



Kranial Ateşli Silah Yaralanmaları

Cranial Gunshot Injuries

Kadir OKTAY

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Adana, Türkiye

Yazışma adresi: Kadir OKTAY ✉ drkadiroktay@hotmail.com

ÖZ

Kranial ateşli silah yaralanmaları, nöroşirürji pratiğinde mortalite oranları en yüksek seyreden patolojilerden biridir. Penetran ateşli silah yaralanmalarının yaklaşık olarak %70 kadarı olay yerinde kaybedilmektedir. Literatürde, tüm tedavi basamakları uygulansa dahi mortalite oranı %90'lara varan seriler bulunmaktadır. Kranial ateşli silah yaralanmalarının nöroradyolojik değerlendirilmesinde bilgisayarlı beyin tomografisi önemli yer tutmaktadır. Vasküler yaralanma şüphesi olan olgularda anjiyografi tetkikleri de eklenmelidir. Bu hastaların agresif resüsitasyonu ve gerekli olgularda zaman kaybetmeden cerrahi uygulanması hayati öneme sahiptir. Bu hastalarda, profilaktik antibiyotik ve antiepileptik tedavileri de başlanmalıdır. Ateşli silah yaralanmalarında; hastanın geliş anında düşük Glaskow Koma Skalası skoru, anormal pupil bulgularının varlığı, ileri yaş, perforan tip yaralanmanın ve orta hattan geçen trajeksiyonun varlığı kötü prognoz kriterleridir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Kranial, Ateşli silah yaralanması, Mortalite, Glaskow Koma Skalası

ABSTRACT

Cranial gunshot injuries represent one of the pathologies with the highest mortality rates in neurosurgery practice. Penetrating cranial gunshot injuries are often fatal with a death rate of nearly 70% at the scene of the accident. In the literature, there are research series with up to 90% mortality even when all treatment modalities are applied. Computed brain tomography is essential in the neuroradiological evaluation of cranial gunshot injuries. Angiography should also be performed in cases of suspected vascular injury. Aggressive resuscitation and surgery without wasting any time are vital when necessary. Prophylactic antibiotics and antiepileptic treatments should also be initiated in these patients. A low initial Glasgow Coma Scale score, the presence of abnormal pupil findings, advanced age, perforating injuries, and a trajectory crossing the midline are correlated with worse outcome in cranial gunshot injuries.

KEYWORDS: Cranial, Gunshot injury, Mortality, Glasgow Coma Scale

■ GİRİŞ

Kranial ateşli silah yaralanmaları (ASY), ateşli silahların icadı ile başlayıp günümüze kadar uzanan ve nöroşirürji pratiğinde gittikçe daha fazla yer bulmaya başlayan bir sağlık problemidir. Önceki yüzyıllarda genel itibarı ile askeri tababetin ve savaş cerrahisinin önemli bir konusu iken, günümüzde iç savaşların ve terör eylemlerinin artması ve sivil yaşamın içine girmesi, bireysel silahlanmanın bütün dünyada

artış göstermesi gibi nedenlerden dolayı yaygın olarak bütün nöroşirürjiyenleri ilgilendiren bir sağlık problemi hâline gelmiştir.

■ EPİDEMİYOLOJİ

Kranial ateşli silah yaralanmalarına maruz kalan hastaların %87'si üçüncü ila dördüncü dekatta yer alan erkeklerdir (2,19). Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada, 2014 yılında kranial ASY bağlı olarak 33.594 kişinin hayatını kaybet-

tiği tespit edilmiştir (16). Kranial ASY etiolojisinde, %63,7 oranında cinayet ve terör eylemlerinin, %32,8 oranında intiharların ve %3,5 oranında kazaların olduğu saptanmıştır (16). Önceki dönemlerde yapılan çalışmalarda cinayet ve terör olayları %50 oranında etiolojide yer alırken, son 10 yıllık dönemdeki artışa bağlı olarak %63-65 oranlarına ulaşmıştır (2,24).

■ FİZYOPATOLOJİ

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 bilim dalıdır (19,20). Balistik bilimi interior, eksterior ve terminal olmak üzere üç kısımdan oluşur. ASY neden olan cismin (kurşun, şarapnel, vs.), silahın namlusundaki durumunu inceleyen interior balistik, namludan çıktıktan sonra hedefe ulaşana kadar katettiği dış ortamdaki halini inceleyen ise eksterior balistik adını alır (2,19,20). Cismin hedefe ulaştıktan sonraki halini inceleyen kısım terminal balistik olarak adlandırılır ve klinisyenleri asıl ilgilendiren bölüm bu kısımdır. Terminal balistiği etkileyen faktörler arasında; cismin penetrasyonu, etkilediği dokunun yoğunluğu, cismin parçalanma ve dağılım şekli, patlama anında oluşturduğu basınç etkisi ve dokuda oluşturduğu ısı artışına bağlı gelişen termal yaralanma sayılabilir (20,24).

