MD\*

\* Sağlık Bakanlığı Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği

#### ÖZET

Günümüzde aydınlatmada kullanılan alternatif elektrik akımı yaygın kullanımı ve dolayısıyla da kazalara yol açabilmesi yönünden önem taşımaktadır. Elektrik akımına maruz kalma sonrasında akımın cinsi, şiddeti, süresi vücudun direnci gibi farklı faktörlere bağlı olarak insan organizmasının bemen bemen tüm sistemlerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Bizim açımızdan özellikle kas-iskelet sistemi komplikasyonları önem taşımaktadır. Olgumuzda elektrik travması sonrasında bilateral humerus (kollum şirurjikum) kırığı meydana gelmiştir. Olayın ilginç olması nedeniyle bu olgunun sunulması amaçlanmıştır.

**Anahtar sözcükler :** Elektrik akımı, elektrik travması, komplikasyonlar

#### SUMMARY

Alternative electric current which is used for illumination is important because of its widespread use and accident risk. After exposure to electric current almost every organ system is affected, with differ severity which depends on factors like current type, exposure duration and body resistance. From our point of view especially musculoskeletal system complications are important. In our case bilateral humerus collum chirurgicum fracture had occurred due to electrical injury. Our aim in this case is to remind the physician about this interesting event.

**Key words :** Electric current, electrical injury, complications

#### GİRİŞ

Günümüzde elektrik enerjisi kullanımı yaşamımızın bir parçası olmuştur. Buna paralel olarak da elektrik kazaları önemli derecede artmıştır. Elektrik akımlarının vücutta meydana getireceği zararlar; akımın cinsine, maruz kalınan voltaja, alternatif akım frekansına, akımın şiddetine (Amper ), akımın etki süresine, topraklanma durumuna, elektrik devrelerinde izole edilmemiş noktaların bulunmasına, akım kaynağı ile kişi arasında akımı engelleyici maddelerin bulunmasına, kaza sırasında vücudun gösterdiği dirence ve akımın yönüne bağlıdır (1,2).

Elektrik akımları vücutta pek çok sistemi etkiler. Voltaj ve temas şekline göre 3 şekilde deri lezyonu meydana gelmektedir. Düşük voltajlı elektrik akımında veziküller, düşük veya orta voltajlı elektrik akımında deride akım izi (genelde el parmaklarında, saçlar arasında giriş lezyonu, ayak tabanında ise çıkış lezyonu olur) yüksek voltajlı elektrik akımında ise giriş ve çıkış lezyonu ve şiddetli ısıya bağlı olarak vücutta yaygın şiddetli yanıklar meydana gelebilir (3).

Çizgili kaslar elektriği iyi bir şekilde iletir. İki şekilde etki meydana gelir. İlk etki sonucu motor nöromusküler plakların uyarılması agonist ve antagonist kas kontraksiyonu ile sonuçlanır. İkinci etki ile lokal ısı artışı olur ve elektro termik hasarlara yol açar.

Deneyssel araştırmalar, kemik dokusunun kötü bir elektrik ileticisi olduğunu, yeterli derecedeki elektrik enerjisinin kas ve kemiklerden geçmesi sırasında aynı ısıyı meydana getirdiği ama kemik yapısının yüzeysel kaslardan daha uzun bir süre ısıyı muhafaza ettiğini göstermiştir. Elektrik akımına bağlı tendon yırtıkları sık değildir. Tendon yırtıkları daha çok kas ve tendonların birleşme yerinde ve tendonların aşırı gerilişine bağlı olarak meydana gelmektedir (4,5).

İskelet hasarı, sıklıkla majör elektrik travmalarına eşlik eder. Elektrik kazalarında kemik ve eklemlerde kazanın hemen sonrasında veya geç olarak lezyonlar meydana gelebilir. Kemik değişiklikleri şu mekanizmalarla açıklanabilir.

-Akımın geçişi sırasında meydana gelen ısı; doku ısı 1000 derece yükselerek kemiklerde ısı nekrozuna neden olur. Kortikal

kemiğin, yumuşak dokulara göre daha fazla ısı kapasitesinin olması sonucu derin kaslar yüzeysel kaslara göre daha fazla hasar görür.

