

Deneyssel olarak elektrik yaralanması oluşturulan ratlarda serum prokalsitonin ve kreatin kinaz düzeylerinin doku histopatolojisi ile ilişkisi

Correlation of serum procalcitonin and creatine phospho-kinase levels with tissue histopathology in rats exposed to experimental electric injury

Şebnem Kılıç,

Dr., MD.
Department of Emergency Medicine,
Toyata Government Hospital, Adapazarı
sebnemk@erciyes.edu.tr

Erdoğan M. Sözüer,

Prof. Dr., MD.
Department of General Surgery,
Erciyes University Faculty of Medicine,
esozuer@erciyes.edu.tr

Kemal Deniz,

Asst. Prof. Dr., MD.
Department of Pathology,
Erciyes University Faculty of Medicine,
kdeniz@erciyes.edu.tr

Recep Saraymen,

Dr., PhD.
Department of Biochemistry,
Erciyes University Faculty of Medicine,
saraymen@erciyes.edu.tr

Levent Avşaroğulları,

Assoc. Prof. Dr., MD.
Department of Emergency Medicine,
Erciyes University Faculty of Medicine,
lavsar@erciyes.edu.tr

Seda Özkan,

Asst. Prof. Dr., MD.
Department of Emergency Medicine,
Erciyes University Faculty of Medicine,
sozkan@erciyes.edu.tr

This article was presented as oral presentation in "Emergency Medicine Congress, 6-9 September 2006, Istanbul, Turkey"

This manuscript can be downloaded from the webpage:
[http://tipdergisi.erciyes.edu.tr/download/2007;29\(1\):018-024.pdf](http://tipdergisi.erciyes.edu.tr/download/2007;29(1):018-024.pdf)

Submitted : May 23, 2006
Revized : July 15, 2006
Accepted : November 20, 2006

Corresponding Author:

Şebnem Kılıç
Department of Emergency Medicine,
Toyata Government Hospital,
54100, Adapazarı/Turkey

Telephone : +90 264 2794046
E-mail : sebnemk@erciyes.edu.tr

Özet

Amaç: Elektrik yaralanmalarında serum prokalsitonin ve kreatin kinaz değerlerinin dokuda oluşan hasar düzeyini göstermede yararlı bir parametre olup olmadığını araştırmak ve elde edilen sonuçların doku histopatolojisi ile uyumunun incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışma, her biri sekiz rat içeren dört grup ile deneyssel olarak yapıldı. Çalışmaya alınan ratların ilk sekiz tanesi sham grubu olarak seçildi ve yaralanma oluşturulmadı. Çalışmadaki diğer rat gruplarına 110, 220, 600 volt değerlerinde elektrik akımı beş saniye süresince 0,1 amper değerinde ve ratların sağ üst-alt ekstremitelerine bağlanan elektrotlar vasıtasıyla anestezi altında yüksek gerilim test cihazı kullanılarak verildi. Çalışmanın 12. saatinde tüm gruplardan prokalsitonin ve kreatin kinaz düzeylerinin bakılması amacıyla serum örnekleri ve doku histopatolojisi için sağ uyluk bölgesindeki kas gruplarından biyopsi örnekleri alındı. Biyopsi materyalleri hemotoksilen-eosin ile boyanarak ışık mikroskopunda değerlendirildi.

Bulgular: Elektrik yaralanmasının oluşturulduğu üç gruptan yanık sonrası alınan serum örneklerindeki kreatin kinaz ve prokalsitonin sonuçları incelendiğinde yüksek voltaj grubuna ait verilerin istatistiksel olarak anlamlı derece yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca elektrik yaralanması oluşturulan gruplardan elde edilen histopatolojik skorlama sonuçları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Sonuç: Yüksek voltaj elektrik yaralanmalarında serum prokalsitonin ve kreatin kinaz düzeylerinin doku hasarını göstermede faydalı birer parametre olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: **Deneyssel model; Elektrik yaralanmaları; Kreatin kinaz; Prokalsitonin.**

Abstract

Purpose: The aim of this study was to investigate whether serum procalcitonin and creatine-phosphokinase levels may be useful parameters to indicate the severity of tissue damage and to seek a correlation between serum procalcitonin and creatine-phosphokinase levels and tissue histopathology.