Ateşli silah yaralanmasına neden olan cisim, ilk olarak karşılaştığı kafatasında kama tarzında kırıklara neden olarak intrakranial kompartmanlara giriş yapar. Burada ASY şiddetine bağlı olarak geniş bir aralıkta yaralanmalara neden olabilir. Düşük şiddetteki yaralanmalarda sadece penetre olduğu bölgede direkt temas etkisi ile yaralanmalara neden olabilirken, yüksek şiddetteki yaralanmalarda şok dalgaları ve oluşturduğu geçici kavitasyonlar ile çok daha mortal yaralanmalara neden olabilir (1,19,24). Cisim, beyin parankimi ile temas ettiği bölgenin çevresinde şok dalgaları yayar ve yaralanmanın uzağındaki bölgelerde bile etkilenmeye neden olur. Parankimin içerisinde öne ve yanlara doğru genişlemeye neden olarak geçici bir kavitasyon oluşur ve bu yapının etrafında iskemik hasara neden olur (1,19,24).

Şok dalgaları parankim içerisinde parçalanma ve yırtılmalara neden olarak intrakranial hipertansiyona neden olurlar.

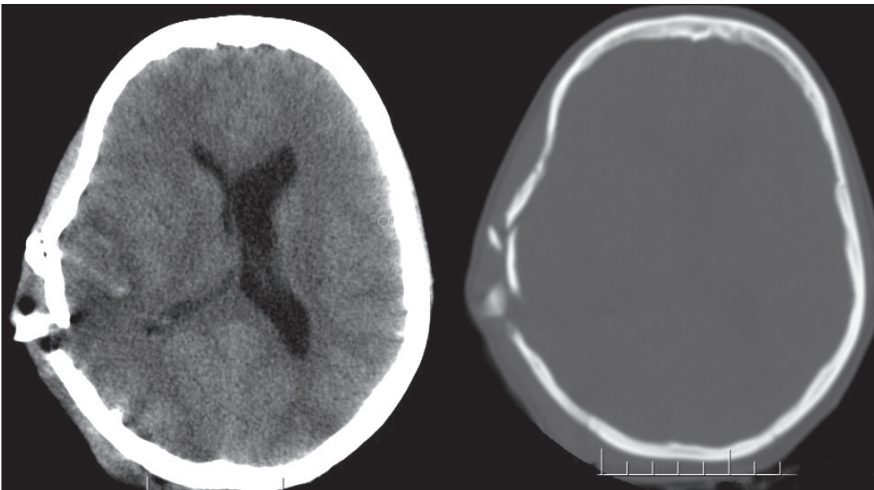
Serebral otoregülasyonun bozulması sonucu gelişen iskeminin ve parankim içerisinde, kemik veya metal parçalarının oluşturduğu kalıcı kavitasyonların sonucu kafa içi basınç artışı ve yaygın sitotoksik serebral ödem gelişir (2,11,24). Bu süreçlerin sonucunda hastalarda unkal ve tonsiller herniasyon gelişimi gözlenmektedir. Eğer hastalar yaşatılabilirse, saatler ve günler içerisinde gelişen enfeksiyonlar, ve kanamalar veya travmatik anevrizmalar gibi vasküler patolojiler de hastaların mortalitesini artırmaktadır (1,24).

