

Üst ekstremitenin elektrik yanıkları

Mehmet Yıldız⁽¹⁾, Muhittin Şener⁽²⁾, Hafız Aydın⁽²⁾

Bu yazıda, tedavisinde çeşitli güçlüklerle karşılaşılan elektrik yanıkları incelendi. Erişkinlerde %15, çocuklarda %10'un üzerindeki yanıklarda sıvı tedavisi gereklidir. Elevasyon atellemeler, intermitan pozitif basınçlı kompresyon ve ıslak pansuman diğer gereken tedavi yöntemleridir. Sık karşılaşılan bu yanıkların tedavisi ve komplikasyonlar literatür ışığında tartışılarak son gelişmeler verildi.

Anahtar kelimeler: Elektrik yanıkları, üst ekstremitate

Electrical burns of the upper extremity

In this article, we evaluated electrical burns that have some difficulties in the treatment. Electrical burns beyond 15% for adults and 10% for children indicate fluid replacement. Elevation, splinting, intermittent positive pressure compression and wet pedding, are other indicating treatment modalities. Treatment and complications of this common injury are discussed in the view of the literature and recent advances are given.

Keywords: Electrical burns, upper extremity

Elektrik yanıkları, major yanıkların %3'ünü oluşturur ve malesef daima üst ekstremitayı tutar (2). İki ana şekilde oluşurlar.

1. Düşük gerilimli yaralanmalar (400 voltan daha az olan ev tipi yaralanmalar)

2. Yüksek gerilimli yaralanmalar (Endüstriyel yaralanmalar)

Elektrik yaralanması sonucu 4 farklı tipte yaralanma olabilir.

1. Gerçek elektrik yaralanması, elektrik akımının iletken cilt yoluyla dokuya geçmesiyle oluşur.

2. Ark yanıkları, akımın geçtiği vücudun dış yüzeyinden yerle temas noktası arasında olur. Bu tip yaralanma yüksek gerilim yaralanmalarında olur ve ark ısısı merkezde 11000 derece C'dan yüksek olabileceği için şiddetli ve derin olabilir. Akımın oluşturduğu atmosferik durum nedeniyle, temas olduğunda hasta iletken 3 metre kadar uzağa fırlatabilir.

3. Alev yanıkları, arka birlikte olan yüksek gerilim yaralanmalarında elbiselerin tutuşması sonucu olur. Bu yanıklar orjinal elektrik yanıklarından daha ciddi olabilir ve alevle temas sıklıkla uzun sürdüğü için genellikle tam kalınlıkta (full-thickness) derin yanıklarla sonuçlanır (2).

4. Özellikle çocuklarda, elektrikli ısıtıcılara direkt temas yanıkla sonuçlanır. Bu yanıklar önemsiz olabilirse de 600-800 dereceden fazla ısıda olabilirler ve derin tam kalınlıkta yanıklarla sonuçlanabilirler.

Elektrik akımının etkileri

Akım dokulardan geçerken elektrik enerjisi ısıyı çevrilir. Akımın dokulara geçme kuvveti akımın voltajı ve dokunun direncine bağlıdır. Yalıtkan materyaller yüksek dirençli olduklarından akımı azaltırlar

ve elektrik şokunu önlerler.

Alternatif akım, tetanik kas kontraksiyonuna sebep olur. Üst ekstremitede fleksör kaslar tutulursa, yaralının eli elektrik iletkeninde kitli kalır ve böylece temas süresi uzar, sonuçta aşırı hasar oluşur. Tersine, ön kol ve el dorsalinde ekstansör kasların kasılması ekstremitenin iletken uzaklaşmasına ve yaralanmanın daha kısa sürmesine ve sonuçta yaralanmanın daha az olmasına neden olur.

Direkt akım, kaslarda aynı kasılmaya yol açmaz. Düşük gerilimli direkt akım aynı voltajdaki alternatif akım kadar tehlikeli değildir. Ancak yüksek voltajlı direkt akımla temas, aynı voltajdaki alternatif akıma göre daha öldürücüdür.

Doku direncinin iki ana komponenti vardır; cildin yüksek direnci ve internal direnç.

