

Yüksek Enerjili Travmaya Maruz Kalan Hastaların Yönetiminde Plastik Cerrahi Yaklaşımının Temel Prensipleri

Özay Özkaya, Mert Canlı, Bilge Kağan Aysal

Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, İstanbul

ÖZ

Yüksek etkili travma, vücudun maruz kaldığı yüksek seviyeli enerji sonrası gelişen çoklu organ yaralanması anlamına gelmektedir. Yüksek etkili ajanlar ile travma sonucunda, sık karşılaşılan diğer travmalara oranla daha yüksek düzeyde enerjinin transfer olması nedeniyle ileri düzeyde yaralanmalar oluşmaktadır. Etki gücü yüksek silahlarla oluşan ateşli silah yaralanmaları ve yüksek seyir hızı ile oluşan trafik kazaları, yüksek enerjili ajanlar ile oluşan yaralanmalardandır. Yüksek enerjili bir yaralanmaya maruz kalan hastalarda sıklıkla plastik cerrahinin operasyon bölgeleri olan maksillofasial bölge, el ve ekstremitelere yaralanmalarına rastlanmaktadır. Yüksek enerjili yaralanmalarda geniş doku kayıpları, kompozit doku kayıpları, geniş yumuşak doku avülsiyonları, kemik yapılarında geniş segment kayıpları ve beraberinde çoklu kırıklar, büyük damar yaralanmaları, çoklu periferik sinir yaralanmaları, amputasyonlar, kompartman sendromları, masif kanamalar ve ek olarak merkezi sinir sistemi hasarları tek başına ya da birbirleri ile kombine olarak gözlemlenmektedir.

Trafik kazaları, iş güvenliği önlemlerinin yetersiz seviyede sağlanması ve terör saldırıları arttıkça yüksek enerjili travmalar sonucunda yaralanmalar ile eskiye oranla daha sık karşılaşılmaktadır. Yüksek etkili ajanlar ile yaralanma sonrası bir acil servise başvuran hastada gelişen maksillofasial, el, gövde ve ekstremitelere yaralanmalarında plastik cerrahler etkin rol oynamaktadır. Yaralanma etkisi ile gelişebilecek yaralanmaların yönetiminde yapılacak ilk müdahale kritik öneme sahip olup, uzun dönemde planlanacak tedavi uygulamaları için de sağlam bir zemin hazırlayarak gelişebilecek morbidite ve mortalitenin minimum düzeyde tutulmasına katkı sağlayacaktır.

Bu makalede, yüksek etkili ajanlar ile yaralanmış bir hastaya plastik cerrahi branşının genel yaklaşımı hakkında bilgi verilmesi amaçlanmış, bir plastik cerrahi acil servisine yüksek enerji yaralanmasına sekonder gelişen maksillofasial, el, gövde ve ekstremitelere yaralanmalarında uygulanması gereken tedavi adımları anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: yüksek enerjili travma, patlayıcı yaralanma, acil plastik cerrahi

ABSTRACT

Basic Principles of Plastic Surgical Approach to Patients with High Energy Traumas

High-energy traumas commonly lead to multiple organ injuries related to transmittance of high level of energy to victims. Injury patterns caused by high energy traumas are usually different when compared to other commonly encountered traumas due to the level of energy. Etiologically, high energy traumas include high-impact gunshot wounds, high-speed road accidents and falls from heights. Patients who subjected to high-energy traumas usually have injuries in maxillofacial region, hands, and upper and lower limbs. Injuries in these regions are diagnosed and treated by plastic and reconstructive surgeons. Those patients may have large composite soft tissue losses or avulsions, segmental bone losses, multiple fractures, major vascular injuries, multiple peripheral nerve injuries, amputations, compartment syndromes, massive hemorrhages, and burns. These injuries may be encountered either alone, or in combinations with each other.

More patients are exposed to high energy traumas when compared to previous decades due to increase of road accidents, lack of implementation of occupational safety regulations, or terror attacks. Plastic surgeons usually play an active and efficient role in the management of the patients who have injuries in maxillofacial region, hands, extremities and trunk related to high-energy traumas. Moreover, accurate and correct interventions conducted by plastic surgeons in these anatomic regions would lead to decrease in morbidities and increase of the success of future treatment strategies.

General approaches of plastic and reconstructive surgery for the patients who have injuries related to high energy traumas are outlined in the presented article. Diagnostic tests and treatment options for injuries in maxillofacial region, hand and upper extremity, lower extremity and trunk are summarized separately.

Keywords: high energy trauma, blast injuries, emergency plastic surgery

Alındığı Tarih: 01.05.2017

Kabul Tarihi: 12.05.2017

Yazışma adresi: Ass. Mert Canlı, Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, Okmeydanı - İstanbul

e-posta: canlimert@hotmail.com

GİRİŞ

Yüksek etkili travma, vücudun maruz kaldığı yüksek seviyeli enerji sonrası gelişen çoklu organ yaralanması anlamına gelmektedir. Yaralanma tipine göre gelişmiş olabilecek yüksek etkili travmadan şüphelenmemize yol açacak bazı ipuçları tanımlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Yaralanma tipine göre ciddi travmayı gösteren ipuçları.

YARALANMA TİPİNE GÖRE CİDDİ TRAVMAYI GÖSTEREN İPUÇLARI

Beş metreden daha yüksek ya da kurban boyunun üç katını aşan yükseklikten düşme

Ölümlü trafik kazası

Trafik kazası sırasında yolcunun bulunduğu konumdan fırlaması

İlk tıbbi müdahalenin 20 dk.'dan sonra gerçekleşmesi

Yolcu kabininin önemli ölçüde çökmesi-sıkışması

Motosiklet kazası

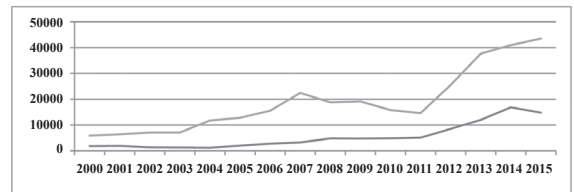
Patlamalar

Askeri tüfekler ile ya da av tüfeği ile yaralanma

Yüksek etkili ajanlar ile travma sonucunda, sık karşılaşılan diğer travmalara oranla daha yüksek düzeyde enerjinin transfer olması nedeniyle ileri düzeyde yaralanmalar oluşmaktadır. Bu tarz bir travmanın vücuda alınması ile absorbe olan enerji vücut içinde kaybolana kadar çeşitli dokulardan geçerek bu dokularda yüksek hasara neden olabilmektedir. Etki gücü yüksek silahlarla oluşan ateşli silah yaralanmaları ve yüksek seyir hızı ile oluşan trafik kazaları, yüksek enerjili ajanlar ile oluşan yaralanmalardandır ⁽²⁾. İnsan vücudu, yüksek enerjili travmalara karşı oldukça hassastır. Örneğin, tabancalarda bir merminin namludan ilk çıkış hızı 120-370 m/s arasında değişirken, tüfeklerde bu hız 1200 m/s'ye kadar çıkabilmektedir ⁽³⁾. Oysa bir merminin cildi penetre edebilmesi için 60 m/s hız, sağlam bir kemikte kırık oluşturması içinse 65 m/s hız yeterli olabilmektedir ⁽⁴⁻⁸⁾. “Güç=kütle x ivme” ($f=ma$) formülünden yola çıkarak, yaralanmanın şiddeti merminin ya da şarapnelin kütlesi ile doğru orantılıdır. Buna ek olarak “Kinetik enerji= $\frac{1}{2} mV^2$ ” formülünden yola çıktığımızda, kinetik enerjinin hızın (V) karesi ile doğru orantılı olması nedeniyle hız, yaralanma paternlerinde oldukça önemli bir parametre olarak karşımıza çıkar. Maksillofasial alanda

