

Mehmet Özer , Zeki Boğa , Semih Kivanc Olguner Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Adana, Türkiye
✉ kivanc3olguner@hotmail.com

Derleme / Review

Geliş tarihi: 11.02.2024

Kabul tarihi: 17.04.2024

Oksipital Kondil Kırıkları ve Atlanto-Oksipital Dislokasyon

Occipital Condyle Fractures and Atlanto-Occipital Dislocation

Öz

Yüksek enerjili travmaların sonucunda ortaya çıkan kraniovertebral bileşke yaralanmaları, spinal patolojiler arasında oldukça nadir görülen patolojilerdir. Özellikle oksipital kondil kırıkları ve atlanto-oksipital dislokasyon gibi travmatik patolojiler, kranioservikal bileşke gibi anatomik olarak oldukça hassas ve karmaşık bir bölgede meydana gelmektedir. Ciddi mortalite ve morbiditeye neden olan bu yaralanmalar, epidemiyoloji, klinik seyir, görüntüleme, sınıflama ve tedavi alt başlıkları altında incelenmiştir. En yaygın kullanılan radyolojik tanımlamalar ve sınıflamalar vurgulanmıştır. Bu derlemede, erişkin hastalardaki her iki patoloji stabilite kavramı üzerinden ayrı ayrı ele alınarak literatür eşliğinde değerlendirilmiştir. Sınıflamalardaki tipler detaylı bir şekilde araştırılmış ve önerilen tedavi yöntemleri belirtilmiştir. Genel olarak konservatif ve cerrahi tedavi seçenekleri hakkında bilgi verilmiş ancak ayrı bir konu başlığı olması nedeniyle cerrahi tedavi yöntemleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmemiştir. Her iki patoloji için de tanı ve tedavi konusunda literatürde bir görüş birliği olmadığına dikkat çekilmiş ve bu nedenle tedavi sürecinin titizlikle ve ayrıntılı bir inceleme üzerine kurulması gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Atlanto-oksipital dislokasyon, Kraniovertebral bileşke, Oksipital kondil kırıkları

ABSTRACT

Craniovertebral junction injuries, which occur as a result of high-energy traumas, are very rare pathologies among spinal pathologies. Traumatic pathologies, especially occipital condyle fractures and atlanto-occipital dislocation, occur in an anatomically very sensitive and complex region such as the craniocervical junction. These injuries, which cause serious mortality and morbidity, are examined under the subheadings of epidemiology, clinical course, imaging, classification and treatment. The most commonly used radiological definitions and classifications are highlighted. In this review, both pathologies were discussed separately through the concept of stability and evaluated in the light of the literature. The typologies in the classifications have been researched in detail and recommended treatment methods have been stated. Generally, information is given about conservative and surgical treatment options, but detailed information is not given about surgical treatment methods since it is a separate topic. It was noted that there is no consensus in the literature regarding diagnosis and treatment for both pathologies, and therefore it was emphasized that the treatment process should be based on a meticulous and detailed examination.

Keywords: Atlanto-occipital dislocation, Craniovertebral junction, Occipital condyle fractures

GİRİŞ

Kraniovertebral bileşke (KVB) oksipital kemikten C2-C3 disk mesafesine kadar olan anatomik yapıları kapsayan, kraniumdan spinal bölgeye geçiş bölgesidir. KVB oksipital somitler ve ilk üç servikal somitin ürünüdür. Gestasyonun dördüncü haftasında 4 oksipital, 8 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 8-10 koksigeal somit bulunur. Özellikle bu embriyolojik dönemdeki gelişim sırasında önemli vital yapılarda birçok varyasyon ortaya çıkabilmektedir. Diğer servikal bölgelerden farklı olarak atipik vertebralar olarak bilinen C1 (atlas) ve C2 (aksis) vertebraları burada yer almaktadır. Vital nörovasküler yapıların da yer aldığı KVB'de birçok önemli

eklem ve ligaman bu bölgenin stabilitesine önemli katkı sağlamaktadır. En önemli eklemlerden biri olan atlantodental eklemi posteriorndan sabitleyen, odontoidi yerinde tutan en önemli ligaman, oldukça güçlü ve kalın bir yapıya sahip olan transvers ligamandır.

