

Terörde ve Savaşta Kraniyal ve Spinal Kord Yaralanmaları

Yusuf İzci, Özkan Tehli

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Ankara

ÖZ

Kraniyal ve spinal kord yaralanmaları nöroşirürjinin önemli bir ilgi alanı olup, ciddi bir bilgi birikimi ve tecrübe gerektirir. Tarih boyunca savaşlar bu tarz yaralanmaların en sık nedeni iken, günümüzde terör daha ön plana çıkmıştır. Ayrıca önceleri kurşun ve delici aletlerle olan yaralanmalar daha sık görülürken artık patlayıcı maddelerden çıkan parçacıklara bağlı yaralanmalar nörotravma pratiğinin önemli bir komponenti olmuştur. Son yüz yılda kraniyal ve spinal kord yaralanmalarının tedavisinde ciddi adımlar atılmış ve mortalite ile morbidite önemli ölçüde düşürülmüştür. Bu derlemede öncelikle terör ve savaş kavramları hakkında detaylı bilgi verilecek, ardından bunlara bağlı kraniyal ve spinal kord yaralanmalarının fizyopatolojisi, radyolojisi ve tedavisi güncel verilerin eşliğinde tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler: kraniyal yaralanma, savaş, spinal kord yaralanması, terör

ABSTRACT

Cranial and Spinal Cord Injuries in Terror and War

Cranial and spinal cord injuries are the main topics of neurosurgery and they require significant knowledge and experience. While wars have been the most frequent cause of such injuries throughout history, terrorism has come to the forefront today. In addition, injuries with bullet and penetrating tools are more frequent, but injuries due to particles from explosive materials are now an important component of the neurotrauma practice. In the last century, serious steps have been taken in the treatment of cranial and spinal cord injuries, and mortality and morbidity have been significantly reduced. In this review, we will first give detailed information about the concepts of terrorism and war, then physiopathology, radiology and treatment of cranial and spinal cord injuries will be discussed in the context of current data.

Keywords: cranial injury, spinal cord injury, terrorism, war

GİRİŞ

Kraniyal ve spinal kord yaralanmaları askeri tababette sık, ancak sivil tababette ender görülen yaralanma türleridir. Bununla birlikte, günümüzde terörizmin tüm dünyada giderek yayılması bu tür yaralanmaların sivil yaşamda da sık görülmeye başlanmasına neden olmuştur. Santral sinir sisteminin karmaşık ve hassas yapısı nedeniyle bu bölgelerin yaralanması ciddi bir bilgi birikimi ve deneyim gerektirir.

Bu derlemede öncelikle terör ve savaş yaralanmaları konuları üzerinde kısaca durulacak, ardından sırasıyla kraniyal ve spinal kord yaralanmalarının etiyolojisi, fizyopatolojisi, kliniği, tanı ve tedavi yöntemleri detayları ile sunulacaktır.

TERÖRİZM

Terörizm, Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre Fransızca kökenli bir sözcük olup, “bir siyasi davayı zorla kabul ettirmek için karşı tarafa korku salacak, cana ve mala kıyacak davranışlarda bulunma” şeklinde tanımlanmıştır. Eş anlamlısı yıldırıncılık ve tedhişçiliktir⁽¹⁾. Bu tanımlamaya rağmen, terörizm sözcüğü oldukça tartışmalı bir kavram olup, üzerinde akademik ya da uluslararası fikir birliği yoktur. Terör sözcüğü ilk defa Fransız Devrimi’nden sonra kullanılmaya başlanmıştır. Terör, uluslararası barışa, güvenliğe ve insanlığı karşı büyük bir tehdit olup, ne zaman, nerede ve kim tarafından uygulanırsa uygulansın meşru görülmemesi gereken bir eylemdir^(2,3).

Terörist aktiviteler sonucu ortaya çıkan yaralanmaların pek çoğu, terör olayının niteliğine göre değişimle

Alındığı Tarih: 30.05.2017

Kabul Tarihi: 22.06.2017

Yazışma adresi: Prof. Dr. Yusuf İzci, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Etlik - 06010 - Ankara - Türkiye

e-posta: yusufizci@yahoo.com

beraber, genellikle patlayıcılara bağlı yaralanmalar ön plana çıkmaktadır. Yurt içi ve yurt dışındaki bombalı terörist eylemler sonucu ortaya çıkan kitlesel yaralanmalar ve ölümler bunun bir göstergesidir. Bundan dolayı patlama yaralanmalarının mekanizmalarının bilinmesi uygun tedavi metotlarının uygulanmasında önem kazanmaktadır.

Patlayıcılara bağlı yaralanmalarının etkileri temel olarak birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül olmak üzere dört fazda incelenir. Birincil etki temel olarak şok dalgaları ile oluşur. İkincil etkiden şarapnel parçaları ve etrafa saçılan taş toprak parçaları sorumludur. Üçüncül etkiyi patlama gazlarının yarattığı patlama rüzgarı meydana getirir. Dördüncül etki ise termal ve kimyasal olarak ortaya çıkan yanıkları belirtir (4).

Parça tesirli bombalar son yıllarda terörist aktivitelerde en yaygın kullanılan araçlardır. Bunu kullanan bombacılarının yaptığı saldırılarda yaralıların vücudunda oldukça küçük ve çok sayıda penetre ve künt yaralanmalar izlenmekte olduğu ve bunun diğerlerinden farklı bir yara paterni olduğu belirtilmektedir (5). Kraniyal ve spinal bölge de parça tesirli bombalardan oldukça sık etkilenmekte ve yaralıları ciddi nörolojik defisitlere ve enfeksiyonlara neden olmaktadır. Bu tür yaralanmalarla mücadele farklı bir cerrahi yaklaşım ve metodoloji gerektirmektedir.

SAVAŞ

Savaşlar; ülkelerin insan kaynaklarını, işgücünü, ekonomik zenginliklerini, doğa varlıklarını ve kültürel birikimlerini yok eden yapay afetlerdir. İnsanlık tarihinin yazının bulunması ile birlikte kayda alınan 5600 yılda 14600'den fazla savaş yaşandığı tahmin edilmektedir (6). Bu durumda her yıla yaklaşık olarak 2,6 savaş düşmektedir. Her otuz yılı bir kuşak olarak kabul edersek bu süre içinde yaşamış olan 185 kuşaktan yalnızca 10'u savaşız bir yaşam sürebilmiştir. Yani neredeyse yaşamı boyunca savaş görmeden yaşamış bir insan yok gibidir (6,7). Dolayısıyla savaş yaralanmalarının ve cerrahisinin tarihi en az insanlık tarihi kadar eskidir. Antik çağlardan günümüze kadar meydana gelen savaşlarda yaralıların tedavisi ülkeler ve ordular için her zaman ciddi sorun yaratmıştır. Yarattığı etkilerin büyüklüğü nedeniyle savaş insan eliyle yapılmış şiddetin en büyüğünü ve en eskisini temsil etmektedir.

Hipokrat savaşların cerrahlar için en iyi okul olduğunu söylemiştir. Yüzyıllardır ordular savaşlarda verdikleri kayıplardan çok yaralananlar için daha fazla zaman ve para harcamıştır. Bundan dolayı özellikle Birinci ve İkinci Dünya Savaşlarından sonra savaş cerrahisi daha ön plana çıkmış ve günümüzde gelişmiş devletler çatışma alanlarında daha iyi tıbbi hizmet verebilmek için özel birimler kurmuşlardır. Seyyar cerrahi hastaneler bunun günümüzdeki en önemli örneğidir (6,8).

Nedeni ne olursa olsun bir savaşta askerleri yönlendiren temel duygu yaşama içgüdüğü ve ölmeme için öldürme gerekliliğidir. Bu nedenle toplu ölümler ve yaralanmalar savaşların kaçınılmaz bir sonucudur. Yirminci yüzyılda yaşanan iki büyük Dünya Savaşından sonra, sanki insanlık barış ve huzur içinde yaşamaktaymış gibi bir yanılsama sık sık dile getirilir. Oysa İkinci Dünya Savaşından bu yana irili ufaklı 150'ye yakın savaş gerçekleşmiştir ve bu savaşların sonucunda 60 milyondan fazla kişi yaşamını kaybetmiştir (6,9).

Savaş yaraları her zaman sivil yaralanmalardan farklıdır (5-7). Sivil yaşamdaki hiçbir yaralanma veya travma, bir el bombası veya mayın patlamasının neden olduğu yüksek enerjili politravma kadar yıkıcı değildir. Savaş sırasındaki yaralanmanın şekli, mekanizması ve büyüklüğü her zaman sivildeki yaralanmalardan farklıdır. Bu nedenle savaş yaralanmaları özel eğitim ve çalışma gerektirir. Ayrıca savaş sırasında cerrah ve tıbbi personelin çalışma koşulları ve fiziksel olanaklar barış zamanından çok değişiktir. Bu nedenle her zaman "savaş cerrahisi" adı altında bir disipline ihtiyaç duyulmuştur (5,7). Savaş durumunda uygulanan cerrahinin barış zamanına göre farklı kuralları ve özellikleri vardır (5-7). Bunlar:

1. Farklı hukuk
2. Savaş yaralarının özel epidemiyolojisi
3. Acil cerrahinin üstünlüğü
4. Sınırlı teknik şartlarda cerrahi
5. Düşman alanında cerrahi (taktik durumların kısıtlılığı)
6. Kitle yaralanmaları ve triaj
7. Birbirini takip eden basamaklar (trijaj ve cerrahi)
8. Özel yara patolojisi
9. Şartlara bağlı özel teknikler
10. Endemik hastalıkların artmış prevalansı

KRANİYAL YARALANMALAR

Kranial ateşli silah yaralanmaları (ASY), toplumda artan bir sosyal sorundur ⁽⁹⁾. Özellikle son yıllarda yalnızca savaş alanlarındaki değil şehirlerdeki şiddet olaylarındaki artış ve terör olayları, kranial ASY'ni daha da önemli hale getirmiştir. Kranial ASY'yi tüm ASY içinde en öldürücü olanıdır ve tedavi prensipleri halen tartışmalıdır ⁽¹⁰⁾. Saldırı, intihar girişimleri ve kazalar sivil yaşamda en sık kranial ASY nedenleridir ⁽⁹⁾. Savaş zamanında ise kranial ASY mortalitesi ve morbiditesi en yüksek yaralanma tipidir ^(6,10). Bu tip yaralanmalarda hastanın öyküsü, genel durumu, iyi bir nörolojik muayene ve uygun radyolojik tetkikler, hastaya doğru ve etkili bir tedavi için anahtar rolü oynar.

Kranial ASY, santral sinir sistemi (SSS) yapılarını tahrip edici özelliklerinden dolayı yüksek mortalite ve morbiditeye neden olurlar. Hastalara özel bakım gerekir ve tedavileri güçtür. Kranial ASY, silahın cinsi ve yaralanmanın şekline göre sınıflandırılır. Örneğin, askeri tip penetran yaralanmalar daha sıklıkla şarapnel ve yüksek hızlı mermilerle olmakta iken, sivil tip penetran yaralanmalar çoğunlukla tabanca ile olmaktadır ^(9,11). Merminin ya da yaralayıcı cismin kinetik enerjisinin yanı sıra, yaralayıcının şekli, geliş açısı ve geçtiği dokular yaralayıcı cismin penetrasyonunda etkilidir ^(11,12).

Tarihçe:

Yüzyıllar boyunca kranial silah yaralanmaları tedavi edilemez ve ölümcül olarak düşünülmüştür. Milattan önce 900 yıllarında kranial yaralanmalarda mortalite oranı %76 iken, Amerikan İç Savaşında kranial ateşli silah yaralanmalarında mortalite oranı %71,7 olmuştur ⁽⁶⁾. Yani aralarında belirgin bir farklılık yoktur. 1800'lü yılların sonu ile 1900'lü yılların başında kranial ASY'de agresif cerrahi tedavilerin uygulanmaya başlaması ile mortalite oranlarında azalma olmuştur ^(12,13). Birinci Dünya Savaşı'nda Harvey Cushing kranial ateşli silah yaralanmalarının tedavisinde öncülük yapmış, yüksek ölüm oranlarının önlenilebileceğini savunmuştur ⁽¹²⁾. Cushing'e göre kranial ASY'nin tedavisinde antibiyotik ve elektrokoagülasyon öncesi ve sonrası olmak üzere iki dönem vardır ⁽¹²⁻¹⁴⁾. Antibiyoterapi ve ameliyatlarda elektrokoagülasyon kullanımı ile ölüm oranları %78'lerden %28,8'lere kadar

düşmüştür. Cushing, kranial ASY'yi şiddetine göre sınıflandırmış, farklı cerrahi teknikler ortaya koymuş ve bu konuda nöroşirürjiyenleri eğitmiştir ⁽¹⁴⁾. Birinci Dünya Savaşında kranial ASY'de kraniotomi, debritleme ve kapatma klasik bir cerrahi teknik iken, İkinci Dünya Savaşında Cairns bu cerrahi tekniklere ek olarak osteoplastik kraniotomiye uygulamıştır ⁽¹⁵⁾. İkinci Dünya Savaşında asepsi ve antisepsi tekniklerinin gelişmesi enfeksiyon riskini azaltmış, mortalite oranları %14'lere düşmüştür ^(12,15). Kore Savaşında mortalite oranları %10'un altına inmiş, Vietnam Savaşı sırasında ise kurşun yaralanmalarında mortalite %22,7, fragman yaralanmalarında ise oran %7,64 olmuştur ^(12,16). Zamanla hasta transport sistemindeki gelişmeler, yaralanmaların fizyopatolojisinin daha iyi anlaşılması, tıbbi ve cerrahi tekniklerdeki gelişmeler, rehabilitasyon yöntemlerinin gelişimi bu tip yaralanmalarda mortalite ve morbidite oranlarını düşürmekle birlikte, halen kranial yaralanmalar yüksek mortalite ve morbidite oranları ile toplum sağlığı açısından önemli bir sorun olmaya devam etmektedir.