zigomatik kemik 360 libre (lb), mandibula 427 lb ve frontal kemik 1350 lb'lik kuvvete dayanabilirken, bu değerlerin üzerinde bir travma fraktür oluşumu ile sonuçlanmaktadır ⁽⁹⁾. Saatte 30 mil (48.2 km) ile yapılan bir trafik kazasında baş bölgesine 1200 lb'lik bir güç aktarımı olmaktadır ⁽¹⁰⁾. Buna ek olarak, etiyojisinde patlama olan yaralanmalarda birçok yüksek enerjili yaralanma aynı anda oluşabilmektedir. Bir patlama ile oluşmuş penetran yaralanmalarda, primer olarak yanık ve blast etkisi ile içi boş organlarda yaralanmalar, sekonder olarak şarapnel parçaları ile yaralanmalar ve tersiyer olarak düşme ya da çarpma etkisi ile oluşan yaralanmaları içeren kombine bir yaralanma şeklinden söz edilmektedir ⁽¹⁾.

Global Terörizm Veritabanı (“Global Terrorism Database”-GTD); terör eylemlerini “korku, baskı ve gözdağı yoluyla politik, ekonomik, dini ya da sosyal amaçlara ulaşmak için devlet dışı aktörler tarafından yasadışı güç ya da şiddetin kullanımı ya da kullanımının tehdidi” olarak tanımlanmıştır ⁽¹¹⁾. GTD tarafından dünya çapında 2000 yılındaki terör eylemlerinin sayısı 1.813 olarak bildirilmiş iken, aynı parametre 2015 senesinde 14.806 olarak bildirilmiştir (Şekil 1) ^(12,13). 11 Eylül saldırılarını da içine alan 2001 yılında 6381 kişi terör olayları nedeniyle yaralanmışken, 2015 yılında bu sayının 43.495 kişiye yükseldiği bildirilmiştir. Aynı kurum verilerine göre, ülkemizde 2015 yılında 416 terör saldırısı yaşanmış olup, bu saldırılarda 490 kişi yaşamını yitirmiş ve 1100 kişi yaralanmıştır. Buradan yola çıkarak tüm hekimlerin; yüksek etkili ajanlar ile oluşan savaş yaralanmalarına yaklaşım konusunda bilgi sahibi olması ve alanındaki tüm müdahaleleri yeterli düzeyde yapabilir seviyeye gelmesi gerekmektedir.



Şekil 1. Mavi çizgi yaşanan terör olayları sayısını, bordo çizgi ise yaralanma sayılarını göstermektedir.

Yüksek enerjili bir yaralanmaya maruz kalan hastalarda sıklıkla plastik cerrahinin operasyon bölgeleri olan maksillofasial bölge, el ve ekstremiteler yaralanmalarına rastlanmaktadır. Sivil halkın üzerinde zırh

ya da kask gibi koruyucu giysilerin olmaması, onları bu tarz saldırılarda şiddetli yaralanmalara daha duyarlı hale getirmektedir. Askeri personelin koruyucu giysileri olsa dahi, yüz bölgesi açıkta olduğu için yüksek etkili silahlar ile olan yaralanmalarda maksillofasial bölgenin etkilenmesine sık olarak rastlanmaktadır^(14,15).

Yüksek etkili silahlar ile olan yaralanmalar düşük etkili etyolojik ajanlar ile oluşan yaralanmalara göre hem yaralanma paterninde hem de tedavi aşamalarında değişiklik göstermektedir. Öncelikle, düşük etkili ajanlar ile oluşan yaralanmaların aksine, yüksek etkili silahlar ile oluşan yaralanmalarda penetre olan silah/şarapnelin kinetik özelliklerinde farklılıklar mevcuttur⁽²⁾. Yüksek enerjili yaralanmalarda geniş doku kayıpları, kompozit doku kayıpları, geniş yumuşak doku avülsiyonları, kemik yapılarında geniş segment kayıpları ve beraberinde çoklu kırıklar, büyük damar yaralanmaları, çoklu periferik sinir yaralanmaları, amputasyonlar, kompartman sendromları, masif kanamalar ve ek olarak merkezi sinir sistemi hasarları tek başına ya da birbirleri ile kombine olarak gözlemlenmektedir.

Düşük etkili ajanlar ile oluşan yaralanmalarda doku ya da kemik segment kaybı ön planda olmadığından, yaralanma sonrası gelişebilecek hasarlar büyük oranda öngörülebilir olup, tedavileri uluslararası rehber ya da kılavuzlara göre yapılabilmektedir^(5,16). Ancak özellikle baş-boyun bölgesinde oluşan savaş yaralanmalarında tedavinin zamanlaması ve tedavi/rekonstrüksiyon seçenekleri ile ilgili ortak bir fikir birliği bulunmamaktadır^(2,17). Bu tarz hastalar ile sık karşılaşmıyor olmasının beraberinde getirdiği kurumsal bilgi eksiklikleri nedeniyle tedavi seçenekleri merkezler ve hastalar arasında ciddi düzeyde farklılıklar gösterebilmektedir. Buna ek olarak, akut dönem onarımlar bittikten sonra uzun dönemde de sorunlar devam edebilmektedir. Şarapnel parçalarına bağlı olarak 40 hastada uzun dönemde oluşan marjolin ülseri olgusu bildirilmiştir⁽¹⁸⁾. Bu nedenle, akut onarımların tamamlanmasını takiben uzun dönemde hastaların plastik cerrahi ya da ortopedi gibi kliniklerce takip altına alınması gerekebilmektedir.

Bu makalede, yüksek etkili ajanlar ile yaralanmış bir hastaya plastik cerrahi branşının genel yaklaşımı hakkında bilgi verilecektir.

BÖLGELERE GÖRE YÜKSEK ETKİLİ YARALANMALARA PLASTİK CERRAHİ YAKLAŞIMLARI

Maksillofasial Bölgenin Yüksek Enerjili Yaralanmalarına Yaklaşım

Yüksek enerjili travmalarda baş-boyun bölgesi oldukça sık yaralanmaktadır. Yüce ve ark.⁽¹⁹⁾ tarafından yapılan çalışmada, Suriye iç savaşında yaralanıp ülkemizde tedavi gören yanık olgularının %83,7'sinde yüz-skalp yanıkları görüldüğü bildirilmiştir. Er ve ark.⁽²⁰⁾ tarafından yapılan çalışmada ise, yine Suriye iç savaşında ülkemize getirilen yaralılarda en sık yaralanma bölgesinin %42,5 ile baş olduğu bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada, ekstremitelerden sonra savaş şartlarında ikinci en sık yaralanmanın baş bölgesinde görüldüğü bildirilmiştir⁽²¹⁾.

