



Deprem yaralanmalı hastada kompartman sendromu ve fasyotomi: Ne zaman, nasıl?

Compartment syndrome and fasciotomy in earthquake-injured patient: When and how?

Ufuk Özkaya, Mehmet Burak Yalçın

Memorial Bahçelievler Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Deprem yaralanmaları, çok yüksek enerjili yaralanmalardır, ağır yumuşak doku hasarlarına ve açık kırıklara yol açabilir. Altında kalınan enkazın ağırlığı ve daha da önemlisi enkaz altında kalma süresi, ilk tıbbi tedaviye kadar geçen süre, ortaya çıkabilecek hasar miktarını doğrudan etkiler. Deprem gibi kitlesel felaketlerde hizmet verilecek sağlık merkezlerinin ve personel yetersizliğinin de etkisi ile tedavide gecikmeler yaşanabilir. Ezilme sonrasında ilk 6-8 saatte sağlık merkezine ulaştırılabilen erken dönem hastalarda kompartman sendromu tablosu gelişmişse, cerrahi tekniğine uygun yapılacak fasyotomi ile herhangi bir fonksiyon kaybı yaşanmadan ekstremiteler kurtarılabilir. Ayrıca hastada hayatı tehdit edecek metabolik bir klinik tablo oluşmaz. 8-24 saatte sağlık merkezine ulaştırılabilen gecikmiş kompartman sendromlu depremde grubunda kompartman sendromu tablosu artık değişmeye başlar ve fasyotomi endikasyonu azalır. Enkaz altından daha geç dönemde çıkartılabilen *crush* sendromu tablosu oturmuş olan hastalarda ise çok daha seçici davranılmalıdır. Ancak alt yapısı çok zarar görmemiş, tıbbi personel sıkıntısı olmayan ve klinik takibini eksiksiz yapabilecek kliniklerde, ameliyathane şartlarında tekrarlayan seri debridmanlar yapılabilecekse fasyotomi düşünülebilir. Uygun olmayan zamanlama ve cerrahi teknikte yapılmış fasyotomilerin enfeksiyona ve amputasyona neden olabileceği unutulmamalıdır. İleri derecede hasarlanmış, vasküler yaralanmanın da eşlik ettiği *crush* sendromu gelişmiş hastalarda enfeksiyonun, hastanın hayatını kaybetmesine de yol açabileceği için amputasyon hayat kurtarıcı bir seçenek olarak akılda tutulmalıdır.

Anahtar sözcükler: ezilme sendromu; deprem; fasyotomi; kompartman sendromu

Injuries during massive disasters like earthquakes are high energy injuries result in severe soft tissue trauma and open fractures. The amount of weight of the wreck and more importantly, time spent staying under the rubble of the damaged buildings directly effects the degree of the damage. There may be delays in the emergency management of the injured patients due to the lack of satisfactory hospital facilities and health personnel. The earthquake victims who can be transferred to a hospital in the first 6-8 hours can be successfully managed by a proper fasciotomy without resulting in any functional damage and the limb can be saved. Besides, further life threatening metabolic changes can also be prevented. The clinical findings of late presentation earthquake victims who could be transferred to a hospital in 8-24 hours may begin to alterate and the indications of fasciotomy may be more limited. Even more selective surgical management should be considered in earthquake victims with very late presentation to the hospitals with crush syndrome. Only hospitals with full functioning services of all clinics including plastic and reconstructive surgery, with no lack of health personnel who can provide serial debridements of the injured limbs in operation theatre settings may consider of performing fasciotomy in earthquake victims with crush syndrome. One should keep in mind that a improperly performed fasciotomy may result in infection and thus amputation. Amputations may be considered as an alternative strategy in crush syndrome patients with severely injures limbs with accompanying vascular damage, in whom infections can be life threatening.

Key words: crush syndrome; earthquake; fasciotomy, compartment syndrome

Deprem yaralanmaları ülkemizin önemli sorunlarından birisidir.^[1] Uzun süre enkaz altında kalınması ekstremitenin ve vücudun genel olarak bası altında kalmasına yol açarak ekstremiteler kayıplarına ve hatta ölümlere neden olabilmektedir.^[2,3] Kompartman

sendromu ve *crush* sendromu, benzer mekanizmalarla ortaya çıkıyor gibi görünse ve ortak bir çok mekanizmaları olsa da hem yaralanmanın şiddeti, hem de tedavisi çok farklı iki ayrı klinik tablodur.