Etiyoloji ve İnsidans

Kranial ASY en sık saldırılar, intihar ve kaza sonucu oluşur. Kranial ASY'nin sıklığı, coğrafik bölge, sosyoekonomik koşullar ve kültürel farklılıklara göre değişir. Özellikle silah edinmenin kolay olduğu, şiddet eğilimlerinin ön planda olduğu toplumlarda kranial ASY insidansı daha yüksektir. Yine terör olaylarının fazla olduğu, savaş olan bölgelerde askeri yaralanmalar daha sık görülmektedir ^(6,8).

Daha önce de söz edildiği gibi kranial ASY tüm ateşli silah yaralanmaları içinde en ölümcül olanıdır. Kırk beş yaş altında beyin hasarı nedeniyle ölenlerin %35'ini kranial ASY oluşturur ^(11,12). Bu yaralıların 2/3'si hastaneye yetiştirilemeden ölürlere. ABD'de ASY'ye bağlı kafa travmalarından dolayı ölüm oranı yıllık 2-4/100.000'dir ⁽¹⁷⁾. Ayrıca ASY'de beynin hangi bölgesinin etkilendiği de prognoz açısından önemlidir. Frontal lob genellikle en sık etkilenen bölge olmakla birlikte, posterior fossa ve beyin sapı en az etkilenen bölgelerdir ^(12,18). Orbita da kranial ASY'den etkilenebilir ⁽¹⁷⁾. Ventriküler bölge ve beyin sapı yaralanmaları prognoz açısından en kötü olanlardır ^(14,16). Tedavi genellikle yaralanma yeri ve büyüklüğüne göre planlanmakta ve prognoz buna göre belirlenmektedir ^(12,14).

Balistik ve Fizyopatoloji

Balistik, silahın namlusundan kurşunun çıkıp, hava gibi belli bir çevreden geçip, hedef organa ulaşması ve hedef organ içindeki izlediği yolda dâhil olmak üzere tüm hareketini inceleyen bir bilimdir. Ancak, balistik yalnızca kurşunu değil, el ile atılan bir cisimden tutun, kıtalararası balistik füzelere kadar geniş bir yelpazedeki cisimlerin hareketini inceler. Balistik bilimi genellikle üç kategoriden oluşur ⁽⁴⁾:

- 1) Ateşli silahlarda namludaki hareketi inceleyen iç (interior) balistik,
- 2) Namludan çıktıktan sonra ya da fırlatılma sonrası cismin hedefe ulaşana kadar bulunduğu ortam içindeki hareketi inceleyen dış (eksterior) balistik
- 3) Hedefine ulaştıktan sonraki aşamayı inceleyen terminal balistik. Eğer hedef insansa terminal balistiğe “yaralanma balistiği” de denir.

Nöroşirürji uzmanları, çoğunlukla merminin hedefe çarpmasından önceki iç ve dış balistik davranışlarıyla pek ilgilenmezler ^(4,6). Son yüzyılda terminal balistik konusunda, gerek tıbbi, gerekse askeri alanlarda hayvan deneyleri ve yaralanma simülasyonları ile çok sayıda deneysel çalışma yapılmış ve kranial yaralanmalarda oluşan fizyopatoloji ve hasar hakkında detaylı bilgilere ulaşılmıştır.

Savaşta veya terörizm sonucu meydana gelen ASY’de kafa travması çoğunlukla penetran yaralanmalar sonucu oluşur ⁽¹⁹⁾. Yaralayıcı ajanlar sıklıkla mermi, şarapnel taneleri, mühimmat parçaları ya da değişik malzemelerden yapılmış patlayıcıların parçaları gibi küçük ve sert delici cisimlerdir. Kazayla olan patlamalarda veya terörizm amaçlı büyük ölçekli patlamalarda yaralayıcı ajanlar; patlamaya neden olan materyaller veya taş, toprak ya da çevredeki malzemeler de olabilir. Başa isabet eden delici olmayan künt parçalar da kafa içine girmeden beyinde ve beyin sapında ölümcül yaralanmalara neden olabilirler. Ayrıca, yaralayıcı ajanın hedef organa çarpma açısı da yaralanmanın şekli ve büyüklüğü açısından önemlidir. Kafatasını teğet geçer şekilde oluşan düşük hızdaki ASY’de yaralayıcı materyalin kinetik enerjisinin bir kısmı hedef organa aktarılır. Bu da ciltte yaralanmaya neden olurken, durada herhangi bir hasar oluşturmadan kranium kırıklarına neden olur. Özellikle yüksek hızdaki mermilerde ise kinetik enerjinin büyük kısmı hedef dokuya aktarılır. Bunlarda mermi hedef orga-

na girmese de oluşan kırık kemik parçaları penetran özellik kazanıp dura yaralanması ve derin doku yaralanmalarına neden olur.

Savaş yaralanmalarını terör yaralanmalarından ayıran en önemli özellik, yaralanmaya neden olan silahın cinsi ve dolayısıyla bu silahın sahip olduğu yaralama gücüdür. Terörizm sonucu veya sivil yaşamda meydana gelen yaralanmalar genellikle tabanca mermisi ile veya parçacıklarla olan düşük hızda yaralanmalardır ^(2,7). Bunlarda daha sıklıkla yaralanma merminin direkt etkisi ile olduğundan, savaş yaralanmalarıyla karşılaştırıldığında oluşan hasar daha sınırlıdır ^(20,21).

Günümüzde kranial ASY mermi çekirdeğinden çok, küçük şarapnel parçaları ile oluşur. Vietnam’da kranial ASY’nin %90’ının şarapnel yaralanması olduğu bildirilmiştir. Mermi yaralanması ile patlama sonucu şarapnel ve saçma yaralanmalarının en büyük farkı, şarapnel ve saçma ile olan yaralanmaların kafada birden fazla delici cisim yaralanması oluşturmasıdır. Özellikle patlayıcı cisimlerle olan yaralanmalarda parçaların geniş ve hızlı bir şekilde dağıldığından parçaların giriş yerleri arasında farklı uzaklıklar olabilir ⁽²¹⁾. Ayrıca patlama sonucu taş ve çakıl parçaları gibi çevrede bulunan ve patlama etkisiyle enerji kazanıp dağılan yaralayıcı ajanlarda düşük hızlı yaralayıcı olarak çok sayıda penetran yaralanmalara neden olabilirler. Bu tür yaralanmalarda yaralayıcı ajanların enerjisi mermi yaralanmalarına göre daha düşüktür ⁽²²⁾.

Kafatası Kırığı

Kafanın penetran yaralanmalarında yaralayıcı ajan yumuşak dokuları geçtikten sonra kafatası kemiği ile karşılaşır. Yaralayıcı ajanın kafatası kemiğini delip intrakranial kaviteye girebilmesi, kemikle temas ettiği noktada yaralayıcının enerjisine ve kemiğin kalınlığına bağlıdır. Penetrasyon kemiğin kırılması ile ilgilidir. Mermi veya şarapnel parçaları gibi metalik küçük parçaların kemiğe çarpması ile kemikte iç tabulayı da içerecek şekilde zımba tarzında kırık oluşur. Geniş ve hızı yavaş olan yaralayıcıların kemiğe çarpması ile buz tutmuş bir su birikintisinin üzerine ağırlık düşmesi ya da birinin yürümesi ile oluşacak buzdaki kırık gibi, kemikte kama tarzında kırık olur. Kafatası kemiğinde kırık oluşturmayan yaralayıcılar çoğunlukla çok düşük hızlı olanlardır. Bunun dışında, hedefe ulaşmadan önce bir bariyerle (çelik miğfer)

karşılaşan, ateşleyicisi eski ve bozuk olan ve hatalı silahla atılan mermiler de kemikte kırık oluşturmayabilir^(20,23,24).

Piyade tüfeklerinin hemen hemen tamamı kafada penetran yaralanma oluşturacak güçtedir. Kafatası içine girdikten sonra merminin izlediği yol prognoz açısından önemlidir. Mermi içeri girdikten sonra parçalanmışsa ya kafatasını geçip karşı taraftan çıkar ya da karşı duvardan çıkmadan durur. Giriş noktasıyla son lokalizasyonu arasında hafif eğimli bir yol izler. Parçalı yaralayıcı ajanlarla olan yaralanmalarda her bir parça birbirinden bağımsız eğimli bir yol izler^(4,12,22).

Fizyopatoloji ve Birincil Hasar

ASY sonucu doku hasarı üç şekilde oluşur^(4,24):

- Direkt etki veya ezilme
- Şok dalgaları
- Geçici kaviteasyon

Düşük hızdaki mermilerle olan yaralanmalarda ortaya çıkan enerji genellikle merminin yolundaki komşu dokularda direkt etkiyle ezilme ve laserasyon şeklindedir. Mermi dokulardan geçerken geçtiği yeri, dolayısıyla ezilen alanı genişletir. Hızlı ve yüksek hızlı mermilerle olan yaralanmalarda şok dalgaları ve kaviteasyon oluşur⁽⁴⁾. Kırılıp parçalanan kemik parçalarının ikinci bir mermi gibi meydana getirdiği hasar, merminin kendisinin yaptığı hasardan daha fazladır. Merminin dokuya çarpıp girdiğinde bulunduğu ortama baskı yaparak kısa süreli şok dalgaları yayar ve mermi yolundaki uzak dokularda da hasara neden olup zaman içinde düzelmeye gösterebilen geçici nörolojik defisitler oluşturabilir. Şok dalgaları aynı ses dalgaları gibi yansıtılır. Merminin dokuya girmesi ile doku hem öne hem de yanlara doğru hareket eder. Dolayısıyla ortamda geçici bir kaviteasyon oluşur^(4,22,25).

Oluşan bu kaviteasyonun hacmi merminin hızı, kütlesi ve şekliyle ilişkilidir⁽⁴⁾. Kaviteasyonun çapı mermi çapından yaklaşık 20-30 kat daha geniş olabilir^(4,22). Kaviteasyon oluşumu sırasında kranium içinin elastikiyetinin sınırlı olması dokularda oluşan yaralanmanın artmasına neden olur. Beyin dokusu tentorium ve falks arasında sıkışarak kompartman sendromu'na benzer etki oluşur. Kaviteasyonun oluşumu ile ortaya çıkan negatif basınç sonucu kafatası dışından yabancı maddeler ve ezilen, parçalanan hasarlı dokular kavi-

teye girerler. Bunların da yaralama etkisi olabileceği gibi, daha çok enfeksiyon kaynağı olurlar⁽²⁵⁾. Geçici kaviteasyon şok dalgasında olduğu gibi çok kısa bir süreyi kapsar. Sonra aniden kollabe olup, geriye devamlı kaviteasyon ve nekrotik, hasarlı dokular kalır⁽²⁶⁾.

Yüksek hızlı mermilerle kranioserebral yaralanmalarda ölüm genellikle beyin sapına yansıyan akut basınç dalgalarının sonucunda olmaktadır. Uzak dokulara iletilen bu şok dalgalarına bağlı dakikalar içinde diffüz beyin ödemi görülebilir. Deneysel hayvan modellerinde kranial ASY'nin fizyopatolojisi incelenmiştir. ASY modelinde, deney hayvanında yaralanma sırasında ve sonrasında intrakraniyal basınç (İKB) monitörizasyonu yapılmış, İKB'de yaralanma anında bir pik ve yaralanmadan 2-5 dk. sonra ise ikinci bir pik (ortalama 47 mmHg) belirlenmiştir⁽²¹⁾. İkinci pik bir süre sonra kayboldu da yine normal seviyesine düşmemiştir. Artmış serebral kanlanmayla birlikte bozulan serebral oteoregülasyon, beyin omurilik sıvısının (BOS) yapım ve emilim bozukluğu ve intrakraniyal kanamalar persistan intrakraniyal hipertansiyonun nedenlerindedir. İKB artışı ile birlikte birçok sistemik değişiklikler de oluşur⁽¹⁸⁾. Hipertansiyonu takip eden bradikardi ve hipotansiyon periyotları olur. Normal vasküler direnç ve dolma basıncına rağmen, kardiyak output ve kontraksiyon gücü azalabilir. Serebral oteoregülasyon bozulur, bu durumda oluşan serebral iskemi beyindeki hasarı büyütür bir kısır döngü olur. Beyin ödemi ve İKB artışına bağlı serebral kan akımında azalma olur. Beyinde oksijen metabolizması azalır, laktat metabolizması artar. İntrakraniyal kanamalar, vazospazm ve pıhtılaşma bozuklukları fizyopatolojiye etki eden diğer önemli faktörlerdir^(12,18). Deneysel çalışmalarda sıklıkla post-travmatik apne gözlenmekte olup, bradikardi ile ilişkili olduğundan bazen geri dönüşümü olmayan beyin sapı hasarının kanıtı olarak yorumlanmaktadır. Post-travmatik apne ve hipotansiyonun varlığının ortaya konması, hipoksi ve iskeminin sekonder sonuçlarından korunmak için erken resüsitasyonun ne kadar önemli olduğunu gösterir⁽²⁷⁾.

