

Atlas Kırıkları

Atlas Fractures

HAKAN BOZKUŞ, ALİ KAFADAR, MUSTAFA UZAN, MURAT HANCI, ALİ ÇETİN SARIOĞLU

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı (HB, AK, AÇS),
Nörolojik Bilimler Enstitüsü (MU, MH), İstanbul

Özet: Nörolojik bulgularının olmaması veya beraberindeki diğer travma bulgularının ağırlıkta olması dolayısıyla çoğunlukla gözden kaçabilen atlas kırıkları; ağız açık AP, yan servikal düz grafiler ve servikal tomografi ile kolaylıkla tanınabilmektedirler. Ocak 1982- Nisan 1997 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı'nda tedavi edilen 312 servikal omurilik travmalı olgunun 16 tanesinde (%5) izole atlas kırığı saptanmış olup, transvers ligaman yırtığı olmaması dolayısıyla bu kırıklar sabit olarak kabul edilmişlerdir. Olgulardan birinde tetraparezi tespit edilmiş olup diğerlerinde nörolojik bulgu saptanmamıştır. Tüm olgulara 12 hafta süre ile ortez tedavisi uygulanmış ve komplikasyon gözlenmemiştir. Sabit atlas kırıklarının tedavisinde servikal omurga ortezler ile yeterli tespit ve iyileşme sağlanmaktadır.

Abstract: Fractures of atlas vertebra may be misdiagnosed due to severity of associated trauma, and absence of neurological signs. Open - mouth, lateral cervical roentgenogram and cervical computed tomography can easily reveal this fractures . Between January 1982 and April 1997 312 spinal trauma cases were managed at İstanbul University Cerrahpaşa Medical Faculty Department of Neurosurgery. Sixteen of these cases were considered as stable atlas fractures with intact transvers ligaments. One of the cases had tetraparesis on admission and the others had no neurologic deficit. All cases underwent treatment by orthosis for 12 weeks and no complication was observed. Treatment of stable atlas fractures with cervical spinal orthosis provides effective stabilization and recovery.

Anahtar Sözcükler: Atlas kırığı, omurga travması

Key Words: Atlas fracture, spinal trauma

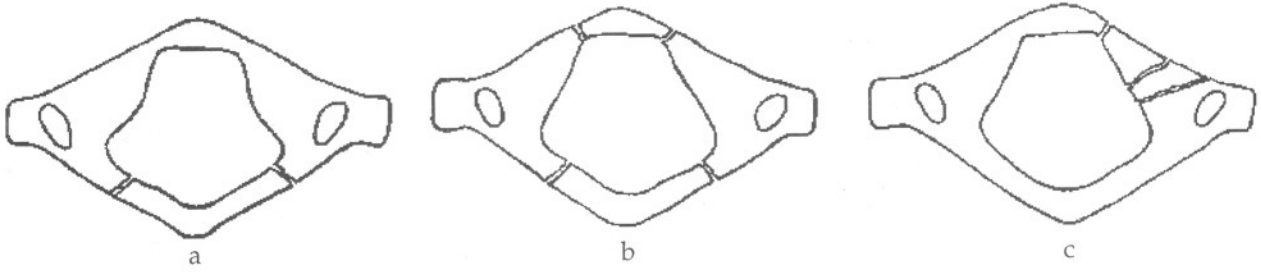
GİRİŞ

1920'de ilk olarak Geoffrey Jefferson'ın tanımladığı atlas kırığı (10), günümüzde tüm omurga travmalarının %2'sini, servikal omurga travmalarının ise %3 ila 13'ünü kapsamaktadır (9,14). Atlas kırıklarının %40'ına diğer bir servikal kırık ve %20'sine kafa travması eşlik etmektedir (15). Steele'in 3'ler kuralına göre, atlas seviyesindeki omurga kanalının; 1/3'ünü omurilik, 1/3'ünü odontoid çıkıntı, 1/3'ünü ise subaraknoid mesafe kapladığından arkuslarda kırık

durumunda nörolojik bulgu gelişme olasılığı azdır (26). Nörolojik bulgu görülmemesinden dolayı da bu olgular acil servislere gözden kaçabilmektedirler.