Material and Method: A total of 32 rats were divided into 4 groups, each consisting of 8 rats. Group 1 did not undergo any procedure and was assigned as the control group. Groups 2, 3, and 4 were exposed to an electrical current of 110, 220, and 600 Volts, respectively, to induce electric injury. Groups 2, 3, and 4 were named low voltage, moderate voltage, and high voltage groups, respectively. Electric injury was induced with a specifically adjusted high voltage test device. Rats were anesthetized and given electricity of 0.1 Amper for 5 seconds through electrodes connected to the right upper and lower extremities. Blood samples were drawn from the rats at the 12th hour of the experiment to obtain serum procalcitonin and creatine-phosphokinase levels. Tissue samples were obtained from the striated muscle tissue from the right thigh and evaluated histopathologically using a light microscope.

Results: Procalcitonin and creatine-phosphokinase levels in the samples taken after exposure to electricity were significantly higher in the high-voltage group than those in the control group ($p<0.05$). The histopathologic score results in the samples, which were taken after the electric exposure, were also significantly higher in high-voltage group than those in the control group ($p<0.05$).

Conclusion: Serum procalcitonin and creatinin-phosphokinase levels may be useful indicators to estimate tissue damage in high-voltage electric injuries because serum procalcitonin and creatinin-phosphokinase levels were found to be significantly correlated with histopathologic damage score results.

High-voltage appears to cause more severe tissue damage compared with low- and moderate-voltage because the histopathologic score results of the high-voltage group were significantly higher than those of the control group.

Key Words: **Creatine phosphokinase; Electric injuries; Experimental model; Procalcitonin.**

Giriş

Isı, elektrik, kimyasal maddeler ve radyo aktif ışınların etkisi ile doku bütünlüğünün bozulması yanık olarak tanımlanır (1, 2).

Avşaroğulları ve arkadaşlarının yapmış olduğu beş yılı kapsayan retrospektif bir çalışmada Erciyes Üniversitesi Acil Tıp Anabilim Dalı'na yanık sebebiyle başvuran hastaların %11'inde elektrik yanığı olduğu tespit edilmiştir (3).

Elektrik yaralanmalarında dört tip yanık oluşmaktadır (4). Bunlar;

- Temas yanığı
- Temassız flash yanıkları
- Lokalize ark yanıkları
- Alev tipi termal yanıklardır.

İletim tipi yaralanmalar ile olan temas yanıkları, elektrik yaralanmalarının etiolojisinde en sık görülen sebep olarak karşımıza çıkar (1).

Elektrik yanıklarında oluşan doku hasarı genelde derin dokuları etkileyen bir koagülasyon nekrozu şeklindedir (2,5). Yaralanmaya bağlı olarak meydana gelen hasar, voltaj, akım şiddeti ve dokunun göstermiş olduğu direnç ile ilişkilidir (6).

Elektrik yaralanması sebebiyle kliniklere başvuran hastalarda yanık derecesini ve derin dokularda oluşturduğu yıkımı tespit etmek oldukça güçtür (7). Kreatin kinaz (CK), Adenozintrifosfat (ATP) dan kreatin'e reversibl olarak yüksek enerjili fosfat grubu transfer eden hücre içi bir enzimdir (8). Serum CK aktivitesinin ölçülmesi iskelet veya kalp kaslarını etkileyen hasarların tespitinde yol göstericidir (7). Prokalsitonin (PCT) sistemik enflamasyonu gösteren bir laboratuvar parametresidir (9). Özellikle bakteriyel enfeksiyonda, sepsis ve çoklu organ yetmezliği sendromu durumunda yapımı uyarılır. Septisemi ve gram negatif enfeksiyonlarda serum PCT konsantrasyonunun arttığı tespit edilmiştir (10, 11). PCT konsantrasyonunun 2 ng/ml olması sistemik enfeksiyonu, 10 ng/ml üzerinde olması sepsisi işaret eder (11). Septik şoklu hastalarda serum prokalsitonin düzeyi belirgin olarak yüksek bulunmuştur. Septik şoklu hastalar içinde de en yüksek değerler, eksitus olan hastalarda tespit edilmiştir (12).