Sivil ASY'na bağlı ölümlerde yapılan otopsielerde sıklıkla anlamlı serebral ödem veya kitle lezyonu olmamasına rağmen, unkus ve serebellar tonsillerde basınca bağlı değişiklikler gözlenmiştir. Bu bulgular yaralanma anında beyin kranialden kaudale doğru yer değiştirdiğini gösterir. Yapılan deneysel çalışma-

larda kraniyal ASY'de beyinde bazal ganglionlar, hipotalamus, orta beyin, pons ve serebellumun daha fazla zarar gördüğü gösterilmiştir (27).

İkincil Hasar

Beynin, bağışıklık sisteminden korunan bir organ olduğu düşünülse de, yapılan deneysel çalışmalarda kraniyal ASY'den sonra lokal hücrelerden salınan sitokin ve kemokinler ile bağışıklık mekanizmasının başlatıldığı gösterilmiştir (12). Hasarlı beyin bölgesine yönelen lökositler inflamatuvar yanıtı artırarak ikincil hasara neden olurlar. Ayrıca astrosit ve mikrogial hücreler inflamatuvar sürece katkıda bulunurlar. Bu inflamatuvar süreç erken ve geç dönemde yaralanan bölgede olurken, geç dönemde şok dalgalarından etkilenmiş uzak bölgelerde de oluşmaktadır (21). Yani penetran kafa travması sonrası oluşan beyin hasarı sınırlı kalmayıp, inflamatuvar süreç ile tüm santral sinir sistemini etkileyebilir. Tedavide kesinlikle bu süreçler ve ikincil hasar da değerlendirilmelidir.

Klinik

Tanjansiyel yaralanmalar: Çok düşük hızdaki ya da hedef organa geldiğinde hızı oldukça azalmış mermilerle veya başa oblik olacak şekilde isabet eden, yüksek hızlı mermilerle olan yaralanmalarda mermi kafatası içine girmeyip skalp altından geçer (12). Skalp laserasyonu ile birlikte kafatası meninks ve altındaki kortekste değişik derecelerde hasar oluşturabilir. Çökme kırığı olursa yalnızca dış tabulayı ilgilendireceği gibi, iç tabulayı ya da her ikisini de ilgilendirebilir. Dural damarlardaki yaralanma sonucu epidural veya subdural hematoma olabilir. Oluşabilecek kortikal kontüzyonlar fokal, jeneralize veya fokal sensorimotor epileptik nöbetlere neden olabilir. Kraniyal bilgisayarlı tomografi (BT) bulgularına göre tedavi planlanır.

Penetran yaralanmalar: Penetran yaralanmalar genellikle düşük hızdaki mermilerle olur (14). Merminin kinetik enerjisinin bir kısmı beyne aktarılırken bir kısmı kafatası tarafından absorbe edilir. Penetran yaralanmalarda fokal beyin kontüzyonu, laserasyon veya intraserebral hematoma oluşabilir. Mermi parçaları veya kırılan kemik parçalarının beyin içine dağılması enderdir. Beyin dokusu hasarı nispeten sınırlı olduğundan prognoz daha iyidir. Mayın ve el bombası yaralanmaları bu şekildedir.

Perforan yaralanmalar: Perforan yaralanmalar kafanın iki tarafını da etkileyen yaralanmalardır (12,16). Kraniyal travmalarının en tahrip edici şeklidir. Genellikle yüksek hızlı mermiler ya da intihar amaçlı yakın atış yapılan tabanca mermisi yaralanmalarında oluşur. Mermi çıkış yarası giriş yarasından daha büyüktür. Ateşli silah yaralanmasının tüm etkileri gözlenir. Ayrıca patlayan ve dağılan kemik fragmanları da geniş nöronal hasara neden olur (25). Şok dalgaları beyin sapını etkileyerek solunum ve dolaşım sistemi işlevlerinin bozulmasına neden olur. Damar yırtılmaları nedeniyle kanamalar ve ilerleyici ödem oluşur. Bunların sonucu intrakranial basınç artar, artan İKB serebral perfüzyonun bozulmasına neden olur, böylece serebral iskemiye neden olacak kısır bir döngü oluşabilir. Şayet belirgin ilerleyici ödem, intraserebral veya subaraknoid kanama olmaz ise İKB yavaş bir şekilde düşer. Bu tür yaralanma, koronal veya aksiyel planda kraniyumda orta hattı çaprazlıyorsa, genellikle ölümcüldür.

Tanı

ASY'ye bağlı kafa travmalarında hasta öncelikle genel vücut travması gibi değerlendirilmelidir. Öncelikle yaşamsal fonksiyonlara yönelinmeli, ayrıntılarla zaman kaybedilmemelidir. Olay yerinde ve acil transporta kadar olan dönemde yeterli oksijenizasyon için solunum yolu sağlanmalı, damar yolu açılıp volüm replasmanı yapılmalı ve en kısa zamanda, donanımlı bir travma merkezine hasta nakledilmelidir (12,24). Hasta hastaneye geldiğinde canlandırma, solunum ve dolaşım sistem fonksiyonlarının idamesi sağlanmalı, genel ve hızlı bir nörolojik muayenenin yapılması, tanısal tetkiklerin planlanması, hastaya sonrasında ne yapılacağına karar verilmesi gerekir. Kraniyal ASY'de genellikle hipotansiyon ve apne gelişir. Bu nedenle, hastaların erken entübasyonu ve resüsitasyonu sonradan gelişecek sistemik komplikasyonlar'dan hastayı koruyacaktır.

Tüm bunların yapılması sırasında iki ana prensip göz önünde bulundurulmalıdır (28):

- 1) Anormal fizyolojik olaylardan kaynaklanan ilave beyin zedelenmesini önceden görmek ve önlemek
- 2) Bir kısmı zedelenmiş, ancak potansiyel fonksiyonu olan nöral yapıların iyileşmesi için ideal fizyolojik ortamı hazırlamaktır.

Ağır kraniyal ASY'de bu süreç kısa sürede yapılmalıdır. Çünkü bu süreç prognozu belirleyen en önemli faktörlerden biridir ⁽¹⁴⁾. Özellikle askeri yaralanmalarda eşlik eden başka bir yaralanma bazen kraniyal yaralanmanın önüne geçebilir.

Sistemik Muayene: Genel sistemik muayene vital bulgular ve yaralanma hakkında bilgi verir. Sistemik bir travma, kafa travmasının önüne geçebilir (torasik ve abdominal yaralanması olan bir hastanın BT için durumunun stabil olmaması gibi). Bu tür çoklu penetran yaralanmalar özellikle şarapnel (el bombası, roketatar, mayın vb.) yaralanmalarında daha sıktır. Böyle durumlarda müdahale ve tetkik için öncelik belirlenmelidir.

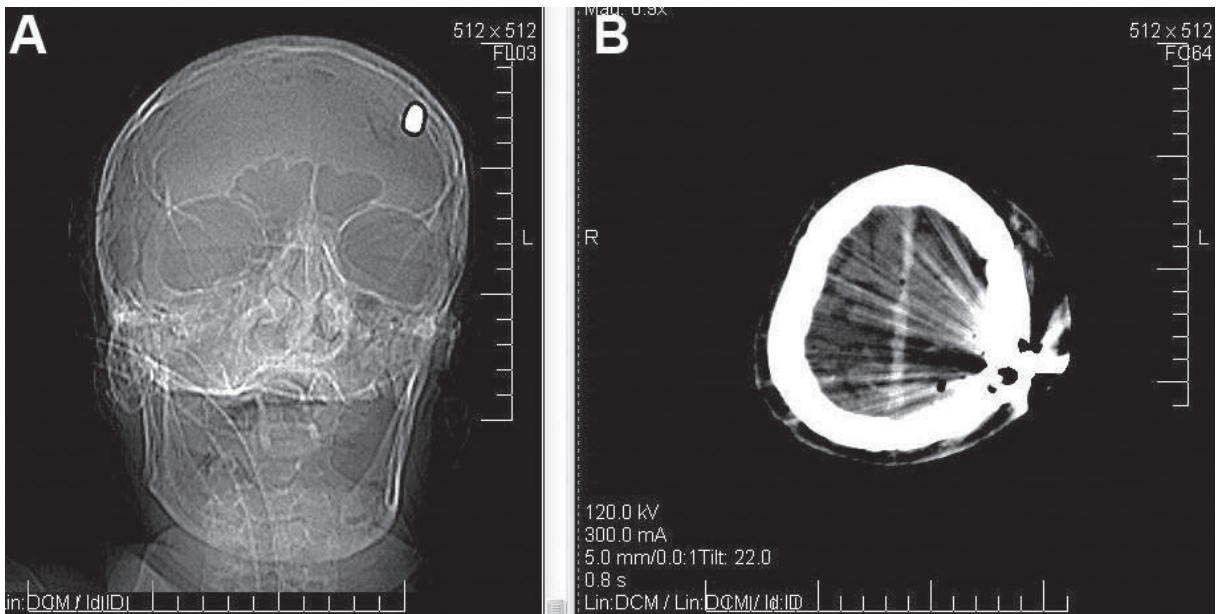
Resüsitasyon: Resüsitasyon, yeterli kan basıncı ve oksijenizasyonun sağlanması için gereklidir. Yeterli miktarda ve büyüklükte damar yolu açılır, entübasyon yapılır, gerekirse toraks tüpü yerleştirilir. Kaybedilmiş intravasküler hacmi tamamlayabilmek için kristaloid, kolloid ve/veya kan ürünleri kullanılır. Foley katater takılır, hasta monitöze edilir, gerekli kan tetkikleri planlanır. Kraniyal ASY olan hastalarda servikal spinal travma sık değildir ve spinal immobilizasyona her zaman gereksinim duyulmaz.

Nörolojik Muayene: Nörolojik muayene, yaralanmanın derecesine göre yapılır. Şuuru açık ve hafif

yaralanması olan hastada ayrıntılı bir nörolojik muayene yapılmalıdır. Ancak şuur bozukluğu bulunan hastalarda hızlı ve erken tedaviyi belirleyecek bir nörolojik muayene yapılır. Şuur seviyesi Glaskow Koma Skalası (GKS)'na göre belirlenir. Ayrıca pupil çapı ve reaksiyonu, göz hareketleri, beyin sapı refleksleri ve motor kuvvet değerlendirilir. Hipotansiyon, hipoksi veya bazı ilaçlar nörolojik tabloyu değiştirebilir ^(12,14). Nörolojik değerlendirmeden sonra saçlı deri tıraş edilir ve skalpteki lezyonlar değerlendirilir. Mermi giriş ve varsa çıkış deliği belirlenip merminin izlediği yol tahmin edilir. Kırık kemik parçalarına dikkat edilmelidir. Dural sinüsler üzerindeki kırıklarda, kırılan kemik parçaları sinüslerde yaralanmaya neden olabilir. Bu kırık kemik parçaları hemen kaldırılmaya çalışılmamalıdır. GKS skoru 8'in altında olan hastalar entübe edilmelidir. Yeterli nörolojik değerlendirme sonrası hastanın vital bulguları stabil hale getirilip, sedatize edilir ve radyolojik tetkikler için gönderilir ⁽²⁹⁾.

Radyolojik Değerlendirme:

Radyolojik tetkikler hastanın genel durumu elverdiği ölçüde yapılır. Direkt ön-arka ve yan grafiler hızlı bir şekilde çekilebilir. Durumu uygun stabil hastalarda BT çekilmesi idealdir (Resim 1) ⁽¹²⁾. BT intrakraniyal anatomiye detaylı olarak ortaya koyar. Merminin izlediği yolu, kemik ve mermi parçalarının yerleşim yerini ve oluşan kırıkları gösterir. Ayrıca intrakraniyal



Resim 1. Kraniyal ASY geçiren bir yaralının ön-arka kraniyografi (A) ve kraniyal BT (B) görüntüleri izlenmektedir. Kurşun solda ciltaltındadır ve BT'de ışınsal tarzda görüntü vermektedir.

hematom ve kontüzyonların hızlı bir şekilde görüntülenmesini sağlayıp etkin cerrahi tedaviyi kolaylaştırır. Ancak metal artefaktlardan dolayı bazı patolojiler gözden kaçabilir. Yumuşak dokuların değerlendirilmesi için manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tetkiki daha uygundur. Ancak içeride kalan metalik parçaların yer değiştirerek ek yaralanmalara yol açması kuşkusuz ile MRG tetkikinden genellikle kaçınılır. Penetran kafa travmalarında rastlanan travmatik intrakranial anevrizma, arteriovenöz fistül, arteriyel diseksiyon veya oklüzyon, dural sinüs yaralanmaları gibi vasküler lezyonların tespiti ve izlenmesinde BT yetersiz kalabilir. Bu durumlarda serebral anjiyografi yapılmalıdır ⁽²⁹⁾.

Tedavi:

Hastanın doğru, hızlı ve hedefe yönelik bir şekilde alınmış olan anamnez, yapılmış olan muayene ve radyolojik tetkiklerinden sonra verilecek karar doğrultusunda hasta ya operasyona alınır ya da yoğun bakımda takip edilir. Hastayı takip sırasında sekonder beyin hasarından korumak çok önemlidir. Subaraknoid kanama, subdural, epidural, intraserebral hematomlar ve kontüzyonlar travma sırasında oluşan primer beyin hasarlarıdır. Primer beyin hasarı travma sırasında oluşur ve şiddeti hastanın başvuru sırasındaki klinik tablosunu belirler. Fakat travma sonrası olabilecek sekonder beyin hasarından hastayı korumak bizim elimizdedir. Hipotansiyon, hipoksi, hiperkarbi, hiper veya hipoglisemi, hiperkalsemi, hipomagnesemi, anemi gibi daha birçok farklı parametre serebral metabolizmanın etkilenmesine neden olur. Bu nedenle hastada tüm parametreleri sık aralıklarla takip edip sekonder beyin hasarı oluşmasına izin verilmemelidir ^(12,29,30).