Atlas kırıkları genel olarak; posterior arkus kırığı, lateral kitle kırığı ve patlama kırığı (Jefferson kırığı) olmak üzere üç şekilde gözükürler (14). Bu kırıklar daha sonraları Landells ve Peteghem (1988) tarafından üç tipe ayrılmıştır (13) (Şekil 1) :

Tip I: (%30-45) Tek bir arkusu ilgilendiren ve



Şekil 1: Landells ve Peteghem'e göre atlas kırıkları: a) Tip I, b) Tip II, c) Tip III.

atlasın ekvatorunu geçmeyen kırıklardır. Travmanın mekanizması hiperfleksiyondur.

Tip II: (% 35-55) Her iki arkusu da ilgilendiren aynı zamanda atlasın ekvatorunu geçen kırıklardır. Jefferson kırığı bu tip bir kırıktır. Travmanın mekanizması aksiyal yüklenmedir. Transvers ligaman yırtığı olanlar hareketli olarak kabul edilirler.

Tip III: (% 13-15) Kırık lateral kitlede olup aynı zamanda tek bir arkusu da içine alabilir. Travmanın mekanizması kafanın orta hat duruşu dışında iken aksiyal yüklenmenin olmasıdır.

Atlas kırığı tanısı düz grafiler ile konulabilmektedir. Ağız açık AP servikal grafide, tek veya iki taraflı olarak lateral kitlelerin C₂ eklem yüzeyi üzerinden toplam 6.9 mm üstündeki yer değişikliği transvers ligaman yırtığını göstermektedir (Şekil 2). Mc Allister'a göre transvers ligaman yırtığı için 130 kg (1275 N) güç gerekmektedir (12). Yapılan kadavra çalışmalarında ise transvers ligaman yırtığı olan durumlarda C_{1,2} hareketliliğinin olduğu gösterilmiştir (23). Lateral servikal grafide posterior arkus kırığı kolayca görülebilmekteyken (Şekil 3), anterior arkus



Şekil 2: Ağız açık grafide 6.9 mm'i aşmamış lateral kitle yer değişikliği (oklar).



Şekil 3: Lateral grafide posterior arkus kırığı ile C₂ gözyaşı kırığı ve C₇ spinöz çıkıntı kırığı.

kırığından retrofaringeal gölgenin; C₁ düzeyinde 11.1 ± 1.6 mm, C₂ düzeyinde 9.3 ± 3.3 mm ve C₃ düzeyinde 7.9 ± 3.1 mm'nin üzerinde olduğu durumlarda kırıkta şüphelenilmektedir (15). Lateral servikal grafide, predental mesafenin erişkinlerde 3 mm ve çocuklarda 4 mm'in üstünde olması ise sabit olmayan C₁₋₂ dislokasyonuna işaret etmektedir (5,20).

İki yönlü konvansiyonel tomogram ve bilgisayarlı tomografi (BT) ise kırık yeri ve kanal içerisinde olabilecek kemik parçaları saptayabilmektedir. Ancak BT'nin, atlasın arkına paralel olan kırıkların saptanmasında lateral servikal grafiye bir üstünlüğü saptanmamıştır (15,11) Servikal manyetik rezonans (MR) ise transvers ligaman bütünlüğünün görülmesi istenen durumlarda ve nörolojik defisit gelişmiş olan olgularda mutlaka yapılmalıdır (4).

Acil servislerde kolaylıkla gözden kaçabilen bu olgular, basit tanı yöntemleri ile kolaylıkla

saptanabilmekte ve çoğunun tedavisinde tıbbi yöntemler uygulanarak başarılı sonuçlar alınmaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ocak 1982 - Nisan 1997 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi'ne başvuran 312 servikal omurga travmalı hastanın 16 tanesinde (%5) yalnızca atlas kırığı saptanmıştır. Olguların 9'u erkek, 7'si kadın olup, en genci 21 en yaşlısı 82 yaşındadır. Yaş dağılımında hastaların çoğunluğu 3. onyıl içerisindeydi. Yedi olguda Jefferson kırığı, 8 olguda sadece posterior arkus kırığı ve 1 olguda da anterior ve posterior arkuslarda kontralateral yerleşimli kırık saptanmıştır (Tablo I). Diğer omurga seviyelerinde travma daha çok posterior arkus kırığı olan olgularda görülmüştür. Toplam 6 olgunun (%37.5) 3'üne C₂ kırığı, 3'üne ise uzak omurga kırık veya çıkığı eşlik etmiştir (Tablo II). Şikayetler bir çok olguda boyun ağrısı ve boyun hareketlerinde kısıtlılık şeklinde olup doğrudan