■ ATEŞLİ SİLAH YARALANMASI ÇEŞİTLERİ

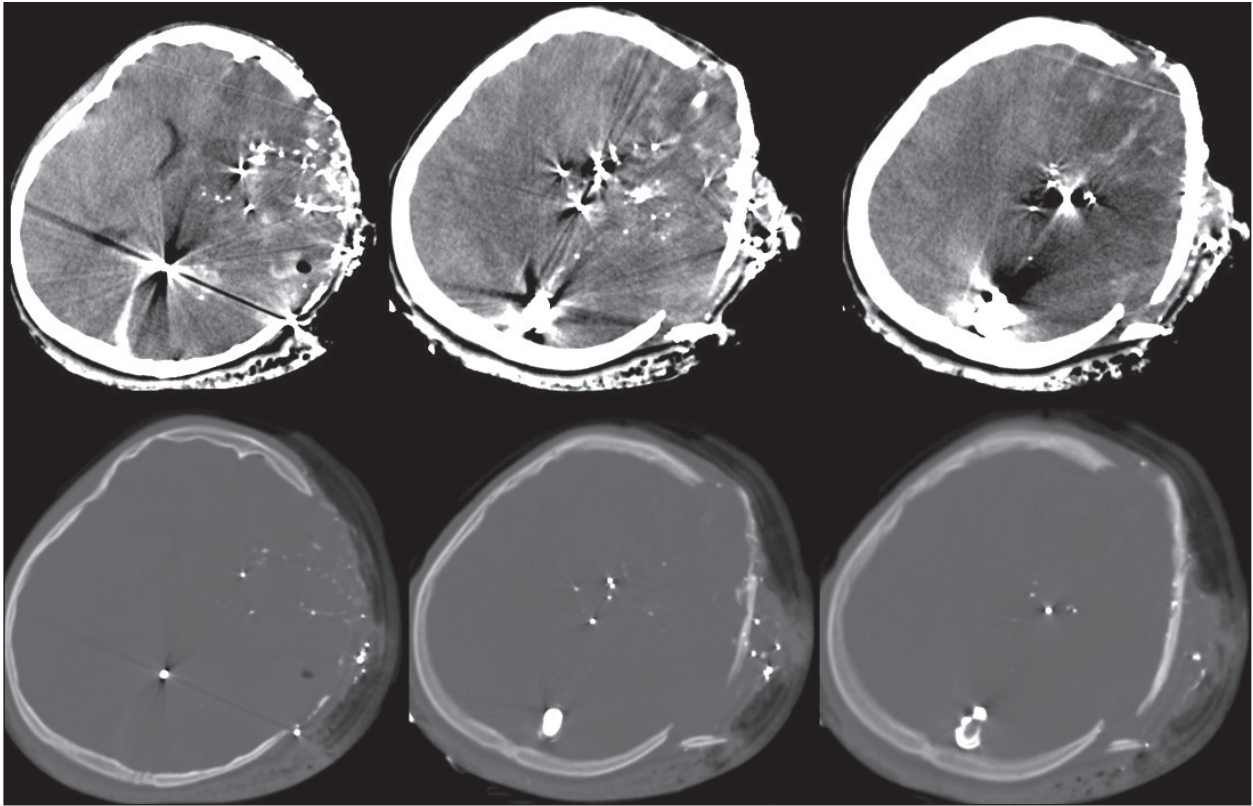
Ateşli silah yaralanmaları, yaralanmaya neden olan cismin kranium ile ilişkisine göre sınıflandırılırlar. Buna göre üç çeşit yaralanma mevcuttur; tanjansiyel, penetran ve perforan yaralanmalar. Tanjansiyel yaralanmalarda cisim kafatasına teğet geçer ya da kafatasına temas edip içerisine girmeden skalp içerisinden geçer (Şekil 1). Her ne kadar cisim kafatasının içine girmese de çökme fraktürleri veya epidural, subdural ve kontüzyonlar gibi kanamalara sebep olabilir (18,19,24). Penetran yaralanmalarda cisim kafatasına girer ve dışarı çıkmadan içeride yaralanmaya neden olur (Şekil 2). Bu tip yaralanmalarda sıklıkla subaraknoid kanamalar, kontüzyonlar ve intraserebral hematomlar gözlenir. Düşük hızlı mermi, mayın ve el bombasına bağlı yaralanmalar bu şekildedir (18,19,24). Perforan yaralanmalar ise cismin kafatasına girip karşı taraftan çıktığı ağır yaralanmalardır (Şekil 3). Kafatasında giriş ve çıkış delikleri mevcuttur. Yaygın subaraknoid kanama, geniş intraserebral hematomlar ve agresif beyin ödemi tipik olarak gözlenen bulgulardır. Cismin midkoronal ve midsagittal hatları geçtiği yaralanmalarda prognoz çok daha kötü seyretmektedir (6,17).

■ KLİNİK

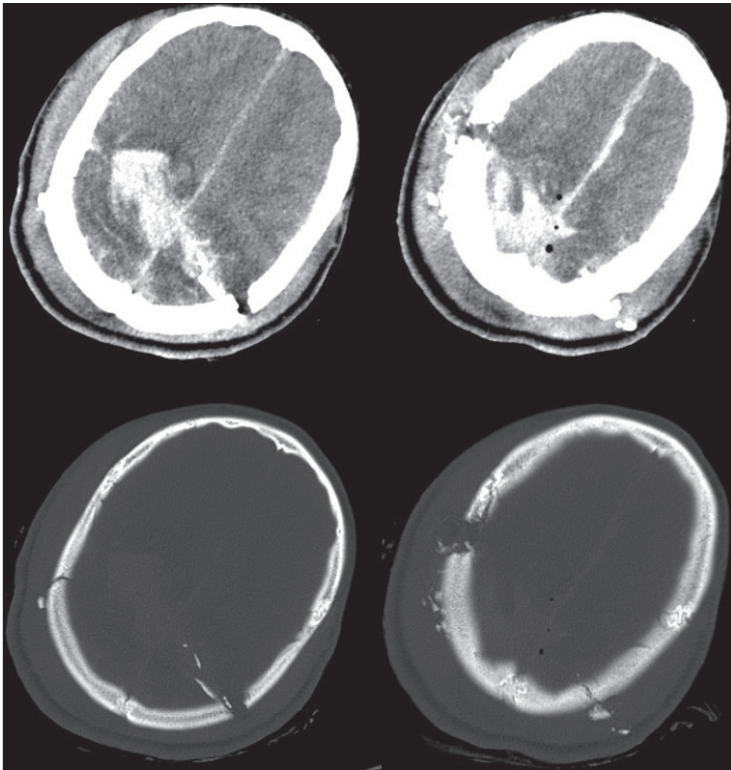
Ateşli silah yaralanmasına maruz kalan hastalarda öncelikle bütün travma hastalarında olduğu gibi vital bulgularda değişiklikler saptanabilir. En sık gözlenen değişiklik hipotansiyondur ve hastaların yaklaşık olarak %30-%50'sinde gözlenmektedir (2). Beyin fonksiyonları açısından değerlendirirsek önemli iki temel klinik bulgu ön plana çıkmaktadır. Bunlardan ilki ve en



