

ODONTOİD KIRIKLARINDA C1-2 POSTERİOR STABİLİZASYON

C1-2 POSTERIOR STABILIZATION AT ODONTOID FRACTURES

M. Özgür TAŞKAPILIOĞLU*, Elif BAŞARAN*,
Ulaş AKTAŞ*, Şeref DOĞAN*

ÖZET

Odontoid kırıkları erişkin yaş grubunda servikal kırıkların % 9-15'ini oluşturur. Bu yaralanmalar yüksek mortalite ve morbidite ile beraberdir. Yüksek kaynamama oranı ve instabilite nedeniyle özellikle tip 2 kırıklar için cerrahi önerilmektedir. İki bin on yılı içinde Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji Ana Bilim Dalında odontoid kırığı nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilen 10 olgu retrospektif olarak incelendi. Sekiz hasta erkek, 2 hasta kadın idi. Yaş ortalaması 54.1 (En az 35, en çok 80) idi. Olguların 4 (% 40)'ü trafik kazası nedeniyle, 4'ü düşme nedeniyle başvururken 1 hastanın etyolojisinde travma yoktu. 8 hastanın ameliyat öncesi nörolojik muayenesinde defisit izlenmezken, 2 hastada tetraparezi mevcuttu. Tüm hastalara lateral mass vidası ile fiksasyon uygulandı. Hiçbir hastada komplikasyon gelişmedi. Bu tekniğin rotasyonel stabiliteyi sağlamasındaki kuvveti, nöral hasar riskinin düşük olması ve az miktarda kemik greft gerektirmesi üstünlükleridir. Vakalarımızda uzun dönem takipte füzyon olmayan hasta izlenmedi. Lateral mass vidası ile posterior servikal stabilizasyon deneyimli ellerde odontoid kırıklarının tedavisinde iyi bir seçenektir.

Anahtar kelimeler: Lateral mass vidası, odontoid kırığı, posterior segmental stabilizasyon

Kanıt Düzeyi: Retrospektif klinik çalışma, Düzey III

SUMMARY

Odontoid fractures are composed of 9-15 % of the adult cervical fractures. These injuries have high mortality and morbidity rates. Especially surgery is recommended for the type 2 fractures because of high nonunion rates and instability. Ten cases that were operated at the Uludag University School of Medicine Department of Neurosurgery in 2010 because of the odontoid fractures were examined retrospectively. Eight of the patients were men and 2 of them were women. Mean age was 54.1 (min35, max 80) years. Etiology of the patients were traffic accident for 4 cases, fall from high for 4 cases, and 1 patient have no history of trauma. There were no neurological deficit at 8 patients but 2 patients have tetraparesis. All patients were operated by lateral mass stabilization. There were no postoperative complications. Rotational stability, low neurological injury rate and requiring low amount of bone chips are the advantages of this techniques. There is no nonfusion at long term follow-up. Posterior cervical fusion by lateral mass screw performed by experienced surgeons is a good treatment alternative for odontoid fractures.

Key words: Lateral mass screw, odontoid fracture, posterior segmental stabilization

Level of evidence: Retrospective clinical study, Level III

GİRİŞ

Atlantoaksiyal instabilite travma, enfeksiyon, tümör, artrit, konjenital anomaliler, iyatrojenik (odontoidektomi) veya daha nadir bazı durumlarda ortaya çıkabilir (2). Odontoid kırıkları erişkin yaş grubunda servikal kırıkların % 9-15'ini oluşturur. Bu yaralanmalar yüksek mortalite ve morbidite ile beraberdir. Yüksek kaynamama oranı ve instabilite nedeniyle özellikle tip 2 kırıklar için cerrahi önerilmektedir. Bu bölgeye uygulanacak cerrahi yöntemler halen gelişmeye devam etmektedir. C1 ve C2'nin tellerle birbirine bağlanması, C1-2 transartiküler faset vidaları, C1-2 lateral mass vidaları ile stabilizasyon son yıllarda yaygın