İletişim / Contact: Prof. Dr. Ufuk Özkaya • E-posta / E-mail: ufukozkaya2006@gmail.com

ORCID iD: Ufuk Özkaya, 0000-0003-0792-206X • Mehmet Burak Yalçın, 0000-0003-1016-452X

Geliş / Received: 28 Temmuz 2023 • **Revizyon / Revised:** 17 Ağustos 2023, 7 Eylül 2023 • **Kabul / Accepted:** 9 Eylül 2023

Kompartman sendromu ve *crush* sendromunda tedavinin planlanabilmesi için öncelikle her iki tablonun fizyopatolojisinin, oluş mekanizmasının anlaşılması çok önemlidir.

FİZYOPATOLOJİ VE TANI

Kompartman Sendromu

Kompartman sendromu, kapalı osteofasiyal bir kompartman içerisinde artmış doku basıncının kapiller kan akımını engellemesi, kas ve sinir dokularında iskemiyi yol açması ve bunun sonucunda kalıcı fonksiyon kaybına yol açmasıdır.^[4] Diyastolik kan basıncıyla doku kas içi basıncı arasındaki fark ne kadar fazla ise, kapiller perfüzyon o kadar iyi olur. Hasta şok tablosuna girdiğinde yani hipotansif bir tablo oluşup diyastolik kan basıncı düştüğünde, kompartman sendromu riski artar. Doku kas içi basıncın arttığı trafik kazası, sıkı alçı, ameliyatta uzun süreli turnike kullanımı, arter kesi tamiriyle reperfüzyon sağlanması, ameliyatta, uyuşturucu veya alkol komasında uzun süreli uygun olmayan pozisyonda kalınması, yılan ısırığı, kimyasal veya termal yanıklar gibi nedenlerle kompartman(lar) içi doku basıncı artarak kompartman sendromu ortaya çıkar.^[5]

Ekstremitenin yüksek enerjili bir travmayla ezilmesi sonrasında önce dokularda yaygın ödem gelişir. Bunun sonucunda önce geri dönüşebilir, ancak 6-8 saat sonrasında geri dönüşümsüz nöral ve kas iskemisi meydana gelir. Tablonun acil fasyotomi yapılarak düzeltilmemesi, basıncın düşürülmemesi, doku perfüzyonun normalleştirilmemesi durumunda kısır döngü ortaya çıkar ve bu durumda ödem daha da artarak kompartman basıncının daha da artmasına, yani doku perfüzyonunun daha da bozulmasına yol açılır.^[6]

Kompartman sendromunda klinik tanı önce şüphelenmekle başlar. Bilinci açık hastada yaralanmanın şiddetiyle orantısız şiddette ağrı, pasif germeyle artan ağrı, uyuşukluk, karıncalanma ve tablo çok ilerlerse distal nabızların alınamamasıyla tanı konulur. Bilinci kapalı hastada tanı koymak daha güçtür. Ekstremitede aşırı şişme ve taşikardi bazen tek bulgu olabilir; nabızın alınması, kompartman sendromunu ekarte ettirmez.^[4,5]

Tanı ve tedavide gecikme olması durumunda yaygın kas ölümü sonrası üst ekstremitelerde Volkmann iskemik kontraktürü, alt ekstremitede *quadratus plantae* kas nekrozu ile ayakta pençe parmak, posterior tibial kompartman kaslarının nekrozu ile de ayakta ekinokavovarus gibi kalıcı deformiteler ortaya çıkar. Kas ölümü, üçüncü mesafeye sıvı kaçağına, miyoglobinemiye, asidoz ve hiperkalemi tablosuna yol açar.^[4,5] Bu aşamadan sonra, yani geç kalınarak 6-8 saatten sonra yapılacak

fasyotomilerde başta böbrek yetmezliği, yüksek enfeksiyon riski, septisemi, ampütasyon oranında ciddi artış görülebilmektedir.