Şekil 1: Tanjansiyel tip ateşli silah yaralanmasına (kurşun) maruz kalan 24 yaşında erkek hastanın aksiyal kesit, parankim ve kemik dozunda bilgisayarlı beyin tomografisi görüntüleri.



Şekil 2: Penetran tip ateşli silah yaralanmasına (şarapnel) maruz kalan 32 yaşında erkek hastanın aksiyal kesit, parankim ve kemik dozunda bilgisayarlı beyin tomografisi görüntüleri. Parankim ve lateral ventriküller içerisinde yaygın yabancı cisim ve kemik fragmanları gözlenmektedir. Hastanın sol serebral hemisferde yaygın subaraknoid kanama ve kontüzyon alanları ve kraniumun sol tarafında yaygın deprese fraktürü mevcuttur.



Şekil 3: Perforan tip ateşli silah yaralanmasına (kurşun) maruz kalan 38 yaşında erkek hastanın aksiyal kesit, parankim ve kemik dozunda bilgisayarlı beyin tomografisi görüntüleri. Kurşunun sol geri pariyetal bölgeden giriş ve sağ pariyetal bölgeden çıkış deliği görülmektedir. Kurşunun izlediği trajeksiyon boyunca hematoma alanları ve orta hattı geçtiği bölge izlenmektedir.

önemlisi Glaskow Koma Skalası (GKS) skorudur (2,14,15,21). ASY ile hastaneye getirilen hastaların yaklaşık olarak üçte ikisinin GKS skoru 3-5 arasındadır. Bu hastaların ancak üçte biri kadarı fonksiyonel bir iyileşmeye sahip olabilirler (2,14,15,21). Hastaların yaralanma anından acil servise transferi esnasında geçen süre bu konuda kilit rol oynamaktadır. Lübnan savaşı esnasında İsrail'de yapılan bir çalışmada, ASY'nın ilk 30 dakikalık sürecinde hastaneye getirilen yaralıların %48 kadarında GKS skoru 5-10 aralığında tespit edilmiştir (10). İkinci önemli bulgu ise pupillerin boyutu ve ışık reaksiyonu bulunup bulunmamasıdır. ASY bulunan hastaların yaklaşık olarak %50-60 kadarında anormal pupil bulguları mevcuttur (5,21). Kaufman ve ark. tarafından yapılan çalışmada, anormal pupil bulguları olmayan 38 hastanın 30'u yaşarken, pupillerinde ışık reaksiyonu bulunmayan 70 hastadan sadece biri hayatta kalabilmiştir (21). Bu bulguların haricinde; tekli veya çoklu kranial sinir defisitleri, sensoriyel veya motor afaziler, çeşitli derecelerde motor defisitler ve orbitokraniofasial yaralanmalar tespit edilen diğer bulgulardır (24).

■ TANI

Kranial ASY tanısında üç boyutlu çekilen bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) altın standarttır. Yaralanma bölgesinin, yaralanmaya neden olan cismin giriş ve çıkış deliklerinin, beyin içerisinde izlediği yolun, beyin içerisinde yerleşen fragmanların, ortaya çıkan kanamaların ve çeşitlerinin, yaralanmaya dahil olabilen paranazal sinüsler, orbita, kafa tabanı ve mastoidlerin ayrıntılı olarak incelenmesine olanak sağlar (Şekil 2). Cismin midsagittal ve midkoronal hatları geçip geçmediğinin, beyin ödemi, iskemi ve beyin sapının etkilenmesi gibi prognostik parametrelerin tespitini de sağlayabilmesi açısından avantaj teşkil eder (1,5,13,15).

Metalik cisim fragmanları nedeniyle manyetik rezonans görüntüleme (MRG) uygulamak bu hastalarda sakıncalıdır. Metalik fragmanın olmadığından emin olunan hastalarda, yumuşak dokunun incelenmesinin önemli olduğu durumlarda kullanılabilir ancak yine de MRG'nin kullanımı ASY hastalarında çok sınırlıdır. Olguların çoğunda ise kontrendikedir.