olarak kullanılan tekniklerdir. C1 lateral mass vidası ve C2 pedikül vidası ile posterior segmental atlantoaksiyal füzyon tekniği 1994 yılında Goel ve Laheri tarafından ortaya konulan bir cerrahi yöntemdir (7). Bu teknik 2001 yılında Harms tarafından C1-2 poliaksiyel vida-rod sistemi ile posterior füzyon olarak geliştirilmiştir (8-9). Posterior C1-C2 füzyon uygulaması üst servikal bölgedeki posterior füzyon cerrahisindeki en önemli ilerlemedir. Bu bölgeye uygulanacak füzyon teknikleri karışık ve derin cerrahi anatomi bilgisi gerektirir. Ancak bununla beraber C1-2 vida-rod sistemi yaklaşık %100 füzyon sağlar (9). Goel kendi geliştirdiği teknikle %100 füzyon ve minimal komplikasyon

* Beyin ve Sinir Cerrahisi Uzmanı, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Bursa

oranı bildirmektedir (10). Bu çalışmada kliniğimizde 2010 yılında odontoid kırığı nedeniyle C1-2 lateral mass vidası ile posterior füzyon uygulanan hastaları retrospektif olarak incelemeyi amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

2010 yılı içinde Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Ana Bilim Dalında odontoid kırığı nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilen 10 olgu retrospektif olarak incelendi. Hastaların başvuru şikayetleri, nörolojik muayeneleri, operasyona bağlı komplikasyon olup olmadığı, erken dönem postoperatif grafilerde stabilizasyon sağlanıp sağlanmadığı araştırıldı.

Cerrahi teknik

Hastalar prone pozisyonda, baş orta hatta ve hafif fleksiyonda, çivili başlıkta operasyona alındı. Orta hat cilt insizyonu yapıldıktan sonra omurga kafatasından C5 düzeyine kadar ortaya konuldu. C1 posterior arkı lateral kenarlara kadar eksplere edildi. C1 mass vidası yerleştirilmesi C1-2 eklem bileşkesinin ortaya konulmasını gerektirdiğinden her iki yanda kaslar bu düzeye kadar diseke edildi. Bu sırada venöz pleksustan oluşan kanamalar surgicell ve bipolar ile kontrol altına alındı. C1-2 eklemının sınırları ortaya konulduktan