Çalışmada deneysel olarak elektrik yaralanması oluşturulan ratlardan elde edilen serum PCT sonuçlarının, doku histopatolojisi ve tespit edilen serum CK düzeyleri ile

karşılaştırılarak elektrik yaralanmalarında oluşan doku hasarı düzeyini yansıtmadaki etkinliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma fonunun desteği ile Etik Kurul izni alınarak (Proje no: TT-04-35) Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik Araştırma merkezi'nde yapıldı.

Çalışmaya 32 tane Wistar Albino cinsi 200-250 gram ağırlığında dişi rat alındı. Ratlar randomize olarak seçildi ve her biri sekiz adet rat içeren dört grup oluşturuldu. Çalışmanın her aşamasında ratlara 100 mg/kg dozunda ketamin hidroklorit ile intraperitoneal olarak anestezi uygulandı.

Deneklerde çalışma için hazırlanmış yüksek gerilim test cihazı (Germak Elektrik-Kayseri) kullanılarak elektrik yaralanması oluşturuldu. Çalışmada kullanılan yüksek gerilim test cihazı 0-600 volt ve 0-1 amper değerlerini sağlayabilen dijital voltmetre-ampemetre düzeneğine sahipti. Yüksek gerilim test cihazına bağlanan iki elektrot vasıtasıyla ratların sağ üst ve alt ekstremitelerden 5 saniye boyunca elektrik akımı geçirildi. Tüm gruplara verilen elektrik akımının amper değeri maksimum 0,1 amper olacak şekilde ayarlandı.

Çalışmaya alınan gruplar:

- Grup 1: Sham grubu olarak seçildi. Elektrik akımı uygulanmadı.
- Grup 2: Düşük düzeyde(110 volt) voltaj değerinde elektrik akımı uygulandı.
- Grup 3: Orta düzeyde(220 volt) voltaj değerinde elektrik akımı uygulandı
- Grup 4: Yüksek düzeyde(600 volt) voltaj değerinde elektrik akımı uygulandı

Çalışmaya alınan ratlardan 12. saatte intrakardiyak ve takiben batın açılarak abdominal aort içerisinden anestezi altında kan örnekleri alındı. Tüm gruplardaki ratlar kan çekme yöntemi ile sakrifiye edildi. Ratlardan alınan kan örnekleri santrifüj edildi. Elde edilen serum örneklerinden biyokimyasal olarak PCT ve CK çalışıldı.

Tüm gruplarda bulunan ratlardan kan alma işlemini takiben histopatolojik değerlendirme için akımın geçirildiği hat olan sağ uyluk bölgesindeki femoral kaslardan biyopsi materyalleri alındı. Tüm gruplarda bulunan ratlardan alınan kas biyopsi örnekleri Erciyes Üniversitesi Patoloji

Anabilim Dalı laboratuvarlarında parafin ile bloklandı ve hemotoksilen-eosin ile boyanarak ışık mikroskopunda değerlendirilmek üzere hazırlandı.

Histopatolojik değerlendirmede daha önce yapılmış olan iki deneysel çalışmanın sonuçları kriter olarak alındı (5,13). Ratlardan alınan doku örnekleri bu çalışma verilerine dayanarak; nekroz, kontraksiyon bantları, interstisyel ödem, fokal hücre dejenerasyonu, hiperemi, iltihabi infiltrasyon, sarkolemmal nükleus dejenerasyonu, granüler dejenerasyon, navy görünümü, renk değişimi, sitoplazmik fragmantasyon, karyoreksis ve karyolizis açısından değerlendirildi. Tespit edilen her görüntü için preparatlara 1, herhangi bir patolojik değişiklik olmaması durumunda ise 0 puan verilerek değerlendirme yapıldı.

