

YÜKSEK VOLTAJ ELEKTRİK YARALANMASINA BAĞLI ÖLÜM : İKİ OLGU SUNUMU[†]

Dr. Harun TUĞCU (*), Dr. Ayper KAYA (**), Dr. Mustafa Özer ULUKAN (*),
Dr. İlknur TUĞCU (***) , Dr. Bülent CELASUN (**)

Gülhane Tıp Dergisi 46 (4) : 335 - 339 (2004)

ÖZET

Elektrik yaralanmalarında, morbidite ve mortalite oranı yüksek olup orijin sıklıkla kazadır. Elektrik yaralanmalarında, hasar termal etkiye veya elektriğin doğrudan etkisine bağlıdır. Yaralanmanın şiddeti, elektrik akımının yoğunluğuna, vücut direncine, vücuttan geçiş yoluna ve akım kaynağı ile temas süresine göre değişir. Bu çalışmada, yüksek voltaj elektrik yaralanmasına bağlı ölümlerle sonuçlanan iki olgu sunulmuştur.

OLGU I: 36 yaşında erkek, elektrik trafosunun bakımı sırasında kaynak ile temas olmaksızın elektrik akımına (30.000 Volt) maruz kalmış ve olay yerinde öldüğü bildirilmiştir.

OLGU II: 26 yaşında erkek, trene malzeme yükleme esnasında yüksek gerilim hattı (24.000 Volt) ile temas sonucu yaralanmış ve altı gün sonra öldüğü bildirilmiştir.

Dış muayenede; ilk olgunun üzerindeki elbiselerde ve vücudunun büyük kısmında yanık alanlar tespit edildi. İkinci olguda, vücudun büyük kısmında yanık tespit edildi. Her iki olguda da, elektrik trasesine ait deri örneklerinin histopatolojik incelemesinde, elektrik akımına bağlı değişiklikler saptandı.

Elektrik yaralanmalarına bağlı ölüm olgularının değerlendirilmesinde, olay yeri incelemesinin yanı sıra, kişinin olay sırasında üzerinde bulunan giysilerini de kapsayan ayrıntılı bir dış muayene yapılmalıdır. Otopside, şüpheli cilt lezyonlarından, çevre ve derin yumuşak dokuları da içeren örnekler alınmalı, birden fazla şüpheli deri lezyonu bulunan olgularda lezyonlar, ayrı kaplarda ve lokalizasyonları belirtilerek laboratuvara gönderilmelidir.

Anahtar Kelimeler : Yüksek Voltaj, Elektrik Yaralanması, Otopsi.

(*) GATA Adli Tıp ABD.

(**) GATA Patoloji ABD.

(***) TSK Rehabilitasyon ve Bakım Merkezi

Reprint Request : Dr. Harun TUĞCU, GATA Adli Tıp ABD., 06018 Etlik/ANKARA

E-mail:htugcu@gata.edu.tr

[†] VI. Adli Bilimler Kongresi'nde poster olarak sunulmuştur.

SUMMARY

Death Due to High Voltage Electrical Injury: Two Case Reports

The morbidity and mortality rates are very high in the cases of electrical injury, and the manner of death is exclusively accidental. The tissue damage is due to the thermal or direct effect of electrocution. The main determinants of current flow are the amount of current, resistance of human body, pathway of the current and the contact period. Two cases who died of the high voltage electrical injury are reported in this paper.

CASE I: A 36 year old male was electrocuted by high voltage electric current (30.000 Volt) without contact while he was maintaining the electrical transformer and found dead at the site of incident.

CASE II: A 26 year old male, contacted high voltage electric lines (24.000 Volt) while he was loading goods on to the train and died on the sixth day of the treatment.

We found burns on the clothes and body of the first case at the external examination. There were also burned areas covering nearly the whole body in the 2nd case. Histopathological specimens of the autopsies showed non-specific findings from the current pathway in both cases.

In addition to the crime scene investigation the clothes of victims must be examined carefully in the cases of electrocution death, and the specimens including adjacent tissues from all defined and suspicious looking skin lesions must be taken for histopathology, labelled in different containers and sent to laboratory.