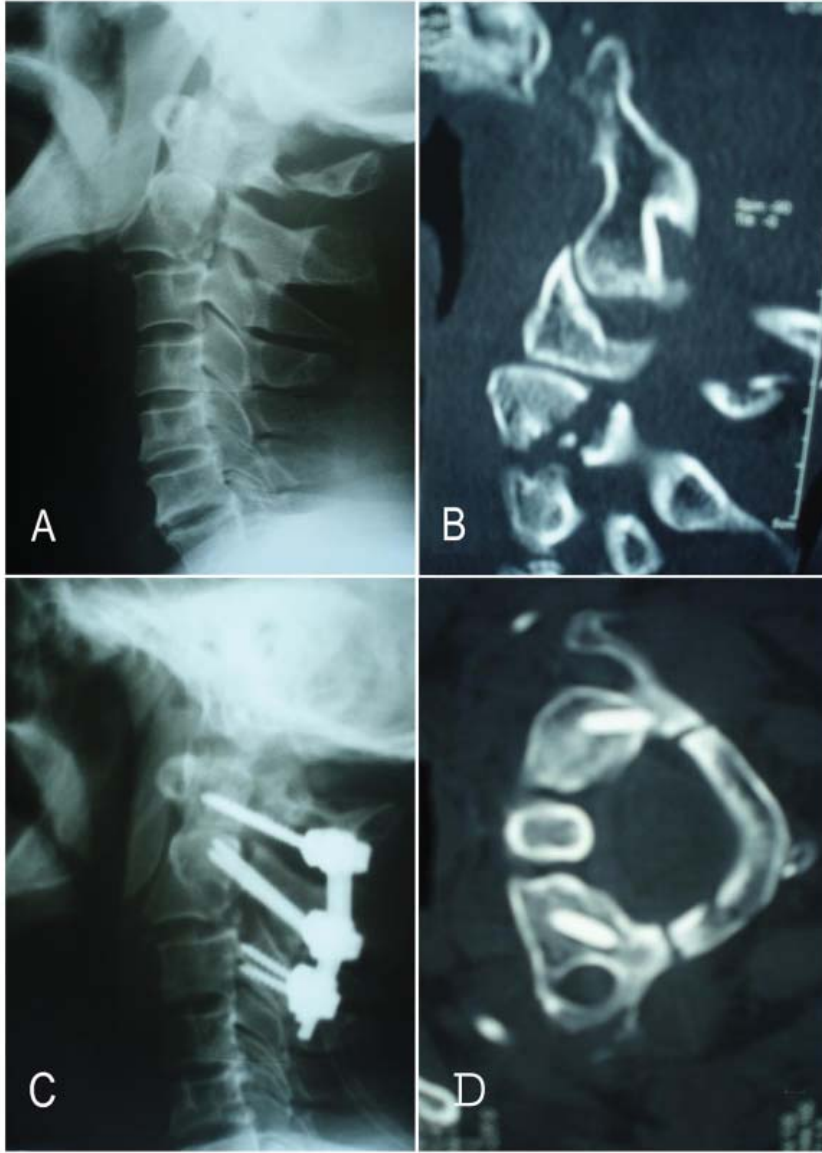
sonra yüksek hızlı drill yardımıyla C1 posterior arkının inferior sınırına unikortikal bir delik açıldı. Drill C1 lateral mass'ına doğru anteriora ilerletildi. Floroskopi eşliğinde vidalar yerleştirildi. C2 vertebraının pedikülünün posteromedial kısmı ortaya konulduktan sonra C2 kökünü yaralamamaya özen göstererek drill yardımıyla burr hole açıldı. Floroskopi eşliğinde vidalar yerleştirildi. Anteroposterior doğrultuda da vidaların yerleşimi kontrol edildikten sonra katlar anatomisine uygun olarak kapatıldı.

SONUÇLAR

Bu çalışmaya dahil edilen on hastanın sekiz tanesi erkek, 2 tanesi kadın idi. Yaşlarının ortalaması 54,1 yaş (min35, maks 80) idi. Olguların 4 (%40)'ü trafik kazası nedeniyle, 4'ü hasta düşme nedeniyle başvururken 1 hastanın etyolojisi bilinmemektedir. Sekiz hastanın ameliyat öncesi nörolojik muayenesinde defisit izlenmezken, 2 hastada tetraparezi mevcuttu. Tüm hastalara lateral mass vidası ile fiksasyon uygulandı (Şekil-1). Hiçbir hastada komplikasyon gelişmedi (Tablo-I). Hastalara revizyon cerrahisi uygulanması gerekmedi. Rutin olarak postoperatif erken dönemde çekirilen servikal lateral grafilerde stabilizasyonun sağlandığı izlendi. Ortalama takip süreleri 13.5 aydı.

Tablo-1. Hastaların demografik özellikleri

Hasta	Cinsiyet	Neden	Patoloji	Nörolojik muayene	Operasyon	Komplikasyon
47y	E	Trafik kazası	Tip II odontoid kırığı	Defisit yok	C1-2 lateral mass	Ø
35y	K	Spor kazası	Tip II odontoid kırığı	Defisit yok	C1-2 lateral mass	Ø
62y	E	Trafik kazası	Tip II odontoid kırığı	Paraplejik	C1-2 lateral mass	Ø
41y	E	Trafik kazası	Tip III odontoid kırığı	Defisit yok	C1-2 lateral mass	Ø
58y	E	-	Os odontoideum	Defisit yok	C1-2 lateral mass	Ø
54y	E	Yüksekten düşme	Tip II odontoid kırığı	Defisit yok	C1-2 lateral mass	Ø
57y	E	Trafik kazası	Tip II odontoid kırığı	Defisit yok	C1-3 lateral mass	Ø
43y	K	Düşme	Tip II odontoid kırığı	Tetraparezi	C1-2 lateral mass	Ø
64y	E	Düşme	Tip II odontoid kırığı	Tetraparezi	C1-2 lateral mass	Ø
80y	E	Düşme	Tip II odontoid kırığı	Defisit yok	C1-2 lateral mass	Ø