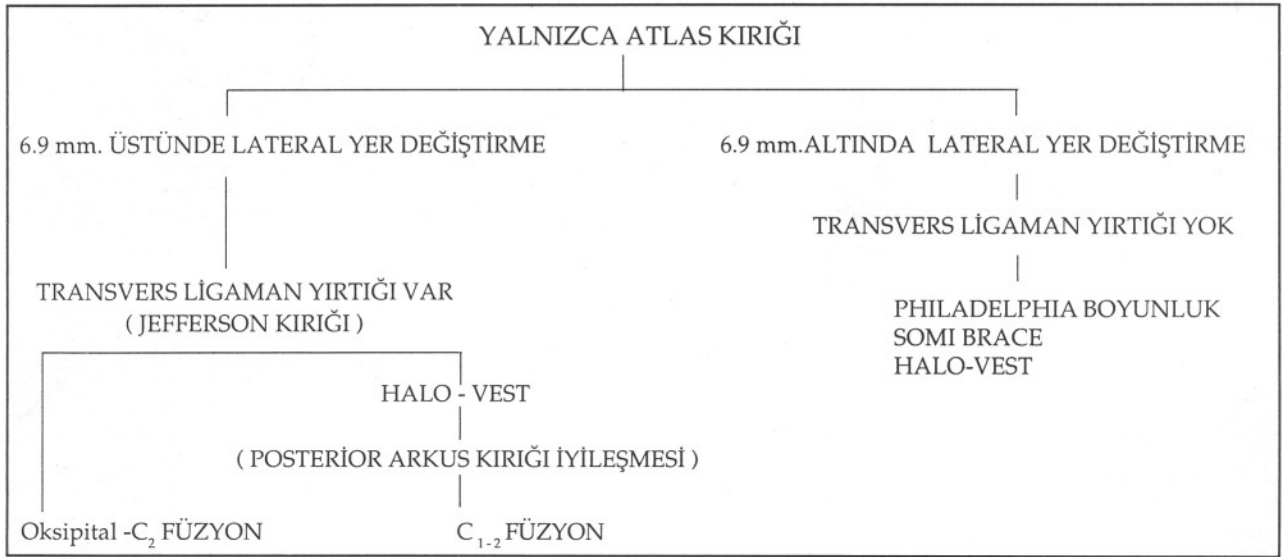
Tablo I: Olguların Klinik Bulguları.

Olgu No	Yaş / Cins	Travma Şekli	Şikayet	Nörolojik Muayene	Tedavi	Kırık Şekli
1	52/E	TK	Kol-bacak hareket kısıtlılığı	Tetraparezi	Philadelphia boyunluk	Bilateral posterior ark kırığı tipler
2	24/E	İK	Boyun ağrısı	Defisitsiz	Somi-brace	Unilateral posterior ark kırık tipler
3	62/K	YD	Boyun ağrısı	Defisitsiz	Somi-brace	Unilateral posterior ark kırığı tipler
4	25/E	YD	Boyun ağrısı Boyun hareket kısıtlılığı	Defisitsiz	Philadelphia boyunluk	Kontralateral anterior ve posterior ark kırığı tipler
5	24/E	ASY	Boyun ağrısı	Defisitsiz	Philadelphia boyunluk	Unilateral posterior ark kırığı tipler
6	32/k	TK	Boyun ağrısı Boyun hareket kısıtlılığı	Defisitsiz	Somi-brace	Unilateral posterior ark kırığı tipler
7	28/K	TK	Boyun ağrısı Boyun hareket kısıtlılığı	Defisitsiz	Philadelphia boyunluk	Unilateral posterior ark kırığı tipler
8	75/K	YD	Boyun ağrısı Verteksde yüzeyel kesi	Defisitsiz	Philadelphia boyunluk	Bilateral posterior ark kırığı tipler
9	82/K	YD	Boyun ağrısı Yüzde sathi sıyrık	Defisitsiz	Halo-vest	Bilateral posterior ark kırığı tipler
10	21/E	TK	Boyun ağrısı Boyun hareket kısıtlılığı	Defisitsiz	Somi-brace	Jefferson kırığı tipler
11	40/E	TK	Boyun ağrısı Verteksde yüzeyel kesi	Defisitsiz	Halo-vest	Jefferson kırığı tipler
12	33/E	TK	Boyun Ağrısı	Defisitsiz	Philadelphia boyunluk	Jefferson kırığı tipler
13	35/K	TK	Bilinç kapalı Verteksde yüzeyel kesi	Bilinç kapalı GCS 6/15	Halo-vest Mekanik ventilasyon	Jefferson kırığı tipler
14	55/E	TK	Boyun Ağrısı	Defisitsiz	Halo-vest	Jefferson kırığı tipler
15	25/K	TK	Boyun Ağrısı Verteksde yüzeyel kesi	Defisitsiz	Philadelphia boyunluk	Jefferson kırığı tipler
16	65/E	YD	Boyun ağrısı Boyun hareket kısıtlılığı	Defisitsiz	Philadelphia boyunluk	Jefferson kırığı tipler