-Mekanik travma ve kas kontraksiyonu ; akımın geçişine bağlı meydana gelen şiddetli kas kontraksiyonu gerek akımın fırlatıcı etkisi ile gerekse akımın direk etkisine bağlı olarak kişinin şuurunu kaybederek yüksekte düşmesi kemiklerde kırıklara, eklemlerde çıkıklara yol açar.

-Akım ile ilgili olarak meydana gelen yumuşak doku yaralanmaları, nörolojik hasarlar, kan damarları hasarları, enfeksiyon, kemiklerde değişiklikler meydana getirir. Gövde kasları spazmı sonucu vertebra kırıkları meydana gelir. Bazen kaza sonrası kırıkların teşhisi gecikebilir. Kas kasılması travma sonucu meydana gelebilir. Kemiklerde benekli kemik dekalsifikasyonu, eklemlerde kontraktürler ve luksasyon ve subluksasyonlar meydana gelebilir. Major elektrik zedelenmesi sonrası yaygınca yumuşak dokularda heterotopik ossifikasyon görülebilir. Heterotopik ossifikasyon doku zedelenmesi ve sistemik inflamatuvar cevap ile korelasyon gösterir. Eklemlerde ve diğer sinovial bölgelerde örneğin bursa ve sinir kılıflarında heterotopik ossifikasyon gözlenebilir (6,7)

Elektrik akımının kalbe olan etkileri iki tipte belirir. Ani belirtiler olarak, düşük voltajlı akımlara kısa süre maruz kalınması kalp faaliyetlerini geçici süre durdurur. Kısa bir süre sonra tekrar çalışmaya başlar. Göğüs ağrısı ve dispne meydana gelir. Kazadan 1-2 saat sonra herşey normaldir. EKG normalden sapmaları göstermez. Geç belirtiler olarak prekordiyal bölgede hissedilen angina pectoris ağrısını taklit eden "angina pectoris electrica" vardır. Çarpıntı, terleme, huzursuzluk, güç nefes alma birlikte bulunan bulgulardır. Haftalar aylar içerisinde kaybolur. EKG normale döner (8).

Damarlarda meydana gelen değişikliklerin elektrik akımının özel etkisinden çok ısıya bağlı olduğu gösterilmiştir. Vücut boyunca dolaşan elektrik akımı, doku perfüzyonunu kesebilir. Damarlarda ısının etkisi ile trombüsler oluşur(9).

Merkezi sinir sistemi de olaydan etkilenir. Ani belirtiler olarak, elektrik kazaları sonucu yüksek voltajlı akımla meydana gelen kazaların 3/4 ünde, düşük voltajlı akımla meydana gelen kazaların 1/3 ünde bilinç kaybı meydana gelir. Geç belirtiler olarak, baş ağrısı, baş dönmesi, sağırılık, kısmi ya da tam hafıza kaybı meydana gelebilir. Retrograd amnezi siktir. Elektrikli

aletlere veya elektriksel akımlara karşı nefret ve korku hissi gibi psişik reaksiyonlar da gözlenebilir (10).

Hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışmada akımın bir ön ekstremiteden diğer bir ekstremiteye geçmesi halinde medulla spinalisten geçen akımın büyük bir kısmı C5- C7 arası segmentlerde konsantre olmakta, bu seviyeden itibaren kranial ve kaudale gidildikçe akım etkinliği azalmaktadır. Ekstremitede parestezi ve güçsüzlük ile karakterize olan spinal atrofi gözlenildiği de belirtilmektedir (11).

Periferik sinirler elektrik akımları için çok duyarlıdır (Tablo I). Minör elektrik travmalarından sonra geçici sinir disfonksiyonu görülür. Semptomlar anestezi, parestezi, yada disesteziyi içerir. Tipik semptomlar karıncalanma, uyuşma, iğnelenme gibi geçici parestezi şekilleridir. İyileşme hemen hemen tamdır. Akımın sinir liflerine olan direk etkisi olarak elektrik şoku esnasında sinir dokusunun ısısının termal hasara yol açacak kadar yükselmediği, sinir fonksiyon bozukluğunun muhtemelen akımın sinir lifleri üzerine olan direk etkisi sonucu meydana geldiği bildirilmiştir(12).