Kraniovertebral bileşke (KVB) travmaları nadir görülen yaralanmalardır. Son yıllarda teknolojinin ilerlemesi ve özellikle bilgisayarlı tomografinin (BT) kullanımı ile daha sık tanı koyulabilir hâle gelmiştir. Atlanto-oksipital dislokasyon (AOD) mortalitesi geçmişte çok yüksek kabul edilirken, günümüzde ilk yardım hizmetlerinin profesyonelleşmesi ile bu oranda azalma saptanmıştır. Oksipital kondil kırıkları (OKK) için

literatür bilgisi AOD'ye kıyasla daha fazladır. Bunun nedeni AOD'nin yüksek mortalitesi ve düşük insidansdır.

EPİDEMİYOLOJİ VE PATOGENEZ

Travma üzerine yapılan 2013 yılındaki prospektif bir çalışmada, 2616 BT görüntüsü incelenmiş ve 5 hastada Atlanto-okspital dislokasyon (AOD) tespit edilmiştir (12). Bu çalışmada, AOD insidansı %0,23 olarak bulunmuş ve kısa dönem mortalite oranı %60 olarak rapor edilmiştir. Öte yandan, oksipital kondil kırıkları ile ilgili olarak Maserati ve arkadaşlarının 24745 hasta içeren bir çalışmasında insidans %0,4 olarak belirlenmiştir (9). Bu çalışmada toplam 100 hastada oksipital kondil kırığı tespit edilmiş, 12 hastanın eksitus olduğu ve mortalite oranının %12 olduğu bildirilmiştir. En sık mortalite nedeni (9 hasta) eşlik eden travmatik beyin yaralanması olarak rapor edilmiştir. Kraniovertebral bileşkenin kompleks ligamentöz yapısı ve nörovasküler özelliklerinin bilinmesi, kırıkların tiplendirilmesi ve mekanizmasının anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

KVB yaralanmalarında en sık etiyolojik neden araç dışı trafik kazaları gibi yüksek enerjili travmalardır. Ayrıca kemik kalitesinin bozulduğu osteoporotik hastalarda düşük enerjili travmalar ile de meydana gelebilmektedir. Bu bölgenin yaralanmaları 1) ligamentöz, 2) osseöz ve 3) osseoligamentöz olarak sınıflanmaktadır. Bu sınıflamanın önemi kemik yaralanmalarında spontan füzyon oranının yüksek, ligaman yaralanmalarında ise instabil olma oranının yüksek olmasıdır. Kemik ve ligaman hasarının derecesinin belirlenmesi, cerrahi veya konservatif tedavinin yönetiminde ve tedavi sonuçlarının öngörülebilmesinde önemlidir. KVB yaralanmalarında en sık mortalite nedeni bulber-servikal dissosiyasyon sonucu ortaya çıkan solunum yetmezliğine bağlı anoksidir.

ANATOMİ

KVB; oksipital kondiller, atlas (C1), aksis (C2) ve eşlik eden eklem ve ligamanlar sayesinde omurganın diğer alanlarında olmayan hareket niteliklerine sahiptir. Oksipital kondiller atlas ile eklem yüzeyi oluşturup baş hareketinin fleksiyon ve ekstansiyonunu sağlar (8). Oksiput-C1 arasında yaklaşık 25° fleksiyon- ekstansiyon hareketi oluşmaktadır. Atlas ve aksis arasındaki eklem ise yaklaşık 40° aksiyal rotasyonu sağlarken, 10° de fleksiyon- ekstansiyon hareketine izin vermektedir (2,7,15). Fizyolojik eklem hareket açıklığının üzerine çıkan hareketlerde KVB ligamanları sınırlayıcı etki göstererek vertebrayı akut yaralanmalardan korumaya çalışır. Bu bölgenin ligamanlarını intrinsik ve ekstrinsik olarak ikiye ayırabiliriz