Tablo II: 6 Olguya Eşlik Eden Omurga Travmaları.

Eşlik Eden Omurga Travması	Tip I	Tip II	Tip III
C2 korpus kırığı	2	-	-
C2 spinöz çıkıntı kırığı	1	-	-
C6 spinöz çıkıntı kırığı	1	-	-
C5-6 çıkığı	-	1	-
T9 kompresyon kırığı	-	1	-

Tablo III: İzole Atlas Kırıklarının Tedavi Protokolü.



travma etkisi ile 4 olguda vertekste yüzeysel kesi, 2 olguda da yüzde ekimoz saptanmıştır. Etyolojilerine bakıldığında; 9 olgu trafik kazası, 5 olgu yüksekten düşme, diğer iki olgudan biri iş kazası diğeri ise kurşunlanmadır.

Tanı yöntemlerinden; ağız açık AP, lateral servikal grafi ve servikal BT tüm olgulara, servikal konvansiyonel tomogram 4 olguya yaptırılmıştır. Bir olguda nörolojik bulgunun araştırılması için ve diğer 2 olguda transvers ligaman bütünlüğünün görüntülenmesi için servikal MR yaptırılmıştır.

Araç içi trafik kazası geçiren ve Jefferson kırığı olan bir olgumuzda beraberinde şiddetli kafa travması ve pnömotoraks da olması sebebi ile mekanik ventilasyon ve tüp torakostomi uygulanmıştır. Posterior arkus kırığı olan bir olguda da merkezi omurilik sendromuna bağlı tetraparezi gelişmiş olup diğer olguların nörolojik muayeneleri normal bulunmuştur.