Travmatik vasküler yaralanmadan şüphelenilen hastalarda BT anjiyografi veya konvansiyonel anjiyografi uygulanmalıdır. Travmatik anevrizma ve yaygın serebral vazospazm gibi işlem esnasında tedavi uygulanma gereksinimi olabilecek hastalarda ise konvansiyonel anjiyografi altın standarttır (8,12,23,24).

■ TEDAVİ

Ateşli silah yaralanmasına maruz kalan hastanın acil servise gelişinden hemen sonra agresif resüsitasyona başlanmalıdır. Hastanın hava yolu, solunumu, diğer sistemleri ilgilendiren kanamaları dâhil dolaşımı ve servikal omurgası, ayrıntılı ve hızlı bir şekilde değerlendirilmeli ve hepsinin stabilizasyonu sağlanmalıdır (2,22). Hava yolunun açık olduğundan emin olunmalı, saturasyonu düşük olan veya GKS 8 ve altında olan hastalar entübe edilmeli ve yeterli oksijenizasyon sağlanmalıdır. Hipotansif hastalarda agresif sıvı resüsitasyonu, gereklilik halinde kolloid veya eritrosit süspansiyonu takviyesi yapılmalıdır (2,22). Beyin ödemi tedavisi olarak mannitol ve gereklilik

halinde diüretikler başlanmalıdır. Servikal yaralanma şüphesi olan olgularda servikal immobilizasyon sağlanmalıdır. Hastanın diğer sistemlerle ilgili patolojileri ekarte edildikten veya gerekli müdahaleler yapıldıktan sonra nöroşirürji yoğun bakım ünitesinde takibine devam edilmelidir.

Ateşli silah yaralanmalarında intrakranial basınç (İKB) monitorizasyonu konusu hâlen tartışmalı bir konudur. Klinik uygulamada yoğun olarak uygulanmamaktadır ve bu konu ile ilgili literatürde az sayıda çalışma mevcuttur (13,22,24). Intraparakranial veya intraventriküler uygulanan basınç monitorizasyonu ile tespit edilen yüksek değerler hastaların kötü prognozu konusunda yol gösterici olabilir (2). Bu hastalara diğer travmatik beyin yaralanmalarında da uyguladığımız tedavi basamakları şu şekilde uygulanmalıdır; hiperventilasyon, mannitol, beyin omurilik sıvısı (BOS) drenajı, barbitürat koması ve gereklilik halinde dekompresif kraniektomi (22). Özellikle hidrosefalisi olan hastalarda, intraventriküler olarak uygulanan İKB monitorizasyonu hem BOS drenajına imkan vermesi, hem de İKB takibini sağlaması açısından oldukça faydalıdır.