Şekil-1. Tip-2 odontoid kırığı bulunan 57 yaşında erkek hastanın a. Preoperatif yan servikal, b. Preoperatif rekonstrüksiyonlu bilgisayarlı tomografi, c. Postoperatif yan servikal grafisi, d. Postoperatif aksiyel servikal bilgisayarlı tomografi.

TARTIŞMA

Atlantoaksiyel instabilite travma, malignensi, konjenital malformasyon veya inflamatuvar hastalık sonucu oluşabilir. Klinik veya radyolojik olarak kesin olan atlantoaksiyel subluksasyonun en iyi redüksiyonu C1-C2 eklemlerinin stabilizasyonu ile sağlanır.

Subaksiyel servikal spinal kırıkların insidansı yaşla birlikte azalırken, odontoid kırıkları yaşla beraber artmaktadır (4). Yetmiş yaşının üstündeki hastalarda en sık görülen servikal kırıklar odontoid kırıklarıdır (28,34,38). Bu kırıklar genç hastalardan farklı olarak yüksekten düşme gibi daha düşük enerjili kırıklardır.

Hasarlanmanın mekanizması genellikle odontoidin posteriora yer değiştirmesi ile olan hiperekstansiyondur.

Odontoid kırıklarının tedavisi; kırık tipi, hasta yaşı, hastanın komorbiditesi gibi pek çok faktöre bağlıdır (36). Tedavisi hala tartışmalı olan odontoid kırıkları Anderson ve D'Alonzo tarafından 4'e ayrılmıştır (1):

Tip I: Odontoid çıkıntının ucunda oblik kırık

Tip II: Odontoid çıkıntının tabanında kırık

Tip IIA: Odontoid çıkıntının tabanı kırık ve serbest kemik parça (Hadley)

Tip III: Aksis gövdesini kapsayan odontoid kırıkları

Bu sınıflamaya göre pek çok tedavi şeması düzenlenmiştir. Klasik olarak tip 1 kırıklar konservatif olarak tedavi edilir. Tip 3 kırıklarında anterior veya posterior stabilizasyon gerekir.

Tip 2 kırıkların tedavisi ise tartışmalıdır (12,30,36,38). Cerrahi olarak tedavi edilmeyen hastalarda, halo vest immobilizasyonuna rağmen, kaynamama oranı % 35-85 olarak bildirilmiştir (28, 38). Pek çok yazar halo immobilizasyonunda hasta yaşını kaynamama için bir risk faktörü olarak görmektedir (3,31,38). Tip 2 kırıklarında kaynamamanın önemli etkenleri; 4mm'den fazla yer değiştirme (cerrahi olmayan tedavinin başarısını belirleyen en önemli faktör), posteriora yer değiştirme, 40 veya üzerinde yaş, 3 haftadan daha geç tanı alma, 10°'den fazla kırık açısı olarak bildirilmiştir (24,36). Öne dislokasyon, cinsiyet, nörolojik defisit kaynamama ile ilişkili bulunmamıştır (24,34,36-38). Erken cerrahi tedavi odontoidde kaynamamaya sekonder gelişebilecek geç gelişen ilerleyici myelopatiyi önleyebilir (6). Cerrahi tedavi aynı zamanda vida yeri enfeksiyonu, beyin apsesi, ciltte bozulma, faset eklem katılığı ve spinal açıda bozulma gibi haloya bağlı komplikasyonları önler (23). Buna ek olarak diğer yazarlar tip 2 kırıklarında cerrahi tedavinin mortaliteyi yaşlı hastalarda belirgin olarak azalttığını bildirmektedir (3,31). Bazı yazarlar 50 yaşın üzerindeki hastalara cerrahi önermektedir (38).