Olgularımızda, lateral kitle yer değiştirmesi 6.9

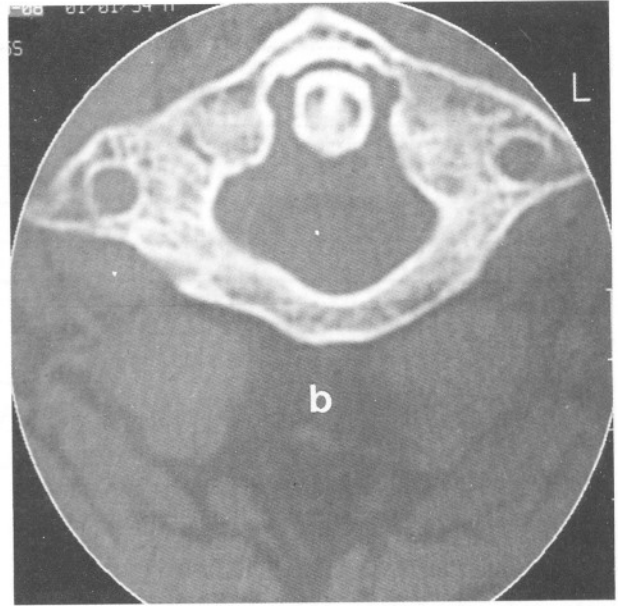
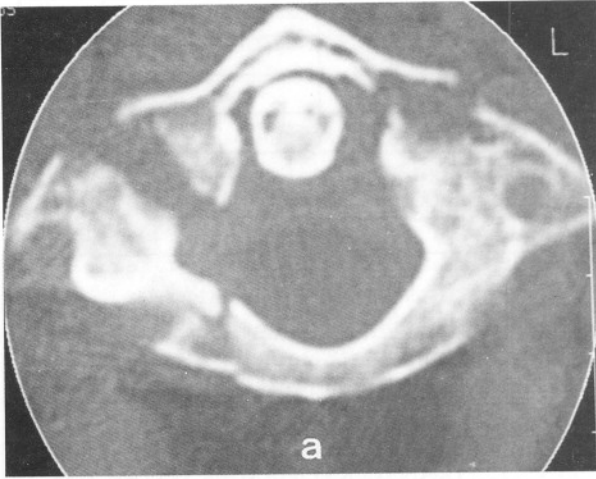
mm'i aşmadığından transvers ligaman yırtığı görülmemiştir ve bu yüzden eksternal ortezler ile tedavi edilmişlerdir. Sekiz olguda Philadelphia yakalık, 4 olguda Somi-brace ve 4 olguda halo-vest 12 hafta süre ile uygulanmıştır (Şekil 4 ve 5). Halo-vest ile boyunun daha iyi tespitinin sağlanması ve hastaların erken dönemde yürüyebilmeleri gibi yararlar gözlenmektedir.

Hastaların izlenmesinde psödoartroz veya yanlış füzyon gibi komplikasyonların saptanması amacı ile tedavi sırasında lateral servikal grafiler ve servikal BT tetkikleri yaptırılmıştır. Ortalama 7 sene olan takip süremizde olgularımızda dejeneratif değişiklikler veya yanlış füzyon saptanmamıştır.

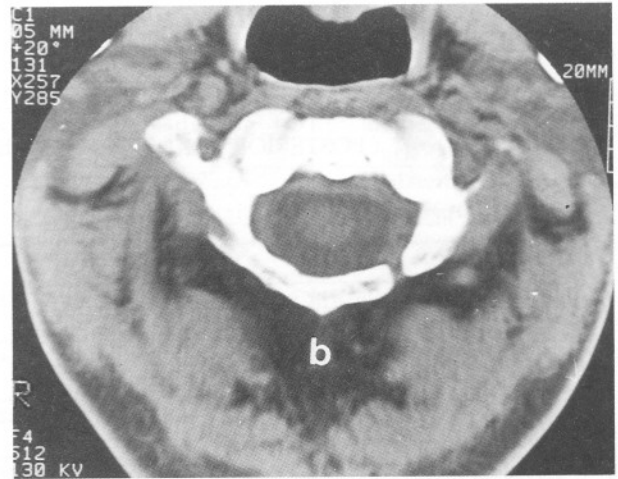
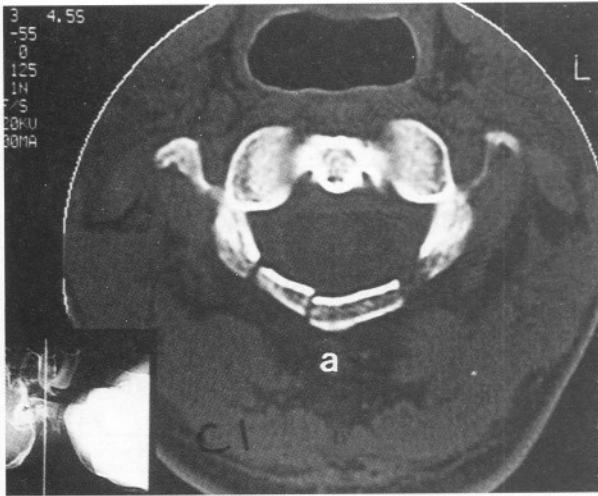
TARTIŞMA

Kafa tabanı ile servikal bölgenin bağlantı noktası olan atlas kemiğinin kırıkları; korpusunun olmaması, eklem yüzeylerinin düz olması ve halka şeklindeki anatomik yapısı özelliği ile daha çok aksiyal yüklenme ile oluşmaktadır (12).