Biyokimyasal analiz: Ratlardan alınan kan örnekleri 30 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 3000 devir/dakika hızda 5 dakika santrifüj edildi ve serumları ayrıldı. Test öncesine kadar -24°C' de muhafaza edildi. Serum PCT düzeyleri, soğuk zincire uyularak, Gazi Üniversitesi Pediatrik İntaniye-Biyokimya laboratuvarında, spesifik, immunoluminometrik metot (LUMİ test PCT ILMA-kit, BRAHMS Diagnostica, Berlin, Germany) uygulanarak luminometre cihazında ölçüldü.

Serum PCT düzeyinin insanlarda 0,5 ng/ml'nin altındaki değerleri normal sınırlarda kabul edilmektedir. PCT değerinin 0,5-2 ng/ml arası orta-ciddi enflamatuvar bir durumu 2 ng/ml üstü ise ciddi sistemik enflamatuvar bir durumu göstermektedir (14). Çalışmamızda kontrol grubu verilerine dayanılarak 1,5 ng/ml altındaki PCT değerleri normal sınırlarda kabul edildi.

Serum kreatin kinaz tespiti için Roche İntegra CK rat kiti kullanıldı. Elde edilen sonuçların histopatolojik veriler ile korelasyonuna bakılarak 250-600 U/L arasındaki sonuçlar normal sınırdaki kabul edildi. 600-1000 U/L arasındaki değerler orta ciddi kas hücre yıkımını, 1000 U/L üzerindeki değerler ise ciddi kas nekrozlarını göstermekteydi.

İstatistiksel analiz: Çalışmada elektrik yaralanması oluşturulan ratlardan alınan serum örneklerinde PCT ve CK düzeylerine bakıldı. Elde edilen sonuçlar öncelikle Kolmogorov-Smirnov testiyle kontrol edilerek normalite analizi yapıldı. İstatistiksel analizde dağılım (Ortalama değer±SD) olarak tanımlandı. Sonuçlar normal dağılıma uyduğu için Tek Yönlü Anova testi ile istatistiksel analiz yapıldı. Post Hoc olarak Scheffe prosedürü kullanıldı.

Histopatolojik değerlendirme sonuçlarına göre gruplardaki ratların aldığı puanlar Kruskal Wallis ve Mann Whitney U testleri kullanılarak analiz edildi. Araştırmamızın istatistiksel analizleri, SPSS for Windows 11.0 paket programı kullanılarak yapıldı. P değerinin 0,05'den küçük olması anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular

Elektrik yaralanmasının oluşturulduğu üç gruptan (düşük voltaj grubu, orta düzeyde voltaj grubu ve yüksek voltaj grubu) yanık sonrası alınan serum örneklerindeki CK sonuçları incelendiğinde yüksek voltaj grubundaki ratlardan alınan serum örneklerine ait sonuçların sham grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derece yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,05) (Tablo I).

Tablo I: Gruplar arasında serum CK değerlerinin karşılaştırılması(Ortalama değer±SD, n=8)

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	F	P<
CK U/L	595.5±145	1345,2±944,5	1459,7±1042	2039,1±122 ^a	3,2	0,05

a: Grup 1'e göre anlamlı (p<0,05) farklılık.

Elektrik yaralanması oluşturulan üç gruptaki CK değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında voltaj değerlerinin artmasına paralel olarak anlamlı düzeyde artan CK değeri elde edilememiştir (p>0,05).

Elektrik yaralanmasının oluşturulduğu üç gruptan yanık sonrası alınan serum örneklerindeki PCT sonuçları incelendiğinde yüksek voltaj grubundaki ratlardan alınan serum örneklerine ait sonuçların sham grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derece yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,05) (Tablo II).