Depremde hastanın enkazdan geç çıkartılması, hastaneye geç ulaştırılabilmesi ya da hastanenin de imkânlarının yetersiz olması gibi nedenlerle tanıda ve buna bağlı olarak tedavide gecikme olabilir.

Crush Sendromu

Crush sendromu ilk kez Bywaters ve ark. tarafından, savaş sonrası enkaz altında kalan hastaların akut böbrek yetmezliğiyle kaybedilmesi sonrasında kullanılmıştır.^[7] *Crush* sendromu deprem, maden kazası gibi masif yaralanmalarda, çöken binaların enkazı altında uzun süre, ağır yük altında kalarak ezilmeye bağlı ağır kas nekrozu sonrasında da ortaya çıkabilir (Şekil 1,2).^[2,3] Bu açıdan bakıldığında aslında *crush* sendromunu, tanı ve tedavide çok geç kalınmış, çok daha yüksek enerjiyle ortaya çıkmış bir kompartman sendromu olarak düşünülmelidir. Kompartman sendromundan iki önemli farkı vardır; birincisi hastanın etkilendiği ezilme kuvveti çok daha fazla, ikincisi de ezilme süresinin genellikle kompartman sendromlu hastalara göre çok daha uzun süreli olmasıdır.^[2]

Ekstremitte ya da etkilenen kompartman içi biriken toksik metabolitler, başta böbrekler olmak üzere tüm vücut için zararlı ürünlerle dolu bir depo hâline dönüşür. Vücudun tamamından uzak, izole kalmış olan ekstremitte içindeki bu toksik maddeler, basıya neden olan enkaz kaldırıldığında hızla genel dolaşıma katılır. Kas nekrozu sonucu ortaya çıkan miyohemoglobinin ve kreatinin fosfokinazın dolaşıma katılıp renal tübüleri tıkanması, intrensek akut renal tübüler yetmezlik tablosuna yol açar.^[8,9] Deprem sonrasında enkaz altında kalarak susuz kalınması, yetersiz sıvı alımı, böbrek yetmezliği tablosunun daha da artmasına yol açar. Beden ya da ekstremitte enkaz altında kaldığında tabloya pelvis yaralanması da eşlik edebilir. Renal travma da varsa bu durum klinik tablonun daha da kötüleşmesine yol açabilir. Bunun sonucunda da 2-3 gün içerisinde yetersiz idrar çıkımına bağlı apati, huzursuzluk, deliryum gelişerek hayatı tehdit eder.^[10]

Crush sendromu oturduğunda hiperkalemiye bağlı kardiyak aritmi ve arrest, laktik asit birikimine bağlı metabolik asidoz görülebilir. *Crush* sendromu bulguları arasında hiperkalemi ve metabolik asidoz dışında koma, hipotansiyon, solunum depresyonu, böbrek yetmezliği, ödemli ekstremitte, nabız alınamaması sayılabilir. Ayrıca ateş, bulantı, kusma gibi spesifik olmayan bulgular da görülebilir. Rabdomyoliz tanısı miyalji, kuvvetsizlik hâli ve koyu idrar rengiyle konulabilir.^[1,3,5,10]



Şekil 1. Depremden sonraki ikinci günde enkazdan çıkartılabilen depremzedelerde *crush* sendromu. (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı'ndan Prof. Dr. Raif Özden'in izniyle).



Şekil 2. Depremden sonraki üçüncü günde enkazdan çıkartılıp sevk edilen depremzedelerde *crush* sendromu. (İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinden Doç. Dr. Emrah Kovalak'ın izniyle).

Enkaz altında kalan depremzede hastada *crush* sendromu gelişip gelişmediği yukardaki bulgular ışığında değerlendirilmeli, tanı acilen konulmalı, hem medikal hem de gerekiyorsa cerrahi tedavinin hızla alınması gereklidir.