Serebral perfüzyon basıncı, ortalama arter basıncı ve intrakranial basınç ile direkt ilişkilidir. Bu nedenle serebral perfüzyon basıncını 60-80 mmHg'nın, arterial oksijen saturasyonunu da %90'ın üzerinde tutmak gerekir ^(12,14,30). Normal serebral perfüzyon fizyolojik sınırlar içerisinde serebral damarların miyojenik otoregülasyonu aracılığı ile sağlanır. Travmatize beyinde otoregülasyon da bozulmuş olabilir. Bu nedenle oluşan sistemik arteriyel basınç değişiklikleri direkt olarak serebral perfüzyon basıncını etkiler. Arter basıncındaki azalma ya da İKB'deki artış serebral perfüzyon basıncını düşürür ⁽³⁰⁾.

Artmış İKB kötü prognozun göstergesidir. Artmış İKB'nin acil olarak düşürülmesi gereken durumlarda (hızlı bir şekilde tek taraflı pupil genişlemesi ve GKS'da gerileme, motor fonksiyonlarda kötüleşme, BT sonrası acil operasyon gereken olgularda) %20'lik mannitol kullanımı vakit kazandırır. Acil durumlarda 1 g/kg %20'lik mannitol intravenöz bolus şeklinde verilmelidir. İKB'yi düşürmek için kısa süreli olarak hiperventilasyon da yapılabilir. Diüretikler tek başına veya mannitol ile beraber kullanılabilir. Bunlara rağmen İKB 15-20 mmHg'nın üzerinde ise BOS drene edilebilir, pentobarbital verilebilir veya hipotermi uygulanabilir ⁽³⁰⁾.

Resüsitasyon yapılırken veya hastanın tetkikleri sürerken oluşabilecek epileptik ataklarda lorezepam intravenöz olarak verilebilir ⁽¹²⁾. Profilaktik antiepileptik kullanımı tartışmalı olsa da penetran kafa travmalarında, öncesinde epilepsi öyküsü bulunanlarda, nöbet geçirenlerde 18 mg/kg difenilhidantoin yavaş bir şekilde intravenöz şekilde yüklenip, bir hafta süreyle idame doz olarak 300 mg/gün şeklinde devam edilir ^(29,30).

Cerrahi Tedavi: Kranial ASY'de tedavi halen tartışmalıdır. Graham ve ark. ⁽²⁶⁾ GKS 3-5 olan hastalarda, opere edilmesi gereken herhangi bir hematomun olmaması durumunda, resüsitasyon dışında tedavi yapılmaması gerektiğini, GKS>8 olan olgularda ise agresif ve inatçı bir tedavi yapılmasını önermişlerdir. Nagib ve ark. ⁽²⁷⁾ ise koma durumunda, tek veya iki taraflı yaralanması olan, BT'de yaygın kemik ve metal parçaları bulunan, intihar amaçlı yaralanan olgularda cerrahi tedavi önermemiştir. Bir başka çalışmada, GKS>12 olan olgularda hiç ölüm olmazken, GKS<7 olan olguların %85'inin öldüğü bildirilmiştir. GKS 3 olan ve pupilleri tam dilate olan olgularda tedavi önerilmemektedir. Yazarların büyük bir bölümü GKS 3-5 arasında olan olgularda, yüksek mortalite oranlarına sahip olmaları nedeniyle, agresif bir tedavi önermemişler, GKS 6-8 olanlarda selektif tedavi, GKS>8 olanlarda ise ciddi, agresif bir tedavi önermişlerdir ^(12,14,24,26,27,29). Tüm çalışmalarda GKS'nın cerrahi tedavinin etkinliğini belirlemede en önemli faktör olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalardan çıkarılacak sonuç şudur: GKS 3 olan ve beyin sapı fonksiyonlarında bozukluklar gösteren yaralılarda agresif cerrahi tedavinin yararı yoktur. GKS daha yüksek olan olgularda pupiller değişiklikler, sistemik şok,

enfeksiyon varlığı, iç organ yaralanmaları ve koagülasyon bozuklukları mortalite oranlarını arttırmaktadır. Ventriküler yaralanmalar, orta hattı sagittal veya ventriküler planda çaprazlayan yaralanmalar, büyük damarların yaralanmaları ve %20'den fazla beyin dokusu kontüzyonu ve hasarı mortaliteyi ciddi ölçüde arttırmaktadır ⁽³¹⁾.

Kraniyal ASY'de cerrahi tedavinin dört temel prensibi vardır ⁽²⁹⁾:

- 1) Hastanın yaşamını tehdit eden inatçı kanamaları kontrol etmek ve serebral dekompresyon sağlamak,
- 2) Enfeksiyon riskini azaltmak için mümkün olduğunca geniş nekrotik, masere ve kontamine dokuların debritlemesi,
- 3) Nöral dokuların korunması için oluşabilecek nöromeningeal skarların önlenmesi,
- 4) Anatomik yapıların restorasyonu için özellikle dura ve skalpın tam olarak kapatılmasıdır. Duranın su geçirmeyecek şekilde kapatılması için gerekirse greft kullanılabilir. Cerrahi tedavi sonrası hastada İKB kontrol edilmelidir. Ayrıca profilaktik antibiyotik ve antikonvülsif tedavi ile tetanoz profilaksisi yapılmalıdır. İntrakranial hipertansiyonun standart cerrahi tedavisi eksternal ventriküler drenajdır (EVD). Şayet EVD'a rağmen, İKB yüksekse, hasarlı olan frontal ya da temporal lob eksize edilebilir. Profilaktik antibiyotiğe 10-14 gün, antikonvülsif tedaviye ise 6-12 ay devam edilebilir.

Ne kadar debritleme yapılacağı halen tartışmalıdır. Agresif bir cerrahi sonrasında hastaya ek defisit yüklenilebileceği gibi mortalite riski de artırılabilir. Beyin içinde kalan kemik ve metalik parçaların sepsis veya epilepsi gelişimi ile ilgisi bulunmamıştır. Ancak epilepsi gelişmiş ise derinde bile olsa yabancı cisim çıkartılmalıdır. Bunun için modern navigasyon sistemleri kullanılabilir. Metalik parçalara göre kemik fragmanların geç enfeksiyonlara neden olma insidansı daha yüksektir ^(8,12,25). Yine geniş skalp yaralanması olanlarda enfeksiyon riski yüksek bulunmuştur.

Cerrahi Teknik:

Skalp Yaralanmaları: Skalp yaralarının değerlendirilmesi kraniyoserebral yaralanmaları olan tüm has-

talarda aynıdır. Cilt yaralanmasının derinliği, BOS kaçağı, enfeksiyon ve uzun dönemde gelişebilecek komplikasyonlar yönünden önemlidir. Yarada irrigasyon ve debritleme yapılmalıdır. Nekrotik dokular enfeksiyon riskini arttırdığından dolayı eksize edilmeli, cilt kenarları debride edilip sütüre edilmelidir ⁽³⁰⁾. Yara dudakları karşı karşıya gelmiyorsa, dekolasyon yapılabilir. Yetersiz kalırsa rotasyonel cilt flepleme teknikleri ve vasküler greftleme teknikleri kullanılabilir ⁽²⁹⁾.

Tanjansiyel Yaralanmalar: Bu tür yaralanmalar genellikle yüksek hızlı ateşli silah yaralanmalarında görülmekte olup, oval skalp yaralanmalarıdır. Cerrahi sırasında cilt altındaki kemik defekti ortaya konur. Ekspozur, defekti tamamen ortaya koyacak şekilde genişletilir. Eğer dura intakt, yumuşak ve pulsatil ise ve preoperatif görüntüleme yöntemlerinde dura altında bir patoloji yoksa duranın açılmasına gerek yoktur. Yüzeysel yerleşimli kemik ve metal parçaları forseps ve irrigasyon yöntemi ile ortamdaki uzaklaştırılır. Eğer durada defekt varsa, parçalanmış kemikler çıkarılmalı ve dura defektinin uçları ortaya konmalıdır. Preoperatif görüntüleme yöntemlerinde hematoma varsa veya duranın rengi operasyonda farklı görülürse, kraniektomi yapılarak dura açılmalı ve hematoma ile nekrotik dokular eksize edilmelidir. Hasarsız nöral dokulara ulaşana kadar beyne manüplasyon yapılabilir. Nekrotik beyin dokusu ve dura altındaki hematoma uzaklaştırılıp nöral doku debritleme yapılır. Yalnızca yaralanmaya neden olan mermi değil, kırılan kemik parçaları da intraserebral bir yol oluşturur. Bunların neden olduğu, kanama ve nekrotik dokularla, yabancı cisimler de debride ve irrigasyonla ortamdaki uzaklaştırılmalıdır. Daha sonra dura su sızdırmayacak şekilde sütüre edilir. Dura yaralanması varsa normal dura kenarları ortaya konana kadar kraniektomi yapılmalıdır ⁽¹²⁾. Çoğu tanjansiyel yaralanmalarda dura çok hasarlıdır ve primer sütürasyonu olası olmaz. Bu durumda duraplasti yapılmalıdır. Duraplasti için periost, temporal fascia, fascia lata veya sentetik dura greftleri kullanılabilir ⁽²⁹⁾.

Penetran Yaralanmalar: Penetran kafa yaralanmalarında cerrahi teknik mermi giriş yerindeki yaranın boyutuna göre planlanır. Mermi giriş yeri küçük ve yetersiz ekspozur varsa, cilt flebi çevrilip, yara merkezli kraniektomi yapılır. Dura açılıp kitle etkisi yapan hematoma veya diğer patolojik lezyonlar eksize edilir.

Yaralanma yolundaki nekrotik dokular, kemik ve metal artıklar debride edilir. Dura primer olarak ya da duraplasti ile su sızmayacak şekilde kapatılır. Kemik flep kraniuma sabitlenir. Ciltte debritleme yapılarak primer olarak tamir edilir. Giriş deliği ve skalp yarası büyükse, yeterli ekspozur yara kenarlarının insizyonu ile sağlanır. Cilt flebi kaldırılıp, parçalanmış kemik parçaları ve metal artıkları çıkartılır. Normal dura kenarları görülene kadar defekt çevresine kraniektomi yapılır. Yaralanma bölgesindeki nekrotik dokular, kemik ve metal artıklar debride edilir. Duranın su sızmayacak şekilde kapatılması için çoğunlukla duraplasti yapılır. Ciltte debritleme yapılarak primer olarak tamir edilir ⁽²⁹⁾.

Penetran yaralanmalarda değişik yazarlar farklı cerrahi teknikler önermişlerdir ^(12,24,26,29). Günümüzde sıklıkla uygulanan ve tavsiye edilen teknik, mermi ve diğer yaralanma yolağı oluşturan parçaların izlediği yolda minimal agresif cerrahinin uygulanmasıdır ⁽²⁹⁾. Derin yerleşimli parçalar güvenli bir şekilde çıkarılamayacaksa bırakılmalıdır. Çalışmalar içerisinde kalan kemik parçalarının oluşturacağı enfeksiyon riskinin, BOS kaçağı, sinüs yaralanması ve fazla miktarda nekrotik doku varlığında oluşacak enfeksiyon riskine göre daha az olduğunu göstermiştir. En iyi sonuçlar, kitle etkisine dekompresyon, kontamine ve nekrotik dokuların debritleme, BOS kaçağını önleyecek şekilde yapılacak dura tamiri ve cildin kapatılması ile alınmıştır.

Perforan Yaralanmalar: Bu tür yaralanmalara gerek askeri, gerekse sivil yüksek kinetik enerjili mermilerle olan yaralanmalarda rastlayabiliriz ⁽¹²⁾. Perforan yaralanmalar kafatasının her iki tarafını da etkiler. Mermi çıkış deliği, giriş deliğine göre daha büyüktür. Penetran yaralanmalar gibi tedavi edilirler. Tedavide kraniektomi, dura tamiri ve skalp debritleme sıklıkla gerekli olur.

Dural Sinüs Yaralanmaları: Dural sinüs yaralanmaları askeri yaralanmaların %10'unda görülebilir ⁽²³⁾. Dural sinüs yaralanmaları büyük kanamalara neden olup tedaviyi zorlaştırır. Sinüs yaralanmalarında defekte spongostan, kollajen doku yaması ve pamuk pedillerle kompresyon uygulanabilir. Sinüsün distal ve proksimalinin oklüzyonu, geçici olarak Fogarty katater ile şant uygulaması, üzerine fasya ya da yassılaştırılmış kas koyarak doku yapıştırıcılarıyla sinüsün

tamiri ya da sinüsün greft kullanılarak primer olarak tamiri yapılabilir ^(23,29).

