



# Crush Sendromu ve Akut Böbrek Hasarı

## Crush Syndrome and Acute Kidney Injury

Engin ONAN

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Adana Dr. Turgut Noyan Eğitim ve Uygulama Hastanesi, Nefroloji Bilim Dalı, Adana, Türkiye

**Yazışma adresi:** Engin ONAN ✉ onanmd@gmail.com

### ÖZ

Travmatik rabdomiyoliz olarak da bilinen Crush (ezilme) sendromu, vücudun bir bölümünün ezilmesi sonucu kas hasarına ve miyogloblin, kreatin kinaz ve potasyum gibi toksik ürünlerin kan dolaşımına salınmasına neden olan tıbbi bir durumdur. Ezilme sendromu genellikle depremler, bina çökmeleri veya uzun süre ağır nesnelerin altında mahsur kalma; trafik kazaları gibi durumlarda ortaya çıkar. Tedavisi, böbrek yetmezliği gibi komplikasyonları önlemek için hastanın sıvı ve elektrolit düzeylerinin dikkatli bir şekilde yönetilmesini içerir. Bazı durumlarda, hasarlı dokuyu çıkarmak veya etkilenen kaslar üzerindeki baskıyı azaltmak için cerrahi müdahale gerekebilir. Crush sendromu geliştirmeye eğilimli hastalarda sıvı tedavisine mümkünse kurtarma anında agresif olarak başlanmalıdır. Mayi olarak izotonik salin önerilmektedir. Enkazdan çıkarılmadan intravenöz mayi verilemediyse, yetişkinler için 1 L/saat hızında intravenöz izotonik salin, kurtarmadan sonra mümkün olan en kısa sürede başlatılmalı; depremzede düzenli olarak değerlendirilmeli ve 3 ila 6 L sıvı verilirken en az altı saat idrar çıkışı izlenmelidir. Hiperkaleminin yakın takibi çok önemlidir. Potasyum içeren tüm sıvılar mutlak suretle kesilmelidir. Mannitol ve bikarbonat uygulamaları sadece kliniği yakın takip edilebilecek hastalarda özel endikasyonlarda kullanılmalıdır. Tedaviye bağlı hipervolemi dışında diüretik tedavi önerilmemektedir. Hiperkalemi, hipervolemi, şiddetli asidoz ve üremide aralıklı diyaliz tedavisi başlatılmalıdır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Crush sendromu, Akut böbrek hasarı, Travmatik rabdomiyoliz

### ABSTRACT

Crush syndrome, also known as traumatic rhabdomyolysis, is a medical condition that causes muscle damage and the release of toxic products such as myoglobin, creatine kinase, and potassium into the bloodstream when a part of the body is crushed. It is usually caused by earthquakes, building collapses, or being trapped under heavy objects for long periods of time. Treatment includes careful management of the patient's fluid and electrolyte levels to prevent complications. In some cases, surgery may be required to remove damaged tissue or reduce pressure on the affected muscles. In patients who are likely to develop crush syndrome, fluid therapy should be initiated aggressively, if possible, at the time of extraction. Isotonic saline is recommended. If intravenous fluid could not be administered before extraction, intravenous isotonic saline at 1 L/hr for adults should be initiated. Earthquake victims should be evaluated regularly and urine output should be monitored for at least six hours. Close monitoring of hyperkalemia is very important. Potassium-containing fluids should not be used. Mannitol and bicarbonate applications should only be used for special indications. Diuretic therapy is not recommended except for treatment-related hypervolemia. Intermittent dialysis treatment should be initiated in hyperkalemia, hypervolemia, severe acidosis, and uremia.

**KEYWORDS:** Crush syndrome, Acute kidney injury, Traumatic rhabdomyolysis

## ■ GİRİŞ

### Tanımlama

**T**ravmatik rabdomiyoliz olarak da bilinen Crush (ezilme) sendromu, vücudun bir bölümünün ezilmesi sonucu kas hasarına ve miyoglobinin, kreatinin kinaz ve potasyum gibi toksik ürünlerin kan dolaşımına salınmasına neden olan tıbbi bir durumdur. Bu durum böbrek yetmezliği, kalp durması ve hatta ölüm gibi çeşitli komplikasyonlara yol açabilir. Ezilme sendromu genellikle depremler, bina çökmeleri veya uzun süre ağır nesnelerin altında mahsur kalma; araba kazaları gibi durumlarda ortaya çıkar. Durumun ciddiyeti, ezilme yaralanmasının boyutuna, süresine ve ayrıca yaralanmanın konumuna bağlıdır.

### İnsidans

Ezilme yaralanması ile indüklenen sistemik belirtiler genellikle ezilme sendromu olarak adlandırılır. Bazı tahminlere göre, ezilme sendromu insidansı, yıkıcı depremlerin tüm yaralı kurbanlarının yüzde 2 ila 5'i ve travmatik rabdomiyoliz hastalarının yüzde 30 ila 50'si arasında değişmektedir (1). Çocukların ezilmeye bağlı yaralanma riski daha düşüktür ve yaralanırlarsa ölüm riski daha düşüktür (14). Hafif ya da ciddi şekilde yaralanmış olmalarına bakılmaksızın tüm afet kurbanlarının ezilme sendromu riskinin arttığı düşünülmelidir.