Tedavi

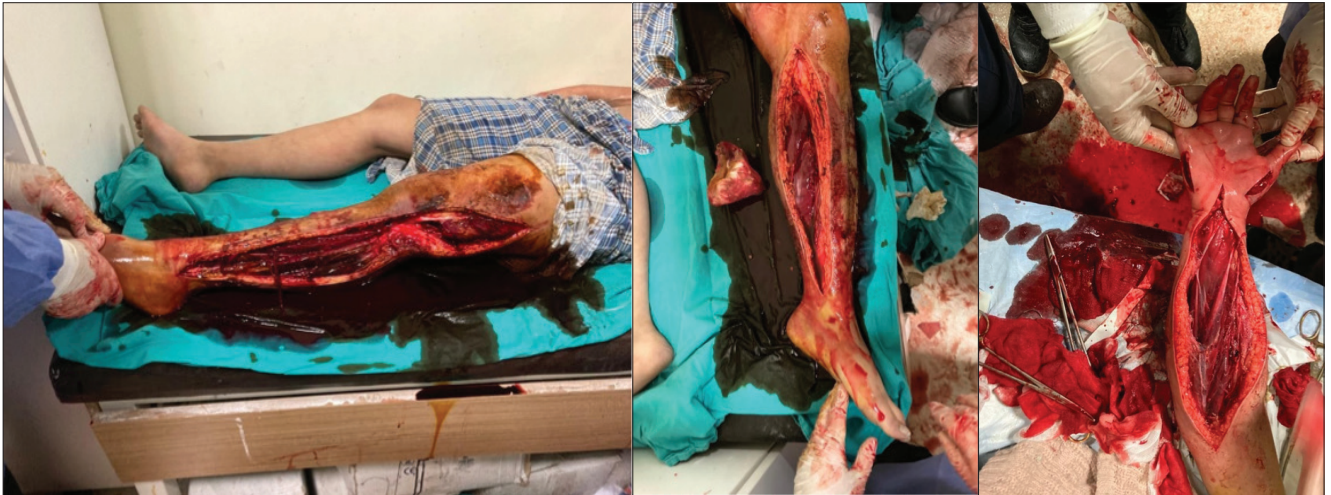
Kompartman sendromunun erken dönemde tedavisinde, tekniğine uygun yapılan fasyotominin hem ekstremitte kurtarıcı hem de bazen hayat kurtarıcı olduğu konusunda literatürde görüş birliği vardır.^[4,5] Fasyotominin nasıl yapılması gerektiği ya da daha da

önemlisi, nasıl yapılmaması gerektiği birçok kaynakta ayrıntılı olarak belirtilmiştir.^[4] Fasyotomi yaparken, tüm kompartmanlar açılmalı ve kompartman içi basınç normal değerlere indirilerek dokuların perfüzyonu yeniden sağlanmalıdır. Tekniğine uygun yapılmayan fasyotomiler, hedeflendiği gibi kompartman içi basıncı düşürmez ve kas nekrozu kaçınılmaz hâle gelir.

Yaşadığımız son deprem felaketinde de görüldüğü gibi tedavi edilmek üzere hastanelere ulaştırılabilen hastalar kabaca üç gruba ayrılabilir; şanslı olan ve ilk sekiz saatte tıbbi tedavi alabilen erken dönem hastalar (Şekil 3), 8-24 saatte müdahale edilebilen gecikmiş kompartman sendromlu hastalar ve çok daha geç müdahale edilebilen *crush* sendromlu hastalar.^[5] Depremden etkilenen hastanelerin o anki yetersiz altyapı şartları nedeniyle erken dönemde ilk 6-8 saatte ulaştırılabilen hastalarda acil servis şartlarında, bazen lokal anesteziyle hatta anestezi dahi yapılmadan acil fasyotomiler yapılmak zorunda kalınabilir (Şekil 4,5).

Ancak gecikmiş kompartman sendromunda fasyotomi endikasyonu tartışmalıdır. İlk 6-8 saatten sonra gecikmiş kompartman sendromlu hastalarda yapılan fasyotomilerde enfeksiyon riskinin artabileceği belirtilmiştir (Şekil 6,7).^[4,5] Sadece seçilmiş sınırlı sayıda hastada kullanılması ve belki de hiç yapılmaması gerektiği konusunda da görüşler vardır. Hekimin klinik tecrübesi fasyotomi kararında etkilidir. Eğer hekim ekstremitenin canlılığını koruduğunu düşünüyorsa ve etkilenen ezilme miktarı da çok ağır değilse, bu dönemde başvuran hastalarda fasyotomi, tekniğine uygun yapılmak şartıyla yapılabilir.