Jefferson kırığında, aksiyal yüklenme sonucunda oksipital kondil ile C₂ superior eklem çıkıntısı arasında kalan lateral kitleler, kuvveti doğrudan anterior ve



Şekil 4: 54 yaşında erkek hasta, yüksekten düşme sonrasında nörolojik bulgu yok, a) Jefferson kırığı, halo-vest ile 10 hafta tedavi, b) 8 ay sonraki kontrol grafisi.



Şekil 5: 42 yaşında erkek hasta, trafik kazası sonrasında nörolojik bulgu yok, a) posterior ark kırığı, Philadelphia yakalığı ile 12 hafta tedavi, b) 6 ay sonraki kontrol grafisi.

posterior arkuslara iletir ve bu sırada uygulanan kuvvet ile lateral kitlelerde dış yana yer değiştirme olmaktadır. Jefferson kırığı saptanan olgularda genellikle vertekslerinde travma izinin saptanması travmanın geliş yönünün aksiyal olduğunu göstermektedir. Serimizdeki 7 Jefferson kırığı olgusuna bakıldığında; verteksde travma izi saptanan olguların yanında, ağır kafa travması olan bir olgu ve diğer bir servikal seviye travması eşlik eden iki olgu saptanmıştır.

Posterior ark kırıklarında ise hiperekstansiyona

eşlik eden aksiyal yüklenme ile oksiput ile C₂ spinöz çıkıntısı arasında kalan kemik kırılmaktadır. Bu olgularda lateral kitlelerde yer değiştirme olmadığından tanıda ağız açık AP grafisinin değeri yoktur. Bunların tanısında BT'nin üstünlüğü vardır. Posterior arkus kırığının tedavisini belirleyen en önemli faktör ise beraberindeki Tip II dens kırığının bulunmasıdır (7,9,22). Bizim serimizdeki posterior arkus kırığı olan 8 olguda dens kırığı saptanmamış olup bu olguların yarısında diğer bir servikal omurga kırığı saptanmıştır.

Atlas kırıkları çocukluk yaş döneminde ender görülürler. Bizim serimizde de en genç olgu 21 yaşında olup bunların hareketlilik ve cerrahi tedavi ölçütleri erişkinlerdekini ayırmaktadır (6,17).

Atlas kırıklı olgularda nörolojik bulgu görülme olasılığı düşük olmasına rağmen başvuran hastaların en sık yakınması boyun ağrısı ve boyun hareketlerinde kısıtlılık şeklindedir. Bu yakınmalar ile gelen hastalara iki yönlü servikal grafiye ek olarak ağız açık AP servikal grafi de istenmelidir. Ayrıca bilinci kapalı olan olgularda olası servikal travmayı düşünerek iki yönlü servikal grafiler ve gerekirse servikal BT çektirilmelidir.

Atlas kırıklarının tedavisi Tablo III'de görüldüğü gibi büyük çoğunlukla tıbbidir. Ancak tedavi yöntemini belirleyen faktörler içerisinde atlas kırığının cinsi ve beraberindeki aksis kırığı önemlidir. Tedavi şekli ilgili yazılarda incelenirse; 1920'de Jefferson, atlas kırıklarını bildirirken bu kırıklara cerrahi yaklaşımın ancak omurilik basısı olan olgularda yapılabileceğini söylemiştir (10). Norrel, Levine ve Edwards ise başlangıçta 6-8 haftalık traksiyon uygulamasından sonra *halo-vest* ile tespit yapılmasını (14,18) daha sonraları Stauffer, yalnız *halo-vest* ile tespiti önermiştir (25). Sabit atlas kırığı olan olgularda tıbbi yaklaşım dışı ortez kullanılması ile sağlanabilmektedir. Ancak lateral kitle yer değiştirmesinin 6.9 mm üzerinde olduğu olgularda transvers ligaman yırtığının varlığı kabul edildiği için bu olgularda C_{1-2} için cerrahi tespit seçeneği doğmaktadır (1,23). Spence'in önerdiği gibi, lateral kitle yer değiştirmesi ağız açık AP grafide 6.9 mm'nin altındaki olgularda ise basit bir dış ortezin (*Philadelphia boyunluk*) 8-12 hafta gibi bir sürede kullanılması etkin bir servikal tespit sağlamaktadır (23). Bizim serimizde de 12 olgunun tedavilerinde *Philadelphia* yakalık veya *Somi-brace* 12 hafta süre ile kullanılmıştır. Ancak daha katı bir tespit isteniyor ise Hadley ve ark.'ın önerdikleri gibi *halo-vest* tespiti 10-14 hafta kullanılabilir (9). Serimizdeki 4 olguya 12 hafta süre ile *halo-vest* uygulanmıştır. Transvers ligaman yırtığı olan olgumuz olmadığından cerrahi tedavi yapılmamıştır. Lipson ise tüm atlas kırıklarının hareketli kırık olmadıklarını vurgulayarak, tek taraflı arkus veya tek taraflı lateral kitle kırığı olan C_{1-2} bileşik kırıklı olgularda C_{1-2} için erken telleme uygulanması için acele edilmemesini *halo-vest* ile 6-8 haftalık bir tespit süresi ile atlas kırığının iyileştirilmesini ve daha sonra C_{1-2} 'ye yönelik telleme ve füzyonun yapılmasını önermektedir. Jefferson kırıklarında ise 6-8 haftalık tespit sonrasında C_1 'in telleme mümkün olmayacağından oksipitoservikal telleme ve füzyon önermektedir (16). Atlantoaksiyal eklem servikal