**Tablo I:** Periferik sinirlerin elektriksel duyarlılığı

Akson Tipi	Fonksiyonu	Elektriksel Duyarlılık
A (Myelinli)		
Alfa	Propriosepsiyon Somatik motor	En yüksek
Beta	Dokunma,basınç	
Gama	Motor kas içiçği	
Sigma	Ağrı ,ısı, dokunma	
B (Miyelinli)		
	Preganglionik Otonomik	
C (Miyelinsiz)		
	Ağrı Postganglionik otonomik	En düşük

Elektrik akımı sonrası karaciğerde de birtakım değişiklikler oluşur. Yapılan çalışmalarda elektrik şokunu takiben 3-10. günlerde kan şekeri seviyelerinde düşme,10. günden sonra kan şekeri seviyelerinde artma 48. günde normale dönüş meydana gelir. Elektrik yanıklı hastalarda 2-3. günde albümin/globülin (alb/glb) oranı değişir. Albümin seviyesi düşer, globülin artar. Bazen de alb/glb oranı ters döner. Bu değişikliklerin derecesi, dokuların harabiyet derecesini elektrik yanıklı hastala-

rın durumunu gösteren bir parametredir. Ayrıca reversibl enzim değışiklikleri olabilir, serum bilirubini artabilir (14).

Elektrik akımının meydana getirdiği şiddetli şok etkisi, böbrek dokusu ve damarları üzerine olan direkt etkisi, elektrik akımı ile zedelenen kaslardan kana geçen myoglobinin böbrek üzerine olan etkisi sonucu böbreklerde fonksiyon bozukluğu meydana gelir. Böbrek filtrasyon basıncı azalır, idrar volümü azalır, kanda azot bulunan bileşikler görülür. Elektrolit denge bozukluğu ve proteinüri meydana gelir (15).

Akciđerlerde pnömotoraks, korpulmonale, ödem, peteşiyal kanama, gastro intestinal sistemde(GİS) de strese bağlı lezyonlar, GİS organlarında lezyonlar, gözde yanıklar, kornea lezyonları, optik nörit, katarakt, hemapoetik sistemde lökositoz, eozinopeni , lenfopeni görülebilir(15).

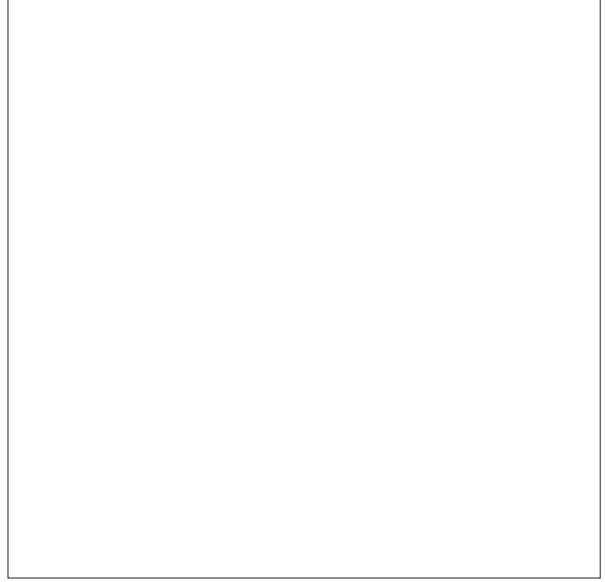
Elektrik akımının vücut sistemleri üzerindeki yaygın etkisi ve elektrik akımının olgumuz üzerindeki ilginç etkisi dolayısıyla bu olguyu sunuyoruz.