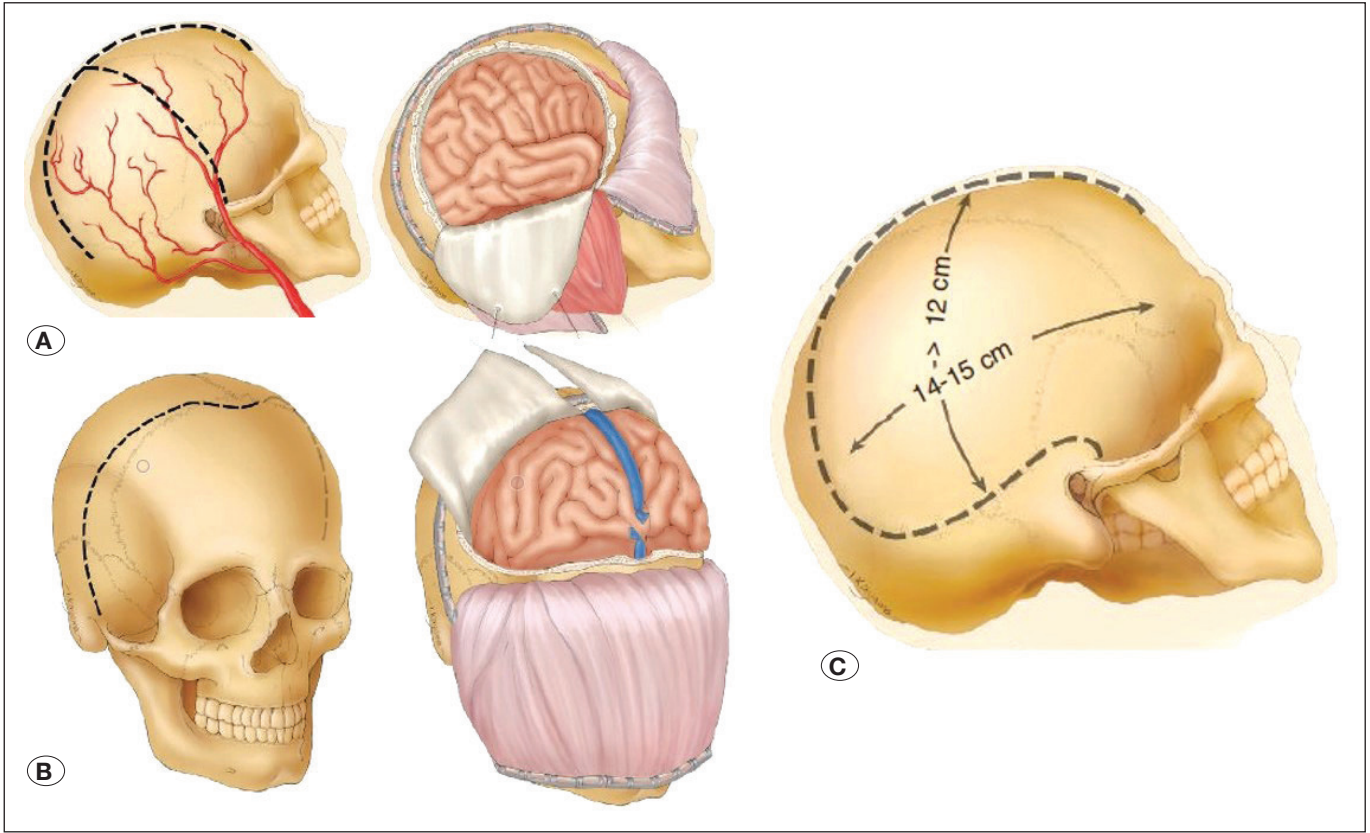
Ateşli silah yaralanmaları sonrasında, hastalarda enfeksiyon gelişme oranları yüksek olduğu için profilaktik intravenöz antibiyotik kullanımı önerilmektedir. Hastanın iyileşme süresi göz önünde bulundurularak 7-14 günlük periyotlarda uygulanan intravenöz sefuroksim, metronidazol tedavisi önerilmektedir (3,7). ASY hastalarında nöbet geçirme riskinde artış olmasından dolayı özellikle ilk bir haftalık süreçte profilaktik antiepileptik tedavisinin başlanması da gerekmektedir (4,22).

Cerrahi Tedavi

Küçük mermi, şarapnel veya saçma giriş deliği bulunan ve belirgin kafa içi basınç artışı bulguları bulunmayan ASY hastalarının, lokal yara bakımı ile takipleri uygundur. Daha geniş yaralanması olup, ciltte, kemikte ve durada ölü dokulara neden olan ASY'da ise geniş debridmanlar uygulanıp primer veya greftlerle kapatılma yoluna gidilmelidir (10,19,23,24). Kitle etkisi olan intrakranial hematomlar boşaltılmalıdır. Yine aynı şekilde kitle etkisi olan yabancı cisimler çıkarılmalıdır. Ancak, hayati bölgelere yerleşmiş ve çıkarılması esnasında morbiditeyi artıracak olan yabancı cisimler parankim içerisinde bırakılmalıdır (2,22,24).

Ateşli silah yaralanmasına maruz kalan hastalarda ilk 12 saatte uygulanacak cerrahinin enfeksiyon oranlarını azalttığı tespit edilmiştir (3,23). Uygulanacak cerrahi insizyon, debridman gereken alanın tamamını kapsayacak ve flebin beslenmesini bozmayacak şekilde uygulanmalıdır. Genellikle bu hastalarda, travma flebi, bikoronal insizyon veya son dönemlerde daha da sıklıkla kullanılmakta olan Kempe insizyonu kullanılmaktadır (Şekil 4A-C). Eğer hastada kafa tabanı kırığı da mevcutsa, ilerleyen dönemdeki morbidite ve mortaliteyi artıracak BOS fistüllerinin önüne geçmek için duraplasti ve kaide onarımı yapılabilecek en iyi şekilde uygulanmalıdır (3,24).

Geçmiş dönemlerde, uygulama kolaylığı nedeniyle ASY hastalarında kraniektomiler yaygın olarak uygulanırken, şu anda yaygın kabul gören teknik geniş kraniotomi ve kemiğin debridmanıdır (1,3,10,11,23,24). Böylece ilerleyen dönemde, kranioplasti gereksinimi ortadan kalkmaktadır. Yapılacak kraniotomi beyin şişmesi ve herniasyonunu önlemek amacıyla



Şekil 4: A) Kempe insizyonu. B) Bikoronal insizyon. C) Travma flebi.

geniş olmalı ve transvers uzanımında 14 cm, vertikal uzanımında 12 cm boyutlarında uygulanmalıdır (Şekil 4C).