Ezilme yaralanması ile ilişkili akut böbrek hasarı (ABH) insidansı ve bu vakalarda diyaliz gerekme sıklığı farklı çalışmalarda büyük farklılıklar göstermiştir. İran, Bam'dan gelen bir raporda, hastaneye başvuran 1975 hastanın yüzde 6,5'inde diyaliz gerekirken Kobe depreminde yüzde 54 ve Marmara depreminde yüzde 75 hemodiyaliz gereksinimi olmuştur. Kobe depreminde, hemodiyaliz ihtiyacı artmış serum kreatinin kinaz (CK) seviyeleri ile doğrudan ilişkilidir, çünkü CK seviyesi 75.000 ünite/L'nin üzerinde veya altında olan hastaların sırasıyla %84 ve %39'unda diyaliz gerekli olmuştur (7,9,17).

Ezilme sendromunun semptomları, yaralanmadan hemen sonra ortaya çıkmayabilir, ancak saatler veya günler içinde gelişebilir. Bazı yaygın semptomlar arasında kas ağrısı, halsizlik, şişme ve koyu renkli idrar bulunur. Crush Sendromu ilişkili ABH önemli bir klinik durumdur ve dinamik yönetilmelidir.

Ezilme sendromu tedavisi, böbrek yetmezliği gibi komplikasyonları önlemek için hastanın sıvı ve elektrolit düzeylerinin dikkatli bir şekilde yönetilmesini içerir. Hasta ayrıca diyalize veya diğer destekleyici önlemlere ihtiyaç duyabilir. Bazı durumlarda, hasarlı dokuyu çıkarmak veya etkilenen kaslar üzerindeki baskıyı azaltmak için cerrahi müdahale gerekebilir.

### Akut Böbrek Hasarı

ABH hafif, şiddetli ve diyaliz gerektirecek düzeyde gelişebilir. ABH'nin şiddeti, kas yaralanmasının boyutuna, hacim kaybının derecesine, alta yatan komorbid durumların varlığına ve komplikasyonların gelişimine (örn. sepsis) bağlıdır (15).

Crush sendromu ilişkili ABH, prerenal, intrarenal veya postrenal etiyolojilerden kaynaklanabilir. Prerenal ABH, ezilme sendromu hastalarında yaygın olan şiddetli hipovolemiden kaynaklanabilir. Hastalar saatlerce veya günlerce suya erişemedikleri için süreç negatif sıvı dengesi ile sonuçlanmakta ve bu durum

ABH'nin nedeni olmaktadır. Ayrıca vasküler yaralanması olan hastalarda intravasküler hacim kaybedebilir ve hipovolemik şok gelişebilir. Ek olarak, kurtarma sonrasında, kas hasarı bölgelerindeki dekompresyon, intravasküler hipovolemiye ve prerenal ABH'ye yol açan reperfüzyonla ilişkili üçüncü sıvı boşluğuna sıvı kaybına neden olabilir.

Ezilme sendromundaki renal ABH tipik olarak rabdomiyolizden kaynaklanır. Rabdomiyoliz ile ilişkili akut tübüler nekrozun (ATN) karakteristik bulgusu koyu kırmızı, kahverengi veya siyah idrardır. Bununla birlikte, rabdomiyolizle ilişkili ATN'li bazı hastalarda, idrar rengi agresif sıvı resüsitasyonundan dolayı bozulmayabilir (5). Üriner sedimentin mikroskopik değerlendirmesi sıklıkla pigmentli granüler silindirleri gösterir. Hem pigmentinin indüklediği ATN'den kaynaklanan ABH, genellikle ilk oligürik dönemle karakterize edilir, bunu genellikle bir ila üç hafta sonra başlayan poliüri takip eder. Bazı vakalar nonoligürik bir seyir gösterebilir. Ezilme ile ilişkili yaralanması olan hastalarda renal ABH'nin diğer nedenleri arasında uzun süreli şoktan kaynaklanan iskemik veya toksik yaralanma, sepsis, nefrotoksik ajanların kullanımı, kalp yetmezliği, aritmiler veya transfüzyon reaksiyonları yer alır. Postrenal ABH, çoğunlukla pelvik travma geçiren hastalarda travmatik yaralanma veya idrar çıkışı yolunun obstrüksiyonu nedeniyle gelişebilir.

Rabdomiyolizle ilişkili ABH'yi karakterize eden biyokimyasal anormallikler arasında yaşamı tehdit edici olabilen hiperkalemi, hiperfosfatemi, hipokalsemi (iyileşme aşamasında bazen hiperkalsemi görülür), yüksek CK ve düşük fraksiyonel sodyum atılımı yer alır. Miyoglobinin kısa yarı ömrü ve plazmadan hızlı temizlenmesi nedeniyle yüksek serum miyoglobin seviyeleri çok nadiren saptanır.