Tablo II: Gruplar arasında serum PCT değerlerinin karşılaştırılması (Ortalama değer±SD, n=8)

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	F	P<
PCT ng/ml	1,3±0,7	2,0±0,7	2,3± 0,8	2,7±1,1 ^a	3,3	0,05

a: Grup 1'e göre anlamlı (p<0,05) farklılık.

Elektrik yaralanması oluşturulan üç gruptaki PCT değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında voltaj değerlerinin artmasına paralel olarak anlamlı düzeyde artan PCT değeri elde edilememiştir (p>0,05).

Gruplar arasında istatistiksel olarak karşılaştırma

yapıldığında düşük, orta ve yüksek voltaj düzeylerinde elektrik yaralanması oluşturulan grup 2, grup 3 ve grup 4'teki ratların alınan doku histopatoloji örneklerinden elde edilen değerlendirme skorlarının sham grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur (p<0,05) (Şekil 1-4) (Tablo III).

Tablo III: Gruplar arasında histopatolojik skorlama sonuçlarının karşılaştırılması {X(min-max)}

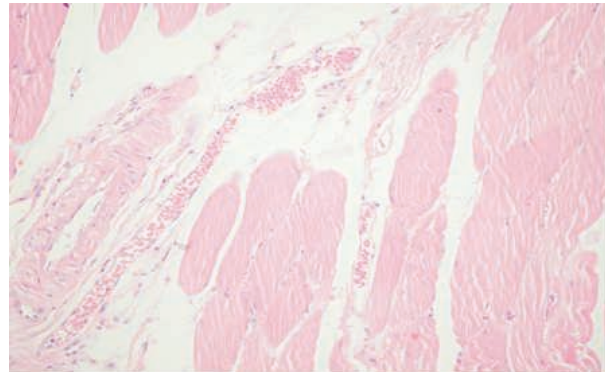
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	X ²	P
Patoloji bulguları	0(0-0)	1(0-2) ^a	1(0-3) ^a	1,5(1-5) ^a	16,56	<0,05

a: Grup 1'e göre anlamlı (p<0,05) farklılık.

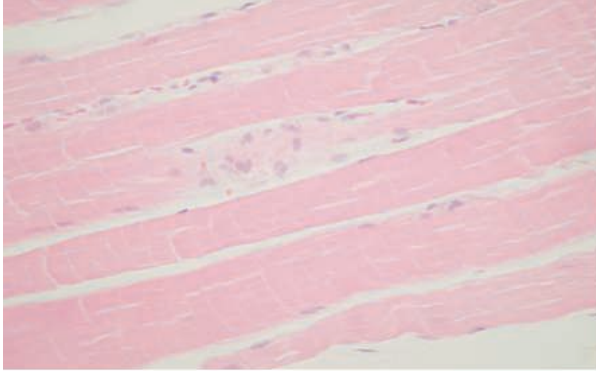
Histopatoloji sonuçlarının voltaj değerinin farklı düzeylerde tutulduğu 3 grup arasında istatistiksel analiz yapıldığında anlamlı bir sonuç elde edilmemiştir (p>0,05).



Resim 1. Normal kas dokusu



Resim 2. Damarlarda konjesyon ve hiperemi



Resim 3. Fokal nekroz

Tartışma

Elektrik yaralanması oluşturulduktan 12. saat sonra ratlardan alınan serum PCT ve CK değerleri incelendiğinde özellikle yüksek voltaj grubundaki serum düzeylerinin anlamlı olarak yüksek bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durumun yaralanmaya ikincil derin dokularda oluşan kas hasarı ve inflamasyona bağlı olduğu düşünülmüştür.