Key Words: High Voltage, Electrical Injury, Autopsy.

GİRİŞ

Sıklıkla kaza orijinli olarak karşımıza çıkan elektrik yaralanmaları, yüksek mortalite ve morbidite ile seyretmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 52.000 kişinin elektrik yaralanması nedeniyle sağlık merkezlerine başvurduğu, 1.000 kişinin de öldüğü bildirilmektedir (1-3).

Aksoy ve arkadaşlarının İstanbul'da yaptığı çalışmada, 0-18 yaş arasındaki 740 çocuk otopsisinde, % 4.6 olguda ölüm nedeninin elektrik yaralanması olduğu (4), Yorulmaz ve arkadaşlarının asker

popülasyonunda yaptığı çalışmada ise, 169 ölüm olgusundan % 2' sinin elektrik yaralanmasına bağlı olduğu bildirilmiştir (5).

Elektrik yaralanmaları, düşük voltaja (<1000 Volt) bağlı ve yüksek voltaja (>1000 Volt) bağlı yaralanmalar olarak sınıflandırılabilir. Düşük voltaja bağlı yaralanmalar, genellikle elektrik prizlerine metalik nesnelere sokma veya kabloları ısırmaya bağlı olarak ortaya çıkmakta ve çocuklarda daha sık görülmektedir (2). Yüksek voltaj yaralanmaları ise, sıklıkla yüksek gerilim hattı veya trafolarında çalışan meslek gruplarında görülmektedir. Yüksek voltaj yaralanmalarında, kişinin elektrik akım kaynağı ile temas etmesine gerek yoktur (6).

Elektrik yaralanmalarında; doku hasarı, termal etkiye veya elektriğin direk etkisine bağlıdır. Yaralanmanın şiddeti, elektrik akımının şiddetine, vücut direncine, vücuttan geçiş yoluna ve akım kaynağı ile temas süresine göre değişmektedir (1).

Elektrik yaralanmalarına bağlı olarak acil servislere başvuran olguların prognozu ağır seyretmekte, sıklıkla yara debridmanı, sinir dekompresyonu ve amputasyon operasyonları gerekmektedir (2,7,8). En yüksek mortalite ile seyreden elektrik yaralanmaları ise yıldırım çarpmalarında görülmektedir (9,10).

Yüksek voltaj yaralanmalarında; yaygın arklar, alev ve flaş yanıkları, miyokard nekrozu, hepatik, pankreatik nekroz, gastrointestinal sistem kanamaları, ciddi genital yaralanmalar, merkezi sinir sistemi hasarı ve sekonder multipl organ yetersizlikleri prognozu belirlemektedir (2).

Elektrik yaralanmalarında ani ölüm, ventriküler fibrilasyon, asistol veya solunum kasları paralizisine bağlı olarak gelişebilir. Ayrıca, elektrik akımının beyin ve beyin sapından geçmesi sonucu da ani ölüm görülebilir (6,11).

Bu çalışmada, elektrik kaynağı ile temas olmaksızın yüksek voltaj elektrik yaralanmasına bağlı olarak ölen bir olgu ile yüksek voltaj elektrik kaynağına temas ederek ölen bir olgunun otopsi bulguları sunulmuş, elektrik yaralanmalarına bağlı ölüm olgularının otopsisinde dikkat edilmesi gereken hususlar vurgulanmıştır.

OLGU I

Elektrik trafosunun bakımı sırasında, akım kaynağına temas olmaksızın elektrik akımına (30.000 Volt) maruz kaldığı ve olay sırasında öldüğü bildirilen 36 yaşında erkek olgunun dış muayene ve otopside; üzerinde bulunan atletin ön kısmında 4,5x2,5 cm ve 3x1,5 cm boyutlarında, eşofmanın sağ bacak dış yan tarafında yanık alanlar olduğu, (Resim-1) her iki tem-