Kranioplasti: Penetran kafa travmalarının kendilerinin neden olduğu ve/veya cerrahi tedavi sırasında yapılan kraniektomilerle oluşan kranial kemik defektlerinin kapatılması için kranioplasti yapılmalıdır ⁽¹⁹⁾. Kranioplasti bu bölgeyi darbelerden korumak ve estetik amaçlı yapılır. Ayrıca oluşan kemik defektinin kapatılmasıyla, defekt altındaki serebral dokunun perfüzyonunun daha iyi olduğu, hasarlı serebral doku rejenerasyonuna kranioplastinin katkısı olduğu, bu şekilde baş ağrısı, amnezi, konsantrasyon bozukluğu ve uykusuzluk gibi bazı bulguların düzeldiği bildirilmiştir ⁽¹⁸⁾. Kranioplasti amacıyla çeşitli metal plaklar, akrilik polietilen ve hidroksiapatit gibi sentetik maddelerle (alloplastik kranioplasti), otojen ve heterojen kemik greftleri (osteoplastik kranioplasti) kullanılmaktadır. Osteoplastik kranioplastilerde enfeksiyon riski alloplastik kranioplastilere göre daha az olmasına rağmen, estetik sonuçları daha kötüdür ve rezorbsiyon riski vardır. Alloplastik kranioplastilerde sıklıkla akrilik kullanılmaktadır. Bunun dışında poröz polietilen de yaygın olarak kullanılmaktadır. Akrilik kullanımıyla oldukça iyi estetik sonuç alınmasına karşın enfeksiyon oranları %1-12 arasındadır. Son yıllarda üç boyutlu bilgisayarlı modelleme yöntemi ile daha düzgün ve uyumlu titanyum kranioplasti kitleri üretilmeye başlanmıştır. Enfeksiyon riskini azaltmak için kranioplasti operasyonu, yaralanmadan 6-12 ay sonra yapılmalıdır ⁽¹⁹⁾.

Postoperatif Bakım

Şuuru kapalı olan hastalarda intrakranial basınç rutin olarak monitörize edilmeli, 20 mmHg'nin üzerine çıktığında agresif bir tedavi uygulanmalıdır. Mannitol gibi ozmotik diüretiklerin bolus tarzında infüzyonu ile birlikte sedatif, narkotik ve nöromusküler bloke edici ajanlar kullanılmalıdır. Hastanın başı 30 dereceye kadar yükseltip orta hatta düz olarak tutularak venöz dönüş kolaylaştırılır. Hiperventilasyonla oluşan hiperkapni erken dönemde yararlıdır, ancak uzamış hiperkapni (PCO₂ <25 mmHg) iskemik komplikasyonlara neden olur. Açıklanamayan nörolojik bozulma ve/veya intrakranial basınç artışı durumunda hızla BT tetkiki yapılmalı, geç intrakranial hematoma belirlenirse altında yatan vasküler hasar veya koagülopati gibi nedenler araştırılmalıdır. Kitle etkisi oluşturan

lezyonların cerrahi tedavisi yapılmalıdır. Profilaktik antibiyotik tedavisi yapılmalı, bu amaçla Vankomisin, seftazidim ve metranidazol kombinasyonu 10 gün süre ile kullanılmalıdır. Profilaktik antiepileptik kullanımı tartışmalı olsa da fenobarbital veya fenitoin penetran kranioserebral yaralanmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (29). Steroid kullanımının yararı yoktur ve sistemik komplikasyonları nedeniyle tavsiye edilmez.

Komplikasyonlar

Enfeksiyon: Penetran kafa travmalarında metal parçacıklarla birlikte, kemik, kıl, taş, toprak vb. yabancı cisimler de intrakranial bölgeye taşınır. İlk müdahaleden sonra, enfeksiyon riski taşıyan bu yabancı maddelerin ikinci bir müdahale ile çıkarılmasını ve temizlenmesini önerenler olmakla birlikte, bunların çıkarılması için yapılacak olan cerrahi müdahale nörolojik tabloyu kötüleştirir. Kafa içine giren yabancı maddelerin %75'inin ilk başta steril olduğu, ancak cerrahinin gecikmesi ile bakteri yayılımı olabileceği belirtilmiştir. İkinci Dünya Savaşı yıllarını irdeleyen çalışmalarda kafa içine girmiş kemik parçaları ile intraserebral apse oluşumu arasında anlamlı bir ilişki gösterilememiştir. Oluşan 17 apse olgusunun yalnızca 3'ünde kafa içinde kemik fragmanların mevcut olduğu bildirilmiştir (8). Yapılan bir hayvan deneyinde, kafa içine yerleştirilen steril kemik parçaların enfeksiyon riski %4, kontamine kemik parçaların enfeksiyon riski ise %8 olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada saç, deri ve taş gibi maddelerin girmesi durumunda enfeksiyon oranının %70'lere ulaştığı bildirilmiştir. Özellikle mayın yaralanmalarında şarapnel parçaları ile birlikte, taş, toprak, çamur ve kum gibi kontamine maddelerin kafa içine girmesi enfeksiyon riskini artırır. BOS fistülü de enfeksiyon için büyük risk faktörüdür (12). BOS fistülü olduğunda enfeksiyon riskinin 20 kat arttığı gösterilmiştir. BOS fistülü çoğunlukla transbazal veya transfasial yaralanmalardan sonra otere ve rinore şeklinde görülür. Bunlar duranın yeterli tamir edilmemesi veya artmış BOS basıncı nedeniyle oluşur. Oluşan BOS fistülleri spontan olarak kapanabildiği gibi, lomber ya da eksternal ventriküler drenaj ile de kapanabilir. Özellikle kafa tabanını ilgilendiren yaralanmalarda görülen BOS fistülü için kraniotomi ve dura tamiri gerekir. Dura tamiri günümüzde endoskop ve navigasyon yardımıyla minimal invaziv olarak da ya-

pılabilmektedir. Ayrıca enfeksiyon olan hidrosefali olgularında antibakterial drenaj sistemleri kullanılabilir (29).

Kurşun Zehirlenmesi: Kranial ASY'de ender görülen bir komplikasyondur. Karın ağrısı, anemi, baş ağrısı, bilinç kaybı ve kaslarda güçsüzlük şeklinde belirti verir. Zehirlenme olduğunda şelasyon tedavisine başlanmalı ve kurşun kesinlikle cerrahi yolla çıkarılmalıdır (29).

Hidrosefali: Hidrosefali akut veya geç dönemde subaraknoid veya intraventriküler kanama, ventrikülit, intraserebral hematoma kitle etkisi veya intraventriküler mermi nedeniyle gelişebilir. Genellikle ventriküloperitoneal şant veya üçüncü ventrikülostomi ile tedavi edilir. Ancak bu olgularda genellikle üçüncü ventrikül tabanı kalın olduğu için ve ventriküler anatomi bozulduğu için endoskopik cerrahi çoğu zaman zor ve risklidir. Bu nedenle şant tedavisi daha ön plandadır.

Epilepsi: ASY'ye bağlı epilepsinin %1,3 ile %24 arasında değişen oranlarda görüldüğü bildirilmiştir (12,29). Posttravmatik epilepsinin mortalite ile ilgisi yoktur, ancak serebral hasarın büyüklüğünü gösterdiği bildirilmiştir. Akut dönemde oluşan epilepsi, İKB'nin tehlikeli bir şekilde artmasına, dolayısıyla iskemiyin şiddetlenmesine neden olabilir. Bu nedenle birçok hekim penetran kafa travmalarında profilaktik olarak antiepileptik ilaç başlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Koagülopati: Şiddetli kafa travmalarında doku tromboplastini'nin serbestleşmesi ekstrinsik koagülasyon mekanizmasının aktivasyonu ile sonuçlanır. Dissemine intravasküler koagülasyon (DİK), fibrinojen ve trombositlerin tükenmesi ve travma anındaki katekolamin deşarjı bu patofizyolojiye katkıda bulunur. Bu da şiddetli intraoperatif kanamalara, geç dönemde ise intrakranial hematoma oluşumuna neden olabilir. Koagülopatinin derecesi hasarlı serebral dokunun miktarı ile ilgilidir. DİK varlığı kötü prognoz göstergesidir.

Vasküler Yaralanmalar: Penetran kafa travmalarında venöz sinüs yaralanmalarıyla sıklıkla karşılaşılabilir. Bunun dışında, travmatik anevrizma, arteriyel diseksiyonlar, arteriyel oklüzyonlar ve arteriovenöz fistüller de gelişebilir. Travmatik anevrizma arter du-

varının direkt hasarı ile oluşur ve ender görülür, ancak tehlikeli olması nedeniyle kesinlikle akla getirilmelidir. Eğer gecikmiş bir intraserebral hematoma oluşursa veya kurşunun trasesi silvian fissür ya da başka bir vasküler bölgeden geçiyorsa yaralanmadan birkaç gün sonra anjiyografi yaptırılmalıdır. Vasküler hasarlar mortalite ve morbiditeyi önemli ölçüde artırır. Penetran kafa travmalarında intraserebral hematoma ya da yaygın subaraknoid kanama varsa anjiyografi önerilir ⁽²⁹⁾.

Prognoz

Kraniyal ASY’de, morbidite ve mortaliteye hastanın genel durumu, yaralanmanın şekli ve lokalizasyonu kadar, olay yerindeki ilk müdahaleden, hastanın rehabilitasyonunun bitip hastaneden taburcu edilene kadarki süreçteki tıbbi tedavi ve bakım desteği de etkilidir. Kranial ASY’den dolayı olan ölümlerin büyük bir bölümü ya olay yerinde ya da yaralanmadan sonraki ilk 3 saat içinde olmaktadır. Son zamanlarda acil tıbbi ilk yardım olanaklarının gelişmesi, özellikle askeri yaralanmalarda modern ve tam teşekküllü hasta nakil araçlarının kullanımı, hastanedeki yoğun bakım ve tıbbi destek sistemlerinin gelişimi, rehabilitasyon olanaklarının artması mortalite ve morbidite oranlarını düşürmüştür.

Ancak halen kraniyal ASY’de mortalite oranları yüksektir. Hastanın geliş GKS’de mortaliteyi belirleyen en önemli faktördür. GKS 3-5 olan olgularda mortalite oranı %90’larda iken, GKS 6-8 olanlarda bu oran %20-70, GKS 13-15 olanlarda ise oran %0’a yakındır. Ayrıca hastaneye ilk ulaştığında hastanın hemodinamisi ve solunum fonksiyonu, pupillerin durumu ve reaksiyonları, koagülasyon bozukluğunun olup olmaması da prognoza etkilidir. Cerrahi sonrası mortaliteyi ise büyük oranda enfeksiyon belirler ^(8,32,33). Diğer önemli bir faktör ise yaralanmanın şeklidir. Mermi yaralanmalarında mortalite oranları %20-45 arasında iken, şarapnel yaralanmalarında bu oran %8-15 arasındadır. Penetran kafa travmalarında birden fazla ve dominant lob hasarı varsa, orta hattı geçip bazal yapılar ve beyin sapına zarar vermişse ve özellikle mermi her iki hemisferi yaralamış ve/veya ventrikül içinden geçmişse prognoz kötüdür ^(31,34). Bu hastalarda lezyon dört nedenden dolayı ciddidir. Bunlar:

1) Merminin diensefal ve mezensefalondaki yapılara zarar vermesi,

- 2) İntrakranial basıncı yükselten diffüz ödem,
- 3) İntrakranial hipertansiyona neden olan kontüzyon ya da kanama gibi etrafı ödemli lokal lezyonlar,
- 4) Yoğun kanama ile birlikte ciddi vasküler yaralanmalardır.

Bu yaralanmalardan sonra yaşayan hastalarda nörolojik tabloyu belirleyen etkenler merminin giriş yeri, geçtiği yapılar ve merminin dokulara aktardığı enerjidir. Yaşamda kalan hastalardan en az nörolojik defisiti olanlar genellikle frontal yaralanması olanlardır. İlk aydaki ölümler enfeksiyon, serebral hasar, diğer organ yaralanmaları ve pulmoner emboli sonucu olurken, ikinci ayda posttravmatik hasar ve serebral abse en sık ölüm nedenleridir ⁽⁸⁾. İlk yıldaki ölümlerde ise neden genellikle uzamış koma olmaktadır ⁽²⁹⁾.

SPİNAL KORD YARALANMALARI

Spinal (omurga ve omuriliğin) ASY, ateşli silahlarla oluşan ve ağır nörolojik hasarlar ve/veya diğer organ hasarları oluşturabilen travmalardır. National Spinal Cord Injury Research Center (NSCIRC)’da 1973-1981 yılları arasında yapılan bir araştırma, penetran yaralanmaların tüm spinal yaralanmaların %14’ünü oluşturduğunu ve tüm spinal yaralanmalar içinde ise en sık ölüme yol açan üçüncü nedenin spinal ateşli silah yaralanmaları olduğunu göstermiştir ⁽³⁵⁾.

Konu ile ilgili elimizdeki kaynakların ve verilerin çoğu, savaşlar ve askeri yaralanmaların sonuçlarından elde edilmiştir ⁽³⁶⁾. Ancak, son yıllarda terör ve diğer kitlesel felaketlere bağlı spinal yaralanmalara ait yayınlar giderek artmaktadır. Spinal kord veya omurganın ateşli silahlar ile yaralanmaları konusundaki tartışmalar ve tedavi protokollerindeki karmaşa ve güçlükler halen devam etmektedir.

Tarihçe

Spinal ASY’nin tarihsel sürecini incelediğimizde, ilk sonuçların çok kötü olduğu açıkça görülmektedir. Bu konuda bilinen ilk olaylardan biri, İspanya ve Fransa arasında geçen Trafalgar Savaşı’nda (1805) Amiral Horatio Nelson’un spinal ASY’ye bağlı yaralanması ve ardından ölümüdür ⁽³⁶⁾.

Spinal ASY hakkındaki ilk detaylı ve kayda değer sonuçlar, Birinci Dünya Savaşı (1914-1918) yılların-

da elde edilmiş olup, mortalite oranları %62 ile %71 arasında saptanmıştır ⁽³⁶⁾. O yıllarda cerrahi tedavi, dekompresif laminektomi ve geniş yara debrütmanı yapılması şeklinde uygulanıyordu ^(35,36). İntradural mesafeye pek müdahale edilmiyordu. İkinci Dünya Savaşı (1939-1945) yıllarında da tedavideki tartışmalar ve güçlüklerin sürmesine karşın ilk yardım ve hasta bakımı şartlarındaki ilerlemeler, antibiyotiklerin etkin olarak kullanılmaya başlanması ve asepsi-antisepsi kurallarına uyulması ile mortalite oranlarının %7 ile %15'lere kadar düşmüştür ⁽³⁷⁾. Mortalite oranlarındaki bu düşüşlere karşın buna paralel olarak nörolojik tablolarda ciddi değişiklikler izlenmemiştir ^(37,38).