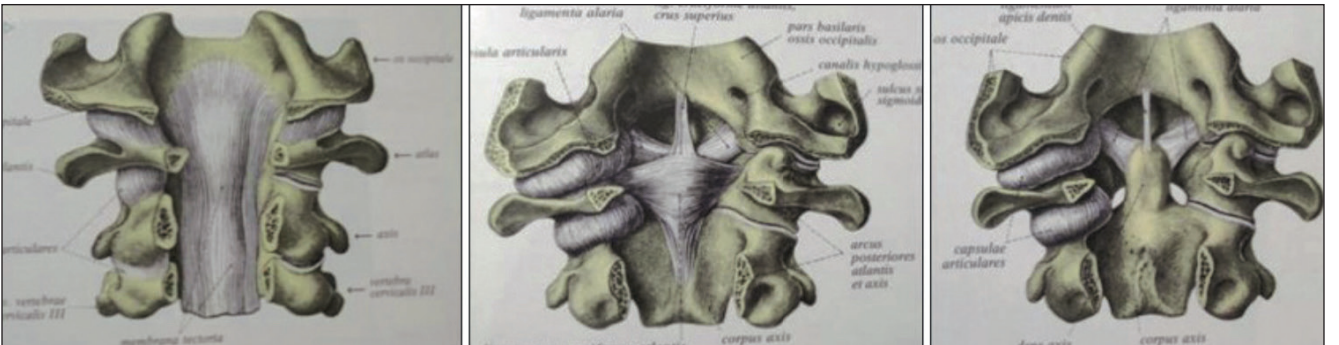
(6). Ekstrinsik ligamanlar anterior atlanto-okspital ligamanlar, eklem kapsülü ve lateral atlanto-okspital ligamanlardır. Anterior atlanto-okspital ligaman anterior longitudinal ligamanın devamı iken posterior atlanto-okspital ligaman oksiputla atlasın posterior arka arasında bulunur (Şekil 1). İntrinsik ligamanlar ise alar, apikal, cruciate ligamanlar ve tektoryal membrandır (6). İntrinsik ligamanlar ligamentöz stabiliteden asıl sorumlu olan yapılardır (19). Apikal ligaman odontoidi foramen magnumun anterioruna bağlar. Alar ligamanlar, odontoidin hem oksipital kondillerin anteromedial kısmına hem de atlasın yan kütesine tutunmasını sağlar. Böylece başın aşırı rotasyonunu engeller (20). Cruciate ligaman aynı zamanda transvers ligamanı oluşturarak atlasın iç tüberküllerine tutunur. Transvers ligaman atlantodental mesafenin korunmasında önemli bir göreve sahiptir. Tektoryal membran; foramen magnumun anteriorundan spinal kanal boyunca aşağı inerek posterior longitudinal ligamanı oluşturur ve aşırı hiperekstansiyonu engeller (20). Oksipital kondiller içerisinde seyreden hipoglossal sinir kondil kırıklarında yaralanabilir. Oksipital kondillerin lateralinde seyreden juguler foramen içinde ise 9-10-11. sinirler, internal juguler ven ve posterior meningeal arter seyreder (10).

KLİNİK BULGULAR

Yaralanmanın şiddetine bağlı olarak klinik bulgular büyük değişkenlik gösterebilir. Bazı hastalarda Oksipital Kondil Kırığı (OKK) bulguları akut karakterde olabilirken, diğer hastalarda geç dönemde belirginleşebilir (13,14). Bilinci açık hastalarda lokal bulgular arasında başın arkasında hassasiyet bulunabilir. Ayrıca, alt kranial sinir hasarına bağlı olarak yutma ve konuşma güçlüğü, dilde deviasyon, aksesuar sinir paralizisine bağlı tortikollis ve deltoid kas güçsüzlüğü gibi bulgular da gözlemlenebilir (6). Atlanto-okspital dislokasyon (AOD) gelişen hastalarda ise genellikle travmatik beyin yaralanması veya spinal kord yaralanması belirtileri izlenebilir (11). En sık ölüm bulber-servikal dissosiyasyon sonucu ortaya çıkan solunum yetmezliğine bağlı anoksidir.

GÖRÜNTÜLEME

KVB'nin yaralanmalarında travmanın derecesine göre basit bir baş ağrısından solunum depresyonuna kadar ilerleyebilen semptom ve bulgular görülebilmektedir. KVB yaralanması olduğunu düşündüğümüz hastalarda hastanın mevcut durumuna göre görüntüleme yöntemi seçilmesi oldukça önemlidir. Genel durumu iyi olan hastalar görüntüleme direkt grafi ile başlarken motor defisiti, solunum sıkıntısı olan has-



Şekil 1: Kranioservikal bileşke ligamanları.