Cerrahi olarak atlantoaksiyal fiksasyon transoral, anterior retrofarengeal, lateral veya posterior yaklaşımlarla uygulanabilir (17).

Sublaminer teller ve iliyak kemik greftleriyle posterior interspinöz füzyon ilk olarak Gallie tarafından 1939 yılında tanımlanmıştır (14). Telleme yöntemi ucuzdur, uzun dönem sonuçları bellidir, tecrübe veya floroskopi yardımı gerektirmez ancak nörolojik defisiti arttırma riski vardır (19). Bu teknik daha sonra Brooks ve Jenkins tarafından bilateral iliyak greftlerin sublaminer tellerle bağlanması şeklinde modifiye edilmiştir (5). Sonntag 1991 yılında Gallie'nin tekniğini C2 seviyesindeki spinal kord hasarı riskini azaltmak için teli C1'in posterior arkının altından ve C2'nin spinöz prosesi çevresinden yerleştirme şeklinde modifiye etmiştir (22). Posterior telleme yöntemleriyle %60-100 oranında füzyon oranı bildirilmiştir (11,13). Ancak bu tekniğin postoperatif uzun dönem halo immobilizasyonu gerektirmesi, intraoperatif vertebral arter, spinal kord yaralanma riski ve sağlam vertebral anatomiye ihtiyaç duyması dezavantajlarıdır (23). Ayrıca osteoporotik hastalarda, posterior elemanların sağlam olmadığı olgularda veya rijid bir fiksasyon

istendiğinde yetersiz kalmaktadır (21). Bu yöntem dejeneratif servikal spondiloza sekonder servikal aksı bozuk hastalarda da zor uygulanmaktadır. Magerl ve Seemann tarafından geliştirilen transartiküler vida tekniği rotasyonel harekette daha yüksek stabilite sağlar ancak anteroposterior translasyonel harekette telleme ile benzer sonuçlara sahiptir (45,46). Diğer bir önemli özelliğide bu tekniğin sağlam posterior elemanlara ihtiyaç göstermemesidir. Bu tekniğin sınırları medial yerleşimli vertebral arter gibi anatomik varyasyonlar, ciddi servikotorasik kifoz veya redükte edilemeyen C1-C2 subluksasyonudur (39). Transartiküler vidaların telleme ile kombine edildiği teknik çok iyi bir stabilizasyon sağlayan 3 nokta fiksasyon tekniğidir ancak bu teknikte de lamina altından sublaminar telleri geçirirken nöral yaralanma riski bulunmaktadır (20, 21, 39). Goel ve arkadaşları tarafından tanımlanan ve Harms ve ark tarafından popülerize edilen C1 lateral mass ve C2 pedikül vidalaması tekniğinin esas avantajları vertebral arter ve spinal kord hasarı riskinin minimal olması, C1 veya C2 posterior elemanlarının bütünlüğünün gerekmemesi, postoperatif halo-vest gibi rijid bir stabilizasyona ihtiyaç göstermemesidir (7,18). Aynı zamanda poliaksiyel vida-rod sistemleri gerektiğinde oksipitoservikal füzyonda da kullanılabilir. C1 lateral mass vidalarının çekme gücünün C2 pedikül vidasının gücüne eşit olduğu gösterilmiştir (19). Vertebral venöz pleksustan olan kanamalar çok fazla olabilir ve cerrahi süresini uzatabilir (26).