Şiddetli beyin ödemi olan, herniasyon tablosunda olan hastalarda dekompresif kraniyektomi uygulanmalıdır (1,9). Bu hastalarda eğer kemik flep enfekte veya çok parçalı görünümde değil veya ASY savaş ortamında gelişmemiş ise batına gömülebilir. Ancak savaş ortamındaki yaralanmalarda veya çok parçalı ve kontamine olgularda, kemik flep feda edilmelidir. Aksi takdirde, gömülen alanda kontaminasyona neden olarak morbiditeyi artıracaktır (1).

■ KOMPLİKASYONLAR

Vasküler Komplikasyonlar

Ateşli silah yaralanmalarına bağlı vasküler komplikasyonların görülme sıklığı %5 ile %40 aralığında tespit edilmiştir (5,8,23). Vasküler komplikasyonların gelişmesi için risk faktörleri arasında; orbitokraniofasial yaralanmalar, pterion çevresinde oluşan yaralanmalar ve intraserebral hematoma neden olan yaralanmalar bulunmaktadır (5,12,24). Risk faktörü olan hastalarda konvansiyonel anjiyografi veya BT anjiyografi tetkikleri yapılmalıdır. Bu tarz hastalarda tespit edilen anevrizmalar genellikle psödoanevrizmalardır. Ayrıca, ASY sonrası 30 günlük süreçte hastalarda vazospazm kliniği gelişebilmektedir (24). ASY sonucu gelişen vasküler komplikasyonların tedavisinde, dekompresyon gerekmeyen olgularda endovasküler girişimler ön plana çıkmaktadır (8,12,23).

Ateşli silah yaralanmalarına bağlı gelişebilecek diğer komplikasyonlar; enfeksiyonlar, epilepsi, hidrosefali ve BOS fistülleridir. Enfeksiyonlar için profilaktik antibiyotik tedavileri, epilepsi için profilaktik antiepileptik tedavileri başlanmalıdır. BOS fistülleri için kafa tabanı onarımları ve hidrosefali gelişen hastalarda önce eksternal ventriküler drenaj ve daha sonrasında kalıcı olacak şekilde ventriküloperitoneal şant uygulamaları yapılmalıdır.

■ PROGNOZ

Ateşli silah yaralanmasına maruz kalan hastalarda prognozu etkileyen en önemli faktörler; yaralanma sonrasında tedaviye başlama süresi, hastanın tedaviye başlarken GKS skoru, pupillerinin durumu, hastanın yaşı, yaralanmanın şekli ve koagülopati, dirençli hipotansiyon ve solunum problemleri gibi ek patolojilerin varlığıdır. Yaralanmadan sonraki ilk bir saat içinde müdahale edilen olgularda mortalitenin oldukça düştüğü tespit edilmiştir (9,24). İlerleyen yaş ile prognozun kötüleştiği tespit edilmiştir. Özellikle 50 yaş ve üstü hastalarda mortalite oranları artmaktadır (22). Hastaların geliş GKS skorları ve hastaneden çıkış durumlarının karşılaştırıldığı serilerde; geliş GKS skoru 3-5 aralığında olan hastalarda ancak %1 oranında fonksiyonel bir sağkalım sağlandığı ve mortalite oranlarının %93-95 aralığında olduğu tespit edilmiştir (5,13,14,23). Bütün bunlar göz önüne alındığında en önemli prognostik faktörün GKS skoru olduğu kabul edilmektedir. Yaralanmanın şekli ve ASY neden olan cismin trajeksiyonu da prognozu etkilemektedir.

Yüksek şiddetli patlamalar ve intiharlarda olduğu gibi yakın mesafeden gelişen yaralanmalarda mortalite daha fazladır (2,19). Orta hattı geçen, beyin sapı ve çevresindeki hayati yapılara zarar veren veya ventriküller ve komşuluğunda olan ASY kötü prognoz göstergesi olan yaralanmalardır (6,17,18).