Baş-boyun bölgesinin yüksek etkili yaralanmalarında sıklıkla çoklu ameliyatlara gereksinim duyulmaktadır. Bu hastalar için ameliyatlara; hastanın kabulünden taburculuğuna kadar geçen sürede yapılan "ilk ameliyatlara" ile ilk ameliyatlardan ardından tamamlayıcı ya da gelişen komplikasyonlara yönelik olarak yapılan "sonraki ameliyatlara" olarak iki aşamada incelenebilir.

Baş-boyun bölgesinde yüksek etkili travmaya maruz kalan hastaların ilk kabulünde öncelikle hava yolu, solunum ve dolaşımın sağlanması gerekmektedir. Yapılacak olan manevralara başlamadan önce vakit kaybına yol açmadan kollar ile servikal vertebralardan güvene alınması morbidite artışının önüne geçebilmektedir.

Baş boyun bölgesi travmalarında özellikle ağız tabanını tutan geniş laserasyonlarda ve dil kökü yaralanmalarında akut dönemde olmasa dahi zaman içerisinde gelişen progresif ödem nedeniyle hava yolu açıklığında bozulmalar meydana gelebilmektedir⁽²²⁾. Bu nedenle yüksek etkili baş-boyun travmalarında hava yolu açıklığını sağlamada trakeostominin endotrakeal entübasyondan daha güvenli olduğu düşünülmektedir. Buna ek olarak ameliyat sırasında oral oklüzyonun sağlanması gerekebilen durumlarda da endotrakeal entübasyon engel yaratabilmektedir. Tüm bu etkenler göz önüne alındığında, yüksek etkili baş boyun travmalarında hava yolu güvenliğini sağlama da altın standart yöntem trakeotomi olmalıdır.

Trakeotomi sonrasında kesinlikle her iki gözün değerlendirilmesi önerilmektedir. Glob yaralanmalarının yüzdeleri, beklenenin çok üzerinde görülmektedir. Trafik kazaları göz travmalarının önde gelen nedenlerinden olup, her yıl 500.000 tek taraflı görme kaybı vakasına yol açmaktadır⁽²³⁻²⁵⁾. Gözler normalde vücudun ön yüzünün %0,27'lik kısmını kaplamaktadır. Bununla birlikte, patlayıcılarla yaralanma olasılığı kapladığı alanla kıyaslandığında, 50 kat daha fazla olarak bildirilmiştir⁽²⁶⁻²⁸⁾. Bu nedenlerle havayolu güvenliği sağlandıktan sonra kesinlikle göz hastalıkları hekimi tarafından göz muayenesi yapılmalıdır. İlk değerlendirme ardından göz yaralanması olmadığı açıkça belli olan hastalarda dahi belgeleme ve hastanede yatış sırasında yapılacak oftalmolojik kontrollerin yapılabilmesi açısından hastanın kabulü sonrasında göz hastalıkları konsültasyonu önerilmelidir.

Merkezi sinir sistemi hasarı olmayan baş boyun bölgesi yaralanmalı hastalarda kanama kontrolü öncelikli olarak sağlanmalıdır. Özellikle yüksek hızlarda yapılan araç içi trafik kazalarında boynun yaptığı kamçı hareketi, araçtan fırlama ya da araç dışı trafik kazalarında yüksek enerjinin vücuda aktarılması sonucunda derin yerleşimli vasküler yapılarda hasarlar görülebilmektedir. Yüksek basınçlı ajanların neden olduğu harp yaralanmalarında tüfek, bomba, roket, patlayıcı gibi silahlardan çıkan ve yüksek kinetik enerjisi bulunan küçük şarapnel parçaları derin dokulara kadar penetre olabilmektedir. Bu sebeple giriş yarası küçük olsa dahi derin yerleşimli vasküler yapılarda yaralanmalar oluşabilmekte ve masif kanamalara yol açabilmektedir. Bu nedenle özellikle maksiller arter, karotid arterler, eksternal karotid arterin dalları ve juguler sistem venlerinin yaralandığı durumlarda masif kanamalar mevcut olabilir ve hastaya sahada yapılan ilk müdahalede baskılı pansuman ile bu kanamalar kısmen kontrol edilmiş olabilir. Bu tarz hastaların hastaneye kabulünden sonra pansumanları kontrollü bir biçimde açılmalıdır. Özellikle parsiyel kesilmiş damarlar vazokonstriktre olamadıkları için şiddetli kanamalara neden olabilmektedir.

Kanamaya kontrolü sonrasında yapılması gereken işlem basınçlı irrigasyon ile açık yaraların en az 2-3 L steril mayi ile irrije edilmesi, taş, toprak, asfalt, barut, metal ve cam parçaları gibi tüm yabancı cisimlerin açık yaralardan temizlenmesidir. Mekanik temizlik

sonrası kesinlikle parenteral antibiyotik başlanması ve özellikle acinetobacter enfeksiyonunu da içine alacak şekilde nemli toprakta yaşayan bakterileri kapsayacak antibiyotikler ile ilk müdahalesi dış merkezde yapılmış olan hastalar için çoklu-ilaç-direnci olan bakterileri kapsayacak şekilde antibiyotik seçimi yapılmalıdır^(29,30). Özellikle maksiller⁽³¹⁾ ya da frontal sinüs⁽³²⁾ içeriğinin ekspozite olduğu yaralanmalarda enfeksiyon olasılığının arttığı bilinmektedir.

Yapılan ilk irrigasyon işlemi ardından tüm nekrotik odakların debride edilmesi gerekmektedir. Ancak, baş boyun bölgesinin yoğun kanlanmasından dolayı ilk etapta nekrotik gibi görünen odakların zamanla iyileşebileceği göz önüne alınarak debridman konservatif yapılmalıdır. Bir yaralanmada nekroz görülen alanda santralden periferine doğru 3 bölge oluşmaktadır: nekroz, staz ve hiperemi bölgeleri. Sıklıkla hiperemi bölgesinde spontan dönüşler olmakla birlikte, staz zonunun nekroza gidip gitmeyeceği lokal faktörlerle ilişkili olarak birkaç gün sonunda belli olmaktadır. Bu nedenle ilk debridmanlarda olabildiğince konservatif yaklaşılmalı, birkaç gün içerisinde demarkasyonun oluşmasından sonra nihai debridmanın yapılması önerilmektedir.

Baş-boyun bölgesinde avülsiyeye olmuş ancak perfüzyonu mevcut olan dokuların anatomik konumlarına sütüre edilmeleri önerilmektedir. Bu tarz fleplerin çoğunlukla sütüre edildikleri yere adapte olduğu gözlenmektedir.

Bu hastalarda sık karşılaşılan bir diğer durum ise barut, taş, toprak gibi minik yabancı cisimlerin dermis içine ekilmesi sonucunda oluşan "travmatik dövme"dir. Travmatik dövmelelerde 24-48 saat içerisinde yabancı cisim üzeri epitelizasyon ile kapanmakta ve yabancı cisim deri içerisinde kalıcı hale gelmektedir. Travmatik dövmelelerin oldukça kötü kozmetik sonuçlara neden olabildiği bilinmektedir. Uzun dönemde lazer, dermabrazyon gibi yöntemlerle tedavi edilebilmekte⁽³³⁻³⁶⁾ olan travmatik dövmelelerin barut tanecikleri ile oluşmuş olanlarında uzun dönemde lazer uygulaması ile deri içerisinde mikropatlamalar ve skarlaşmalar görülebilmektedir⁽³⁷⁾. Bu nedenle travmatik dövmelelerin kesinlikle ilk 24-48 saat içerisinde fırça ile mekanik temizliğe tabi tutulması ve tamamen kaybolana kadar iki-üç günlük aralıklarla işlemin yinelenmesi gerekmektedir.