Deprem sonrasında *crush* sendromuyla hastaneye ulaştırılabilen hastalarda artık fasyotomi endikasyonu daha da tartışmalı hâle gelmiştir. Olanakları çok iyi olan, iki günde bir ameliyathane şartlarında seri debridmanların yapılabileceği, plastik ve rekonstrüktif cerrahiden yardım alınabilecek kliniklerde baston bacak son hedef olarak düşünülerek fasyotomi düşünülebilir.



Şekil 3. Çok erken saatlerde acil servise getirilen depremzede hastalara acilde yapılan fasyotomi örnekleri. (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı'ndan Prof. Dr. Ökkeş Bilal'in izniyle).



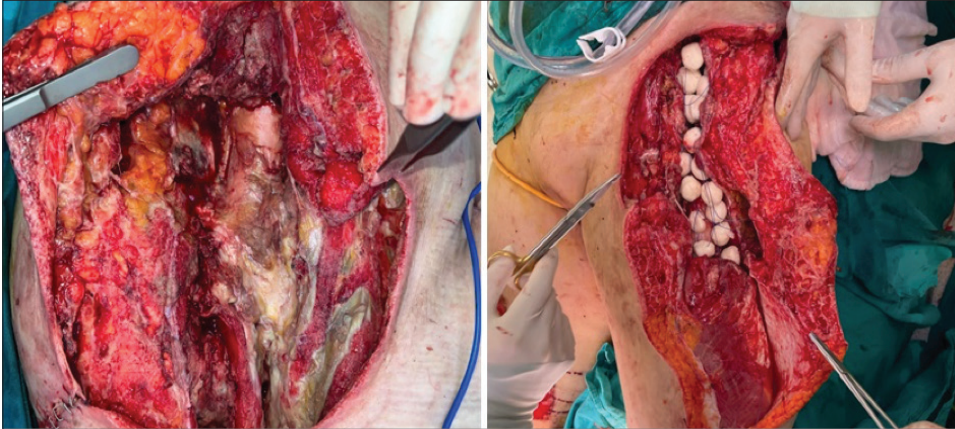
Şekil 4. İlk merkezde cerrahi teknikleri uygun olmayan teknikle yapılan fasyotomi ve başvurduğu merkezde yapılan fasyotomi revizyonu. (İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinden Doç. Dr. Emrah Kovalak'ın izniyle).



Şekil 5. Şekil 4'teki hastanın tekrarlayan seri debridmanlar ve plastik cerrahi girişimlerle elde edilen baston bacak kliniği. (İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinden Doç. Dr. Emrah Kovalak'ın izniyle).



Şekil 6. Geç dönemde yapılan yapılan fasyotomi sonrası kontrol edilemeyen enfeksiyon ve amputasyon. (İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinden Doç. Dr. Emrah Kovalak'ın izniyle).



Şekil 7. Geç dönemde yapılan yapılan fasyotomi sonrası kontrol edilemeyen enfeksiyon. (İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinden Doç. Dr. Emrah Kovalak'ın izniyle).

Ancak unutulmamalıdır ki bu seri ameliyatlar sonrasında fonksiyonel olmayan ya da fonksiyonlarını büyük ölçüde kaybetmiş bir ekstremitede hedeflenecektir.

Crush sendromunun tanı ve tedavisinde yapılan yayınların çok önemli bir bölümü nefrologlar tarafından yapılmıştır.^[8] Doğal olarak da literatürdeki yayınların çoğu böbrekleri koruyucu, metabolik asidozu düzeltici

medikal tedaviler üzerine yoğunlaşmıştır.^[10] Genel olarak kabul edilen görüş, *crush* sendromu gelişen hastanın tedavisinin ağırlıklı olarak konservatif olarak yapılması gerektiği şeklindedir.