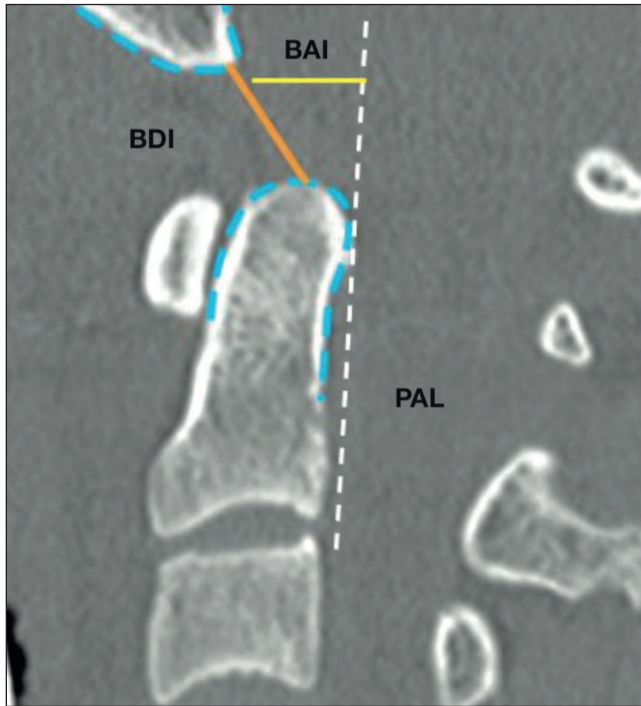
olar öncelikle BT çekilmelidir. BT’de arada kalın ve yumuşak dokunun da değerlendirilmesine ihtiyaç olan durumlarda ise MR ile değerlendirme akıllıca olacaktır.

Son zamanlarda acil servislerde BT’nin yaygın kullanımı OKK ve AOD tanısını gözden kaçırma olasılığını azaltmıştır. KVB’nin travmatik patolojilerine tanı koymada konvansiyonel direkt grafiler ve BT sık ve yaygın kullanılmaktadır. Manyetik rezonans (MR) görüntüleme ligaman bütünlüğünü değerlendirmede ve aynı zamanda ödem-hematoma tespitinde çok değerlidir.

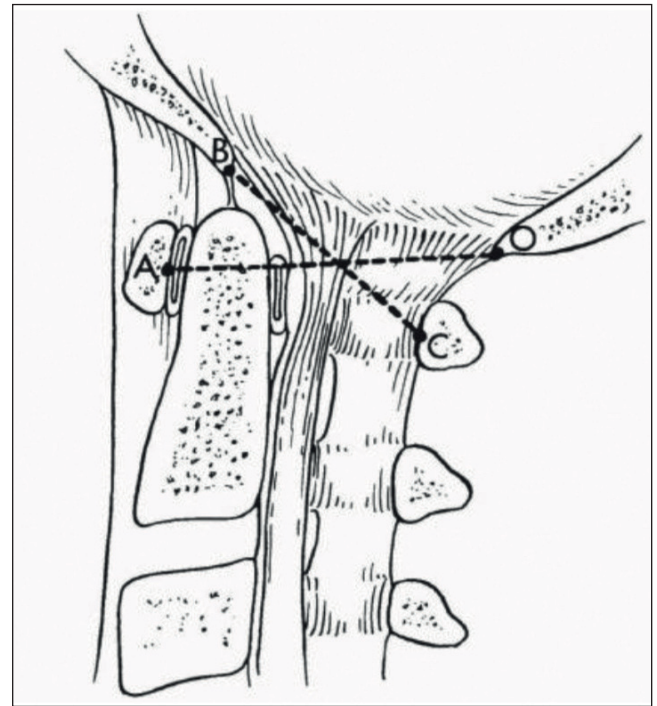
SINIFLAMA

BT ve MR’ın yaygın kullanılmadığı yıllarda direkt grafi üzerinde özellikle AOD tanısında kullanılmak üzere bazı parametreler geliştirilmiştir. Bunlardan biri yan servikal grafide değerlendirilen Wholey Basion-Dens mesafesi ölçümüdür. Dens’in tepesinden Basion’a çizilen çizginin çocuklarda 12 mm, erişkinlerde 10 mm üstünde olması anormal kabul edilir (23). 16 mm üstünde olması ise yüksek mortalite ile ilişkilendirilmiştir. Harris ve ark. Basion-Axis (BAI) ve BasionDens (BDI) mesafesini yan servikal grafide tanımlamış ve 12 mm altındaki