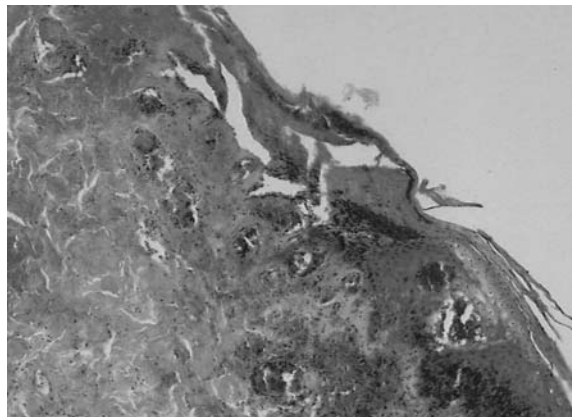
poral bölgede saçların kısmen yandığı, yüzde, boyunda ve göğüs ön kısmında geniş bir alanda derinin soyulması ile karakterize ikinci ve üçüncü derece yanık alanları, sağ inguinalde, glans peniste, skrotumda, her iki gluteal bölgede, sağ uyluk lateralinde, sağ diz çevresinde, sağ bacak ve sağ ayak lateralinde, sakral bölgede kas ve kemik dokuyu da içeren yanık alanlar saptandı.



Resim-1 : Sağ peroneal sinir boyunca, deride ve giyside yırtık tarzında elektrik çıkış yarası izlenmektedir.

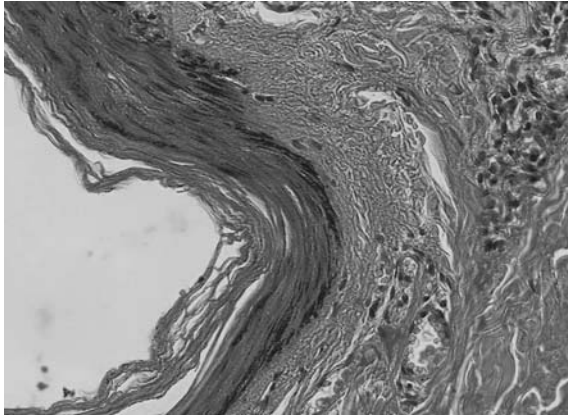
Saçlı deri altında noktavi tarzda kanama odakları tespit edildi. Beyin-beyincik 1525 g. tartıldı. Beyin ve beyincik yüzeylerinde makroskopik bir patoloji saptanmadı.

Sağ akciğer 650 g., sol akciğer 595 g. tartıldı. Her iki akciğerin yüzeyinde noktavi tarzda kanama alanları olduğu tespit edildi. Akciğer kesit yüzeylerinin hiperemik olduğu ve kesit yüzeylerinden hafif sıkmakla kanlı mayi sızdığı saptandı. Kalp yüzey, kapak ve boşluklarında makroskopik bir patoloji saptanmadı.



Resim - 2: Dermiste, koagülasyon nekrozu ve kanama izlenmektedir (HE.X100).

Toksikolojik incelemede; kanda ve idrarda aranan etken maddeler bulunmadı. Histopatolojik incelemede; karaciğerde minimal makroveziküler yağlı değişiklik, akciğerlerde alveoler ödem ve konjesyon saptandı. Elektrik akımının vücuda girdiği ve çıktığı alanlardaki deriden alınan örneklerde; epidermiste ülserasyon (Resim-2), yassı epitel hücrelerinin sitoplazma ve nükleuslarında uzama ve hiperkromazi, dermiste kollajende kabalaşma, koagulyasyon nekrozuna bağlı homojenizasyon dikkati çekmekte idi (Resim-3). Kişinin ölümünün, vücudundan elektrik akımı geçmesine bağlı gelişen solunum dolaşım yetersizliği sonucu meydana geldiği belirlendi.



Resim - 3: Epidermiste, kısmen sağlam görünen alanlarda yassı epitel hücrelerinin nükleus ve sitoplazmalarında uzama izlenmektedir (HE.X400).