### Önleme

Tüm hem pigmentine bağlı ABH vakalarında koruyucu tedavinin genel hedefleri, hem böbrek perfüzyonunu artırmak (böylece iskemik hasarı en aza indirmek) hem de obstrüksiyon yapan silindirlerin klirensini artırabilmek adına idrar akış hızını artırmaktır. Hacim resüsitasyonuna, ezilme hafiflemeden önce veya mümkün olan en kısa sürede, heme pigmenti ve diğer hücre içi elementler dolaşıma salınmadan ve kas yaralanması bölgesindeki üçüncü boşluk hipovolemiyi kötüleştirmeden önce başlanmalıdır (6). Afet durumunda, kazazedelerin afet alanında, sahra hastanelerinde, hastanelere ulaşım sırasında ve normal hastanelere kabul edildikten sonra ezilmeleri için önleyici tedbirler uygulanmalıdır. Afet sahasındaki en önemli önleyici tedbir, hacim azalmasının düzeltilmesidir. Hacim resüsitasyonu sırasında, sıvı uygulamasının zamanlaması ve hızı, sıvıların hacmi ve ayrıca sıvı türleri dikkate alınması gereken önemli unsurlardır.

### Enkazdan çıkarılmadan önce ve çıkarılma anında neler yapılmalıdır?

Mümkünse ezilme sendromu geliştirmeye eğilimli hastalarda sıvı tedavisine agresif olarak başlanmalıdır (3). Çocuklar da benzer şekilde erken ve agresif sıvı resüsitasyonuna ihtiyaç vardır. Yaralı henüz enkaz altındayken 15-20 mL/kg/saat hızında intravenöz sıvı verilmeye başlanmalıdır. Enkazdan çıkarma süresi iki saatten uzun sürerse, sıvı uygulama hızı 10 mL/kg/saat veya altına düşürülmelidir (19). Enkazdan çıkarılmadan

önce sıvı verilemiyorsa, çıkarıldıktan sonra mümkün olan en kısa sürede hacim resüsitasyonuna başlanmalıdır.

Kurtarma işleminden önce ve sırasında, Uluslararası Nefroloji Derneği'nin (ISN) Renal Disaster Relief Task Force (RDRTF) ile izotonik bikarbonat yerine izotonik salinin uygulanması büyük felaketlerde daha kolay bulunması ve hacim replasmanı için etkin olmasından dolayı önerilmektedir (21). Mümkünse izotonik saline ek olarak yüzde 5 dekstroz kullanılabilir, çünkü kalori sağlama ve hiperkalemiyi düzeltme avantajı sağlar. İzotonik salin başlangıçta depremzede henüz enkaz altındayken 1 L/saat hızında (saatte 10 ila 15 mL/kg vücut ağırlığı) verilmelidir. 2 litre mayı verildikten sonra hacim yüklenmesini önlemek için uygulama hızı 500 mL/saat'e düşürülmelidir. Ancak, bu hacim bireyselleştirilmelidir. Dikkate alınması gereken faktörler yaş (sıvı uygulaması yaşlı erişkinlerde daha dikkatli yapılmalıdır), vücut kütle indeksi (daha büyük vücut hacmine sahip depremzedeler için daha fazla sıvıya ihtiyaç vardır), travma paterni (daha ciddi travması olan hastalarda daha fazla sıvıya ihtiyaç duyulur) ve varsayılan sıvı kayıplarının miktarıdır (sıcak iklimlerde, idrar çıkışı devam eden ve kan kaybı olan kurbanlarda daha fazla sıvıya ihtiyaç vardır). Toplam vücut potasyumunun yüzde 70'inden fazlası kasta bulunur ve bu nedenle ezilme yaralanması olan hastalarda sıklıkla şiddetli hiperkalemi ve hızla yükselen serum potasyumu görülür. Bu nedenle, mümkünse, potasyum içeren solüsyonların (Laktatlı Ringer gibi) kullanımından genellikle kaçınılmalıdır. Alternatif yoksa, 5 mmol/L'den fazla potasyum içermeyen dengeli bir elektrolit solüsyonu kullanılabilir; bu gibi durumlarda potasyum yakından izlenmeli ve tedavi mümkün olan en kısa sürede potasyum içermeyen bir solüsyona (örn. izotonik salin) geçilmelidir.

#### **Depremzede enkazdan çıkarıldıktan sonra neler yapılmalıdır?**

Kurtarılan depremzedeler enkaz alanından mümkün olan en kısa sürede tahliye edilmelidir. Gerekli tıbbi ve cerrahi müdahalelerin kapsamını ve türünü belirlemek için hayati belirtiler kontrol edilmelidir. Hayatta kalma potansiyeli düşük olan depremzedeler tedavi için önceliğin kime verileceğini belirlemek için önceliklendirilmelidir. Daha sonra, yaşamı tehdit eden yaralanmaları belirlemek ve acil terapötik ihtiyaçlara öncelik vermek için yaralı hastanın ilk sistematik değerlendirmesi yapılmalıdır. Gerekli sıvı hacmini belirlemek için depremzedelerin hidrasyon durumu değerlendirilmelidir. Ekstraksiyondan (enkazdan kurtarma) önce intravenöz sıvı verilmediyse, yetişkinler için 1 L/saat hızında intravenöz izotonik salin, kurtarmadan sonra mümkün olan en kısa sürede başlatılmalıdır. Depremzede düzenli olarak değerlendirilmeli ve 3 ila 6 L sıvı verilirken en az altı saat idrar çıkışı izlenmelidir.