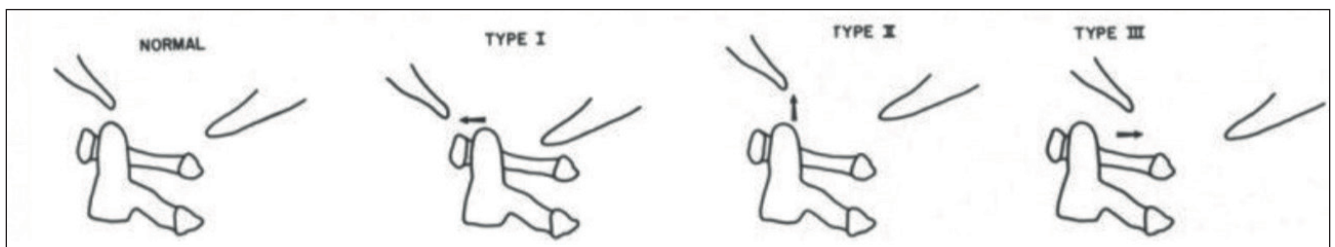
değerleri normal olarak kabul etmiştir (Şekil 2) (4). Powers ve ark. anterior AOD için 4 anatomik landmark (Basion, Opisthion, Atlasın anterior ve posterior ark) kullanarak Basion-Atlas posterior ark mesafesi Opisthion-Atlas anterior ark mesafesinin 1’den büyük olduğu durumlarda anterior AOD düşünülmesi gerektiğini bildirmiştir (Şekil 3) (16). Bu tanımlamalara ek olarak AOD için literatürde en sık Traynelis ve ark.’nın BT de yaptığı sınıflama kullanılmaktadır (19). Bu sınıflamada dislokasyon; anterior, longitudinal ve posterior olarak üçe ayrılmıştır. Oksiput atlasa göre anteriora yer değiştirmişse tip 1, oksiput ile atlas longitudinal düzlemde ayrılmışsa tip 2, oksiput atlasa göre posterioara doğru yer değiştirmişse tip 3 olarak isimlendirilir (Şekil 4). Bu sınıflama kullanım kolaylığı yönünden en sık kullanılmaktadır. Ancak tedavide yol gösterici değildir. Çünkü her 3 tipin tedavisinde oksiputoservikal stabilizasyondur. Bir başka eleştiri de AOD’nin şiddetli bir instabil durum olması nedeniyle yan servikal grafide anlık çekimde her 3 tipinde tanısı uygun görülebilir. 2007 yılında yayınlanan başka bir çalışmada Horn ve ark. BT ve MR bulgularına göre basit bir tedavi algoritması önermişlerdir (5). BT görüntülemesinde normal ancak MR da şüpheli bulguları olan hastalar grade 1 ve stabil kabul edilip konservatif tedavi yapılmıştır.



Şekil 2: Harris ve ark.’nın tanımladığı BDI: Basion-Dens mesafesi ve BAI: Basion-Aksis mesafesi 12 mm altında olmalıdır. PAL: Posterior aksis çizgisi (4).



Şekil 3: Powers oranına göre BC/OA >1 ise anterior AOD düşünülür. B; Basion, C; C1 posterior ark, O; Opisthion, A; C1 anterior ark. (16).



Şekil 4: Traynelis ve ark.’nın tanımladığı AOD sınıflaması (19).

BT'de anormal bulgu ve MR'da aşikâr anormal bulgulara sahip olan hastalar grade 2 ve instabil kabul edilip cerrahi yapılmıştır.