rotasyonun %50'sini sağladığından bu olgularda cerrahi sonrasında rotasyon kısıtlılığı doğacaktır (27). Hadley ve arkadaşlarına göre, C_{1-2} bileşik kırıklarında erken cerrahi (travma sonrası 3 ila 10 gün içerisinde) endikasyonu ise aksis kırığına bağlı olarak karar verilmelidir (9). Aksis'teki asılan adam kırığı veya Tip III odontoid kırıkları eksternal ortezler ile iyileşebilmektedir. Tip II odontoid kırıklarında ise dens dislokasyonu 6 mm altında ise katı dış ortez ile %90 iyileşme sağlanmaktadır (8). Dens çıkığı 6 mm üstünde olan olgularda ise katı dış sabitleme ile dahi %70 iyileşme sağlanmadığından erken cerrahi tespit ve ardından dış sabitleme gerekmektedir (2,3,19,24).

Atlas kırığı hastalarının tedavileri sonrasında gelişebilecek komplikasyonlar içerisinde yanlış füzyon, geç myelopati ve dejeneratif değişiklikler yer almaktadır. Gelişebilecek komplikasyon olasılığı nedeni ile gerek tedavi sırasında gerekse tedavi sonrası kontrollerde radyolojik olarak görüntülemeler yapılmış ve herhangi bir komplikasyon saptanmamıştır.

SONUÇ

Travma sonrasında nörolojik bulgu olmaksızın boyun ağrısı ve boyun hareketlerinde kısıtlılık gibi şikayetleri olan olgularda atlas kırığı olasılığı için ağız açık ve iki yönlü servikal grafilerilerin çektilmesi gerekmektedir. Sabit atlas kırığı tespit edilen olguların tedavilerinde *halo-vest* veya diğer basit servikal ortezler (*Philadelphia* yakalık veya *Somi-brace*) ile etkin bir tespit sağlanmaktadır. (3,9,21,28).

Yazışma Adresi: Dr. Hakan Bozkuş
P.K.4 34301
Cerrahpaşa, İstanbul
Tel : (212) 5992433
Faks: (212) 6320026 ve 5228278
E-posta: bozkus@ibm.net

KAYNAKLAR

1. Borges LF, Clinical assesment of posttraumatic spinal instability, Cooper PR (ed), Management of Posttraumatic Spinal Instability, Park Ride, Ill: American Association of Neurological Surgeons, 1990: 37-49 içinde
2. Deen HG, Tolchin S: Combination Jefferson fracture of C1 and Type II odontoid fracture requiring surgery: report of two cases. Neurosurgery 25: 293-297, 1989
3. Dickman CA, Hadley MN, Browner CM, Sonntag VK: Neurosurgical management of acute atlas-axis combination fractures. A review of 25 cases. J Neurosurg 70: 45-49, 1989