Kore Savaşı (1950-1953) sırasında spinal ASY'nin akut döneminde cerrahi tedavi yapılması standart tedavi protokolü olarak kabul edilmiştir. Bu dönemde cerrahi tedavide dekompresif laminektomi ve geniş yara debrütmanına ek olarak intradural eksplorasyon da yapılmaya başlanmıştır. Bunun sonucunda mortalitenin %1'lere kadar düştüğü bildirilmiştir. Ayrıca bu tedavi ile önemli oranda nörolojik düzelmeler sağlandığı rapor edilmiştir ⁽³⁹⁾.

Cerrahi ve konservatif tedavilerdeki tüm ilerlemelere karşın daha sonraki yıllarda oluşan savaşların sonuçları özellikle nörolojik iyileşmenin artması yönünde bir sonuç göstermemiştir ^(37,38). Her şeye rağmen, spinal ASY'de sağ kalım oranları gün geçtikçe artmış ve modern rehabilitasyon yöntemleri konservatif veya cerrahi olarak tedavi edilen hastaların nörolojik tablolarını olumlu etkilemiştir ⁽³⁸⁾.

Epidemiyoloji, Balistik ve Fizyopatoloji

Spinal ASY'nin insidansı ülkelerin gelişmişlik durumuna, silah edinmenin kolaylık ve zorluk durumuna, bölgesel çatışma ve savaş ortamına ve toplumların şiddet eğilimlerine göre farklılık gösterir. Gelişmiş ülkelerde spinal ASY'nin tüm spinal yaralanmalar içindeki oranı yaklaşık %15 kadardır ^(35,38).

Ateşli silahlar ile oluşan spinal kord yaralanmalarını, ateşli silahların özelliklerini dikkate alarak iki başlık altında incelemek olasıdır:

- a) Askeri spinal ateşli silah yaralanmaları
- b) Sivil spinal ateşli silah yaralanmaları

Askeri yaralanmalar genellikle savaş ortamında olur

ve bu yaralanmaları sivil yaralanmalardan ayıran en önemli nokta yaralanmaya neden olan silahın sahip olduğu ateş gücü ve kitle etkisidir ^(6,7,39). Silahın sahip olduğu ateş gücü silahtan çıkan parçanın kitlesi ve parçanın hızının karesi ile doğru orantılı olarak değişir. Silahtan çıkan parçanın kitlesinin iki katına çıkması kinetik enerjiyi iki kat artırırken parçanın hızının iki katına çıkması ise kinetik enerjiyi dört kat arttırmaktadır. Kinetik enerjinin artması daha fazla doku hasarı oluşması demektir. Yaralanmaya neden olan parçanın şekli de yaralanma derecesini etkileyen önemli etkenlerden birisidir. Keskin şekilli parçalar, aerodinamik olarak daha hızlı ve daha uzun bir yol gidebilirler. Künt parçalar daha yavaş olarak hedefe giderler ⁽³⁹⁾. Öte yandan künt ve ucu oyuk parçalar girdikleri hedef içinde ani hız düşmeleri ile hasarı arttırabilirler. Parçanın yapıldığı metal ve bu metalin ısınma derecesi de hasar oluşumunda etkili bir diğer faktördür. Genellikle sürtünmeye bağlı olarak meydana gelen ısınma sonucunda hedefe girdiğinde bu parçalar steril olarak kabul edilmektedir. Ayrıca parçanın havada yol alırken yaptığı hareketler de yaralanmanın şiddetini etkileyen faktörlerdendir.

Ateşli silahlar ile oluşan yaralanmalarda hasarlanma üç mekanizma ile oluşabilir ^(37,38,40):

- a) Direkt Yaralanma
- b) İndirekt yaralanma
- c) Geçici kaviteasyon ile oluşan yaralanma

Direkt yaralanmada silahtan çıkan parçanın kendisi yaralanmaya neden olabileceği gibi, parçanın sürüklediği kemik parçaları, disk materyalleri veya yumuşak dokularda bası oluşturarak spinal hasar yapabilirler ⁽⁴⁰⁾.

İndirekt yaralanmada silahtan çıkan parçanın hedefe çarpması ile oluşan şok dalgalarının yayılması ile oluşan basınç nöral dokuda hasara yol açabilir. İndirekt yaralanma ile oluşan nörolojik defisit genellikle düzelme gösterir, yani geçicidir. Radyolojik olarak omurgaya ait bir patoloji genellikle görülmez ⁽⁴¹⁾.

Geçici kaviteasyon ise parçanın doku içinde ilerlerken oluşturduğu boşluğun arkasından gelen negatif basınçla emilerek daralıp kapanması sırasında çevre dokularda oluşan hasardır. Bu üç yaralanma şekli de, askeri silahlarda sivil silahlara oranla çok daha yüksektir ⁽³⁶⁾. Bu mekanizmalarla meydana gelen ya-

ralanmalar omuriliğin tam veya yarım kesisi, hemorajik kontüzyonu, epidural ve subdural hematomu, sinir köklerinin yaralanması gibi akut nörolojik defisit oluşmasına neden olan hasarlara neden olabilirler. Kronik dönemde ise omurilik içinde kistik oluşumlar, myelomalazik alanlar ve yoğun araknoid yapışıklıklar görülebilir ^(38,42).

Sivil spinal ASY düşük hızlı yaralanmalar olup, genellikle kısa mesafeli atış yapan silahlarla yani tabanca mermileri ile oluşmaktadır. Bu tip yaralanmalarda direkt yaralanma mekanizmaları ön plandadır. Yüksek hızlı yaralanmalar ile kıyaslandığında oluşan hasar daha azdır. Bunlarda da akut ve kronik dönemlerde omurilikte benzer değişiklikler olur.

Askeri silahların ateş gücünün yüksek olması, aynı anda birden çok parçanın hedefe isabet edebilmesi ve yukarıda sayılan yaralanma mekanizmalarının hepsinin aynı anda oluşabilmesi oluşan hasarı arttırmaktadır.

Klinik

Spinal ASY'de ilk müdahale genellikle yaralanma alanında başlar, acil servislerde devam eder ve nöroşirürji kliniklerinde sonlanır. Savaş yaralanmalarında bu süreç terör yaralanmalara göre çok daha uzun bir süre gerektirir. Çatışma alanından hastanın güvenli bir alana alınması çoğu zaman başlı başına bir sorundur ve ciddi zaman kaybettirir. Oysa terör yaralanmaları genellikle toplu yaşanan bölgelerde olduğu için yaralıyı hastaneye ulaştırmak daha kısa sürer. Savaş yaralanmalarında yaralının çatışma bölgesinden çıkartılmasını takiben seri olarak hava yolu ile önce seyyar cerrahi askeri hastanelere nakledilir ⁽³⁶⁾. Seyyar cerrahi askeri hastanelerde yapılan müdahaleler daha çok hastayı hayatta tutmaya yönelik girişimlerdir. Hastalar burada stabil hale getirildikten sonra seri olarak merkez askeri hastanelere nakledilirler ve çoğunlukla spinal yaralanmalara yönelik tanı ve tedavilere bu merkezde başlanılır ⁽⁴³⁾.

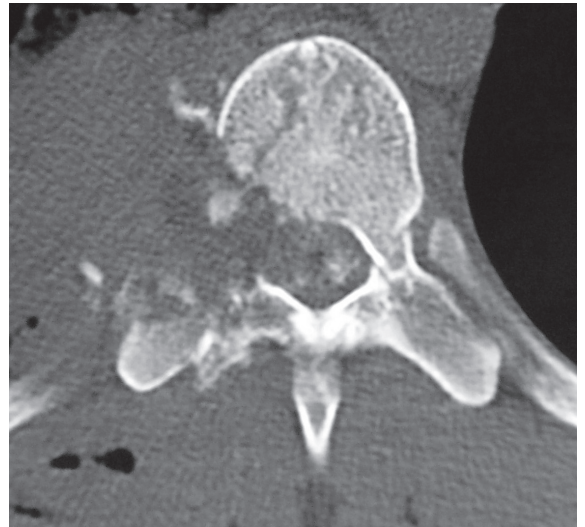
Ayrıntılı bir nörolojik muayene ile hastanın nörolojik defisit durumu ortaya konulur. Hastanın nörolojik defisiti, tam veya kısmi olabilir. Tam nörolojik defisit; yaralanma seviyesinin altında kalan bölümde hiçbir motor, duyu ve sfinkter fonksiyonunun olmaması ile karakterizedir ⁽⁴¹⁾. Kısmi nörolojik defisitte ise bu

fonksiyonların bir kısmının korunması söz konusudur. Frankel skorlaması nörolojik defisitlerin değerlendirilmesinde kolay uygulanan ve sık kullanılan bir skorlama yöntemidir. Literatür incelemesi yapıldığında çoğu seride tam nörolojik defisit tablosu ile başvuran hastaların %50'den fazla olduğu görülmektedir ^(38,41,43,44).

Tanı

Hastaların radyolojik olarak değerlendirilmesinde ilk basamak, ön-arka, lateral ve gerekirse oblik omurga grafilerinin çekilmesidir. Direkt grafiler ile kalmış metal parça varlığı, bu parçaların foramenle ilişkisi ve kemik yapılarda fraktür olup olmadığı saptanabilir. İnstabiliteden şüphelenildiğinde dinamik grafiler de çekilebilir.

Bilgisayarlı tomografi kemik yapıya ait patolojilerin değerlendirilmesinde en iyi radyolojik görüntüleme yöntemidir (Resim 2). BT ile hem kemik yapıya ait patolojiler/kırıklar değerlendirilirken hem de metal parçalar varsa bunların pozisyonu değerlendirilebilir. Metal parça varlığında oluşan artefakt BT görüntülemesini olumsuz etkileyebilir. BOS fistülü şüphesinin olduğu durumlarda BT myelografi tanıda yardımcıdır. MRG yumuşak doku patolojileri hakkında en iyi bilgi veren radyolojik görüntüleme yöntemidir. Metalik parça varlığında metalik parçanın yer değiştirerek ek nörolojik defisitlere yol açması riskinden dolayı MRG incelemesinden kaçınılmaktadır. Metal parçaların



Resim 2. Kurşun ile torakal bölgeden ASY geçiren hastanın aksiyel kemik pencere BT görüntüsünde sağda kostovertebral bileşke parçalanmış ve kanal içinde kemik fragmanları izlenmektedir.

çoğunluğunun manyetik yapıda olmadığı bilinmesine karşın bundan tam olarak emin olunamadığı için metal parçanın hareket etme olasılığını göz önünde tutularak MRG seçici olarak yapılmalıdır. Eğer çekilebilirse MRG ile yumuşak dokulardaki hasarlanma çok iyi bir şekilde saptanabilir ^(42,43).

Elektrofizyolojik değerlendirmeler spinal ASY'nin değerlendirilmesinde çok kullanılmamakla birlikte, özellikle servikal ve lomber kök lezyonlarının tanısında değerli bilgiler vermektedir. Servikal bölgede meydana gelen kök avülsiyonlarının ayırıcı tanısında ve kök hasarlarının periferik sinir hasarlarından ayırt edilmesinde elektrofizyolojik inceleme çok önemlidir.

Spinal ASY'de her bölge yaralanmaya maruz kalabilir. Özellikle torakal ve lomber bölgedeki yaralanmalarda diğer sistemik yaralanmalar daha sık olarak görülür. Çünkü bu bölgeler servikal omurgaya göre daha büyüktür ve daha çok hedef oluştururlar. Sakral bölge de daha aşağıda olduğu için hedef olması daha zordur ⁽⁴⁵⁾.

Tedavi

Spinal ASY'de en tartışmalı kısım tedavi seçenekleridir. Üzerinde anlaşılan tek nokta, aşısız olan veya rapel süresi gelen tüm olgulara profaksi amaçlı tetanoz aşısı yapılmasıdır ^(45,46).

Spinal ASY'nin en tartışmalı yönü uygulanacak tedavi yönteminin belirlenmesidir. Askeri kaynaklar daha çok cerrahi tedavi seçeneğini önerirken ⁽⁴⁵⁾, sivil kaynaklar nörolojik kötüleşme olmadığı takdirde konservatif kalınarak takip edilmesini önermektedirler ⁽⁴¹⁾. Bu görüş ayrılığının en büyük nedeni daha önce açıklanan yaralanma fizyolojisi ile ilgilidir. Sivil yaralanmalarda daha çok direkt yaralanma mekanizması ön planda iken, askeri yaralanmalarda direkt yaralanma mekanizmasının yanı sıra indirekt yaralanma ve geçici kavite yaralanma mekanizmaları da spinal hasarlanmada önemli rol oynar.

Askeri kaynaklar akut dönemde cerrahi tedavi uygulanmasının enfeksiyon, BOS fistülü, kurşun intoksikasyonu, spinal instabilite ve ağrı sendromları gibi komplikasyonları önleyebileceğini öne sürmektedirler ⁽⁴⁵⁾. Buna karşılık sivil yayınların bazıları nöroşirürjikal girişimlerin komplikasyonları arttırdığı-

nı ileri sürmektedir. Genel olarak bakıldığında sivil yaralanmaların düşük hızlı olması nedeniyle oluşan hasar daha sınırlı olmaktadır ve bu da cerrahi tedavi endikasyonunu sınırlamaktadır. Sivil yaralanmalarda daha çok kısmi nörolojik hasarlı hastalar ve kauda ekuina bölgesi yaralanmaları cerrahi tedavi endikasyonu içinde yer alırlar ^(41,46).