#### OLGU SUNUMU

Olgumuz 72 yaşında bayan hasta. Aralık 1998 tarihinde her iki omuz ve kolda ağrı, hareket kısıtlılığı şikayetleri ile kliniğimize başvurdu. Hasta Ağustos 1998 tarihinde elektrik akımına maruz kalmış. Olay çamaşır makinasının fişini çekmek isterken meydana gelmiş. Banyo zemini ıslakmış ve ayaklarında yalıtkan bir materyalden yapılmış terlik varmış. Birkaç saniyelik bilinç kaybı sonrasında elleri kenetlenmiş bir şekilde , vücudunda sarsıntı hissi ve kollarında şiddetli ağrı, uyuşma ile kendine gelmiş. Olay sırasında hastada düşme öyküsü yok. Yapılan ilk muayenesinde patolojik bulgu saptanmamış. Olaydan iki gün sonra her iki üst ekstremitede de yaygın yumuşak doku şişliği ve morluk şikayeti ile hastaneye başvurmuş. Bilateral humerus kollum şırurjikum kırığı tanısı ile opere edilmiş. Sağ omuza protez, sol omuza internal fiksator uygulanıp, daha sonra ikinci bir operasyonla internal fiksatorler alınmış. Operasyondan 2.5 ay sonra kliniğimize yatırılan hasta tetkik ve tedaviye alınmıştır. Soy geçmişinde anne ve babada aterosklerotik kalp hastalığı mevcut. Özgeçmişinde ise hipertansiyon, postmenapozal osteoporoz mevcuttu(osteoporoz için Didronat tb. ve Ca sandoz fort tb. kullanıyordu). Hasta 15 yıl önce sol kalçasından koksartroz nedeni ile opere edilmiş ve kalçasına protez uygulanmıştı.

Fizik muayenede her iki omuz ön tarafında insizyon skarları

mevcuttu (Resim-1). Gastrointestinal sistem, kardiyovasküler sistem, santral sinir sistemi olađan olarak deđerlendirildi. Genitouriner sistemde idrar yolu enfeksiyonu tespit edilip medikal tedavi uygulandı.



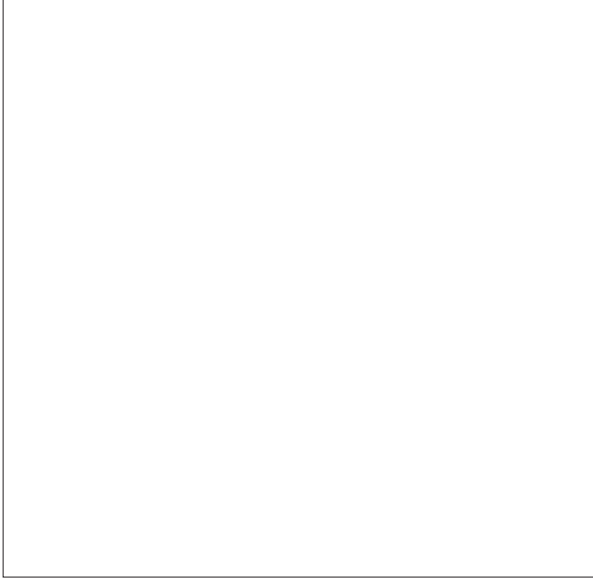
Lökomotor sistem muayenesinde, servikal lordoz azalmış, bilateral servikal lateral fleksiyonlar, rotasyonlar kısıtlı ve hareket sonunda ağrılı idi. Omuz hareket açıklıkları sağda; fleksiyon 50 derece, abduksiyon 60 derece, addüksiyon 5 derece, dış rotasyon 15 derece, solda; fleksiyon 70 derece, abduksiyon 80 derece, addüksiyon 10 derece, dış rotasyon 20 derece, olarak değerlendirildi. Üst ekstremitede deltoid ve trapezius kas gücü ağrı nedeni ile tam olarak değerlendirilemedi ancak atrofileri mevcuttu. Diğer kas kuvvetleri ve duyu değerlendirilmesi normaldi, DTR'ler normoaktifti.

Lomber lordoz azalmış, paravertebral spazm mevcuttu. Fleksiyon ve lateral fleksiyon kısıtlı ve ağrılı idi. Alt ekstremitede duyu ve kuvvet normal, DTR normoaktifti. Kalça hareketleri bilateral ağrılı, kısıtlı Fabere : +/+

Labarotuar incelemelerinde ; tam kan, eritrosit sedimentasyon hızı, rutin biyokimyasal incelemeleri TG, total kolesterol, VLDL yüksekliği dışında diğerleri normaldi. EKG normaldi. ENMG ise hastanın elektrik akımına karşı olan psişik reaksiyondan dolayı tamamlanamadı.

Bilateral iki yönlü omuz grafilerinde; bilateral kollum şırurjikum kırık hattı, kallus oluşumu, sağda sublukse protez, osteoporoz mevcuttu (Resim-2). AP kalça grafisinde solda protez ,

dejeneratif değişiklikler vardı. Servikal ve lomber grafilerinde de dejeneratif değişiklikler ve osteoporoz mevcuttu. AP ve femur BMD T skorları -2.5 olarak tespit edildi.