OLGU II

Trene malzeme yüklenme sırasında, trenin üzerinden geçen yüksek gerilim hattına (24.000 Volt) temas ederek yaralanan 26 yaşında erkek olgu, acil müdahale sonrasında yanık merkezinde takip ve tedavi edilmiştir. Vücudunda, % 75 oranında yanık tespit edilmiş ve olaydan 6 gün sonra öldüğü bildirilmiştir.

Dış muayene ve otopside; yüzde, alında, boyun çevresinde göğüs ve karın önde, sağ kolda, sağ el birinci, ikinci ve üçüncü parmak dorsalinde, sırt bölgesinde, sol uyluk ve sol bacak ön yüzde, geniş yanık alanlar, sağ uyluk ön ve yan yüzde, sağ bacak yan yüzde greftler olduğu, göğüs ön yüzde çok sayıda metal sütür olduğu, sol kol ve sol elde epitel soyulmaları ile karakterize geniş yanık alanları olduğu tespit edildi. Beyin-beyincik 1400 g. tartıldı. Beyin ve beyincik yüzeyinin ıslak, parlak, hiperemik görünümde olduğu, kesit yüzeylerinin hiperemik olduğu saptandı.

Sağ göğüs boşluğundan 800 ml, sol göğüs boşluğundan 700 ml. seröz sıvı boşaltıldı. Her iki akciğerin serbest olduğu saptandı. Sağ akciğer 700 g., sol akciğer 600 g. tartıldı. Her iki akciğer yüzeyinin parlak, şiş, yer yer antrakotik görünümüne olduğu tespit edildi. Akciğerlerin kesit yüzeylerinden hafif sıkma ile kanlı köpüklü mayı sızdığı tespit edildi.

Kalp yüzey, kapak ve boşluklarında makroskopik patoloji saptanmadı. Karın boşluğundan 600 ml seröz sıvı boşaltıldı. Batın ve pelvis organlarında makroskopik patoloji saptanmadı.

Histopatolojik incelemede; göğüs derisinden alınan örneklerde de Olgu I'de tanımlananlara benzer bulgular saptandı. Karaciğerde, zonal (perivenüler) nekroz, akciğerlerde, konjesyon saptandı. Kişinin ölümünün, vücudundan elektrik akımı geçmesine bağlı solunum dolaşım yetersizliği ve komplikasyonlar sonucu meydana geldiğine karar verildi.

TARTIŞMA

Yüksek voltajlı elektrik akımına bağlı yaralanmalarda kişi, kaynakla temas halinde olmayabilir (6). Sunulan birinci olguda, şahsın elektrik kaynağı ile temas olmaksızın elektrik akımına maruz kaldığı, ikinci olguda ise elektrik akımı ile temas olduğu bildirilmiştir.

Yüksek voltaj elektriğinin atlayabileceği mesafeler, kaynağın voltajına göre belirlenmiş ve bu konuda çizelgeler düzenlenmiştir. Voltajın 15-37 Kv arasında olduğu durumda gerekli korunma tedbirleri alınmadan, 36 inç (91,44 cm) den fazla kaynağa uygun koşullar sağlanmadan yaklaşılmaması gerektiği belirtilmiştir (11).

Yüksek voltaj elektrik yaralanmasına bağlı olarak geniş vücut yanıkları saptanabilir (12). Sinir yaralanmaları, ekstremitenin en dar yerinde ve sinirin kemik ile fasiyal bantlara en yakın olduğu bölgelerde görülmektedir (1). Sances ve arkadaşlarının domuzlar üzerinde yaptığı deneysel çalışmada, elektrik akımına bağlı lezyonların en fazla arter ve sinirlerde olmak üzere sırasıyla; kas, yağ, kemik iliği ve kemik korteksinde saptandığı bildirilmiştir (13). Her iki olgumuzda da, geniş vücut yanıkları tespit edilmiş olup olgu I'de elektrik çıkış yarasının sağ peroneal sinir trasesi boyunca yırtık tarzında olması dikkat çekicidir (Resim-1).