Spinal ASY'de cerrahi tedavi önemli bir yer tutmaktadır. Cerrahi tedavi kararı verilirken cerrahinin yararları ve olası oluşabilecek komplikasyonlar göz önünde tutulmalıdır.

Spinal ASY'da başlıca cerrahi tedavi endikasyonları ⁽⁴⁶⁾:

1. Nörolojik tabloda progresif kötüleşme olması,
2. BOS fistülü,
3. Spinal kanala bası yapan metal, kemik ve disk parçaları,
4. Enfeksiyon gelişmesi-abse oluşumu,
5. Spinal instabilite,
6. Medikal tedavi ile kontrol edilemeyen ağrı varlığı,
7. Tam veya kısmi kauda ekuina yaralanmalarıdır.

Nörolojik defisiti olmayan ve omurilik ve sinir köklerine basısı olmayan bir hastada yalnızca metalik parçanın çıkartılması için cerrahi tedavi yapılmamalıdır. Spinal ASY'de cerrahi tedavinin zamanlaması hakkında da tam bir görüş birliği yoktur. Literatür incelendiğinde bazı kaynaklarda erken cerrahinin BOS fistülü ve enfeksiyon gibi komplikasyonları arttırdığı belirtilmiştir ^(38,41,45). Bazı kaynaklarda ise erken cerrahi yapılması ile bu komplikasyonlarda belirgin azalma olduğunu belirtilmiştir. Benzer şekilde askeri kaynaklar da erken cerrahinin komplikasyon oranını azalttığını ve nörolojik tabloda düzelmeye yol açtığını belirtmişlerdir. Günümüzde cerrahi zamanlama konusunda en çok kabul edilen görüş; ilerleyici nörodefisit ya da geniş bir açık yara veya açık bir BOS fistülü/akıntısı yoksa geç dönemde cerrahinin, bu patolojilerin varlığında ise erken dönemde cerrahinin yararlı olduğu şeklindedir.

Cerrahi tedavide insizyon yaralanma bölgesinin alt ve üst kısmındaki sağlam dokudan başlamalıdır. Kontamine dokuların geniş debrütmanı ve dekompressif laminektomi yapılarak hem dekompresyon hem de omurilik veya kauda bölgesinin eskplorasyonu sağlanır. Eğer dura sağlam ve pulsatil ise genellikle dura

açılmaz. İntraoperatif ultrasonografi ile subdural hematoma ve intradural patolojiler değerlendirilebilir. İntradural eksplorasyon yapılması amacıyla duranın açılmasında bir sakınca yoktur. Dura parçalanmış olabilir ve bası yapan parçalar görülebilir. Ekstradural veya intradural bası oluşturan parçalar çıkarılır ve sonra hemostaz sağlanarak dura tamirine geçilir. Dura çoğu zaman primer olarak kapatılmadığı için fasia ve allogreftler dura tamiri amacıyla kullanılabilir. Özellikle ventral dura yırtıklarının tamiri büyük güçlük yaratmakta ve çoğunlukla BOS fistülü devam etmektedir. Bu nedenle fasia ya da dural allogreftin ventral yüze doğru yerleştirilerek fibrin yapıştırıcı gibi doku yapıştırıcıları ile yapıştırılması dura tamiri için en uygun seçenektir⁽⁴⁶⁾. Enfeksiyon problemi varsa veya kirli bir yaralanma ise allogreft kullanımından kaçınmak daha doğru olur. Çünkü enfeksiyon durumunda dural allogreftler reaksiyon oluşturabilmekte ve cerrahi tedavinin sonucunu olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca kullanılan yabancı materyallerde bakteri kolonizasyonu olabilmekte ve bu durumda enfeksiyona neden olmaktadır. Spinal instabilite varsa stabilizasyon ve füzyon ameliyatları yapılabilir. Ancak enfeksiyon sorunu varsa veya kirli yaralanma varsa stabilizasyon ameliyatı daha sonraya bırakılmalıdır. Öncelikle enfeksiyon tedavi edilmeli, bu süre içinde hastaya korse takılarak stabilizasyon sağlanmalıdır. Uygun medikal tedaviden sonra kontrastlı tomografi ve MRG ile hastanın kontrolleri yapılmalı ve enfeksiyonun kesin tedavisini müteakip cerrahi stabilizasyon yapılmalıdır⁽⁴⁵⁾.

Cerrahi tedavi olarak yalnızca dekompresif laminektominin yeterli olduğu ve parçaların çıkartılmasının ek nörolojik defisitler oluşturabileceği genellikle düşünülmeyle birlikte, özellikle torokolomber bölgede, bası yapan parçaların kaldırılmasının nörolojik defisit mevcut olan hastaların nörolojik tablosuna olumlu katkılarda bulunabileceği bildirilmiştir. Omuriliğin parçalandığı açık yaralanmalarda hastada tam nörolojik defisit var ise dekompresyonu takip eden omurilik intradural olarak kontrol edilmelidir. Omuriliğin kesildiği veya koptuğu/parçalandığı intraoperatif olarak görülür ise kesinlikle kopma noktasının proksimal ve distalinden omurilik uçları ve dura sütür ile bağlanmalıdır. Bu postoperatif dönemde BOS fistülü riskini azaltacaktır⁽⁴⁷⁾.

Bağırsak perforasyonu varlığında erken cerrahi teda-

vinin spinal enfeksiyon gelişme riskini azalttığı belirtilmiştir. Ancak bağırsak perforasyonu meydana gelen yaralanmalarda eğer stabilizasyon gerekiyorsa bu işlem olabildiğince geciktirilmeli ve öncelikle bağırsak perforasyonunun tam olarak tedavi olması beklenmelidir. Yaralanma sırasında ince veya kalın bağırsakta meydana gelen nekrozlar bir süre sonra yaradan kötü kokulu ve pürülan akıntıya neden olabilmektedir. Bu da bağırsak perforasyonunun bir göstergesidir.

Kauda bölgesi yaralanmalarında genellikle kısmi nörolojik hasar tablosu söz konusudur⁽⁴⁵⁾. Kemik, disk ve metalik parçaların mekanik basısı ve epidural-subdural hematoma bir nöropraksi tablosu yaratmaktadır. Cerrahi tedavi ile basının kaldırılması nörolojik tablonun düzelmesini sağlar. Kauda bölgesi yaralanmalarında olabildiğince erken dekompresyon yüz güldürücü nörolojik düzelmeler sağlayabilmektedir. Bu bölgede duranın açıldığı bir yaralanma mevcut ise lomber ve sakral kökler dışarı çıkmış olabilir. Erken cerrahi sırasında bunların dural kese içine yerleştirilmesi nörolojik düzelmeye açısından çok önemlidir. Ayrıca sakral bölgedeki açık yaralanmalarda duranın tamiri çok daha fazla dikkat gerektirir. Çünkü bu bölgede dural kese daha geniştir ve paravertebral kas yapısı daha incedir, dolayısıyla BOS fistülü gelişme riski daha fazladır. Gerekirse hastaya postoperatif dönemde bir süre lomber drenaj da takılabilir.

Kısmi nörolojik hasarla başvuran hastaların cerrahi tedavi sonuçları tam nörolojik hasarlı hastalara göre çok daha iyidir. Tam nörolojik hasarlı hastalarda nörolojik tablonun cerrahi tedavi uygulansın veya uygulanmasın değişmediği ileri sürülmekle birlikte, cerrahi uygulanan grupta fonksiyonel iyileşme anlamında daha olumlu gelişmeler olduğunu belirten görüşler de mevcuttur. Özellikle yaralanmanın blast etkisi ile olduğu durumlarda hastada kısmi nörolojik defisit varsa bu genellikle kısa süre içinde düzelmektedir.

Spinal ASY'de çeşitli komplikasyonlar gelişebilir. Komplikasyonların cerrahi tedavi uygulananlarda, konservatif tedavi uygulananlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Eşlik eden diğer sistem yaralanmalarının olduğu olgularda geniş spektrumlu antibiyotik tedavisi ile desteklenmiş konservatif tedavinin komplikasyonları azaltacağı ileri sürülmektedir⁽⁴⁶⁾.

Spinal ASY'de en önemli komplikasyonlar, BOS fis-

tülü ve buna bağlı oluşan enfeksiyon tablosudur. BOS fistülü görülme oranı yaklaşık %9 olarak bildirilmiştir⁽⁴⁶⁾. BOS fistülü özellikle açık omurga yaralanmalarında ve sakral bölgeden olan yaralanmalarda daha siktir. Ayrıca yaradan akan sıvının BOS olup olmadığını belirlemek de çok önemlidir. Bazen batını da penetre eden spinal yaralanmalarda bağırsak sıvıları ve idrar da yara yerinden akabilir ve ender de olsa BOS ile karışabilir. Açık yaralanmalarda BOS fistülü tedavisinde öncelikle cerrahi yolla dura mater tamiri yapılmalıdır. Ameliyat sonrası gelişen BOS fistülünün tedavisinde ise ilk olarak lomber drenaj uygulanır. Eğer hala BOS akıntısı devam ediyorsa cerrahi eksplorasyon ile dura tamiri yapılarak tedavi edilmelidir. Duranın çok parçalı olduğu durumlarda paravertebral kas fasiası ile veya allogreft dura ile tamir yapılabilir. Geniş spektrumlu antibiyotiklerin rutin kullanıma girmesi ile enfeksiyon sorunu oldukça azalmış ve enfeksiyon gelişme oranı %5'lere kadar düşmüştür. Gastrointestinal sistem (GİS) yaralanması olan, vücut boşluklarını kateden, BOS fistülü olan ve profilaktik olarak antibiyotik kullanılmayan olgularda enfeksiyon riski daha yüksektir. Profilaktik antibiyotik kullanılan, ek organ yaralanması olmayan ve geniş cerrahi debritleme yapılan olgularda enfeksiyon riski daha düşüktür. Mevcut metal parçalarının çıkartılmasının enfeksiyon oranını azaltmadığı belirtilmiştir. Sepsis gibi ağır enfeksiyon tabloları günümüzde artık görülmemektedir. Spinal ateşli silah yaralanmalarında görülebilen diğer komplikasyonlar; metal parça migrasyonu, ağrı ve kurşun intoksikasyonudur. Metal parçalar gerek yerçekimi gerekse BOS akımı ile yerinden oynayarak hareketlenebilir. Metal parça migrasyonu asemptomatik ise herhangi bir tedaviye gerek yoktur, hasta takip edilir. Eğer semptomatikse veya metalik parça spinal kanala doğru migre oluyorsa cerrahi olarak çıkartılmalıdır. Bu sırada omuriliğe zarar vermemeye özen gösterilmelidir⁽⁴⁶⁾.

Spinal ASY sonrasında oluşan deafferentasyon ağrıları genellikle tedaviye dirençlidir. Yaralanma alanında kalan metalik parçaların cerrahi olarak çıkartılmasının ağrı üzerinde etkisi yoktur. Ağrı tedavisinde gabapentin, karbamazepin, difenilhidantoin ve amitriptilin gibi ilaçlar tercih edilir. Bu ilaçlarla tedavi başarısız olursa DREZ miyotomi tedavide denenebilir.

Kurşun intoksikasyonu oldukça ender görülen bir komplikasyon olmakla birlikte, yaralanmadan yıllar

sonra bile gelişebilir. İntoksikasyon varlığında metalik parçanın çıkartılması gerekir.

Konservatif tedavide steroid kullanımının yeri tartışmalıdır. Genel görüş steroid kullanımını önermemektedir. İntravenöz metilprednizolon tedavisinin iyileşme üzerinde etkili olmadığını ve olası komplikasyonları arttırdığına yönelik yayınlar vardır. Buna zıt olarak literatürde steroid kullanımını öneren çalışmalar da vardır.

Spinal ASY'nin konservatif tedavisinde, profilaktik antibiyotik tedavisinin yeri vardır. Vietnam Savaşı'nda (1955-1975) enfeksiyon oranı önceki savaşlara oranla daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin yaygın antibiyotik kullanımı olduğu saptanmıştır⁽⁴⁵⁾. Özellikle eşlik eden GİS yaralanmalarının olduğu olgularda ve BOS fistülü varlığında profilaktik antibiyotik kullanılması oldukça yararlıdır.

Spinal ASY'de servikal bölge torakolomber bölgeye göre çok daha ağır sorunlar gösterebilir. Özefagus, larinks ve büyük damar yaralanmalarının sıklıkla servikal ASY'ye eşlik etmesi ve ağır medüller ödem tablosu mortalite oranını arttırmaktadır. Cerrahi tedaviden önce hastanın vital fonksiyonlarının stabil hale getirilmesi önemlidir. Cerrahi tedavi uygulanan servikal bölge yaralanmalı hastalarda mortalite oranı %28 olarak bildirilmiştir⁽⁴⁶⁾.