Kuru epidermis yüksek dirençlidir. Bu direnç, cildin kalınlığı ve vaskülerilesiyle değişiklik gösterir ve ortalama 40000 ohm/cm'dir. Elinde nasır olanlarda bu direnç 1000000 ohm/cm kadardır. El dorsalindeki cilt daha ince olduğu için direnci daha azdır. Rutubet cilt direncini önemli ölçüde azaltır, yaklaşık 300 ohm/cm'ye indirir. Cilt direnci, uygulanan voltaj, sıcaklık ve rutubete bağlı olarak değişebilir.

Üst ekstremitede kemik yüksek dirençlidir, sinir dokusu, kan damarları ve doku sıvısı içlerindeki tuz nedeniyle iyi birer iletkenlerdir. Internal direnç kemik dışında düşüktür.

Kemik ve tendon haricindeki dokuların tuz oranı düşük olduğu için internal direnç relatif olarak yüksektir.

Yüksek gerilim yaralanmalarında ciltde kömürleşme ve periosseöz doku hasarı oluşur. Soğutmayı takiben yüzeysel dokularda belirgin ısı kaybı olurken, kemik çevresindeki derin dokularda ısı kaybı gecikir

(1) Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Doç. Dr.

(2) Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Yard. Doç. Dr.

ve doku hasarının sadece ısıya bağlı değil aynı zamanda temas yüzeyine de bağlı olmasıyla yüzeysel kaslar normal görünmesine rağmen kemik çevresinde ciddi yaralanma görülebilir. Fasiotomi ve debridman yaparken bunlar göz önünde tutulmalıdır.

Her iki üst ekstremitenin arasında göğsün çaprazlanması tehlikelidir (2).

Elektrik yaralanmasıyla birlikte yüksekte düşmeye bağlı internal yaralanmalar ve kasların tetanik kontraksiyonları sonucu kırıklar oluşabilir (6).

Elektrik yaralarının görünümü

Yanık yaraları elektrik akımının giriş ve çıkış yerlerinde görülür. Eller akımın en sık girdiği, ayak tabanında en sık çıktığı kısımdır. Giriş ve çıkış yaraları aynı üst ekstremitede olduğunda ekstremitede ciddi internal harabiyet olur. Genelde en büyük hasar giriş yerindedir. Yanıklar birkaç mm.'lik küçük sirküler noktalardan birkaç cm. genişliğine kadar değişebilir. Kenarları iyi sınırlı olup merkezi çukurdur. Başlangıçta yaralanmanın boyutu tahmin edilemez. Bir kaç gün sonra nekroze sahalar görülmeye başlar. Genellikle giriş yeri iskemik, kuru, beyaz ve sarı yanmış saha şeklindedir. Ağrısızdır ve yarada metal tel parçaları veya tozları bulunabilir.

Çıkış lezyonları ise girişin aksine kabarıklık veya tüflek yaralanmış gibidir. Cilt sıklıkla yanık ve ısımsal yarıklarla işaretlenmiştir. Giriş ve çıkış yaralarında bül oluşumu nadirdir. Çünkü, ısıyla oluşan koagülasyon dokulardaki bütün inflamatuvar reaksiyonları önler. 24-48 saat sonra yanığın çevresinde ve derinliğinde eritem ve ödem sahaları görülür (2).

Yaralanmanın derecesi gerçekte, sıklıkla görüldüğünden daha geniştir. Periferik nabız palpe edilse bile sıklıkla canlı cildin altında ileri derecede nekroze olmuş kas vardır. Bu durum total yaralanmayı ve şoku önlemek için gerekli sıvı volümünün ciddi şekilde küçümsenmesine yol açar. İdrarda hemokromatojenlerin olması kas yaralanmasını gösterir. Gelişebilecek akut tübüler nekrozun önlenmesi için yüksek idrar volümü devam ettirilmelidir (6).

Başlangıçta normal görülen dokuların çoğu daha sonra nekrotik olacaktır. Yanığın santral kısmı hissi sinirlerin destrüksiyonu nedeniyle ağrısızdır. Yaralanmadan 7-10 gün sonra hasarın merkezi, kabuklanmaya ve aşırı nekroz belirgin olmaya başlar. Bazen nekroz çok derindir ve cilt altında bütün planlarda yayılır. 10 gün içinde yaraya bakteri girer ve doku yumuşayarak dirençsiz sonuçlanır (7).