Bu hastalarda bir diğer önemli konu ise cilt ile kemik dokular arasında konumlanmış sinir ve kanaliküler sistem yapılarıdır. Yüz bölgesinde duyu sinirlerinin yaralanması sıklıkla önemli bir morbiditeye neden olmamakla beraber, fasiyal sinir dallarının yaralanması yüz bölgesinin kozmetik görünümünde ve fonksiyonel bütünlüğünde belirgin problemlere neden olabilmektedir. Bu tarz yüksek etkili yaralanmalarda sıklıkla diseksiyon ile fasiyal sinir dallarının bulunması olası olmamakla birlikte, debridmanlar esnasında ekspoze olan fasiyal sinir dalları varsa onarılmalı, arada segmental kayıplar var ise proksimal ve distal güdük uçları işaretlenmeli ve saha enfeksiyondan arındığı zaman sinir grefti ile onarılmalıdır. Bu hastalarda ekspoze olan nazolakrimal kanalın ve stemon kanalının onarılması, uzun dönemde hastayı dakriosistorinostomi gibi ameliyatlardan ya da tükürük kistleri oluşumundan kurtarabilmektedir.

Baş boyun bölgesinin yüksek etkili yaralanmalarında yüzeysel dokuların yanında kemik yapıların ilk müdahaleleri de özellik ve önem göstermektedir. Kemik yapıların yüz bölgesinin üç boyutlu mimarisi oluşturmaya ek olarak önemli fonksiyonel görevleri de bulunmaktadır. Yapılan bu ilk ameliyatlarda kemik yapıların olmaları gereken konumlarda belirlenmeleri nihai ameliyatlara kabul edilebilir estetik ve fonksiyonel sonuçlara ulaşılabilmesi için önem taşımaktadır. Kemik yapıların olması gereken konumda fiks edilmesi yumuşak dokularda oluşabilecek kalıcı ve geri dönüşsüz kontraksiyonların önüne geçilmesi için gereklidir ⁽²⁹⁾.

Baş-boyun bölgesindeki yüksek etkili yaralanmalar sıklıkla kirli yara olarak kabul edilmesine rağmen, kemik yapıların internal fiksasyon materyalleri ile belirlenmesi önerilmektedir ⁽²⁾. Aynı çalışmada ateşli silah yaralanması ve trafik kazasını içeren yüksek etkili yaralanması olan 73 hastanın 1'inde plak vidanın çıkartılmasını gerektiren dirençli enfeksiyon ile, 2 hastada ise plak vidanın yenilenmesini gerektiren kaynama kusuru ile karşılaşıldığı bildirilmiştir. İleri düzeyde parçalı kırıkların olduğu hastalarda ise eksternal fiksasyon yöntemlerinin de göz önünde tutulması önerilmektedir ⁽³⁸⁾. Bu nedenle, ilk kanama kontrolü ve debridmanın ardından yapılan seri yıkama ve debridmanlar ardından kemik yapılara internal fiksasyon işlemi uygulanmalıdır. Bu ameliyatlarda sırada yaşamayan tüm kemik yapıların ve spiküllerin

debride edilmesi gerekmektedir. Proksimal ve distal uçlarından ayrılmış ancak bir yüzünde dahi periosteal bağlantıları devam eden geniş kemik segmentleri ise kimi zaman ilk etapta nonviabl görünse de, greft olarak yaşamda kalabilmektedir. Bu nedenle, bu tarz periosteal bağlantıları mevcut olan kemik segmentlerinin tamamen nekroz gelişene kadar debride edilmesi önerilebilir.

Kemik yapıların internal fiksasyonlarından söz ederken yüz bölgesini üç kısım halinde incelemek sistematik bir yaklaşım getirmektedir. Yüz bölgesinin üst 1/3'lik kısmında frontal sinüs bulunmaktadır. Frontal sinüs yaralanmalarında mevcut olan laserasyonlardan kemik yapılara ulaşım sağlanabilmektedir. Frontal sinüs ön duvar fraktürlerinde, nazal pasaja açılan meatusda (frontonazal duktus) tıkanma olması durumunda gelişebilecek mukosel gibi uzun dönem komplikasyonları önlemek için frontal sinüs açıklığı oblitere edilmelidir. Obliterasyon sırasında uygulanabilecek çeşitli seçenekler bulunmakla birlikte, yüksek etkili yaralanmalarda olası tutma sorunlarının önüne geçebilmek için kemik grefti gibi seçenekler yerine galeal flep gibi kendiliğinden perfüze olan bir doku seçmek gerekmektedir. Ön duvarda segmental kayıplar olması durumunda meş kullanımı da sık yeğlenen yöntemlerdendir ⁽²⁾.

Maksillofasiyal bölgenin orta 1/3'lik kısmında ise önemli olan zigomatik ve maksiller kemiklerin onarımlarıdır. Bu onarımlar sırasında kırık segmentleri stabil olan kemik yapıları mini titanyum plak-vidalar (2,0 mm) ile belirlemek gerekmektedir. Belirleme işlemi sırasında zigoma gövdesinin 3 boyutlu olarak doğru konumlandırılmış olması uzun dönemde malar emineste silinme ya da orbita hacminde artışa bağlı enoftalmus gibi komplikasyonların önüne geçmektedir. Maksiller kemik üzerinde yüzün taşıyıcı kolonları olan yatay ve dikey "buttress" ler bulunmaktadır. Alt orbital rim ve maksiller alveolar kemik gibi yatay buttressler ile zigomatikofrontal, nazomaksiller ve zigomatikomaksiller buttressler gibi dikey yapıların mini titanyum plak ve vidalar ile onarılması gerekmektedir. Bu buttress'lerde segmental kayıpların olması durumunda var olan kemik segmentler olması gereken konumda 3 boyutlu olarak konumlandırıldıktan sonra boşluklar mini plaklar ile köprülenmeli ve segmental kayıp olan kısımlar uzun dönemde rekonstrükte edilmek üzere boş bırakılmalıdır. Erken

dönemde kemik grefti ya da vaskülarize kemik flepleri ile onarım önerilmemektedir. Düşük etkili yaralanmalara zıt olarak, yüksek etkili yaralanmalarda tek taraflı maksilla kırıklarında dahi üst çenede patolojik hareket olabilmekte ve bu nedenle oklüzyonda bozulmalar oluşabilmektedir. Oklüzyonun restore edilebilmesi ve maksiller yapıların 3 boyutlu olarak doğru konuma getirilebilmesi için kemik yapıların belirlenmesinden önce normal ısırıkta maksillo-mandibular fiksasyon (MMF) yapılması gerekmektedir.

Maksillofasiyal bölgenin alt 1/3'lik kısmını ise mandibula oluşturmaktadır. Mandibulanın yüksek etkili fraktürlerinde yine öncelikle MMF sağlanmalı ve alt rime konulan 2.4 mm titanyum rekonstrüksiyon plakları kullanılmalıdır. Segmental kayıplar maksillada olduğu gibi rekonstrüksiyon plağı ile köprülenmeli ve boşluklar uzun dönemde rekonstrükte edilmelidir.