Yüksek voltaj elektrik akımı yaralanmalarında, elektrik enerjisinin etkisine bağlı olarak kas kontraksiyonu sonucu fırlatılmaya bağlı olarak sekonder yaralanmalar ve kemik kırıkları saptanabilir (13). Alternatif akıma maruz kalan kişilerde, kaynak karşısında hareket edememeye bağlı olarak tetanik kasılmalar görülebilir (6). Sunulan iki olguda da,

sekonder yaralanmaya bağlı olarak iskelet sisteminde patoloji saptanmamıştır.

Elektrik yaralanmasına bağlı hepatik ve pankreatik nekroz, paralitik ileus, bağırsak perforasyonu, gastrointestinal sistem kanamaları, uzun kemik kırıkları, vertebralarda kompresyon kırıkları gelişebilir ve ciddi genital yaralanmalar görülebilir (12).

Elektrik giriş ve çıkış yaralarının belirlenmesi, adli araştırma açısından büyük önem taşımaktadır. Elektrik yaralanmalarında, iletkene özgü metal elementlerinin bir kısmının giriş yarası çevresinde kaldığı bilinmektedir (metalizasyon). Elektrik giriş yaralarındaki metal partiküller; histopatolojik (14), kimyasal, histokimyasal ve elektron mikroskopisi gibi yöntemlerle (15) tespit edilebilmektedir. Ayrıca, elektrik giriş ve çıkış yaralarının değerlendirilmesinde görüntü analizi yöntemi de kullanılabilir (16).

Elektrik yaralanmalarına bağlı ölüm olgularında, histopatolojik değerlendirme büyük önem kazanmaktadır. Deri örneklerinde en çarpıcı değişiklikler, epidermiste yassı epitel hücrelerinin nükleus ve sitoplazmalarındadır. Nükleuslar hiperkromatik ve uzamıştır. Dermiste koagülasyon nekrozuna bağlı hyalinizasyon, kollajende kabalaşma ve homojenizasyon görülmektedir (17). Her iki olguda da tanımlanan histopatolojik bulguların, elektrik akımı ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

Elektrik giriş yaraları, makroskopik olarak düşük voltaj yaralanmalarında vezikül ve bül tarzında olabilir. Bu lezyonların, çürümeye bağlı oluşan değişikliklerden ayırımı yapılmalıdır.

Elektrik yaralanmalarını, termal yaralanmalardan ayırmak bazı olgularda güç olabilir. Bu durumda, olay yeri incelemesinin yanı sıra kişinin üzerinde bulunan giysiler mutlaka incelenmelidir. Elektrik giriş yarasının, giysili bölgede olduğu durumlarda, giysilerde mikroskopik ve kimyasal yöntemler ile yanık ve elektrik geçişine bağlı oluşan metal partikülleri tespit edilebilir. Kişinin olay sırasında üzerinde bulunan giysilerin incelenmesinin adli araştırmanın bir parçası olduğu unutulmamalıdır.

Elektrik giriş yaralarının belirlenebilmesi için, otopside ayrıntılı dış muayene yapılmalıdır. Şüpheli deri bölgelerinden, çevre normal dokuyu kapsayacak şekilde örnek alınmalı, birden fazla şüpheli cilt lezyonu bulunan olgularda, lezyonlar ayrı kaplarda ve lokalizasyonları belirtilerek laboratuvara gönderilmelidir.

Kardiyopulmoner resusitasyon uygulanan kişilerin göğüs ön bölgesine uygulanan ve defibrilasyona bağlı oluşan lezyonların, özellikle yüksek voltaj elektrik akım lezyonları ile karışabileceği ve bu durumun, yanlış değerlendirmelere neden olabileceği bildirilmiştir (18).

Elektrik yaşamımızın bir parçası olsa da, elektrik çarpmasına bağlı oluşan yaralanma ve ölüm olguları, tedavi ve adli araştırma açısından komplike olgulardır. Özellikle, yüksek voltaj elektrik kaynaklarına yaklaşılabilecek mesafeler standart olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, yüksek voltaj elektrik akımı ile ilgili işlerde çalışanların bu konuda, eğitim almaları ve özel kıyafetler kullanmaları zorunludur (19).