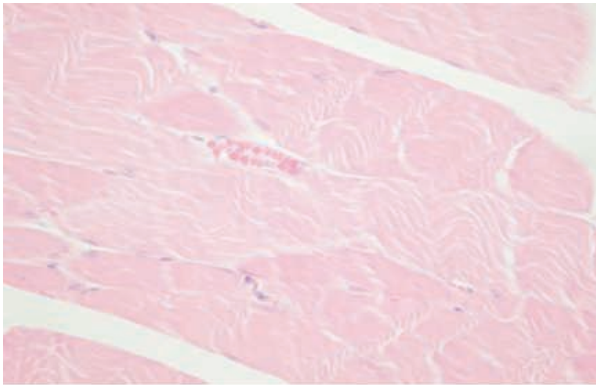
Bhatt ve arkadaşlarının yapmış olduğu elektrik yaralanmasına bağlı rabdomiyolizi konu alan çalışmada kas hücrelerinin sitoplazmasından dolaşıma miyogloblin ve kreatinfosfokinaz salındığı ve buna bağlı olarak serum değerlerinin yüksek bulunduğu belirtilmiştir (15).

Bu çalışmada da serum CK düzeyleri tüm gruplarda sham grubuna göre daha yüksek bulundu. İstatistiksel olarak analiz edildiğinde anlamlı fark yüksek gerilim ile elektrik yaralanması oluşturulan grupta tespit edilmiştir.

Daniel ve arkadaşları yaptıkları deneysel çalışmada yüksek voltaj elektrik yaralanması oluşturulduktan sonra kemik dokudaki ısı artışının çok yüksek düzeylere kadar çıktığı ve derin dokularda görülen hasarın bu artıştan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Yapmış oldukları deneysel çalışmada akımın geçtiği hat üzerindeki dokularda 91 °C ye ulaşan ısı artışı tespit etmişlerdir (16). Bu çalışmada özellikle yüksek gerilime bağlı olarak meydana gelen yaralanmanın daha şiddetli olması ve elde edilen serum CK sonuçlarının Grup 4 olarak adlandırılan yüksek voltaj grubunda anlamlı yüksek sonuçlar vermesi akımın geçtiği hat boyunca oluşan bu ısı artışlarına bağlanabilir.

Elektrik yaralanmalarında canlılığını kaybetmiş kaslardan miyogloblin, eritrosit yıkımından hemogloblin ve doku yıkımına sekonder diğer hücresel içeriklerin dolaşıma katılması ve dokuların perfüzyonunun bozulması primer hasardan sorumlu tutulmaktadır (17). Oluşan kas yıkımına ikincil olarak serum CK düzeyleri artar. Çalışmada serum CK değerlerinin tüm gruplarda kontrol grubuna göre yüksek olması yaralanmaya ikincil olarak artan doku yıkımlarını göstermektedir.

Kopp ve arkadaşları tarafından yapılan retrospektif bir çalışmada elektrik yaralanması sebebiyle takip edilen hastalarda CK düzeylerinin yüksek olduğu grupta mortalite ve morbiditenin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (9).



Resim 4. Kontrakte kas lifleri

Bu çalışmalardan çıkan sonuçlar ile yapmış olduğumuz deneysel çalışmadaki sonuçlardan birisi olan histopatolojik olarak dokuda hasar bulgularının ön planda bulunduğu yüksek gerilim grubunda CK düzeylerinin anlamlı artışı birbirine paralellik göstermektedir. Yapılan çalışmada doku hasarının yüksek olduğu grupta CK düzeylerinin de yüksek seyretmesi, elektrik yaralanması sebebiyle başvuran hastalardaki serum CK düzeylerinin yaralanma şiddeti, mortalite ve morbiditeyi yansıtması açısından faydalı bir parametre olduğunu desteklemiştir.

Elektrik yaralanmalarının oluşturduğu hasarın tespitinde serum PCT değerlerinin özellikle yüksek gerilime bağlı yaralanmalarda daha anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Elektrik yaralanmalarının yaklaşık %60 kadarı yüksek voltaj sebebiyle olmaktadır (17). Bu sebeple serum PCT ve CK değerlerinin yol göstericiliğinin daha önemli olacağını düşündürmektedir.