C1 ve C2 vertebralarının anatomisi diğer tüm vertebralardan farklılık göstermektedir. C1 ve C2 lateral masslarının yüksekliği ve genişliği mutlaka preoperatif dönemde hesaplanmalı cerrahiden önce uygun vidalar hazırlanmalıdır. Venöz pleksus; C1 lateral mass'ını, vertebral arter ve C2 kökünü örtmektedir. Rocha ve ark kadaverik çalışmalarından sonra C1vidası için ideal giriş yeri olarak lateral massın ortası nı bildirmişlerdir (29). C1 lateral mass genişliği 7.7-12.8 mm, yüksekliği 4.3-6.1 mm olarak raporlanmıştır (29). Lateral mass tekniğinin bir diğer avantajı da C1-C2 faset eklemine zarar verilmemesidir. Rotatuar subluksasyon gibi geçici fiksasyon gereken olgularda bunlar kullanılabilir.

Odontoid kırıklı hastalarda primer nörolojik defisit nadirdir ancak kraniyal sinir hasarlarından kuadruplejiye uzanan aralıkta çok ciddi olabilir (25). Odontoid kırıkların cerrahi tedavisinde anterior cerrahinin atlantoaksiyel eklemde rotasyonel hareketi koruma avantajı vardır. Ancak bu yaklaşımın sinir veya damar yaralanması, özefageal ve farengeal perforasyon ve hava yolu obstrüksiyonu gibi pek çok komplikasyonu

mevcuttur (25, 35). C1-C2'deki hareket primer olarak rotasyondur. Halo-vest'in vida giriş yeri enfeksiyonu, osteomyelit, sinir hasarı, dural penetrasyon, BOS sızıntısı, intrakraniyal abse, disfaji, solunumun kısıtlanması gibi komplikasyonları vardır (25,32). Yaşlı hastalar haloyu daha zor tolare ederler (27).

Pedikül vidalaması teknik olarak diğer metotlardan daha zordur ve kortikal kemiklerin perforasyonu riski bulunur (18). Ayrıca anatomik olarak çok yakın komşulukları bulunan spinal kord ve vertebral arterin yaralanma riski bulunmaktadır. Lateral mass vida yerleştirilmesi bu anatomik oluşumlara yakınlığına rağmen diğer tekniklere oranla çok daha güvenilir bir teknik olarak kabul edilmektedir (10).

Oksipital sinir çevresinden oluşabilecek venöz pleksus kanamaları için Goel bipolar koagülasyon önerirken Harms ve Melcher kaudale retraksiyonunu ve tampon ile kanamanın kontrolünü önermektedirler (40). Biz de serimizde bipolar koagülasyon yerine surgicell ile tamponlamayı ve vidaların hızla yerleştirilmesi şeklinde kanama kontrolünü tercih ettik. Bu

yöntemle postoperatif dönemde hastalarda görülebilen oksipital hipo/anesteziyi azaltmaya çalıştık. Hiçbir hastamızda kalıcı hipo/anestezi izlenmezken 2 hastamızda geçici oksipital hipoestezi izlendi. Hiçbir hastamızda kan transfüzyonuna ihtiyaç duyulmadı.

Bazı yazarlar posterior vida ile gerçekleştirilen füzyonun telleme ile desteklenmesinin daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmektedir (2). Ancak tellerin geçirilmesi de komplikasyonlara açık bir işlemdir. Özellikle os odontoideumu bulunan ve romatoid artritli hastalarda telleme işleminin myelopatiye yol açabileceği yönünde de yayınlar bulunmaktadır (4). Biz hastalarımızın hiçbirinde lateral mass vidalarına ek olarak telleme yapmadık.