İlk kabulden sonra yapılan birkaç seans seri debridman sonrasında kemik yapıların onarımlarını takiben cilt flepleri birbirlerine sütüre edilerek onarım sağlanmalı, ağız tabanı mukozası ya da ciltte yumuşak doku defekti varlığında ise serbest doku aktarımları dahil olmak üzere çeşitli rekonstrüksiyon seçenekleri kullanılmalıdır. Burun yaralanması varlığında nazofarinkse uzanım gösteren geniş çapta silikon sondalar her iki nazal pasaja konularak belirlenmeli ve bu sayede zaman içerisinde gelişebilecek yumuşak doku konstrüksiyonu ile nazal pasajların kapanması önlenmeye çalışılmalıdır.

Elin Yüksek Enerjili Yaralanmalarına Yaklaşım

El, ince bir subkutan dokuya sahip, birçok küçük eklem ve kemik içeren ve biyomekanik açıdan tendinöz yapıların yüksek düzeyde uyum içerisinde çalışması ile fonksiyon gösteren bir organdır. Elin majör travmatik olaylarında çeşitli düzeyde yumuşak doku, osteotendinöz ve nörovasküler yaralanmalar görülebilmektedir⁽³⁹⁾.

Majör el yaralanmalarından sonra sıklıkla önemli düzeyde fonksiyonel defisit kalabilmektedir. El yaralanması sonrasında prognozu gösteren bazı skorlama yöntemleri mevcuttur. Bunlar HISS (Hand Injury Severity Score), HFS (Hand Function Score), DASH (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand) ve MHQ (Michigan Hand Questionnaire) olarak özetlenebilir

⁽⁴⁰⁻⁴³⁾. Elin fonksiyonel üniteleri dört alt gruba ayrılabilir: 1. Oppozisyon yapabilen bir başparmak, 2. İnce manipülasyon ve güçlü bir "pinch" hareketi yapabilen ve stabil bir ünite gibi davranan iki ve üçüncü parmaklar, 3. Kavrama hareketi için mobil bir ünite gibi davranan dört ve beşinci parmaklar ve 4. El bileği⁽⁴⁴⁾. Buradan yola çıkarak, el yaralanması sonrasında fonksiyonel alt üniteleri restore etmeye çalışmak daha belirgin bir fonksiyonel geri dönüşle sonuçlanabilir. Elin yüksek etkili yaralanmaları sonucunda her ne kadar fonksiyonel ve duyuşal kusurlar kalıcı olsa da hastalar bu tarz bir ekstremitayı proteze yeğlemektedir⁽⁴⁵⁾. Bir replantasyon sonrasında, seviyesinden ve kazandırılan fonksiyon düzeyinden bağımsız olarak, hastalar kendi uzuvlarına sahip olmayı amputasyona yeğlemektedir⁽⁴⁶⁾. Bunlardan yola çıkarak, el ve üst ekstremita yaralanmaları ne kadar şiddetli olursa olsun kurtarıcı ve fonksiyon kazandırmaya yönelik cerrahiler kesinlikle denenmelidir. Amputatın uygun olduğu ancak elin ileri düzey yaralandığı durumlarda amputat ayak gibi el dışı bir bölgeye ektopik olarak replante edilip uzun dönemde ele yeniden taşınabilir⁽⁴⁷⁾. El yaralanmalarının oranı, ekstremita ateşli silah yaralanmalarında yaklaşık olarak %45-70 arasında mevcut olup⁽⁴⁸⁾, neden her ne kadar düşük etkili silahlar olsa dahi yine de kompleks yaralanmalar ile sonuçlanabilmektedir⁽⁴⁹⁾.

Yüksek etkili el yaralanmalarında izlenmesi gereken tedavi protokolü erken debridman, iskelet stabilizasyonu, erken rekonstrüksiyon, antibiyotik kullanımı ve agresif fizyoterapi adımlarını içermelidir^(50,51) (Resim 1).



Resim 1. İş kazası sonrası elde gelişen degloving tarzda yaralanması olan hastanın, ilk müdahalesi ardından yapılan seri debridmanları ve ardından gerçekleştirilen serbest doku nakli ile doku defektinin protez kullanımına uygun hale getirilmesi.

Sıklıkla yaralanma sonrasında ameliyata alınan hastalarda nekrotik olduğu bariz olarak görülen dokular, kömürleşmiş yumuşak dokular debride edilmelidir. Yine baş-boyun bölgesinde olduğu gibi elin de yoğun kanlanan bir organ olması nedeniyle tam nekroza gitmemiş staz zonu kimi zamanlarda yaşamda kalabilmektedir. Bu nedenle ilk debridmanda nekroz zonunda olan kısımların debride edilmesi, staz zonunda bulunan kısımların ise demarkasyon oluşana kadar beklenip geç dönemde debride edilmesi uygun olacaktır⁽⁵²⁾.

Yumuşak doku debridmanı sonrasında kemiklerin stabilize edilmesi gerekmektedir. Kemik stabilizasyonu sırasında Kirschner teli ya da internal fiksasyon materyalleri kullanılabilirlikle birlikte, parçalı kırıkların olduğu alanlarda internal fiksasyonun yeğlenmesi yumuşak doku kısalmalarını önleyecektir. Yaklaşık bir hafta süre sonunda başlayan inflamasyon nedeniyle yumuşak dokularda kontraktürler meydana gelebilmektedir⁽⁵³⁾. Buna ek olarak, erken agresif fizyoterapiye de olanak sağlaması ve olası kemik greftlerinin daha rahat adapte edilebilmesi nedeniyle internal fiksasyon tercih edilen yöntem olarak karşımıza çıkar. Pereria ve ark.⁽⁵⁰⁾ tarafından yapılan çalışmada, 62 hastanın yalnızca 3'ünde yumuşak doku enfeksiyonu geliştiği ve internal fiksasyon materyalinin çıkartılmasına yol açacak kemik enfeksiyonu ile karşılaşmadıklarını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, 2 hasta için akut dönemde kemik grefti ile onarımın yapıldığı bildirilmiştir.

Yumuşak doku debridmanı ve kemik onarımlarını takiben, gerekli görülen durumlarda gün aşırı aralıklarla seri debridmana geçilip yeni gelişen nekrotik odakların tamamen çıkartılması gerekebilir.

Yapılan ilk debridmanlar ardından nörovasküler ve tendinöz yapıların onarılması gerekmektedir. Vasküler yaralanmalarda distal ve proksimalden sağlıklı damar görülene kadar diseksiyon yapılmalı, gerek görülürse ters çevrilmiş ven grefti ile damar defekti onarımlarından kaçınmamak gerekmektedir. Parmakların perfüzyonu için sıklıkla tek dijital arterin sağlam olması yeterli olmaktadır.