#### **Bikarbonat tedavisi**

İdrar çıkışı görüldükten ve aşikâr alkaloz durumu dışlandıktan sonra, alkalın diürez elde etme girişimi RDRTF tarafından önerilmektedir. Ancak, bikarbonat içeren tedavilerin kullanımı toplu afetlerde lojistik koşullarla sınırlı olabilir. Bu tür çözeltilerin hazırlanması zaman alıcıdır ve kontaminasyon ve hazırlamada hata riski taşır. Bu tedavinin mantığı, idrar pH'ını 6.5'in üzerine çıkarmanın, Tamm-Horsfall proteini ile heme-protein çökmesini, intratübüler pigment oluşumunu ve ürik asit çökmesini

önleyebilmesi, metabolik asidoz; ve hiperkalemiyi azaltabilmesidir. Alkalinizasyon ayrıca miyoglobinden serbest demir salınımını ve renal vazokonstriksiyonu artrabilen F2-izoprosentanların oluşumunu azaltabilir. NaCl yerine izotonik bikarbonat verilmesi de klorür birikimini ve gelişebilecek hiperkloremik asidozu önleyebilir. Bu potansiyel faydalara rağmen, doğrudan karşılaştırmalı bir çalışma yapılmadığından alkalın diürezin ABH'yi önlemede salin diürezden daha etkili olduğuna dair net bir klinik kanıt yoktur. Bikarbonatın optimal rejimi ve uygulama hızı bilinmemektedir. Ancak başlangıç tedavisindeki 2 litrelik mayilerin her 1 litresine 50 meq sodyum bikarbonat tedavisi önerilebilir (12). Genel olarak devam eden sıvı tedavilerine de ilk tedavi gününde toplamda 200-300 meq olacak miktarda sodyum bikarbonat eklenebilir. Bu noktada hastanın alkalozu girmemesine dikkat edilmelidir. Öte yandan bikarbonat tedavisinin ise plazmanın alkalinize olmasına bağlı kalsiyum fosfat çökme riskinin artması ve iyonize kalsiyum düzeylerinin azalmasına bağlı hipokalsemiye bağlı semptomların kötüleşmesi gibi riskleri vardır (26). Bu etkiyi minimize etmek için pH'nın 7,5 üzerine çıkarılmaması önerilmektedir.

#### **Mannitol tedavisi**

Ezilme sendromu durumunda ABH'yi önlemek için mannitol kullanımı tartışmalıdır; mannitol, rabdomyoliz hastalarında yararlı olabileceği gibi zarar verme potansiyeline de sahiptir. Mannitol, yakın izlemenin mümkün olması koşuluyla travmatik rabdomyolizli nonoligürik hastalarda intravenöz kristalloide faydalı bir yardımcı olabilir. Mannitol oligoanüri olan hastalarda kontrendikedir. İdrar akışı yeteriyse (>20 mL/saat olarak tanımlanır), 50 mL yüzde 20 mannitol (günde 1 ila 2 g/kg [toplam 120 g], saatte 5 g hızında verilir) eklenebilir. RDRTF-European Renal Best Practice (ERBP) çalışma grubunun üyeleri arasında, mannitol uygulamasına ilişkin bir fikir birliği bulunmamakla birlikte çoğu uzman mannitol kullanılıyorsa önce bir test dozu- na yanıt değerlendirilmesi önerilmiştir. Test dozu, üç ila beş dakika boyunca 60 mL intravenöz olarak uygulanan yüzde 20'lik bir mannitol çözeltisidir. İdrar çıkışında başlangıç düzeylerinin en az 30 ila 50 mL/saat üzerinde anlamlı bir artış yoksa mannitol tedavisine devam edilmemelidir. Bu koşullar altında devam eden mannitol uygulamasıyla hiperozmolalite, hacim yüklenmesi ve hiperkalemi riski bulunduğundan, yaklaşık 200 ila 300 mL/saatlik istenen diürez elde edilemezse mannitol kesilmelidir. Hasta dikkatli bir şekilde izlenmediği ve uygun olduğunda kayıplar telafi edilmediği sürece, mannitol hem hacim kaybına hem de serbest su kaybına neden olabileceğinden hipernatremiye yol açabilir. Çok yüksek dozlarda veya böbrek fonksiyon bozukluğu nedeniyle renal atılımı azalmış hastalara uygulanan mannitol de plazma ozmolalitesini hiperozmolalite ve hacim genişlemesi semptomlarına neden olacak kadar yükseltebilir. Plazma ozmolalitesindeki artış ayrıca potasyumun hücrelerden pasif hareketine neden olabilir ve plazma potasyum konsantrasyonunu yükseltebilir. Hastalar günde 200 g'dan fazla mannitol ile tedavi edilirse ABH oluşabilir.