4. Dickman CA, Mamourian A, Sonntag VKH, Drayer BP: Magnetic resonance imaging of the transverse atlantal ligament for the evaluation of atlantoaxial instability. *J Neurosurg* 75: 221-227, 1991
5. Fielding JW, Cochran GVB, Lawsing JF III, Hohl M: Tears of the transvers ligament of the atlas: a clinical and biomechanical study. *J Bone Joint Surg (Am)* 56A: 1683-1691, 1974
6. Fielding JW, Hensinger RN: Cervical spine injuries in children, Rockwood CA Jr, Wilkens KE, King RE (ed): *Fractures*, Philadelphia: JB Lippincott, 1984: 268-279 içinde
7. Hays MB, Bernang AM: Fractures of the atlas vertebra, a three-part fracture not previously classified. *Spine* 17: 240-242, 1992
8. Hadley MN, Browner C, Sonntag VKH: Axis fractures: a comprehensive review of management and treatment in 107 cases. *Neurosurgery* 17: 281-290, 1985
9. Hadley MN, Dickman CA, Browner CM, Sonntag VKH: Acute traumatic atlas fractures: management and long term outcome. *Neurosurgery* 23: 31-35, 1988
10. Jefferson G: Fracture of the atlas vertebra. Report of four cases and a review of the previously recorded. *Br J Surg* 7: 407-422, 1920
11. Jevtich V: Horizontal fracture of the anterior arch of the atlas. *J Bone and Joint Surg* 68A: 1094-1095, 1986
12. Lang Y: Skull Base and Related Structures, *Atlas of Clinical Anatomy*, Stuttgart: Schattauer, 1995, 295 s.
13. Landells CD, Peteghem KV: Fractures of the atlas: classifications, treatment and morbidity. *Spine* 13: 450-452, 1988
14. Levine AM, Edwards CC: Treatment of Injuries in the C1-C2 Complex. *Ortop Clin NA*, 17:31-44, 1986
15. Levine AM, Edwards CC: Fractures of the atlas. *J Bone and Joint Surg* 73A: 680-691, 1991
16. Lipson SJ: Fractures of the atlas associated with fractures of the odontoid process and transvers ligament rupture. *J Bone Joint Surg (Am)* 59A: 940-943, 1977
17. Marlin AE, Williams GR, Lee JF: Jefferson fractures in children. Case report. *J Neurosurg* 58: 277-279, 1983
18. Norrel H: *The Spine*. Philadelphia: WB Saunders, 1975, 553 s.
19. Patzaski MJ, Knopf A, Elfering M, Hoffer M, Harvey JP: Posterior dislocation of the atlas on the axis: A case report. *J Bone Joint Surg* 56A: 1260-1262, 1974
20. Pierce DS, Barr JS: Fractures and dislocations at the base of the skull and upper cervical spine, HH Sherk, EJ Dunn (ed), *The Cervical Spine*, Philadelphia: JB Lippincott, 1989: 320-324 içinde
21. Seljeskog EL: Non-operative management of acute upper cervical injuries. *Acta Neurochir* 41: 87-100, 1978
22. Sessand WR, Heining CF, Pitts WR: Posterior atlanto-axial dislocation without fracture, a case report with succesful conservative treatment. *J Bone Joint Surg* 56A: 625-628, 1974
23. Spence Jr KF, Decker S, Sell KW: Bursting atlantal fracture associated with rupture of the transverse ligament. *J Bone Joint Surg* 52 A: 543-549, 1970
24. Sonntag VKH, Hadley MN: Nonoperative management of cervical spine injuries. *Clin Neurosurg* 34: 630-649, 1988
25. Stauffer S: *Fractures*, Philadelphia: JB Lippincott, 1975, 847 s.,
26. Steele HH: Anatomical and mechanical consideration of the atlanto-axial articulation. *Proceedings of the American Orthopaedic Association*. *J Bone Joint Surg (Am)* 50: 1481-1482, 1968
27. White AA III, Panjabi MM: *Clinical Biomechanics of the Spine*, Philadelphia: JB Lippincott, 1978, 68 s.
28. Zimmerman E, Grant J, Vice VM, Yashon D, Hunt WE: Treatment of Jefferson fracture with a halo apparatus. Report of two cases. *J Neurosurg* 44: 372-375, 1976