OKK'ları ile ilgili en sık kullanılan sınıflama Anderson-Montesano sınıflamasıdır (1). Altı olgu üzerine yapılan değerlendirmede vektörel yük esasına göre 3 tipe bölerek bir tanımlama yapmışlardır. Tip 1 kırık aksiyel yüklenme sonucu gelişen kondilde ezilme kırığı olarak tanımlanmıştır. Tip 1'de kondilde yer değiştirme minimaldir ya da yoktur. Tip 2 kırıkta kafa tabanından kondile uzanan bir kırık mevcuttur. Tip 3'de ise lateral bending ya da rotasyonel kuvvetlerin etkisinde kondilde avulsiyon kırığı mevcuttur ve alar ligaman kopmuştur (Şekil 5). Tip 1-2 stabil kırıklar olarak kabul edilip konservatif tedavi önerilirken, tip 3 kırıklara ise instabil kabul edilip cerrahi önerilmiştir. Tuli ve ark. tedaviyi daha iyi yönlendirme amacıyla başka bir sınıflama tanımlamışlardır (21). Burada yalnızca atlanto-okspital eklemi değil atlanto-aksiyel eklemi de değerlendirerek OKK'nın oksiputo-atlanto-aksiyel instabiliteye neden olabileceğini düşünmüşlerdir (9). Kırığın yer değiştirmesine göre yapılan bu sınıflamada yer değiştirmeyenler tip 1, yer değiştirenler ise tip 2 olarak nitelendirilmiştir. Tip 1 kırıklar stabil olarak nitelendirilirken tip 2 kendi içerisinde 2A (stabil) ve 2B (instabil) olarak ayrılmıştır. Tip 2 için yapılan incelemede aşağıdakilerden 1 ve daha fazlası mevcutsa oksiput-C1-C2 instabil olarak nitelendirilir:

1. Oksiput-C1 arasında 8° den fazla rotasyon
2. Oksiput-C1 arasında 1 mm den fazla yer değiştirme
3. C1'in C2 üzerinde 7 mm den fazla öne kayması
4. C1 ile C2 arasında 45° den fazla rotasyon
5. C1 ile C2 arasında 4 mm den fazla yer değiştirme
6. C2 posterior gövdesi ile C1 posterior halkası arasında 13 mm altında mesafe
7. MR da transvers ligamanın avulsiyonunun gösterilmesi

Bu sınıflamanın direkt grafi, BT, MR görüntüleme sonuçlarını değerlendirerek tedavi algoritması sunması önemli üstünlüğüdür. Diğer yandan instabilite tanımında 7 parametre içermesi klinik kullanımını zorlaştırmaktadır. Tuli ve ark. tip 1 patolojilerde immobilizasyon önermezken, tip 2A rigid boyunluk ile immobilizasyon, tip 2B içinse Halo vest ya da cerrahi fiksasyon önermişlerdir (21). Bu bölümde daha ziyade sınıflama üzerinde durulmuş görüntüleme detaylandırılmamış.

TEDAVİ

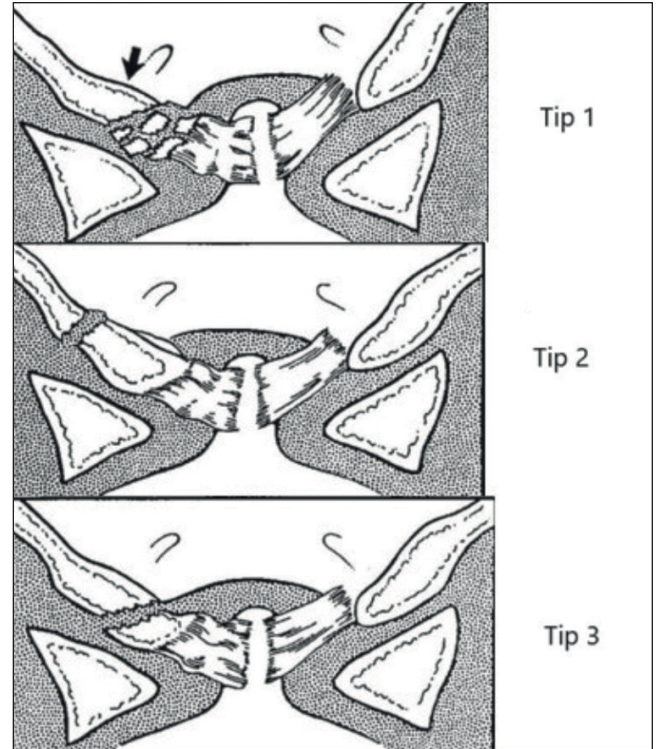
(OKK) tedavisinde izlenen yaklaşım, kırığın stabil olup olmadığına bağlı olarak değişmektedir. Stabil kırıklarda genellikle konservatif tedavi tercih edilirken, instabil kırıklarda cerrahi müdahale gerekebilir. Anderson - Montesano tip 1-2 ve Tuli tip 1 ve 2A kırıkları için, sert boyunluk kullanılarak 6 hafta süreyle tedavi önerilmektedir (9). Anderson- Montesano tip 3 ve Tuli tip 2B kırıklarda ise cerrahi tedavi uygulanmalıdır. Maserati ve ark. kendi serilerinde nöral bası varlığı ve kranioservikal yanlış dizilimi cerrahi nedenleri olarak bildirmiş ve bir tedavi algoritması oluşturmuşlardır (Tablo I) (9).