Mannitolün heme pigmentinin neden olduğu ATN'ye karşı koruyabileceği mekanizma tam olarak net değildir. Deneysel çalışmalar, mannitolün, intratübüler heme pigment birikimini ve silendir oluşumunu en aza indiren bir diürez neden olarak koruyucu olabileceğini öne sürmüştür (25). Ayrıca, mannitolün

bir serbest radikal temizleyici olarak hareket edebileceği ve böylece hücre hasarını en aza indirebileceği öne sürülmüştür. Böbrek üzerindeki bu yararlı etkilerine ek olarak mannitol, yaralı kaslardan tutulan su miktarını azaltarak kompartman sendromunu önleyebilir (2).

Çoğu kontrolsüz olan mevcut retrospektif seriler, mannitole ek bikarbonatın heme pigmentinin neden olduğu ABH'yi önlemedeki etkinliğine ilişkin çelişkili sonuçlar bildirmektedir (4,13). Örnek olarak, serum CK konsantrasyonu >5000 ünite/L olan 382 hastanın 154'ü mannitol ve bikarbonat ile tedavi edilmiştir (4). Mannitol ve bikarbonat ile tedavi edilmeyen hastalara göre ABH insidansında (yüzde 22'ye karşı yüzde 18), diyalizde (yüzde 7'ye karşı yüzde 6) veya ölümdede (yüzde 15'e karşı yüzde 18) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Hacim resüsitasyonunun yeterliliği, ABH'ye katkıda bulunan diğer faktörlerin varlığı (örn. ilaçlar, sepsis, hipotansiyon), müdahalelerin zamanlaması bu bulguların yorumlanmasını zorlaştırmaktadır.

### Hiperkaleminin önlenmesi

Rabdomiyoliz veya ezilme sendromu olan sporadik hastalarda hipokalemi gelişirse de, daha fazla sayıda hastada hayatı tehdit eden klinik durum hiperkalemidir (16). ABH yokluğunda bile hiperkalemi meydana gelebilir, çünkü zedelene kas dokusundan büyük miktarda potasyum salınabilir. Felaket koşullarında ilk triyajda potasyum ölçümleri nadiren mevcut olduğundan, potansiyel ezilme sendromu olan kurbanların daha yoğun tedavi için daha güvenli alanlara nakledilmesi, mümkünse, koruyucu bir gastrointestinal katyon değiştirici dozunun (sodyum zirkonyum siklosilikat (SZC) veya patiromer) uygulanmasından sonra başlatılmalıdır.

SZC, daha hızlı etki başlangıcı nedeniyle genellikle patiromere tercih edilir. Sodyum polistiren sülfonat (SPS) bağırsak duvarının ülserleri ile ilişkili olmasına rağmen, ölümcül hiperkalemi riski son derece yüksek olduğundan, SPS'yi afet ezilme kurbanlarında SZC ve patiromer mevcut olmadığında kullanılması önerilir (20). Sıvı replasmanı için izotonik çözeltilerin çoğu potasyum içerir (örn. Ringer laktatı). Yaşamı tehdit eden hiperkalemi riski nedeniyle, ezilme sendromu riski taşıyan hastalarda bu tür preparatların ampirik olarak uygulanması kesinlikle kontrendikedir. Plazma potasyumunun stabilize olana kadar günde birkaç kez izlenmesini önerilmektedir. Birçok depremzedede sıvı uygulamasına sahada veya nakil sırasında başlanır; ancak tüm önerilerin aksine bu çözeltiler potasyum içerebilir (18). Bu nedenle hastaneye yatışta tüm sıvı infüzyonları kontrol edilmeli ve potasyum içeren solüsyonlar derhal kesilmelidir. Hiperkalemi uygun şekilde tedavi edilmelidir. Saha koşullarından dolayı serum potasyum konsantrasyonu ölçülemiyorsa, elektrokardiyografi (EKG) yararlı bilgiler sunabilir, ancak aşikâr hiperkalemiye rağmen normal bir EKG mevcut olabilir. 2010 Haiti depreminde, doğrudan elektrolit ve kreatinin ölçümleri sağlayan bakım noktası cihazları (örn. iSTAT), afet sahası koşullarında çok değerliydi (23). Bu tür cihazlar ve bir EKG, acil diyalize ihtiyaç duyabilecek hastaları belirlemek için hiperkaleminin erken saptanması için kullanılabilir.

### İdrar çıkışı hedefi

Hasta yakından izlenebildiğinde (hastane veya triyaj ayarı gibi),

intravenöz sıvı uygulaması, idrar çıkışını yaklaşık 200 ila 300 mL/saat düzeyinde tutacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu, yeterli böbrek perfüzyonunun sağlanmasına yardımcı olmak ve silindirlere bağlı obstrüksiyonu gidermek için kullanılır. Pulmoner konjesyon belirtileri ile tanımlanan aşırı sıvı yüklenmesinin meydana gelmemesini sağlamak için hastalar yakından takip edilmelidir. Daha önce bahsedildiği gibi, ekstremitelere ödemi tek başına hacim yüklenmesini temsil etmeyebilir.