Sadece giriş yaralarının derinliklerinde değil aynı zamanda akımın yolu boyunca, özellikle kemik ve tendon gibi dirençli lezyonları nedeniyle kaslarda paralizisi olabilir. Damarlar elektrik akımını iyi geçirdikleri için esas yaralanmadan uzakta vasküler ve diğer hasarlar meydana gelir. Bazen üst ekstremitede ana damarlarda pulsasyon palpe edilmesine rağmen kasları besleyen damarlar tıkanabilir. Kas yaralanmalarının eşit olmayışı elektrik yanıklarının karakteristiğidir. Esas tehlike damar iç duvarında nekrozdur, eğer tromboze ol-

mazsa gecikmiş kanamalar olabilir (2). Büyük arterler gece kendiliğinden rüptüre olabilir (7). Vasküler yaralanmalar sıklıkla yüksek gerilim yaralanmasından sonra görülürse de düşük gerilim yaralanması olan bir vakada da görüldüğü bildirilmiştir (1).

Alev yanıkları özellikle yüksek gerilim tipinde elbiselerin tutuşması veya akım arkı yoluyla olur. Bu yanıklar sıklıkla gerçek elektrik yaralanmasından daha şiddetlidir ve normal ısı yanıkları gibidir. Özellikle elektrik yaralanmasını takiben serebral konfüzyon olmuşsa yanık zamanı uzayacağından derin yanık oluşması riski vardır (2).

Tedavi planı

İlk olarak hasta elektrik kaynağından ayrılır. Bu akımın kesilmesi veya akım sağlayan kablonun yalıtkan kerpeten veya tahta saplı balta ile kesilmesiyle sağlanır.

Olay sırasında kardiyak fibrilasyon ve solunum durması olabilir. Hasta hastaneye nakledilmeden ağızdan ağıza solunum ve kardiyak masaj hayat kurtarıcıdır. Solunum durması endotrakeal entübasyon, oksijen verilmesi ve mekanik ventilasyonu gerektirebilir. Kardiyak fibrilasyon defibrilasyonu gerektirebilir. Nadir olmayan minör kardiyak aritmiler ise 48-72 saatte kendiliğinden kaybolur.

Hastalar, bilinç kaybı sırasında düşebilir. Bu durum kırık, çıkık ve kafa travmalarına neden olabilir (2).

Sıvı tedavisi

%15'den fazla yanığı olan erişkinler ve %10'dan fazla yanığı olan çocuklarda sıvı tedavisi gerekir. Kristalloid yerine koloidal solüsyonlar tercih edilmelidir. Sıvı tedavisi sırasında santral venöz basınç takibi, 24 saatlik idrar miktarı takibi yapılmalıdır.

Hunt ve Sato (1980) minimal sıvı tedavisine inanırlar ve 4 mlt Ringer Laktat/kg/yanık yüzeyi formülünü uygularlar (3). Kas hasarı varsa sıvı volümü, saatlik idrar volümü 100 mlt olacak şekilde ve idrarda hemoglobin ve hemokromatojenler görülmeyene kadar arttırılır. İdrar pH'sı alkali oluncaya kadar sıvının her litresine 44.5 meq NaHCO₃ ilave edilir. Tedavinin başlangıcında 12.5 mg Mannitol diürez için verilir. Bu rejim akut tübüler nekroz ve renal yetmezliği önler (2, 6). Akut tübüler nekroz; hipotansiyon, dehidratasyon, termal hasar, hipokalemi, rabdomyolizis, myoglobüri ve hemoglobinüriye bağlıdır. Bazı hastalarda inatçı oligüri geniş nekrotik doku debridmanı veya ekstremitenin amputasyonu ile düzelebilir.