KAYNAKLAR

1. Smith, M.A., Muehlberger, T., Dellon, A.L.: *Peripheral nerve compression associated with low-voltage electrical injury without associated significant cutaneous burn. Plast Reconstr Surg. 2002:137-144.*
2. Rai, J., Jeschke, M.G., Barrow, R.E., Herndon, D.N.: *Electrical injuries: A 30 year review. The Journal of Trauma, 1999; 46:933-936.*
3. Varghese, G., Mani, M.M., Redford, B.: *Spinal cord injuries following electrical accidents. Paraplegia, 1986. 159-166.*
4. Aksoy, E., Polat, O., İnanıcı, M.A., Çolak, B.: *Evaluation of childhood autopsies in Istanbul, Turkey. American Academy of Forensic Sciences, 48 th. Annual Meeting, 13-15 Feb. 1995. Seattle, USA.*
5. Yorulmaz, C., Dokgöz, H., Arıcan, N., Tuğcu, H., Koç, S.: *Adli nitelikteki asker ölümleri. Gülhane Tıp Dergisi. 2002;44:313-317.*
6. VanDenburg, S., McCormick, G.M. 2nd, Young, D.B.: *Investigation of deaths related to electrical injury. Southern Medical Journal, 1996: 869-873.*
7. Ferreira, I., Melendez, J., Regalado, J., Bejar, F.J., Gabilondo, F.J. *Factors influencing the sequelae of high tension electrical injuries. Burns, 1998: 649-653.*
8. Thaventhiran, J., O'Leary, M.J., Coakley, J.H., Rose, M., Nagendran, K., Greenwood, R.: *Pathogenesis and recovery of tetraplegia after electrical injury. J. Neurol Neurosurg Psychiatry, 2001: 535-537.*
9. Kalita, J., Jose, M., Misra, U.K.: *Myopathy and amnesia following accidental electrical injury. Spinal Cord 2002 40:253-255.*
10. Koumbouris, A.C.: *Electrical injuries. Critical Care Medicine 2002:424-430.*
11. http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=DIRECTIVES&p_id=1750 (Son erişim tarihi: 14 Haziran 2004).
12. Martinez, J.A., Nyguyen, T.: *Electrical injuries. Southern Medical Journal, 2000: 1165-1169.*
13. Sances, A., Myklebust, J.B., Larson, S.J., Darin, J.C., Swiontek, T., Prieto, T., Chilbert, M., Cusick, J.F. *Experimental electrical injury studies. Journal of Trauma 1981:589-597.*

14. Jacobsen, H.: *Electrically induced deposition of metal on the human skin. Forensic Science International.* 1997;90: 85-92.
15. Özaslan, A., Çakır, İ., Özaslan, İ., Koç, S., Cengiz, S.: *Elektrik giriş lezyonlarının taramalı elektron mikroskopisi(SEM-EDS) ile tespiti(olgu sunumu). Adli Tıp Dergisi.* 2002;16:24-27.
16. Xiohu, X., Hongquan, X., Jiazhen, Z., Ping, D.: *A preliminary study of skin electrical injury with computerized image analysis. Forensic Science International,* 1995; 73:197-202.
17. Gök, Ş., Soysal, Z. : *Elektrik akımlarının canlı organizmada meydana getirdiği lezyonlar ve bu lezyonların adli tıp açısından değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, Fakülte no 127, İstanbul, 1983:55-59.*
18. Danielsen, L., Gniadecka, M., Thomsen, H.K., Pedersen, F., Strange, S., Nielsen, K.G., Petersen, H.D.: *Skin changes following defibrillation. The effect of high voltage direct current. Forensic Sci Int.* 2003;8:134-41.
19. Tuğcu, İ., Alaca, R., Tuğcu, H., Ulukan, M.Ö., Halaç, E., Işık, A.F.: *Non-contact high voltage electrical injury through the antenna of a portable communication device: A case report, 2nd Annual Meeting of The Balkan Academy of Forensic Sciences, 3-6 June 2004, Serres, Greece.*