Olguya elektrik çarpması sonrası opere bilateral humerus kırık sekeli, osteoporoz ,poliartroz tanısı ile fizik tedavi ve rehabilitasyon programı uygulandı. Bilateral omuz ağrılarında azalma ve eklem hareket açıklığında artış kaydedildi. Osteoporoz medikal tedavisine devam edildi ve egzersiz programı ile hasta taburcu edildi.

### TARTIŞMA

Elektrik çarpması en sık aydınlatmada kullanılan şehir elektriği yani alternan akımla meydana gelir (2). Hastamızda da düşük voltajlı alternan akımla olay meydana gelmiştir. 1000Volt akımın altındaki akımlarda bilinç kaybının birkaç saniye sürdüğü bildirilmektedir(16). Bizim vakamızda da birkaç saniye süren bilinç kaybı ifade edilmektedir. Yalıtkan bir materyal olan lastik terlikler sebebiyle topraklanma olmamış ve akım vücudu terkedememiştir. Ayrıca ıslak deride vücut direnci düşüktür (17).

Vücudun iç direnci başlıca ekstremitelerde toplanır. Çünkü ekstremiteler yüksek dirence sahip olan kemik, tendon ve eklemleri içerir (17). Elektrik enerjisinin temas yerinde, ısıya dönüşüm maksimum düzeyde olur ve akımın geçtiği ekstremitelerde deri ve komşu dokular ısı ile etkilenir. Akımın yönü hasarı için önemlidir. Elektrik akımı deriyi geçip vücuda girdiğinde radyal bir yol izler ve çıkış noktasında tekrar toplanarak vücu-

du terk eder (12). Hastamızda akım sağ elden girmiş ve sol elden vücudu terk etmiştir. Normalde akımın giriş ve çıkış noktalarında vezikül, yüzeysel yada şiddetli yanık lezyonları görülmesi beklenir (3). Biz hastamızda bu lezyonları tespit edemedik. 2.5 ay sonra hastanın bize ulaşması nedeni ile bu bulguyu tespit edemediğimizi düşünmekteyiz. Tabii ki akıma maruz kalma süresi de önemlidir. Süre arttıkça etki de artmaktadır (2).

Elektrik akımı elde hem fleksör hem de ekstansör kasları etkiler; ancak fleksör kaslarda daha fazla kasılma olur ve parmaklarda fleksiyon hali oluşur. Hatta akımın şiddeti yüksek ise elektrik kablosundan kişi parmaklarını ayıramaz (4). Bizim hastamızda olay anında el parmakları fleksiyonda ve elleri birbirine kenetlenmiş olarak kendini bulmuştur. Yine olay sonrası 18-24 saat içinde spontan kaybolan kas ağrısı bizim hastamızda da söz konusudur.

Hastanın olay sonrasında gözlenen kollarında ki ödem, elektrik akımının vasküler etkisi ile açıklanabilir. Düşük frekanslı elektrik şoku, vasküler endoteli etkiler, zedelenme ve permeabilite artışı ile ödem görülür. (18,19).

Elektrik akımı, iskelet sisteminde çok iskelet kaslarını etkiler. Kontraksiyonlar sonucu, uzun kemik fraktürlerine, dislokasyonlara ve servikal omurga kırıklarına neden olabilir. Yapılan çalışmalarda yaşlılarda humerus başı ve boynunda, skapulada, ulnada kırıklara; omuz ekleminde çıkıklara sebep olduğu bildirilmiştir. Gençlerde ise femur kırıkları gözlenebilmektedir (20,21). Hastamızda olay sonrasında bilateral humerus kollum şırurjikum kırığı tespit edilmiştir.

Periferik sinirler de elektrik akımına çok duyarlıdır. Anestezi, parestezi, dizestezi olabilir. Minör elektrik travmalarından sonra geçici sinir disfonksiyonu görülebilir. Bu etkinin, akımın sinir lifleri üzerine etkisi ile veya arteriyel tromboz, vazospazm sonucu dolaşımı azaltarak yada travma sonrasında sinir dokusu etrafında ki nedbeler nedeniyle oluştuğu bildirilmektedir (16). Hastamızda da olay sonrası ilk günlerde geçici parestezi olmuştur.