Sonuç olarak bu küçük hasta sayısı ile sunduğumuz serimize bakılarak lateral mass vidası ile posterior servikal stabilizasyonun deneyimli ellerde odontoid kırıklarının tedavisinde iyi bir seçenek olduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- 1- Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg* 1974;56-A (8): 1663-1674.
- 2- Andersson S, Rodriguez M, Olerud C. Odontoid fractures: high complication rate associated with anterior screw fixation in the elderly. *Eur Spine J* 2000; 9: 56-60.
- 3- Bednar DA, Parikh J, Hummel J. Management of type II odontoid process fractures in geriatric patients: A prospective study of sequential cohorts with attention to survivorship. *J Spinal Disord* 1995; 8(2): 166-169.
- 4- Bracken MB, Freeman DH Jr, Hellenbrand K. Incidence of acute traumatic hospitalized spinal cord injury in the United States, 1970-1977. *Am J Epidemiol* 1981; 113(6): 615-622.
- 5- Brooks AL, Jenkins EB. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. *J Bone Joint Surg* 1978; 60-A: 279-284.
- 6- Crockard HA, Heilman AE, Stevens JM. Progressive myelopathy secondary to odontoid fractures: Clinical, radiological, and surgical features. *J Neurosurg* 1993; 78(4): 579-586.
- 7- Calişaneller T, Yilmaz C, Ozdemir O, Caner H. Posterior Atlantal Lateral Mass Fixation Technique With Polyaxial Screw. *Turk Neurosurg* 2008; 18: 142-148.
- 8- Dalbayrak S, Yilmaz M, Firidin M, Naderi S. Traumatic spondylolisthesis of the axis treated with direct C2 pars screw. *Turk Neurosurg* 2009; 19: 163-167.
- 9- De Iure F, Donthineni R, Boriani S. Outcomes of C1 and C2 posterior screw fixation for upper cervical spine fusion. *Eur Spine J* 2009; 18: 2-6.
- 10- Dickman CA, Sonntag VK, Papadopoulos SM, Hadley MN. The interspinous method of posterior atlantoaxial arthrodesis. *J Neurosurg* 1994; 74: 190-198.
- 11- Dickman CA, Sonntag VK. Posterior C1-C2 screw fixation for atlantoaxial arthrodesis. *Neurosurgery* 1998; 43: 275-280.
- 12- Ekong CE, Schwartz ML, Tator CH, Rowed DW, Edmonds VE. Odontoid fracture: Management with early mobilization using the halo device. *Neurosurgery* 1981; 9(6): 631-637.
- 13- Farey ID, Nadkarni S, Smith N. Modified Gallie technique versus transarticular screw fixation in C1-C2 fusion. *Clin Orthop* 1999; 359: 126-135.
- 14- Gallie W. Fractures and dislocations of the cervical spine. *Am J Surg* 1939; 46: 495-499.
- 15- Gebhard JS, Schimmer RC, Jeanneret B. Safety and accuracy of transarticular screw fixation C1-C2 using an aiming device. An anatomic study. *Spine* 1998; 23: 2185-2189.
- 16- Gehweiler JA, Osborn RL, Becker RF. The radiology of the vertebral trauma. Saunders, Philadelphia, 1980.
- 17- Geisler FH, Mirvis SE, Zrebeet H, Joslyn JN. Titanium wire internal fixation for stabilization of injury of the cervical spine: Clinical results and postoperative magnetic resonance imaging of the spinal cord. *Neurosurgery* 1989; 25: 356-362.
- 18- Goel A, Laheri V. Plate and screw fixation for atlanto-axial subluxation. *Acta Neurochir (Wien)* 1994; 129: 47-53.
- 19- Goel A, Desai K, Mazumdar D. Atlantoaxial fixation using plate and screw method: a report of 160 treated patients. *Neurosurg* 2002; 51: 1351-1356.
- 20- Grob D, Crisco J, Panjabi M, Dvorak J. Biomechanical evaluation of four different posterior atlanto-axial fixation techniques. *Spine* 1992; 17: 480-490.
- 21- Harms J, Melcher PR. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine* 2001; 26: 2467-2471.
- 22- Hwang IC, Kang DH, Han JW, Park IS, Lee CH, Park SY. Clinical Experiences and Usefulness of Cervical Posterior Stabilization with Polyaxial Screw-Rod System. *J Korean Neurosurg Soc* 2007; 42: 311-316.
- 23- Jenkins JD, Coric D, Branch CL Jr. A clinical comparison of one and two-screw odontoid fixation. *J Neurosurg* 1998; 89(3): 366-370.
- 24- Koivikko MP, Kiuru MJ, Koskinen SK, Myllynen P, Santavirta S, Kivisaari L. Factors associated with nonunion in conservatively-treated type-II fractures of the odontoid process. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-B(8): 1146-1151.
- 25- Longo UG, Denaro L, Campi S, Maffulli N, Denaro V. Upper cervical spine injuries: indications and limits of the conservative management in Halo vest. A systematic review of efficacy and safety. *Injury* 2010; 41(11): 1127-1135.
- 26- Madawi AA, Casey AT, Solanki GA, Veres R, Crockard HA. Radiological and anatomical evaluation of the atlantoaxial transarticular screw fixation technique. *J Neurosurg* 1997; 86: 961-968.