Hastaneye yatmadan önce bir mesane kateteri yerleştirilmemişse, idrar akışını takip etmek için üretral kanama ve/veya laserasyon (üretral meatusta kanla karakterizedir) hariç tutulduktan sonra tüm depremzedelere takılmalıdır (21). Kateterler, özellikle çoğu afete eşlik eden kaos ortamında enfeksiyon riski taşır. Bu nedenle, bilinç kaybı, pelvik travma, olası üretral obstrüksiyon, immobilizasyon veya ameliyat gibi zorunlu bir endikasyon olmadıkça, hasta oligoanürik ABH oluşturduğunda veya normal böbrek fonksiyonuna ulaştığında ve idrar üretiminin izlenmesi başka bir fayda sağlamadığında kateter çıkarılmalıdır.

İdrar çıkışı hedefine ulaşırsa, miyoglobüri (klinik veya biyokimyasal olarak) kaybolana kadar intravenöz sıvılar verilmelidir. Bu genellikle birkaç gün gerektirir. Tedavi, fizik muayene ve biyokimyasal analize, sıvı alımı ve çıkışının ve vücut ağırlığının yakından izlenmesine dayanmalıdır. Hacim durumunu belirlemek için sıklıkla kullanılmasına rağmen, mutlak santral venöz basınç değerleri yanıltıcı olabilir ve özellikle kritik hastalarda, sıklıkla hacim infüzyonuna yanıtı öngörmez (10). Mutlak değerler sadece hipervolemide değil aynı zamanda kalp yetmezliği gibi diğer hastalık durumlarında da yükselir. Bu nedenle, göreceli değişiklikler, intravasküler hacim durumunu yansıtmada mutlak değerlerden daha yararlı olabilir (11). Sabit bir ağırlık, hastaya uygun miktarda sıvı verildiğini de gösterebilir. Serum CK seviyeleri normale dönmeye başladıkdan sonra, verilen sıvıların hacmi yakın klinik ve laboratuvar takibi altında kademeli olarak azaltılmalıdır. Normal klinik ve biyokimyasal bulgularla birlikte idrar çıkışında paralel bir azalma, tübüler fonksiyonun eski hâline döndüğünü gösterir. İnatçı oligoanüri veya diğer endikasyonların varlığında diyaliz tedavisi başlatılmalıdır.

### Total mayi takibi

Uygulanan toplam hacim miktarı klinik duruma bağlıdır. Aşırı miktarda sıvı hasarlı kaslara yayılabileceğinden, erken evrede ezilme sendromu kazazedelerinde her zaman pozitif bir sıvı dengesi gereklidir. Sıvılar, 75 kg ağırlığındaki ve uygun idrar yanıtı olan bir yetişkine günde 12 L'ye kadar miktarlarda uygulanabilir. Bu çözeltilerin 12 L infüzyonunu takiben sekiz litre idrar çıkışı beklenebilir. Bu nedenle, önceki 24 saatlik periyodun toplam kayıplarından 4 ila 4,5 L daha fazla sıvı verilmesi mantıklıdır (3). Bingöl depreminin analizi, ezilme sendromlu birçok hastada her hastaya günde 20 L'den fazla sıvı verilerek diyalizden kaçınıldığını göstermiştir (6). Bu felakette yaralanan kurbanların nispeten düşük sayısı, her bir kurbanın daha dikkatli bir şekilde izlenmesine olanak tanımış ve bu da güçlü bir hacim takviyesine olanak sağlamıştır.

Sıvı uygulaması bireyselleştirilmeli ve hacim yüklenmesini önlemek için hastaları uygun şekilde izlemenin mümkün olmadığı kaotik felaket koşullarında daha az agresif olması gerekebilir.

liir. Bu koşullar altında, daha ılımlı bir hacim takviyesi önerilir. Kesin, optimal sınır bilinmemekle birlikte, yakın izlemenin mümkün olmayabileceği uzun süreli koşullar altında günde maksimum 6 L'ye kadar sıvı verilmesini önerilmektedir. Yaşlı erişkinler gibi kalp yetmezliğine eğilimli depremedelerde ve anürik olanlarda daha temkinli hacim takviyesi daha uygun bir yaklaşım olabilir (24).

### Kalsiyum tedavisi

Kalsiyum takviyesi sadece semptomatik hipokalsemi veya şiddetli hiperkalemi için verilmelidir, çünkü kalsiyum infüzyonu ile kasta erken kalsiyum birikimini yaralanma sürecinin ilerleyen safhalarında hiperkalsemi takip edebilir.

### Diüretik Tedavi

Loop diüretiklerinin renal ABH'de sonuç üzerinde hiçbir etkisi yoktur (8). Kalsiüriyi tetikledikleri için, hâlihazırda var olan hipokalsemi eğilimini kötüleştirir (22). Bununla birlikte yaşlı hastalarda özellikle hacim aşırı yüklenmişse loop diüretiklerinin kullanımı akılcı olabilir.