Yanık yaralanmaları sıklıkla immün supresyona neden olur ve hastalarda takip eden süreçte çoklu organ yetmezliği oluşabilir. Langerhans hücreleri, keratinositler, fibroblastlar, doku makrofajları ve endotelial hücrelerden birçok hücre mediatörü salınmaktadır (18). Sistemik enflamatuvar hastalıklarda serum prokalsitonin düzeyi artmaktadır (19). Bu çalışmada elektrik yanıklarındaki artan serum PCT değerleri, dokuda meydana gelen hasara sekonder olarak başlayan inflamasyonun sonucu olarak düşünüldü.

Castelli ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada kardiyojenik şok, kardiyak cerrahiye içeren majör cerrahi işlemler, pankreatit, yanık travmaları ve kaza yaralanmaları gibi non enfeksiyöz olaylarda PCT düzeyinin yükseldiği tespit edilmiştir (20).

Heimburg ve arkadaşları tarafından yapılan klinik bir çalışmada yanık hastalarında geç posttravmatik dönemin en önemli mortalite sebeplerinden birisi olan sepsisin erken tanısında serum PCT değerindeki yükselmenin yol gösterici olduğu bulunmuştur (21). PCT salınımının özellikle dokudaki septik ve enflamatuvar süreçlere sekonder olarak artması ve çalışmamızda yüksek gerilim yaralanması oluşan grupta serum PCT değerlerinin yüksek seyretmesi yanık hasarını tespitite bu biyokimyasal parametrenin faydalı olacağını desteklemektedir.

Elektrik yaralanmalarında akım izlediği yol boyunca tüm dokuları etkileyerek hasara neden olur. Meydana gelen doku hasarının büyük kısmı elektrik akımının ortaya çıkardığı ısı artışı sonucudur (17,16).

Elektrik yaralanmalarında derin dokuda görülen hasar, yüzeysel dokulara göre çok daha fazladır. Yaralanmadan sonraki günlerde doku hasarı hızla ilerleyen bir özellik gösterir (1). Bu durumun dokuda yanık lezyonları oluşması için gerekli olan süreyi arttırılabileceği söylenebilir.

Ratlarda elektrik yaralanması oluşturulduktan sonra alınan doku örnekleri histopatolojik olarak incelendiğinde, her örneğin oluşturulan skorlama sistemine göre almış olduğu puan voltaj değeri arttıkça belirgin olarak artmaktadır. Tüm voltaj gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde doku hasarı oluşmuş ancak veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde voltaj değerinin artışına paralel olarak anlamlılık göstermediği görülmüştür. Elektrik yaralanmalarında özellikle 48- 72 saatte dokulardaki hasarın çok daha geniş bir biçimde dökümete edilebileceği belirtilmiştir (17). Ancak çalışmamızda biyokimyasal parametrelerin de olması sebebiyle ve acil yaklaşımın irdelenmesinden dolayı bu 48- 72 saatlik zaman dilimi tercih edilmemiştir.

Sonuç olarak serum PCT ve CK düzeylerinin elektrik yaralanmalarında meydana gelen doku hasarını göstermesi açısından düşük ve orta düzeyde voltaj değerlerindeki yaralanmalarda yol gösterici olmadığı ancak yüksek voltaj elektrik yaralanmalarında istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek serum değerleri elde edilmesi sebebiyle faydalı olduğu bulunmuştur (Şekil 2-4). Ayrıca yüksek voltaja bağlı elektrik yaralanmalarında doku düzeyinde oluşan hasarın, normal doku histopatolojisi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek değerlerin elde edilmesi sonucuna dayanılarak yüksek voltaj değerlerinde meydana gelen elektrik yaralanmalarının çok daha ağır doku harabiyeti oluşturduğu söylenebilir.