- 27- Majercik S, Tashjian RZ, Biffl WL, Harrington DT, Cioffi WG. Halo vest immobilization in the elderly: a death sentence? *J Trauma* 2005; 59: 350–356.
- 28- Marchesi DG. Management of odontoid fractures. *Orthopedics* 1997; 20(10): 911–916.
- 29- Magerl F, Seemann PS. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. In: Kehr P, Weidner A (eds.), *Cervical Spine*. Springer, Wien, 1987; pp: 322–327.
- 30- McCullen GM, Garfin SR. Spine update: cervical spine internal fixation using screw and screw-plate constructs. *Spine* 2000; 25(5): 643–652.
- 31- Müller EJ, Wick M, Russe O, Muhr G. Management of odontoid fractures in the elderly. *Eur Spine J* 1999; 8(5): 369–365.
- 32- Rayan F, Mukundan C, Shukla DD, Barrington RL. Odontoid metastasis: a potential lethal complication. *J Orthop Traumatol* 2009;10: 199–201.
- 33- Reilly TM, Sasso RC, Hall PV. Atlantoaxial stabilization: clinical comparison of posterior cervical wiring technique with transarticular screw fixation. *J Spinal Disord Tech* 2003; 16: 248–253.
- 34- Reindl R, Sen M, Aebi M. Anterior instrumentation for traumatic C1-C2 instability. *Spine* 2003; 28(17): E329–333.
- 35- Roche SJ, Sloane PA, McCabe JP. Epidemiology of spine trauma in an Irish regional trauma unit: a 4-year study. *Injury* 2008; 39(4): 436–442.
- 36- Sasso RC. C2 dens fractures: treatment options. *J Spinal Disord* 2001; 14(5): 455–463.
- 37- Schiess RJ, DeSaussure RL, Robertson JT. Choice of treatment of odontoid fractures. *J Neurosurg* 1982; 57(4): 496–499.
- 38- Seybold EA, Bayley JC. Functional outcome of surgically and conservatively managed dens fractures. *Spine* 1998; 23(17): 1837–1846.
- 39- Stulik J, Vyskocil T, Sebesta P, Kryl J. Atlantoaxial fixation using the polyaxial screw-rod system. *Eur Spine J* 2007; 16(4): 479–484.
- 40- Vilela MD, Jermani C, Braga BP. C1 lateral mass screws for posterior segmental stabilization of the upper cervical spine and a new method of three-point rigid fixation of the C1-C2 complex. *Arq Neuropsiquiatr* 2006; 64: 762–767.
- 41- Yoshimoto H, Sato S, Hyakumachi T, Yanagibashi Y, Masuda T. Spinal reconstruction using a cervical pedicle screw system. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 431: 111–119.

Adres: M. Özgür Taşkapılıoğlu, Beyin ve Sinir Cerrahisi Uzmanı, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Görükle, Nilüfer, Bursa, 16059.

Tel.: 2244429263

e-Mail: ozgurt@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 21 Ocak 2013

Kabul Tarihi: 31 Mart 2013