Crush sendromu olan hastanın sahadaki acil tedavisinde ekstremitelerde üzerindeki ağır kolon, inşaat vb. kaldırılmadan damar yolu açılması, Na bikarbonat ile İV sıvı replasmanı (veya intraosseöz, venöz *cut down*), hiperkalemi nedeniyle kardiyak monitorizasyon yapılması, analjezinin sağlanması, nefrotoksik olmayan antibiyotik tedavilerinin başlanması, idrar çıkışının kontrol edilmesi ve hasta yapabiliyorsa idrar yapması istenmelidir.^[8] Kırık için gerekirse eksternal fiksatorle tespit uygulanabilir. Erken dönemde müdahale edilebilen, enkazın çok ağır olmadığı hastalarda fasyotomi yapılabilir, ancak geç dönemde fasyotomi yapılması, tıpkı kompartman sendromunda olduğu gibi çok tartışmalıdır.^[5]

Crush sendromunda hangi hastaların, nasıl ve ne zaman, hangi teknikle cerrahi olarak tedavi edilmeleri gerektiği konusunda literatürde başvurulacak kaynak sayısı maalesef çok sınırlıdır.^[11] Greaves ve ark. yaptıkları yayında, *crush* sendromu nedeniyle fasyotomi yapılan hastalarda kontrol edilemeyen kanama, sepsis ve yara enfeksiyonu riskinin yüksek olduğunu bu nedenle öncelikli tedavinin mannitole kompartman basıncını düşürmek ve cerrahi tedaviden kaçınmak olduğunu bildirmişlerdir.^[12] Webb de hipovolemiden kaçınılmasının önemini vurgulamıştır.^[13] Michealson da benzer şekilde fasyotomiden kaçınılması gerektiği yönünde görüş bildirmiştir.^[14] Eğer açık yaralanma varsa cerrahi debridmanın yapılmasını önermişlerdir. Ancak karşıt görüşü savunan hekimler de ekstremitelerde distale giden arteriyel akımda azalma olduğu için ekstremiteleri kurtarmak amacıyla cerrahi dekompresyonun gerekli olduğunu düşünmektedir.^[15] Ancak bu durumda ekstremiteleri kurtarıcı cerrahi dekompresyon girişiminin hastanın hayatını riske edebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO), *International Committee of the Red Cross* (ICRC) Afetler ve Savaşlarda Uzun Yaralanmalarının Yönetimi Kılavuzu'nda; yaralanma sonrası 0-8 saat olmuşsa ve klinik olarak kompartman sendromu bulguları varsa acilen fasyotomi yapılması önerilmektedir.^[5] Sekiz-24 saat arası ise fasyotominin hastaya fayda sağlayıp sağlamadığının tartışmalı olduğu belirtilmektedir. Fasyotomi yapılmasına karar verilmeden önce ekstremitenin canlılığının dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi önerilmektedir (örneğin; kompartmanın pasif gerilmesiyle ağrı, duyu ve kapiller dolaşım). Yirmi dört saati geçmişse hastanın takip edilmesi, ekstremitenin hafifçe elevasyona alınarak izlenmesi önerilmektedir.^[5]

Yine aynı kılavuzda çok geç başvuru durumunda ya da geç tanı konulan hastalarda, kas nekrozunun ve olası *crush* sendromunun klinik bulguları varsa acil ve masif kas debridmanı yapılması önerilmekte, hastanın yoğun bakım şartlarında takip edilmesi ve böbrek koruyucu tedavilerin uygulanması tavsiye edilmektedir.^[5] Bu durumda hastanın hayatını kurtarmak için ampütasyonun gerekli olabileceği de belirtilmektedir. *Crush* sendromu olup masif kas nekrozu gelişen hastalarda fasyotomi değil ya çok geniş debridman ya da ekstremitenin ampütasyonunun gerekli olabileceği düşünülmelidir.^[11]

Deprem esnasında prospektif randomize bir klinik çalışma yapılması hem teknik olarak mümkün değildir hem de etik olarak kabul edilemez. Ülkemizde yaşanan deprem felaketleri sonrasında sahada, acil müdahale yapılırken enkaz altından hastayı çıkartabilmek amacıyla yerinde yapılan ampütasyonların ya da sağlık merkezlerinde erken dönemde yapılan ampütasyonların miyohemoglobinin dolaşıma katılıp renal tübüller tıkanmasına, akut renal tübüller yetmezlik tablosunun gelişmesine engel olarak, böbrekleri koruyucu ve hayat kurtarıcı olduğu şeklinde kanıt düzeyi düşük, ancak oldukça akılcı görüşler bildirilmiştir.