Yüksek enerjili el yaralanmalarında tendinöz yapıların onarımları da önem göstermektedir. Bu tarz hastalarda tendon yaralanması varlığında ekstansör

ve fleksör tendonların bir arada yaralanma sıklığı %50 olarak bildirilmiştir⁽⁵⁰⁾. Ekstansör ve fleksör tendonların birlikte yaralandığı durumlarda öncelikle fleksör sistemin onarılması önerilmektedir⁽⁵⁴⁾. Bu tarz yaralanmalarda uzun süreli debridmanlar, kemik ve damar onarımlarının işin içine girmesi nedeniyle ekstansör tendonların onarımları sıklıkla atlanmakta olup, el biyomekaniğinin bozulmaması için kesinlikle ekstansör sistemin de onarılması gerekmektedir.

Yüksek enerjili el yaralanmalarında ilk operasyonun bitiminde olası kompartman sendromunu önlemek için el ve parmaklarda fasyotomi açılması göz önünde bulundurulmalıdır.

Gövdenin ve Ekstremitelerin Yüksek Enerjili Yaralanmalarına Yaklaşım

Ekstremitelerin yüksek enerjili yaralanmalarında tekli ya da kompozit doku kayıpları ya da bu tip dokuların avülsiyonları, nörovasküler yapılarda yaralanma, kemiklerde çoklu kırıklar ya da segmental kayıplarla karşılaşılabilir.

Ekstremitte distalinde perfüzyon olmaması durumunda revaskülarizasyon ya da replantasyon endikasyonlarına göre müdahalede bulunmak gereklidir. Bu konuda sıklıkla kullanılan skorlama sistemi MESS (mangled extremity severity score) olarak karşımıza çıkar⁽⁵⁵⁾ (Tablo 2). MESS skoru 6 saat iskemide kalmış bir ekstremitte için ikiyle çarpılmalıdır. Altı ya da altında MESS skoru olan hastalarda ekstremitenin kurtarılmaya çalışılması önerilmektedir. MESS skoruna ek olarak LSI (limb salvage index), PSI (predictive salvage index), NISSA (nevve injury, ischemia, soft-tissue injury, skeletal injury, shock and age of patient score) ya da HFS (Hannover fracture scale) gibi daha yeni skorlama sistemleri de geliştirilmiştir^(56,57). Temel olarak iskemide kalmış ve iskemi süresi uzun süren hastalarda replantasyon ya da revaskülarizasyon işlemleri sonrasında hayati risk yaratacak düzeyde ve hemodiyaliz gerektirecek seviyede rabdomyoliz ve doku yıkımı ile karşılaşılabilir. Buna ek olarak, akım sağlanması sonrasında oluşan reperfüzyon hasarı, mevcut metabolik yükte artışa neden olabilmektedir. Bu nedenle ekstremitenin kurtarılması yönündeki eşiğin çok düşük olmaması önerilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ekstremitte travmalarına bağlı amputasyonlar morbiditenin önemli bir kaynağı

olarak karşımıza çıkmaktadır (58,59). Buna ek olarak, tüm nekrotik kasların debride edilmesi gerekmektedir. Bir kasın nekrotik olup olmadığı kararı klinik yaklaşımla konulmakta olup, kimi zamanlarda yetersiz ya da aşırı debridman yapılabilmektedir (60,61). Zarar görmüş ya da iskemide kalmış bir kas dokusunda koter ile dokunulduğunda kontraksiyon olmaması ve kasta kapiller kanamaların gözlenmemesi durumunda sağlıklı görünen bir kasın dahi nekroza gideceği öngörülebilir.

Kurtarılabilir bir ekstremitte yaralanmasına ilk yaklaşım vücudun diğer yerlerinde olduğu gibi öncelikle yıkama ve debridman işlemlerini içermektedir. Sonraki aşamada parçalı kırıklar ya da uzun kemiklerde segmental kayıplar olması durumunda ortopedi kliniği tarafından internal ya da eksternal fiksatörler ile onarım yapılmaktadır. Segmental kayıp durumlarında yumuşak dokularda oluşabilecek kontraksiyonları



Resim 2. Trafik kazası sonrası ayak dorsumunda gelişen tendonları ekspoze hale gelmiş doku defektinin, seri debridmanlar ve yara bakımı ardından kontrol altına alınması ve serbest doku nakli ile yumuşak doku rekonstrüksiyonu.

önlemek için ekstremitte uzunluğu sağlanacak şekilde fiksasyon uygulanmalıdır. Ekstremitelerin yüksek enerjili yaralanmalarının tamamında profilaktik faszyotomi açılması önerilmektedir.

Kemik onarımı sonrasında hastaların yumuşak doku onarımlarına sıra gelmektedir. Yumuşak doku rekonstrüksiyonları öncesinde nekrotik dokulardan tamamen uzaklaşmış olması, tüm mikrobiyolojik yükün giderilmiş olması ve zeminde uygun alıcı sahanın oluşmuş olması gerekmektedir. Bu nedenle bu tarz hastaların yönetilmesinde birkaç seans gün aşırı yıkama-debridman operasyonu uygulanmalı, olabiliyorsa debridman seansları sonrasında negatif etkili yara tedavisi sistemleri (NPWT) kullanılmalıdır. Alıcı sahanın hazırlanmasını takiben uygun şekilde yumuşak doku rekonstrüksiyonu planlanmalıdır (Resim 2, 3).

Ekstremitte yaralanmalarında akılda tutulması gereken önemli bir nokta da majör vasküler yaralanmalardır. Özellikle femoral arter ya da brakial arter gibi proksimal seviyeli yaralanmalarda ekstremitenin iskemisi



Resim 3. Trafik kazası ardından sağ alt ekstremitede gelişen degloving yaralanma hastasında nekroz hattının son halini alması ardından yapılan debridmanlar ardından iyi granüle hale gelmiş doku defektinin kısmi kalınlıkta deri greftleri ile onarımı.

uzadıkça reperfüzyon sonrasında oluşacak reperfüzyon hasarı ve ödem sonrasında ampütasyonla sonuçlanan kompartman sendromu gelişebilmektedir. Bu nedenle femoral arter ya da brakial arterin şarapnel ya da cam parçası gibi etyolojik ajanlarla yaralanması sonrasında, yabancı cisim giriş deliği santimetrik bile olsa kesinlikle damar onarımı sonrasında fasyatomilerin açılması gerekmektedir.

Gövdenin yüksek enerjili yaralanmalarında ise yüzeysel kayıplar ile tam kat kalınlıktaki kayıplar arasında değişen derinliklerde ve çeşitli genişlikte doku kayıpları oluşabilmektedir. Bu tarz yaralanmalara yaklaşımlar da ekstremiteler yaralanmalarına benzerlik göstermektedir. Bu hastalarda, yumuşak doku rekonstrüksiyonu öncesinde seri debridmanlar ve NPWT kullanımını önerilmektedir. Alıcı sahanın hazırlanmasını takiben de uygun seçenekte rekonstrüksiyon yöntemi ile onarım yapılmaktadır.