Kaynaklar

1. Yormuk E. Plastik ve Rekonstruktif Cerrahi. In: Yormuk E. (ed). Yanıklar ve tedavileri. Antıp Yayınevi, Ankara 2001, ss. 41-66.
2. Mındıkoğlu A. Cerrahi dersleri 1. In: Mındıkoğlu A. (ed). Yanıklar ve tedavileri. İstanbul TıpYayınevi, İstanbul 1993, ss. 127-407.
3. Avşaroğulları L, Sözüer E, İkizceli İ, Kekeç Z, Yürümez Y, Özkan S. Adult burn injuries in an Emergency Department in Central Anotolia, Turkey: a 5-year analysis. Burns 2003; 29: 571-577.
4. Butler ED, Gant TD. Electrical injuries with special reference to the upper extremities. Am J Surg 1977;134:95-101.
5. Kalkan T, Demir M, Ahmed AS, et al. A dynamic study of the thermal components in electrical injury mechanism for beter understanding and management of electric trauma : an animal model. Burns 2004;30:334-340.
6. Ata U. Yanıklar ve tedavileri In: Şahinoğlu A H, editor. Yoğun bakım sorunları ve tedavileri. Ankara: Türkiye Klinikleri Yayınevi;1992. s. 771-786.
7. Koop J, Loos B, Spilker G, Hocrh RE. Correlation between serum creatinine kinase levels and extent of muscle damage in electrical burns. Burns 2004;30:680-683.
8. Dawn BM, Allan DM, Colleen MS. Basic Medical Biochemistry. Williams& Wilkins, Baltimore, 1996: 623-645.
9. Aalto H, Takala A, Kautiainen H, et al. Laboratory markers of systemic inflammation as predictors of bloodstream infection in acutely ill patients admitted to hospital in medical emergency. Eur J Microbiol Infect Dis 2004;23:699-704.
10. Bezuhly M, Gomez M, Fish J. Emergency department management of minor burn injuries in Ontario, Canada. Burns 2004;30:160-164.
11. Hallan S, Asberg A. The accuracy of C-reactive protein in diagnosing acute appendicitis: A meta-analysis. Scand J Clin Lab Invest 1997;57:373-380.
12. Bilgin N. Akut apandisit. In: Sayek İ, editor. Temel Cerrahi. Ankara: Güneş Kitapevi Ltd. Şti.1991. s. 766-780.
13. Zelt R, Daniel R, Ballard P, et al. High- Voltage Electrical Injury : Chronic Wound Evolution. Plast Rec Surg 1988; 6: 1027-1041.
14. Bursalı A, Araç M, Öner AY, Çelik H, Eksioğlu S, Gümüş T. Evaluation of the normal appendix at low-dose non-enhanced spiral CT. Diagn Interv Radiol 2005; 11: 45-50.
15. Bhatt DL, Gaylor DC, Lee RC. Rhabdomyolysis due to pulsed electric fields. Plast Reconstr Surg 1990;86:1-11.
16. Daniel R, Ballard A, Heroux P, Zelt RG, Howard CR. High-voltage electrical injury: Acute pathophysiology. J Hand Surg. 1988; 13: 44-49.
17. Achauer B, Eriksson E, Guyuron B. Plastic Surgery Indications, Operations, and Outcomes. In: McCauley R, Barret J, editors. Electrical Injuries. Newyork: Raven Pres; 2001. p. 375- 385.
18. Zhu C, Ying D, Mi J, et al. The zinc finger protein A20 protects endothelial cells from burns serum injury. Burns 2004; 2: 127-133.
19. Meisner M. Procalcitonin: A new and innovative parameter in diagnosis of infection. BRAHMS Diagnostica. 1996;2:162-183.
20. Castelli G, Pognani C, Meisner M, Stuani A, Bellomi D, Sgarbi L. Procalcitonin and C-reactive protein during systemic inflammatory response syndrome, sepsis and organ dysfunction. Crit Care 2004;8:234-242.
21. Von Heimburg D, Stieghorst W, Khorram-Sefat R, Pallua N. Procalcitonin a sepsis parameter in severe burn injuries. Burns 1998;24:745-750.