### Renal Replasman Tedavileri

Crush sendromu durumunda diğer renal replasman yöntemleri yerine aralıklı hemodiyaliz önerilir. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında aralıklı hemodiyaliz, başlıca ölüm nedenlerinden biri olan potasyumun atılmasında en etkilidir (27).

Diğer renal replasman modaliteleri aşağıdaki ek sınırlamalara sahiptir. Karın ve/veya göğüs travmasında veya hipervolemeye bağlı kalp yetmezliği ve/veya solunum yetmezliği nedeniyle yatamayan hastalarda periton diyalizi uygulaması zor olabilir. Periton diyalizi ayrıca özellikle ağır travma geçirmiş hastalarda rabdomyolizin neden olduğu metabolik ve elektrolit bozukluklarını (örn. hiperkalemi ve diğer anormallikler) yeterince tedavi edemeyebilir. Ayrıca periton diyalizi, içinde steril diyalizat bulunan büyük torbaların afet bölgesine ulaştırılması gerekliliği nedeniyle kitlesel afetlerde lojistik problemler yaratabilir.

Sürekli diyaliz stratejileri, afet koşullarında elde edilmesi zor olabilecek büyük miktarlarda steril replasman sıvısına olan ihtiyaç nedeniyle sınırlıdır. Ayrıca sürekli yöntemler kullanıldığında makine başına yalnızca bir hasta tedavi edilebilir. Son olarak, heparin ile sürekli antikoagülasyon, ağır travma geçirmiş hastalarda kanama eğilimini artırabilir. Bölgesel sitrat antikoagülasyon, antikoagülasyonla ilişkili sorunları önler ancak kaotik afet koşullarında izlenmesi zordur.

Diyaliz, aşırı hacim yüklemesi, hiperkalemi, şiddetli asidoz ve üremi gibi olağan endikasyonlar için başlatılır. Yüksek ölümcül hiperkalemi riski nedeniyle Crush sendromlu hastalarda sık (günde iki veya hatta üç kez) hemodiyaliz endike olabilir.

## ■ SONUÇ

Crush sendromuna bağlı ABH geliştiğinde hastalarda sıvı ve elektrolit dengesinin korunması, doku perfüzyonunun sağlanması dışında spesifik bir tedavi yoktur. Crush sendromu geliştirmeye eğilimli hastalarda sıvı tedavisine mümkünse kurtarma anında agresif olarak başlanmalıdır. Mayi olarak izotonik salin önerilmektedir. Enkazdan çıkarılmadan intravenöz mayi

verilemediyse, yetişkinler için 1 L/saat hızında intravenöz izotonik salin, kurtarmadan sonra mümkün olan en kısa sürede başlatılmalı; depremede düzenli olarak değerlendirilmeli ve 3 ila 6 L sıvı verilirken en az altı saat idrar çıkışı izlenmelidir. Hiperkaleminin yakın takibi çok önemlidir. Potasyum içeren tüm sıvılar mutlak suretle kesilmelidir. Mannitol ve bikarbonat uygulamaları sadece kliniği yakın takip edilebilecek hastalarda özel endikasyonlarda kullanılmalıdır. Tedaviye bağlı hipervolemi dışında diüretik tedavi önerilmemektedir. Hiperkalemi, hipervolemi, şiddetli asidoz ve üremide aralıklı diyaliz tedavisi başlatılmalıdır.

## ■ KAYNAKLAR

1. Barta C, Zeller L, Miskin I, Sebbag G, Karp E, Grossman A, Engel A, Carter D, Kreiss Y: Crush syndrome: Saving more lives in disasters: Lessons learned from the early-response phase in Haiti. *Arch Intern Med* 171(7):694-696, 2011
2. Better OS, Rubinstein I, Winaver JM, Knochel JP: Mannitol therapy revisited (1940-1997). *Kidney Int* 52:886-894, 1997
3. Better OS, Stein JH: Early management of shock and prophylaxis of acute renal failure in traumatic rhabdomyolysis. *N Engl J Med* 322:825-829, 1990
4. Brown CV, Rhee P, Chan L, Evans K, Demetriades D, Velmahos GC: Preventing renal failure in patients with rhabdomyolysis: Do bicarbonate and mannitol make a difference? *J Trauma* 56:1191-1196, 2004
5. Gabow PA, Kaehny WD, Kelleher SP: The spectrum of rhabdomyolysis. *Medicine (Baltimore)* 61:141-152, 1982
6. Gunal AI, Celiker H, Dogukan A, Ozalp G, Kirciman E, Simsekli H, Gunay I, Demircin M, Belhan O, Yildirim MA, Sever MS: Early and vigorous fluid resuscitation prevents acute renal failure in the crush victims of catastrophic earthquakes. *J Am Soc Nephrol* 15:1862-1867, 2004
7. Hatamizadeh P, Najafi I, Vanholder R, Rashid-Farokhi F, Sarnadgol H, Seyrafian S, Mooraki A, Atabak S, Samimagham H, Pourfarzani V, Broumand B, Biesen WV, Lameire N: Epidemiologic aspects of the Bam earthquake in Iran: The nephrologic perspective. *Am J Kidney Dis* 47:428-438, 2006
8. Lameire N, Vanholder R, Van Biesen W: Loop diuretics for patients with acute renal failure: Helpful or harmful? *JAMA* 288:2599-2601, 2002
9. Oda J, Tanaka H, Yoshioka T, Iwai A, Yamamura H, Ishikawa K, Matsuoka T, Kuwagata Y, Hiraide A, Shimazu T, Sugimoto H: Analysis of 372 patients with Crush syndrome caused by the Hanshin-Awaji earthquake. *J Trauma* 42:470-475, 1997
10. Osman D, Ridel C, Ray P, Monnet X, Anguel N, Richard C, Teboul JL: Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge. *Crit Care Med* 35:64-68, 2007
11. Pinsky MR, Brophy P, Padilla J, Paganini E, Pannu N: Fluid and volume monitoring. *Int J Artif Organs* 31:111, 2008
12. Reis ND, Michaelson M: Crush injury to the lower limbs. Treatment of the local injury. *J Bone Joint Surg Am* 68:414-418, 1986
13. Ron D, Taitelman U, Michaelson M, Bar-Joseph G, Bursztin S, Better OS: Prevention of acute renal failure in traumatic rhabdomyolysis. *Arch Intern Med* 144:277-280, 1984