Elektrik çarpmasına maruz kalan hastalarda karaciğer fonksiyon testlerinde bozulma, myoglobüri, proteinüri gibi laboratuvar bulguları beklenir(14,15). Bizim olgumuzun kaza sonrası laboratuvar tetkikleri elimizde olmadığından bu açıdan değerlendirilememiştir.

Sonuç olarak, elektrik çarpması sonrasında ortaya çıkabilecek önemli kas-iskelet sistemi problemlerine örnek oluşturduğundan bu olgunun sunumu uygun görülmüştür.

#### KAYNAKLAR

1. Gök Ş. Adli Tıp. Dördüncü Bası. Filiz Kitabevi. İstanbul, 1980: 282.
2. Somogyi E, Tedeschi GC. Injury by electrical force. In: Tedeschi GC, Eckert WC, Tedeschi LG. Forensic Medicine, Vol 1, WB: Saunders Comp. Philadelphia, London, Toronto: 1977:645.
3. Dale HR. Electrical accidents. A Discussion with illustrative cases. British Journal of plastic Surg 1954-55;7:47-48.
4. Artz CP. Changing concepts of electrical injury. Am J Surg 1974: November:600.
5. Hunt JK. Vascular lesions in acute electric injuries J Trauma 1974;14:461-473.
6. Barber WJ. Delayed bone and joint changes following electrical injury. Radiology 1971;99:45-54.
7. Brinn BL, Moseley E. Bone changes following electrical injury. Am J Roentg 1966;97:682-6.
8. Das MK. Electrocardiographic changes following electric shock. Indian J Pediat 1974;41: 192.
9. Buckley KI. Tissue injury by high frequency electric current Observations with the Sandison-Clark Ear-Chamber 1: Injury to small blood vessels. Aust J Exp Biol 1960;38:195-210.
10. Somogyi E, Tedeschi GC. Injury by electrical force. In: Tedeschi GC, Eckert WC, Tedeschi LG. Forensic Medicine. Philadelphia: Saunders Comp, 1977:658-660.
11. Panse F. Electrical lesions of the nervous system. In: Vinken PJ, Bruyn GW. Handbook of Clinical Neurology. Amsterdam North Holland 1970;7344-387.
12. Uglund MO. Electrical burns. A clinical and experimental study with special reference to peripheral nerve injury. Scand. Jour of Plast and Reconstr Surg. Supplementum 2, Stocholm, 1967.
13. Mankani M, Abramov G, Baddie A. Detection of peripheral nerve injury in electrical shock patients. Acad Sci 1994;720:206-12.
14. Somogyi E, Tedeschi GC. Injury by electrical force. In: Tedeschi GC, Eckert WC, Tedeschi LG. Forensic Medicine. Philadelphia : Saunders Comp, 1977:660.
15. Somogyi E, Tedeschi GC. Injury by electrical force. Tedeschi GC, Eckert WC, Tedeschi LG. Forensic Medicine. Philadelphia : Saunders Comp, 1977:660-661.
16. Grube BJ, Heimbach DM. Acute and delayed neurological sequelae of electrical injury. In: Lee RC, Cravalho EG, Burke JF. Electrical trauma: the pathophysiology, manifestations and clinical management. Cambridge: Cambridge University , 1992:133-52.
17. Somogyi E, Tedeschi GC. Injury by electrical force. Tedeschi GC, Eckert WC, Tedeschi LG. Forensic Medicine. Philadelphia : Saunders Comp, 1977:646-47.
18. Reilly JP. Scales of reaction to electric shock: thresholds and biophysical mechanisms. Acad Sci 1994; 720:21-37.
19. Cooper MS. Electrical cable theory, transmembrane ion fluxes, and the motile responses of tissue cells to external electrical fields. In: Frontiers of Engineering and Computing in Health Care- 85 IEEE/Engineering in medicine and Biology Society, Seventh Annual Conference. Chicago;1985.
20. Dalziel CF, Lee WR. Lethal electric currents. IEEE Spectrum 1969;6:44-50.
21. Oner N, Ozguzel H, Berker C. Musculoskeletal system damage with electrical injury. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Dergisi 1995;45:49-50.