Yara Tedavisi

Düşük gerilimli elektrik yaralarında giriş ve çıkış delikleri temiz tutulmalıdır. Elevasyonda aktif el egzersizleri fonksiyonel pozisyondaki statik atellerden çok daha değerlidir. Pratik olarak atellemek gerekirse el bileği 30° ekstansiyonda atelleme yapılması yeterlidir. Çünkü bu pozisyon yaklaşık, MP eklemleri

90 derece, PIP eklemi 30 derece, DIP eklemi 15 derece fleksiyona getirecektir.

Fleksör veya ekstansör tendonlar üzerinde özellikle MP eklem üzerinde tam kalınlıkta yanık oluşmuşsa el düz olarak atellenir. Parmaklardaki yanık sonrası kontraktürlerin çoğunda intrinsek kaslarda iskemiyi ve kısalma meydana gelir. İntrinsek kaslardaki iskemiyi düzelmesi; elevasyonda egzersiz, intermittant pozitif basınçlı kompresyon tedavisi ve intermetakarpal sahalarda debridman yapılması ile sağlanır (2).

Elektrik yaralanmalarında başlangıçta yapılması gereken bir başka işlemde periferik nabızların dikkatle incelenmesidir. Radial ve ulnar nabızların alınmıyor olması ekstremitede perfüzyonunun iyi olduğunu gösterir ancak elin dolaşımının kesin göstergesi değildir. Palmar arkta Doppler Ultrason muayenesinde akım yoksa hemen fasyotomi yapılmalıdır. Akım varsa ekstremitede yükseltilir, egzersiz yaptırılır, saat başı dolaşım kontrol edilir.

Median ve ulnar sinir sahalarında his kaybı da fasyotomi ve tutulan sinirin dekompresyonu için birer endikasyondur (6). Yanmamış sahalarda normal tuzlu su ile temizlenir, bütün büller patlatılır ve açık metotla tedavi edilir. Yanık sahasına herhangi bir nedenle sarğı uygulanması gerekiyorsa nitrofurazon emdirilmiş gaz sarğı kullanılır.

Yanığa bağlı ödemin azaltılmasında elevasyon, egzersiz ve intermittant pozitif basınçlı kompresyon tedavisi yetelidir (5).

Ameliyat zamanı aşağıdaki gibidir.

Eğer küçük full thickness yanıklar varsa digital damar ve sinirlerin üzerinde değilse veya dorsalde MP, IP eklemler üzerinde değilse erken eksizyon ve greftleme, yanıktan sonra 3-5. günlerde yapılır.

Geniş yanıklarda, özellikle çocuklarda cerrahi için 10-14. güne kadar fullthickness cilt kaybı kendini tam belli edene kadar beklenir.

Yüksek gerilimli elektrik yaralanmaları farklı tedavi edilmelidir. Çünkü bunlarda oluşan gerçek hasar, görünen tahmini hasardan daha fazladır. Fasyotomi ile erken dekompresyon yapılmalı, bunu debridman takip etmelidir. Eskarotomi ise sıklıkla üst ekstremitedeki sirküler yanıkların dekompresyonu için gereklidir.

Eskarotomi endikasyonları şu şekilde sayılabilir.

1. Distaldeki yanmamış ciltde siyanoz,
2. Kapiller dolmanın zayıflaması; tırnağa bastırma gösterilir.
3. Üst ekstremitenin distalinde ilerleyici hipoestezisi, anestezi veya paralizisi
4. Klinik yardım olarak Doppler flowmetre kullanılabilir

Maylor ve ark. eskaratomiden sonra palmar arkta arteriel akımın 18 olguda hemen geldiğini bildirmişlerdir. Klinik endikasyonu olduğu halde Doppler ile distal akımın sağlam olduğu tesbit edilen 25 has-

tada ise sadece elevasyon ve egzersizle iyi sonuç alınmıştır (4). Eskarotomi ihtiyacı ilk 72 saatte olur, sonra ödem azalmaya başlar. Üst ekstremitede ve parmaklarda medial veya lateral midaxillar çizgiler boyunca eskarotomi yapılır. Endike ise bilek ve dirsek eklemleri de insizyona dahil edilir. Dirsekte medial eskarotomi insizyonunun medial kondülün anteriorundan olmasına dikkat edilmelidir, aksi halde ulnar sinir hasara uğrayabilir.