14. Sever MS, Ereğ E, Vanholder R, Akođlu E, Yavuz M, Ergin H, Tekçe M, Korular D, Tlbek MY, Keven K, van Vlem B, Lameire N; Marmara Earthquake Study Group: The Marmara earthquake: Epidemiological analysis of the victims with nephrological problems. *Kidney Int* 60:1114-1123, 2001
15. Sever MS, Ereğ E, Vanholder R, Akođlu E, Yavuz M, Ergin H, Turkmen F, Korular D, Yenicesu M, Erbilgin D, Hoeben H, Lameire N: Clinical findings in the renal victims of a catastrophic disaster: The Marmara earthquake. *Nephrol Dial Transplant* 17:1942-1949, 2002
16. Sever MS, Ereğ E, Vanholder R, Kantarci G, Yavuz M, Turkmen A, Ergin H, Tulbek MY, Duranay M, Manga G, Sevinir S, Lameire N; Marmara Earthquake Study Group: Serum potassium in the crush syndrome victims of the Marmara disaster. *Clin Nephrol* 59:326-333, 2003
17. Sever MS, Ereğ E, Vanholder R, Koc M, Yavuz M, Ergin H, Kazancioglu R, Serdengecti K, Okumus G, Ozdemir N, Schindler R, Lameire N; Marmara Earthquake Study Group: Treatment modalities and outcome of the renal victims of the Marmara earthquake. *Nephron* 92:64-71, 2002
18. Sever MS, Ereğ E, Vanholder R, Ozener C, Yavuz M, Ergin H, Kiper H, Korular D, Canbakan B, Arinsoy T, VanBiesen W, Lameire N; Marmara Earthquake Study Group: The Marmara earthquake: Admission laboratory features of patients with nephrological problems. *Nephrol Dial Transplant* 17:1025-1031, 2002
19. Sever MS, Sever L, Vanholder R: Disasters, children and the kidneys. *Pediatr Nephrol* 35:1381-1393, 2020
20. Sever MS, Vanholder R, Lameire N: Management of crush-related injuries after disasters. *N Engl J Med* 354:1052-1063, 2006
21. Sever MS, Vanholder R; RDRTF of ISN Work Group on Recommendations for the Management of Crush Victims in Mass Disasters: Recommendation for the management of crush victims in mass disasters. *Nephrol Dial Transplant* 27 Suppl 1:i1-67, 2012
22. Slater MS, Mullins RJ: Rhabdomyolysis and myoglobinuric renal failure in trauma and surgical patients: A review. *J Am Coll Surg* 186:693-716, 1998
23. Vanholder R, Borniche D, Claus S, Correa-Rotter R, Crestani R, Ferir MC, Gibney N, Hurtado A, Luyckx VA, Portilla D, Rodriguez S, Sever MS, Vanmassenhove J, Wainstein R: When the earth trembles in the Americas: The experience of Haiti and Chile 2010. *Nephron Clin Pract* 117:c184-197, 2011
24. Vanholder R, Sever MS, De Smet M, Ereğ E, Lameire N: Intervention of the Renal Disaster Relief Task Force in the 1999 Marmara, Turkey earthquake. *Kidney Int* 59:783-791, 2001
25. Zager RA: Combined mannitol and deferoxamine therapy for myohemoglobinuric renal injury and oxidant tubular stress. Mechanistic and therapeutic implications. *J Clin Invest* 90:711-719, 1992
26. Zager RA: Rhabdomyolysis and myohemoglobinuric acute renal failure. *Kidney Int* 49:314-326, 1996
27. Zager RA: Studies of mechanisms and protective maneuvers in myoglobinuric acute renal injury. *Lab Invest* 60:619-629, 1989