AOD ise genellikle instabil bir patoloji olması nedeniyle tedavisi cerrahidir. AOD tedavisinde genel kabul gören konsept oksiputoservikal stabilizasyondur. Redüksiyon esnasında

Tablo I: Maserati ve ark.nın OKK Yönetim Algoritması

| Nöral bası | Kranioservikal Kayma | |
|------------|----------------------|--|
| | + | |
| | + Dekompresyon+ ARIF | - Dekompresyon + ARIF |
| + | ARIF veya Halo | Rijid servikal ortez ile immobilizasyon + 6 hafta sonra servikal dinamik grafi |

*ARIF: Açık redüksiyon internal fiksasyon.



Şekil 5: Anderson-Montesano OKK sınıflaması.

traksiyonun nörolojik kötüleşmeye neden olabileceği akıldan tutulmalıdır (22). İnstabilitenin şiddeti gözönüne alınırsa hastalar zaman kaybetmeden opere edilmelidir (17,18). Bazı yazarlar cerrahi yapılan kadar Halo vest uygulaması önermişlerdir. Oksiputoservikal füzyon yapılacak hastalarda oksiputa plak yerleştirerek, C1'e yan kütle vidası, C2'ye de pedikül vidası koyularak rijid bir enstrümantasyon sağlanabilir. Burada aksisin enstrümantasyon içine dahil edilmesi stabiliteyi güçlendirirken öteki yandan başın rotasyonunu kısıtlamaktadır. Bir başka nokta ise fiksasyon yapılırken başı doğru pozisyonda (horizontal bakışı korumak için) fikse etmek önemlidir. Çünkü başın fleksiyon ve ekstansiyon hareketi bu fiksasyondan sonra kaybolacaktır.

Oksiputoservikal füzyonda oksipital plak yerleştirirken dikkatli olmak gereklidir. Plak oksipital kemiğin orta hatta en kalın olduğu yerde olmalıdır. Transvers sinüse zarar verilmeli, vidalar bikortikal yerleştirilmelidir. C2 içinse pedikül vida koyulabileceği gibi, C2'den C1'e transartiküler vida yerleştirilebilir (3).

SONUÇ

Oksipital Kondil Kırıkları (OKK) ve Atlanto-oksipital Dislokasyon (AOD) nadir görülen patolojilerdir ve klinik pratikte sık rastlanmazlar. Bu yaralanmalar, ciddi morbidite ve mortaliteye neden olabilir ve tanıları ile tedavileri oldukça zorlayıcıdır. Stabil-instabil durumları belirlemek, klinisyenleri hata yapmaktan koruyabilir. Ancak, her iki patoloji için literatürde tanı ve tedavi konusunda bir görüş birliği bulunmaması, süreci daha da karmaşık hâle getirmektedir.