Sonuç olarak; ilk 6-8 saate cerrahi müdahale şansını yakalayabilen kompartman sendromlu hastalarda fasyotomiler, mutlaka uygun cerrahi teknikle, gerekirse acil şartlarda yapılmalıdır. Ancak gecikmiş kompartman sendromunda ve özellikle de *crush* sendromunda fasyotomi endikasyonu çok tartışmalıdır. Kanıtı dayalı tıp açısından gecikmiş vakalarda fasyotomi endikasyonlarını kesin olarak belirlemek ve bir tedavi algoritması çizmek mümkün değildir. Hastanede yeterli sayıda donanımlı personel varsa geniş nekrotik kas dokularının debridmanları seri ameliyathane şartlarında yapılabilecekse depremede hastanın kan ve idrar değerleri düzenli takip edilecekse gerektiğinde diyaliz yapılabilecekse ve hasta da baston bacak seçeneğini kabul ediyorsa fasyotomi sınırlı sayıdaki *crush* sendromlu hastada tercih edilebilir. Ancak bu yöntem tercih edilirse, hastanın artmış enfeksiyon riski nedeniyle sadece ekstremitelerini değil hayatını da kaybedebileceği unutulmamalı ve *crush* sendromunda ampütasyon son seçenek olarak düşünülmelidir.

KAYNAKLAR

1. Ereğ E, Sever MS, Serdengeçti K, Vanholder R, Akoğlu E, Yavuz M, et al. An overview of morbidity and mortality in patients with acute renal failure due to crush syndrome: The Marmara earthquake experience. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17(1):33-40. **Crossref**
2. Greaves I, Porter K, Smith JE. Consensus statement on the early management of crush injury and prevention of crush syndrome. *J R Army Med Corps* 2003;149:255-9. **Crossref**

3. Smith J, Greaves I. Crush injury and crush syndrome: A review. *J Trauma* 2003;54(Suppl):S226-30. <https://doi.org/10.1097/01.TA.0000047203.00084.94> **Crossref**
4. von Keudell AG, Weaver MJ, Appleton PT, Bae DS, Dyer GSM, Heng M, et al. Diagnosis and treatment of acute extremity compartment syndrome. *Lancet* 2015;386(10000):1299-1310. **Crossref**
5. Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen Surgery Reference. 2016. Erişim adresi: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery2016>. AO/ICRC/WHO Training Resources: <http://www.aofoundation.org/icrc>
6. Whitesides TE, Haney TC, Morimoto K, Harada H. Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy. *Clin Orthop* 1975;113:43-51. **Crossref**
7. Bywaters EG, Beall D. Crush injuries with impairment of renal function. *Br Med J* 1941;1(4185):427-32. **Crossref**
8. Better OS. Rescue and salvage of casualties suffering from the crush syndrome after mass disasters. *Mil Med* 1999;164:366-9. **Crossref**
9. Rawlins M, Gullichsen E, Kuttilla K, Peltola O, Niinikoski J. Central hemodynamic changes in experimental muscle crush injury in pigs. *Eur Surg Res* 1999;31:9-18. **Crossref**
10. Sever MS, Vanholder R. Management of crush victims in mass disasters: Highlights from recently published recommendations. *Clin J Am Soc Nephrol* 2013;8(2):328-35. **Crossref**
11. Gerdin M, Wladis A, von Schreeb J. Surgical management of closed crush injury-induced compartment syndrome after earthquakes in resource-scarce settings. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73(3):758-64. **Crossref**
12. Greaves I, Porter KM, Revell MP. Fluid resuscitation in pre-hospital trauma care: A consensus view. *J R Coll Surg Edinb* 2002;47(2):451-7.
13. Webb AR. Fluid management in intensive care: the avoidance of hypovolaemia. *Br J Intensive Care* 1997;7.
14. Michaelson M. Crush injury and crush syndrome. *World J Surg* 1992;16(5):899-903. **Crossref**
15. Duman H, Kulahci Y, Sengezer M. Fasciotomy in crush injury resulting from prolonged pressure in an earthquake in Turkey. *Emerg Med J* 2003;20(3):251-2. **Crossref**