■ KAYNAKLAR

1. Aarabi B, Hesdorffer DC, Ahn ES, Aresco C, Scalea TM, Eisenberg HM: Outcome following decompressive craniectomy for malignant swelling due to severe head injury. *J Neurosurg* 104(4):469-479, 2006
2. Aarabi B, Mossop C, Aarabi JA: Surgical management of civilian gunshot wounds to the head. *Handb Clin Neurol* 127:181-193, 2015
3. Aarabi B, Taghipour M, Alibai E, Kamgarpour A: Central nervous system infections after military missile head wounds. *Neurosurgery* 42(3):500-507, 1998
4. Aarabi B, Taghipour M, Haghnegahdar A, Farokhi M, Mobley L: Prognostic factors in the occurrence of posttraumatic epilepsy after penetrating head injury suffered during military service. *Neurosurg Focus* 8(1):e1, 2000
5. Aarabi B, Tofighi B, Kufera JA, Hadley J, Ahn ES, Cooper C, Malik JM, Naff NJ, Chang L, Radley M, Kheder A, Uscinski RH: Predictors of outcome in civilian gunshot wounds to the head. *J Neurosurg* 120(5):1138-1146, 2014
6. Aras M, Altas M, Yilmaz A, Serarslan Y, Yilmaz N, Yengil E, Urfali B: Being a neighbor to Syria: A retrospective analysis of patients brought to our clinic for cranial gunshot wounds in the Syrian civil war. *Clin Neurol Neurosurg* 125:222-228, 2014
7. Bayston R, de Louvois J, Brown EM, Johnston RA, Lees P, Pople IK: Use of antibiotics in penetrating craniocerebral injuries. "Infection in Neurosurgery" Working Party of British Society for Antimicrobial Chemotherapy. *Lancet* 355(9217):1813-1817, 2000
8. Bell RS, Ecker RD, Severson MA 3rd, Wanebo JE, Crandall B, Armonda RA: The evolution of the treatment of traumatic cerebrovascular injury during wartime. *Neurosurg Focus* 28(5):E5, 2010
9. Bell RS, Mossop CM, Dirks MS, Stephens FL, Mulligan L, Ecker R, Neal CJ, Kumar A, Tigno T, Armonda RA: Early decompressive craniectomy for severe penetrating and closed head injury during wartime. *Neurosurg Focus* 28(5):E1, 2010
10. Brandvold B, Levi L, Feinsod M, George ED: Penetrating craniocerebral injuries in the Israeli involvement in the Lebanese conflict, 1982-1985. Analysis of a less aggressive surgical approach. *J Neurosurg* 72(1):15-21, 1990
11. Carey ME: Experimental missile wounding of the brain. *Neurosurg Clin N Am* 6(4):629-642, 1995
12. Cohen JE, Gomori JM, Segal R, Spivak A, Margolin E, Sviri G, Rajz G, Fraifeld S, Spektor S: Results of endovascular treatment of traumatic intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 63(3):476-485, 2008
13. Frösen J, Frisk O, Raj R, Hernesniemi J, Tukiainen E, Barner-Rasmussen I: Outcome and rational management of civilian gunshot injuries to the brain-retrospective analysis of patients treated at the Helsinki University Hospital from 2000 to 2012. *Acta Neurochir (Wien)* 161(7):1285-1295, 2019
14. Gramh TW, Williams FC Jr, Harrington T, Spetzler RF: Civilian gunshot wounds to the head: A prospective study. *Neurosurgery* 27(5):696-700, 1990
15. Gressot LV, Chamoun RB, Patel AJ, Valadka AB, Suki D, Robertson CS, Gopinath SP: Predictors of outcome in civilians with gunshot wounds to the head upon presentation. *J Neurosurg* 121(3):645-652, 2014
16. Hazama A, Ripa V, Kwon CS, Abouelleil M, Hall W, Chin L: Full recovery after a bi-hemispheric gunshot wound to the head: Case report, clinical management, and literature review. *World Neurosurg* 117:309-314, 2018
17. Izci Y, Kayali H, Daneyemez M, Koksel T: Comparison of clinical outcomes between anteroposterior and lateral penetrating craniocerebral gunshot wounds. *Emerg Med J* 22(6):409-410, 2005
18. Izci Y, Kayali H, Daneyemez MK, Koksel T, Cerrahoglu K: The clinical, radiological and surgical characteristics of supratentorial penetrating craniocerebral injuries: A retrospective clinical study. *Tohoku J Exp Med* 201(1):39-46, 2003
19. Izci Y, Tehli O: Cranial and spinal cord injuries in terror and war. *Eur Arc Med Res* 33(1):21-39, 2017
20. Jandial R, Reichwage B, Levy M, Duenas V, Sturdivan L: Ballistics for the neurosurgeons. *Neurosurgery* 62(2):472-480, 2008
21. Kaufman HH, Levy ML, Stone JL, Masri LS, Lichtor T, Lavine SD, Fitzgerald LF, Apuzzo ML: Patients with Glasgow Coma Scale scores 3, 4, 5 after gunshot wounds to the brain. *Neurosurg Clin N Am* 6(4):701-714, 1995
22. Kazim SF, Shamim MS, Tahir MZ, Enam SA, Waheed S: Management of penetrating brain injury. *J Emerg Trauma Shock* 4(3):395-402, 2011
23. Levy ML, Rezai A, Masri LS, Litofsky SN, Giannotta SL, Apuzzo ML, Weiss MH: The significance of subarachnoid hemorrhage after penetrating craniocerebral injury: Correlations with angiography and outcome in civilian population. *Neurosurgery* 32(4):532-540, 1993
24. Wallace SA, Meyer RM, Stephens FL, Armonda RA, Aarabi B, Bell RS: Traumatic and penetrating head injuries. Winn HR (ed), Youmans and Winn Neurological Surgery, cilt 4, yedinci baskı, Philadelphia: Elsevier, 2017: 2922-2932