KAYNAKLAR

- Anderson PA, Montesano PX: Morphology and treatment of occipital condyle fractures. *Spine (Phila Pa 1976)* 13(7):731-736, 1988
- Dvorak J, Panjabi MM: Functional anatomy of the alar ligaments. *Spine (Phila Pa 1976)* 12(2):183-189, 1987
- Hale AT, Say I, Shah S, Dewan MC, Anderson RCE, Tomycz LD: Traumatic occipitocervical distraction injuries in children: A systematic review. *Pediatr Neurosurg* 54(2):75-84, 2019
- Harris JH, Carson GC, Wagner LK: Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 1. Normal occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. *Am J Roentgenol* 162(4):881-886, 1994
- Horn EM, Feiz-Erfan I, Lekovic GP, Dickman CA, Sonntag VKH, Theodore N: Survivors of occipitotlantal dislocation injuries: Imaging and clinical correlates. *J Neurosurg Spine* 6(2):113-120, 2007
- Karam YR, Traynelis VC: Occipital condyle fractures. *Neurosurgery* 66 Suppl 3:56-59, 2010
- Lai H, Moriya H, Goto S, Takahashi K, Yamagata M, Tamaki T: Three dimensional motion analysis of the upper cervical spine during axial rotation. *Spine (Phila Pa 1976)* 18(16):2388-2392, 1993
- Lopez AJ, Scheer JK, Leibl KE, Smith ZA, Dlouhy BJ, Dahdaleh NS: Anatomy and biomechanics of the craniovertebral junction. *Neurosurg Focus* 38(4):1-8, 2015
- Maserati MB, Stephens B, Zohny Z, Lee JY: Occipital condyle fractures: Clinical decision rule and surgical management. *Clinical article. J Neurosurg Spine* 11(4):388-395, 2009
- Matsushima K, Funaki T, Komune N, Kiyosue H, Kawashima M, Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the lateral condylar vein and its clinical significance. *Oper Neurosurg* 11(1):135-145, 2015
- Mendenhall SK, Sivaganesan A, Mistry A, Sivasubramanian P, McGirt MJ, Devin CJ: Traumatic atlantooccipital dislocation: Comprehensive assessment of mortality, neurologic improvement, and patient-reported outcomes at a Level 1 trauma center over 15 years. *Spine J* 15(11):2385-2395, 2015
- Mueller FJ, Kinner B, Roskopf M, Neumann C, Nerlich M, Fuechtmeier B: Incidence and outcome of atlanto-occipital dissociation at a level 1 trauma centre: A prospective study of five cases within 5 years. *Eur Spine J* 22(1):65-71, 2013
- Muthukumar N: Delayed hypoglossal palsy following occipital condyle fracture - Case report. *J Clin Neurosci* 9(5):580-582, 2002
- Orbay T, Aykol Ş, Seçkin Z, Ergün R: Late hypoglossal nerve palsy following fracture of the occipital condyle. *Surg Neurol* 31(5):402-404, 1989
- Panjabi M, Dvorak J, Duranceau J, Yamamoto I, Gerber M, Rauschnig W, Bueff HU: Three-dimensional movements of the upper cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 13(7):726-730, 1988
- Powers B, Miller MD, Kramer RS, Martinez S, Gehweiler JA: Traumatic anterior atlanto-occipital dislocation. *Neurosurgery* 4(1):12-17, 1979
- Reis A, Bransford R, Penoyar T, Chapman J, Bellabarba C: Diagnosis and treatment of craniocervical dissociation in 48 consecutive survivors. *Evid Based Spine Care J* 1(2):69-70, 2010
- Shatsky JB, Alton TB, Bellabarba C, Bransford RJ: Occult cranial cervical dislocation: A case report and brief literature review. *Case Rep Orthop* 2016:1-6, 2016
- Traynelis VC, Marano GD, Dunker RO, Kaufman HH: Traumatic atlanto-occipital dislocation. *Case report. J Neurosurg* 65(6):863-870, 1986
- Tubbs RS, Hallock JD, Radcliff V, Naftel RP, Mortazavi M, Shoja MM, Loukas M, Cohen-Gadol AA: Ligaments of the craniocervical junction: A review. *J Neurosurg Spine* 14(6):697-709, 2011
- Tuli S, Tator CH, Fehlings MG, Mackay M: Occipital condyle fractures. *Neurosurgery* 41(2):368-377, 1997
- Van de Pol GJ, Hanlo PW, Oner FC, Castelein RM: Redislocation in a halo vest of an atlanto-occipital dislocation in a child: Recommendations for treatment. *Spine (Phila Pa 1976)* 30(14):E424-428, 2005
- Wholey MH, Bruwer AJ, Baker HI: The lateral roentgenogram of the neck; with comments on the atlanto-odontoid-basion relationship. *Radiology* 71(3):350-356, 1958