SONUÇ

Trafik kazaları, motosiklet kullanımı, iş güvenlik önlemlerinin yetersiz seviyede sağlanması ve terör saldırıları arttıkça yüksek enerjili travmalar sonucunda yaralanmalar ile eskiye oranla daha sık karşılaşılmaktadır. Bu hastalarda sıklıkla baş-boyun, el gibi önemli bölgelerde kozmetik ya da fonksiyonel olarak olumsuz sonuçlarla karşılaşılabilmektedir. Buna ek olarak, yüksek etkili ajanlar ile yaralanmaya maruz kalan hastalar eskiye oranla daha dağınık bir coğrafyada hastanelere getirilmektedir. Bu nedenle tüm plastik cerrahların bu yaklaşımlara tanıdık olması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. OR T. Travma Kinetiği 2017. Available from: <http://www.turkcerrahi.com/genel-cerrahi-dersleri/travma-kinetigi/>.
2. Christensen J, Sawatari Y, Peleg M. High-energy traumatic maxillofacial injury. *The Journal of Craniofacial Surgery* 2015;26(5):1487-91. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000001789>
3. Muzzle velocity: wikipedia; 2017. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Muzzle_velocity.
4. Cillo JE, Jr., Ellis E, 3rd. Management of bilateral mandibular angle fractures with combined rigid and nonrigid fixation. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2014;72(1):106-11. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2013.07.008>
5. Cohen MA, Shakenovsky BN, Smith I. Low velocity hand-gun injuries of the maxillofacial region. *Journal of Maxillofacial Surgery* 1986;14(1):26-33. [https://doi.org/10.1016/S0301-0503\(86\)80254-5](https://doi.org/10.1016/S0301-0503(86)80254-5)
6. Hoppe IC, Kordahi AM, Paik AM, Lee ES, Granick MS. Pediatric facial fractures as a result of gunshot injuries: an examination of associated injuries and trends in management. *The Journal of Craniofacial Surgery* 2014;25(2):400-5. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000000657>
7. Salentijn EG, Collin JD, Boffano P, Forouzanfar T. A ten year analysis of the traumatic maxillofacial and brain injury patient in Amsterdam: complications and treatment. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 2014;42(8):1717-22. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.06.005>
8. Stefanopoulos PK, Soupiou OT, Pazarakiotis VC, Filipakis K. Wound ballistics of firearm-related injuries--part 2: mechanisms of skeletal injury and characteristics of maxillofacial ballistic trauma. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2015;44(1):67-78. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.07.012>
9. Viano DC, Bir C, Waliiko T, Sherman D. Ballistic impact to the forehead, zygoma, and mandible: comparison of human and frangible dummy face biomechanics. *The Journal of Trauma* 2004;56(6):1305-11. <https://doi.org/10.1097/01.TA.0000064209.21216.4E>
10. Pappachan B, Alexander M. Biomechanics of cranio-maxillofacial trauma. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery* 2012;11(2):224-30. <https://doi.org/10.1007/s12663-011-0289-7>
11. Terrorism NCftSoTaRt. Global Terrorism Database Codebook: Inclusion Criteria and Variables. June 2016.
12. Number of terrorist incidents by country: wikipedia; 2017. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Number_of_terrorist_incidents_by_country.
13. Terrorism NCftSoTaRt. Global Terrorism Database (globalterrorismdb_0616dist.xlsx): University of Maryland; 2016. Available from: <https://www.start.umd.edu/gtd>.
14. Chalioulias K, Sim KT, Scott R. Retinal sequelae of primary ocular blast injuries. *Journal of the Royal Army Medical Corps* 2007;153(2):124-5. <https://doi.org/10.1136/jramc-153-02-11>
15. Weichel ED, Colyer MH, Ludlow SE, Bower KS, Eisenman AS. Combat ocular trauma visual outcomes during operations iraqi and enduring freedom. *Ophthalmology* 2008;115(12):2235-45. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.08.033>
16. Luce EA, Tubb TD, Moore AM. Review of 1,000 major facial fractures and associated injuries. *Plastic and Reconstructive Surgery* 1979;63(1):26-30. <https://doi.org/10.1097/00006534-197901000-00005>
17. Norris O, Mehra P, Salama A. Maxillofacial Gunshot Injuries at an Urban Level I Trauma Center-10-Year Analysis. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2015;73(8):1532-9. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.03.019>
18. Wozniak SE, Zuo S, Khan K, Coleman J. Old War Scar Revisited. *The journal of the American College of Clinical Wound Specialists* 2015;7(1-3):35-9. <https://doi.org/10.1016/j.jccw.2016.09.001>
19. Yuce Y, Acar HA, Erkal KH, Arditi NB. Retrospective analysis of patients with burn injury treated in a burn