Bu işlem yalnız full thickness veya derin termal yanıklarda gereklidir, anestezi verilmesi gereksizdir. Bu işlemden sonra bir miktar kan kaybı olabilir, ekstremitede ıslak pansuman ve bandajla elevasyonda tutulmalıdır. Girişim, acil olarak hastanın yatağında yapılabilir. Aşırı yanıklarda buna solunum sıkıntısını rahatlatmak için göğüs ve karın eskaratomisi ilave edilebilir. Yüksek gerilim yaralanmalarında derin kas hasarı düşünüldüğünde kas nekrozu ile tendon ve sinirlerdeki hasarı azaltmak için fasyotomi ve debridman erkenden yapılmalıdır (2).

Elektrik yaralanmasında derin doku hasarının botununun değerlendirilmesi deneyimli cerrahlar için bile zordur. Bu durumlarda arteriografi, xenon washout ve Tc 99 sintigrafi özellikle bariz proksimal yaralanması olup palpabl distal nabızı olan hastalarda faydalıdır.

Fasyotomi ve debridman ile ilgili olarak 2 ayrı görüş vardır.

Birinci görüş bir hafta veya daha fazla cansız dokuların tam demarkasyonu için beklenir ve sonra amputasyon, greft veya flep uygulanır. İkinci grup ise septik komplikasyonlardan kaçınmak için erken debridmanı önerir, ancak bu durumda canlı dokuların çıkarılma riski vardır. Klinik olarak canlılık bulgusu gösteren, yani; elektrik uyarısıyla kontrakte olan, kesilen yüzeyden kanayan ve normal renkli olan dokular ayrılır. Florescein boyama da canlı dokuların ayırılmasında intraoperatif olarak faydalıdır. Yara biyolojik pansumanla örtülür ve 72.96 saat sonra tekrar muayene edilir. İlave nekrotik dokular eksize edilir (6, 7).

Elektrik yanıklarında primer yaralanma genellikle kasın içindedir. Bu nedenle fasyotomi şarttır. İlerleyici kas nekrozu yüksek gerilim yaralanmasının kendisine değil, özellikle kemiklerin çevresindeki hipoksi ve enfeksiyona bağlıdır. Bu komplikasyonların ikisi de bütün ölü kasların debridmanı ve derin kas kompartmanlarının fasyotomi ile dekompresyonu sayesinde önlenir. Bu işlemler genel anestezi ve kan verilmesini gerektirir. Debridman kasta agresif, tendon ve sinirde konservatif olmalıdır. Sağlam dorsal venler ve paratenon korunmalıdır. Biyolojik örtü oto cilt grefti, homogreft veya fleple sağlanır. Pediküllü flepler veya serbest doku transferleri genellikle bu örtme için uygundur. Split cilt grefti uygulayabilmek için cansız kas dokusunun eksize edildiğinden emin olunmalıdır (2, 6, 7).

Wang Xue Wei ve ark. elektrik yaralanmasına uğramış üst ekstremitenin revaskülarizasyonu ile ilgili klinik araştırmaları ümit vericidir. Nekrotik kaslara erken debridman ve agresif eksizyon önermekte-

dirler. Radial ve ulnar arterlerde yaralanmayı tehlikeye sokacak açık bir yaralanma varsa proksimaldeki canlı damardan distaldeki sağlam damara kadar olan kısım eksize edilerek bu araya safen ven grefti mikrocerrahi teknikle dikilir. Kalan ekstremitenin canlılığı için bazı olgularda serbest flep getirilebilir (8).

Her türlü ezici ve kompresyon tipi yaralanmada olduğu gibi iskemik nekrotik dokularda anaerobik yara enfeksiyonu tehlikesi vardır. Elektrik yaralanmalarında tetanoz immünizasyonu esastır. Hastalar başışıkça 0.5 ml. Tetanoz aşısı yapılır. Başışıklıklar yoksa 250 Ü Hiperimmünglobulin ve 0.5 ml. aşı, sonra 2-6 hafta aralarla 0.5 ml. aşı daha yapılır. Anaerobik yara enfeksiyonu için herhangi bir şüphe varsa yüksek doz kristalize penisilin ve metranidazol ile tedavi edilir. Her yanıklı hastaya rutin profilaktik antibiyotik verilmez. Bakteriyolojik ve sensitivite testleri beklenerek uygun antibiyotik verilebilir (2).