Prognoz

Spinal kordun ASY'de cerrahi ve konservatif tedavinin prognozu nasıl etkilediği konusundaki tartışmalar günümüzde devam etmektedir. Bu vakaların uzun dönem takip sonuçları çoğunlukla cerrahi ve konservatif tedavi grupları arasında nörolojik iyileşme yönünden anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir. Aynı şekilde mortalite oranları da benzerdir. Cerrahi tedavi uygulanan tüm hastalar erken postoperatif dönemde etkili rehabilitasyon programlarına alınmalıdır. Yapılacak cerrahi tedavi, hasarlı spinal kordun bütünlüğünün yeniden sağlanması için değil nörolojik tablonun daha kötüye gitmesini önlemek ve gelişebilecek komplikasyonları durdurmak amacıyla yapılmaktadır. Cerrahi sonrası dönemde esas sorun ikincil hasardır. Bu nedenle ikincil hasar mekanizmalarını durdurarak nöral doku-kök hücre transplantasyonu ile yeni nöral doku oluşumunu sağlayacak medikal tedavilere ge-

çilmelidir. Bu tedavilere ait çalışmalar tüm dünyada devam etmektedir ^(46,47).

Özetle, spinal kordun ASY'sinde:

- Cerrahi tedavi ile konservatif tedavi sonuçları arasında anlamlı farklılık yoktur.
- Cerrahi tedavi eşlik eden diğer sistem yaralanmalarında komplikasyonları arttırabilir.
- Steroid kullanımının bu tarz yaralanmalarda yeri yoktur.
- Kısmi nörolojik hasarı olan hastalar cerrahi tedaviden daha çok yararlanırlar.
- Kauda ekuina bölgesi yaralanmalarının prognozu daha iyidir.

SONUÇ

Terör ve savaş kranial ve spinal ASY'nin en önemli iki nedenidir. Özellikle savaşlar sırasında ateşli silahların neden olduğu sinir sistemi yaralanmaları ciddi mortalite ve morbidite nedenidir. Günümüzde bu alanda yapılan araştırmalar özellikle en çok mortalite nedeni olan kanama ve şok üzerinde yoğunlaşmış durumdadır. Kanama kontrolünde yeni ve hızlı hemostatik ajanların kullanımı, şok resüsitasyonunda da hipotansif ve hemostatik resüsitasyon stratejileri giderek önem kazanmıştır. Ancak bu yaralanmaların tedavisi henüz istenilen düzeyde değildir ve bu alanda kanıt düzeyi yüksek ve geniş kapsamlı klinik araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Askeri personeli ilgilendiren, özellikle multi-travmalı olgularda, savaş cerrahisini ilgilendiren tüm bu konular sürekli literatür takibi gerektirmektedir. Yine de insanlık için en doğru olanı hiç terör veya savaş olmamasıdır.

KAYNAKLAR

1. <http://www.tdk.gov.tr/>
2. Renkligil T, Yaşar Teke H, Acungil İ, Bilge Y. Terörist aktiviteye bağlı yaralanmalar. *Türkiye Klinikleri J Foren Med-Special Topics* 2015;1(2):53-57.
3. Özer MT, Coşkun K, Ögünç Gİ, Eryılmaz M, Yiğit T, Kozak O, Apaydın K, Uzar Aİ. Patlama yaralanmalarının gizli yüzü: Şok dalgaları. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2010;16(5):395-400.
4. Köse G, Tehli Ö, Temiz NÇ. Ateşli silahların ve yaralanmaların balistik özellikleri. In: Gönül E, İzci Y (eds). Nöroşirürjide ateşli silah yaralanmaları. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Buluş Tasarım ve Matbaacılık, Ankara; 2013, 13-36.
5. Eryılmaz M, Uzar Aİ. Yirmi birinci yüzyılda harp cerrahisi: Travmalı olgulara güncel yaklaşımlar. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2008;14(4):268-76.
6. İzci Y. Giriş ve Tarihçe. In: Gönül E, İzci Y (eds). Nöroşirürjide ateşli silah yaralanmaları. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Buluş Tasarım ve Matbaacılık; 2013, 1-12.
7. Eryılmaz M. Savaş durumunda cerrahinin özellikleri. In: Giannou C, Baldan M (eds), Eryılmaz M (çeviri ed). Savaş Cerrahisi. Ankara: Tuna Matbaacılık; 2010, 19-30.
8. Aarabi B. Comparative study of bacteriological contamination between primary and secondary exploration of missile head wounds. *Neurosurgery* 1987;20:610-6. <https://doi.org/10.1227/00006123-198704000-00018>
9. Clark W, Muhlbauer M, Watridge C, Ray M. Analysis of 76 civilian craniocerebral gunshot wounds. *J Neurosurg* 1986;65:9-14. <https://doi.org/10.3171/jns.1986.65.1.0009>
10. Cooper P, Maravilla K, Cone J. Computerized tomography scan and gunshot wounds of the head: Indications and radiographic findings. *Neurosurgery* 1979;22:373-80. <https://doi.org/10.1227/00006123-197905000-00001>
11. Secer Hİ, Gönül E, İzci Y. Head injuries due to landmines. *Acta Neurochir (Wien)* 2007;149(8):777-81. <https://doi.org/10.1007/s00701-007-1236-8>
12. İzci Y, Kayalı H, Daneyemez MK, Köksel T, Cerrahoğlu K. The clinical, radiological and surgical characteristics of supratentorial penetrating craniocerebral injuries: a retrospective clinical study. *Tohoku J Exp Med* 2003;201:39-46. <https://doi.org/10.1620/tjem.201.39>
13. Solmaz I, Kural C, Temiz C, et al. Traumatic brain injury due to gunshot wounds: a single institution's experience with 442 consecutive patients. *Turk Neurosurg* 2009;19(3):216-23.
14. İzci Y, Kayalı H, Daneyemez M, Köksel T. Comparison of clinical outcomes between anteroposterior and lateral penetrating craniocerebral gunshot wounds. *Emerg Med J* 2005;22(6):409-10. <https://doi.org/10.1136/emj.2004.014704>
15. Stone JL, Patel V, Bailes JE. Sir Hugh Cairns and World War II British advances in head injury management, diffuse braininjury, and concussion: an Oxford tale. *J Neurosurg* 2016;125(5):1301-14. <https://doi.org/10.3171/2015.8.JNS142613>
16. Erdogan E, İzci Y, Gönül E, Timurkaynak E. Ventricular injury following cranial gunshot wounds: clinical study. *Mil Med* 2004;169(9):691-5. <https://doi.org/10.7205/MILMED.169.9.691>
17. Gönül E, Akbörü M, İzci Y, Timurkaynak E. Orbital foreign bodies after penetrating gunshot wounds: retrospective analysis of 22 cases and clinical review. *Minim Invasive Neurosurg* 1999;42(4):207-11. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1053401>
18. Erdogan E, Düz B, Kocaoglu M, İzci Y, Sirin S, Timurkaynak E. The effect of cranioplasty on cerebral hemodynamics: evaluation with transcranial Doppler sonography. *Neurol India* 2003;51(4):479-81.
19. Solmaz İ, Önal B, Civelek E, et al. Kraniyoplasti ameliyatlarında klinik deneyim: Kısa derleme. *Türk Nöroşir Derg* 2010;20(1):36-42.
20. Cooper P, Maravilla K, Cone J. Computerized tomography scan and gunshot wounds of the head: Indications and radiographic findings. *Neurosurgery* 1979;22:373-80.

- <https://doi.org/10.1227/00006123-197905000-00001>
21. Crockard HA, Brown FD, Calica AB, Johns LM, Mullan S. Physiological consequences of experimental cerebral missile injury and use of data analysis to predict survival. *J Neurosurg* 1977;46:784-94.
<https://doi.org/10.3171/jns.1977.46.6.0784>
 22. Jandial R, Reichwage B, Levy M, Duenas V, Sturdivan L. Ballistics for the neurosurgeons. *Neurosurgery* 2008;62(2):472-80.
<https://doi.org/10.1227/01.neu.0000316015.05550.7a>
 23. Kapp JP, Gielchinsky I. Management of combat wounds of the dural venous sinuses. *Surgery* 1972;71:913-7.
 24. Kaufman NH. Civilian gunshot wounds to the head. *Neurosurgery* 1993;32:962-4.
<https://doi.org/10.1227/00006123-199306000-00013>
 25. Meierowsky AM. Secondary removal of retained bone fragment in missile wound of brain. *J Neurosurg* 1982;57:617-21.
<https://doi.org/10.3171/jns.1982.57.5.0617>
 26. Grahm TW, Williams FC, Harrington T, Spetzler RF. Civilian gunshot wounds to the head: A prospective study. *Neurosurgery* 1990;27:696-700.
<https://doi.org/10.1227/00006123-199011000-00005>
 27. Nagib M, Rocswold G, Sherman R, Lagaard M. Civilian gunshot wounds to the brain. Prognosis and management. *Neurosurgery* 1986;18:533-6.
<https://doi.org/10.1227/00006123-198605000-00003>
 28. Klimo P Jr, Ragel BT, Jones GM, McCafferty R. Severe pediatric head injury during the Iraq and Afghanistan conflicts. *Neurosurgery* 2015;77(1):1-7.
<https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000743>
 29. Gönül E, Seçer Hİ, İzci Y. Kraniyal ateşli silah yaralanmaları. In: Gönül E, İzci Y(eds). Nöroşirürjide ateşli silah yaralanmaları. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Buluş Tasarım ve Matbaacılık, Ankara; 2013, 45-78.
 30. Temiz NÇ, Tehli Ö, Gönül E. Kraniyal ateşli silah yaralanmalarında alanda değerlendirme ve ilk yardım. In: Gönül E, İzci Y(eds). Nöroşirürjide ateşli silah yaralanmaları. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Buluş Tasarım ve Matbaacılık, Ankara; 2013, 37-44.
 31. Maqsood R, Rasikh A, Abbasi T, Shukr I. Pattern of injuries seen in mass casualties in terrorist attacks in Baluchistan, Pakistan-A Three years experience. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2015;27(4):858-60.
 32. Singh AK, Buch K, Sung E, Abujudeh H, Sakai O, Aaron S, Lev M. Head and neck injuries from the Boston Marathon bombing at four hospitals. *Emerg Radiol* 2015;22(5):527-32.
<https://doi.org/10.1007/s10140-015-1322-9>
 33. Bowen LN, Moore DF, Okun MS. Is blast injury a modern phenomenon? Early historical descriptions of mining and volcanic traumatic brain injury with relevance to modern terrorist attacks and military warfare. *Neurologist* 2016;21(2):19-22.
<https://doi.org/10.1097/NRL.0000000000000068>
 34. Magnuson J, Leonessa F, Ling GS. Neuropathology of explosive blast traumatic brain injury. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2012;12(5):570-9.
<https://doi.org/10.1007/s11910-012-0303-6>
 35. Young JS, Burns PE, Bowen AM. Spinal cord injury statistics: Experience of regional spinal cord injury systems. Phoenix, AZ: Goog Samaritan Medical Center, 1982.
 36. Jacobs GB, Berg RA. The treatment of acute spinal cord injuries in a war zone. *J Neurosurg* 1971;34:164-7.
 37. Jallo GI. Neurosurgical management of penetrating spinal injury. *Surg Neurol* 1997;47(4):328-30.
[https://doi.org/10.1016/S0090-3019\(96\)00458-2](https://doi.org/10.1016/S0090-3019(96)00458-2)
 38. Aarabi B, Alibai E, Taghipur M, Kamgarpur A. Comparative study of functional recovery for surgical explored and conservatively managed spinal cord missile injuries. *Neurosurgery* 1996;39:1133-40.
<https://doi.org/10.1097/00006123-199612000-00013>
 39. Wannamaker GT. Spinal cord injuries: a review of the early treatment in 300 consecutive cases during the Korean conflict. *J Neurosurg* 1954;11:517-24.
<https://doi.org/10.3171/jns.1954.11.6.0517>
 40. Baker GS, Daniels F Jr. Concussion of the spinal cord in battle casualties. *J Neurosurg* 1996;3:206-11.
<https://doi.org/10.3171/jns.1946.3.3.0206>
 41. Benzel EC, Hadden TA, Coleman JE. Civilian gunshot wounds to the spinal cord and cauda equina. *Neurosurgery* 1987;20:281-5.
<https://doi.org/10.1227/00006123-198702000-00014>
 42. Formby PM, Wagner SC, Kang DG, Van Blarcum GS, Pisano AJ, Lehman RA Jr. Reoperation after in-theater combat spine surgery. *Spine J* 2016;16(3):329-34.
<https://doi.org/10.1016/j.spinee.2015.11.027>
 43. Steinmetz MP, Krishnaneey AA, Mc Cormic W, Benzel EC. Penetrating spinal injuries. *Neurosurg Q* 2004;14:214-23.
<https://doi.org/10.1097/00013414-200412000-00006>
 44. Richards JS, Meredith RL, Nepomucena C, Fine PR, Bennet G. Psycho-social aspects of chronic pain in spinal cord injury patients. *Pain* 1980;8:355-66.
[https://doi.org/10.1016/0304-3959\(80\)90079-2](https://doi.org/10.1016/0304-3959(80)90079-2)
 45. Kahraman S, Şirin S, Bedük A. Omurganın ateşli silah yaralanmaları. Temel Nöroşirürji Cilt 2, Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği, 2010, pp: 1723-30.
 46. Temiz NÇ, Tehli Ö, Solmaz İ. Omurga ve omuriliğin ateşli silah yaralanmaları. In: Gönül E, İzci Y(eds). Nöroşirürjide ateşli silah yaralanmaları. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, Buluş Tasarım ve Matbaacılık, Ankara; 2013, 79-92.
 47. Kahraman S, Gönül E, Kayalı H, Şirin S, Düz B, Bedük A, Timurkaynak E. Retrospective analysis of spinal missile injuries. *Neurosurg Rev* 2004;27:42-5.
<https://doi.org/10.1007/s10143-003-0274-9>