- center in Turkey during the Syrian civil war. *Saudi Medical Journal* 2017;38(1):93-6.
<https://doi.org/10.15537/smj.2017.1.16448>
20. Er E, Corbacioglu SK, Guler S, Aslan S, Seviner M, Aksel G, et al. Analyses of demographical and injury characteristics of adult and pediatric patients injured in Syrian civil war. *The American Journal of Emergency Medicine* 2017;35(1):82-6.
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.10.008>
 21. Dussault MC, Smith M, Osselton D. Blast injury and the human skeleton: an important emerging aspect of conflict-related trauma. *Journal of Forensic Sciences* 2014;59(3):606-12.
<https://doi.org/10.1111/1556-4029.12361>
 22. Luce EA, Hollier LH, Jr., Lin SJ. Plastic surgeons and the management of trauma: from the JFK assassination to the Boston Marathon bombing. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2013;132(5):1330-9.
<https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3182a7094c>
 23. Agrawal R, Wei HS, Teoh S. Prognostic factors for open globe injuries and correlation of ocular trauma score at a tertiary referral eye care centre in Singapore. *Indian Journal of Ophthalmology* 2013;61(9):502-6.
<https://doi.org/10.4103/0301-4738.119436>
 24. Hassan Naqvi SA, Malik S, Zulfiqaruddin S, Anwar SB, Nayyar S. Etiology and severity of various forms of ocular war injuries in patients presenting at an Army Hospital in Pakistan. *Pakistan Journal of Medical Sciences* 2016;32(6):1543-6.
 25. Perry M, Dancey A, Mireskandari K, Oakley P, Davies S, Cameron M. Emergency care in facial trauma—a maxillofacial and ophthalmic perspective. *Injury* 2005;36(8):875-96.
<https://doi.org/10.1016/j.injury.2004.09.018>
 26. Boparai MS, Sharma RC. Ocular war injuries. *Indian Journal of Ophthalmology* 1984;32(5):277-9.
 27. Scott R. The injured eye. Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B. *Biological Sciences* 2011;366(1562):251-60.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0234>
 28. Scott R BR, Morgan-Warren PJ. Aspects of ocular war injuries. *Trauma* 2015;17(2):83-92.
<https://doi.org/10.1177/1460408614539621>
 29. Abu-Sittah GS, Baroud J, Hakim C, Wakil C. The Complicated Facial War Injury: Pitfalls and Mismanagement. *The Journal of Craniofacial Surgery* 2017;28(1):118-21.
<https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000003254>
 30. Beliakin SA, Egorov VI, Luk'ianenko AV. General principles of treatment of mine-explosive wounds of ENT-organs. *Voenna-Meditsinskii Zhurnal* 2011;332(11):20-4.
 31. Chrcanovic BR. Open versus closed reduction: comminuted mandibular fractures. *Oral and Maxillofacial Surgery* 2013;17(2):95-104.
<https://doi.org/10.1007/s10006-012-0349-2>
 32. Shuker ST. Maxillofacial blast injuries. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 1995;23(2):91-8.
[https://doi.org/10.1016/S1010-5182\(05\)80454-8](https://doi.org/10.1016/S1010-5182(05)80454-8)
 33. Cambier B, Rogge F. Traumatic tattoo: use of the variable pulsed erbium:YAG laser. *Photomedicine and Laser Surgery* 2006;24(5):605-9.
<https://doi.org/10.1089/pho.2006.24.605>
 34. Haywood RM, Monk BE, Mahaffey PJ. Treatment of traumatic tattoos with the Nd YAG laser: a series of nine cases. *British Journal of Plastic Surgery* 1999;52(2):97-8.
<https://doi.org/10.1054/bjps.1998.3054>
 35. Horowitz J, Nichter LS, Stark D. Dermabrasion of traumatic tattoos: simple, inexpensive, effective. *Annals of plastic Surgery* 1988;21(3):257-9.
<https://doi.org/10.1097/0000637-198809000-00012>
 36. Miles BA, Ellis E, 3rd. The neodymium: YAG laser in the treatment of traumatic tattoo: a case report. *Journal of oral and maxillofacial surgery: Official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2006;64(5):850-5.
<https://doi.org/10.1016/j.joms.2006.01.015>
 37. Fusade T, Toubel G, Grogard C, Mazer JM. Treatment of gunpowder traumatic tattoo by Q-switched Nd:YAG laser: an unusual adverse effect. *Dermatologic surgery: official publication for American Society for Dermatologic Surgery [et al.]*. 2000;26(11):1057-9.
<https://doi.org/10.1046/j.1524-4725.2000.0260111057.x>
 38. Jacob E, Setterstrom JA. Infection in war wounds: experience in recent military conflicts and future considerations. *Military Medicine* 1989;154(6):311-5.
 39. Gregory RT, Gould RJ, Peclat M, Wagner JS, Gilbert DA, Wheeler JR, et al. The mangled extremity syndrome (M.E.S.): a severity grading system for multisystem injury of the extremity. *The Journal of Trauma* 1985;25(12):1147-50.
<https://doi.org/10.1097/00005373-198512000-00005>
 40. Campbell DA KS. The hand injury severity scoring system. *J Hand Surg [Br]* 1996;21:295-8.
[https://doi.org/10.1016/S0266-7681\(05\)80187-1](https://doi.org/10.1016/S0266-7681(05)80187-1)
 41. Chung KC PM, Walters MR, et al. Reliability and validity testing of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire. *J Hand Surg [Am]* 1998;23:575-87.
[https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(98\)80042-7](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(98)80042-7)
 42. Gottlieb LJ KL. From the reconstructive ladder to the reconstructive elevator. *Plastic and Reconstructive Surgery* 1994;93:1503-4.
<https://doi.org/10.1097/00006534-199406000-00027>
 43. Watts AM GM, Cole RP. Outcome following the rehabilitation of hand trauma patients. The importance of a subjective functional assessment. *J Hand Surg [Br]* 1998;23:485-9.
[https://doi.org/10.1016/S0266-7681\(98\)80128-9](https://doi.org/10.1016/S0266-7681(98)80128-9)
 44. Vedder NB aHD. The Mangled Upper Extremity. In: Wolfe S PW HR, Kozin S, editor. *Green's operative hand surgery*. 2. 6th ed: Churchill Livingstone; 2010. p.1603-44.
 45. Peacock K, Tsai TM. Comparison of functional results of replantation versus prosthesis in a patient with bilateral arm amputation. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1987(214):153-9.
<https://doi.org/10.1097/00003086-198701000-00022>
 46. Graham B, Adkins P, Tsai TM, Firrell J, Breidenbach WC. Major replantation versus revision amputation and prosthetic fitting in the upper extremity: a late functional outcomes study. *The Journal of Hand Surgery* 1998;23(5):783-91.
[https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(98\)80151-2](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(98)80151-2)
 47. Bakhach J, Katrana F, Panconi B, Baudet J, Guimberteau JC. Temporary ectopic digital implantation: a clinical

- cal series of eight digits. *The Journal of Hand Surgery, European Volume* 2008;33(6):717-22.
<https://doi.org/10.1177/1753193408091429>
48. Gotsch KE AJ, Mercy JA, et al. Surveillance for fatal and nonfatal firearm-related injuries. *MMWR* 2001;50:1-32.
49. Rodrigues RL, Sammer DM, Chung KC. Treatment of complex below-the-elbow gunshot wounds. *Annals of Plastic Surgery* 2006;56(2):122-7.
<https://doi.org/10.1097/01.sap.0000196414.70178.ff>
50. Pereira C, Boyd JB, Olsavsky A, Gelfand M, Putnam B. Outcomes of complex gunshot wounds to the hand and wrist: a 10-year level I urban trauma center experience. *Annals of Plastic Surgery* 2012;68(4):374-7.
<https://doi.org/10.1097/SAP.0b013e31823d2ca1>
51. Stromberg BV. Management of low-velocity gunshot wounds of the hand. *Southern Medical Journal* 1978;71(9):1087-8.
<https://doi.org/10.1097/00007611-197809000-00012>
52. Fackler ML, Burkhalter WE. Hand and forearm injuries from penetrating projectiles. *The Journal of Hand Surgery* 1992;17(5):971-5.
[https://doi.org/10.1016/0363-5023\(92\)90481-4](https://doi.org/10.1016/0363-5023(92)90481-4)
53. Luce EA, Griffen WO. Shotgun injuries of the upper extremity. *The Journal of Trauma* 1978;18(7):487-92.
<https://doi.org/10.1097/00005373-197807000-00002>
54. Ganocy K, 2nd, Lindsey RW. The management of civilian intra-articular gunshot wounds: treatment considerations and proposal of a classification system. *Injury* 1998;29 Suppl 1:SA1-6.
[https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(98\)00097-7](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(98)00097-7)
55. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST, Jr. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *The Journal of Trauma* 1990;30(5):568-72; discussion 72-3.
<https://doi.org/10.1097/00005373-199005000-00007>
56. Loja MN, Sammann A, DuBose J, Li CS, Liu Y, Savage S, et al. The Mangled Extremity Score and amputation: Time for a revision. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 2016.
57. Scalea TM, DuBose J, Moore EE, West M, Moore FA, McIntyre R, et al. Western Trauma Association critical decisions in trauma: management of the mangled extremity. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 2012;72(1):86-93.
<https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318241ed70>
58. Allami M, Mousavi B, Masoumi M, Modirian E, Shojaei H, Mirsalimi F, et al. A comprehensive musculoskeletal and peripheral nervous system assessment of war-related bilateral upper extremity amputees. *Military Medical Research* 2016;3:34.
<https://doi.org/10.1186/s40779-016-0102-5>
59. Moini M, Rasouli MR, Khaji A, Farshidfar F, Heidari P. Patterns of extremity traumas leading to amputation in Iran: results of Iranian National Trauma Project. *Chinese journal of traumatology = Zhonghua chuang shang za zhi*. 2009;12(2):77-80.
60. Davila JN SA. Extremity war injuries XI: Maintaining force readiness during an era of military transition. *J Am Acad Orthop Surg* 2016;24:e202-e14.
<https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-16-00468>
61. Sassoon A, Riehl J, Rich A, Langford J, Haidukewych G, Pearl G, et al. Muscle Viability Revisited: Are We Removing Normal Muscle? A Critical Evaluation of Dogmatic Debridement. *Journal of Orthopaedic Trauma* 2016;30(1):17-21.
<https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000423>