Komplikasyonlar

Sepsis: Üst ekstremitte yanıklarındaki lokal ve sistemik sepsis, geç morbidite ve mortalitenin major sebebidir. Aseptik teknik, dikkatli cerrahi ve uygun antibiyotik kullanımı bu komplikasyonun sıklığını azaltır. 48 saat içinde başlangıç debridmanının yapılması sepsisin önlenmesinde önemlidir (2, 7).

Periferik sinir yaralanmaları: Periferik sinirler elektrik akımına çok düşük direnç gösterirlerse de özellikle cilt yaralanmasıyla birlikte değilse yüksek iyileşme potansiyeli gösterirler. Bu sebeple eldeki median sinir fonksiyonu yokluğu akımın direk etkisine veya karpal tüneldeki lokal ödeme bağlı olabilir. Bu vakalarda transvers karpal ligamentin kesilmesiyle dekompresyon düşünülebilir. Kalıcı defisit varsa klinik dönüş için yeterli zaman geçtikten sonra eksplorasyonda sinir intakt görülebilir fakat longitudinal fibrozis ve bazı liflerde destrüksiyon olabilir. Nörolizis endikedir. Bazen patoloji tam olarak explorasyon sırasında değerlendirilebilir. Cerrah nöroliz ve sinir grefti için hazır olmalıdır. Uzun bir segmentin tahrip olması kuraldır, bu nedenle uç uça sütür nadiren mümkündür. Gelişebilecek geç fonksiyonel bozukluk için ileride tendon transferi de yapılabilir (6).

En sık ön kol ve elde median sinir tutulur. Daha sonra sırasıyla ulnar ve radial sinirler tutulur. Cerrahi işlemler esnasında sinirlerde daha fazla hasar yapılmamalıdır.

Ampütasyonlar: Parmağın bir kısmı tek veya birçok parmak hatta tüm ekstremitte kaybedilebilir.

Kırıklar: Sadece eksternal fiksasyonla tedavi edilmelidirler. Internal fiksasyon yüksek lokal sepsis riski taşır.

Kontraktürler: Ciltde, ligamentlerde, tendonlarda ve eklemlerde kontraktürler olabilir. Cilt kontraktürleri açılıp greftlenir ve basınçlı sargı uygulanır (2).

Kaynaklar

1. Bongard O, Fagrell B: Delayed arterial thrombosis following an apparently trivial lowvoltage electric injury. *Vasa* 18 (2): 162-6, 1989.
2. Hobb, JAE, Laing JE: Electrical injuries of the upperlimb. In R Tubiana (ed): *The Hand WB. Saunders, Philadelphia* 3:779-87, 1988.
3. Hunt JL, Sato RM: Acute electric burns. *Arch Surg* 115: 434-8, 1980.
4. Maylor JA, Inge WW, Prvitt BA: Circulatory changes following circumferential burns evaluated by the ultrasonic flowmeter. *J Trauma* 11: 763-70, 1971.
5. Salisbury RE: Post burn oedema of the upper extremity; evaluation of present treatment. *J Trauma* 13: 857-62, 1973.
6. Salisbury RE, Dingeldein GP: The burned hand and upper extremity. In DP Green (ed): *Operative Hand Surgery* C. Livingstone Newyork 2: 2007-2031, 1993.
7. Wright PE: Special hand disorders. Crenshaw (Ed): *Campbell's Operative Orthopaedics* Mosby, St Louis, 5: 3171-3172, 1992.
8. Wang XW, Sun YH, Zhang GZ, Zhang TM, Davies JW: Tangential excision of eschar for deep burns of the hand. *Analysis of 156 patients collected over 10 years*. *Burns* 11: 92-98, 1984.

Yazışma adresi:

Doç. Dr. Mehmet Yıldız

K.T.Ü. Tıp Fakültesi

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

61080 Trabzon, Türkiye