

Kraniyovertebral Bileşke Cerrahisinin Uzun Dönem Sonuçları

Long Term Implications of Craniovertebral Junction Surgery

ÖZ

AMAÇ: Kraniovertebral bileşke instabilite nedenleri travma, dejeneratif hastalık, tümör ve infeksiyonlardır. Bu bölge patolojileri için birçok cerrahi yöntem tanımlanmıştır. Kraniovertebral bileşke stabilizasyonu için birçok internal fiksasyon sistemi gelişim göstermektedir. Bununla birlikte kraniovertebral fiksasyon sistemleri için tam anlamda bir ortak karar yoktur. Biz, kraniovertebral bileşke instabilitesinde füzyon uygulanan 25 olgulu bu serinin sonuçlarını sunduk.

METOT: 1998-2008 yılları arasında kliniğimizde opere edilen kraniovertebral bileşke patolojilerindeki uygulamalarımızı retrospektif olarak inceledik. Tüm olgularda kraniovertebral füzyon amaçlandı ve bunun için rijit posterior vida veya plak ya da rodler kullanıldı. Olguların yaşları 3 ile 75 arasında değişiyordu (ortalama yaş 44.4 idi).Cinsiyet dağılımına bakıldığında 13'ü kadın 12'si erkek idi. Ortalama takip süresi 48.2 ay idi. 5 olgu travma (%25), 5 olgu baziler invajinasyon (%25), 8 olgu infeksiyon (%32, Pott hastalığı), 4 olgu romatoid artrit (% 16) ve 3 olgu da tümör (%12) etiyolojili idi. Olgulardan üçü halo uygulanması sonrası başarısız olunmuş olgulardandı. Olgular rutin olarak cerrahi sonrası 1. hafta ve 1., 3., 6. aylarda ve bazı olgular her yıl incelendiler.

BULGULAR: Tüm olguların kraniovertebral dislokasyonları düzeltildi. Bu uygulamalarda cerrahi işleme ait mortalite olmamıştır. 2 (%8) olguda yüzeysel infeksiyon oluşmuştur. Dens rezeksiyonu yapılmış 2 (%8) olgu geç dönem infeksiyon sonucu ex olmuşlardır. Olguların %90'ında semptomlar ve nörolojik bulgular düzelmiş; geri kalan % 10'unda ise hiç bir değişiklik olmamıştır.

Füzyon seviyesi oksiput ile C3-C4 arasında değişiyordu. 3 olguda allogreft, 3 olguda otogreft kosta ve diğerlerinde ise otogreft iliak kanat kullanıldı. Bir olguda füzyon oluşmaması ve implant kırılması oluşmuştur.

SONUÇ: Kompleks kraniovertebral bölgenin rijit internal fiksasyonunun; oksipital kemik, servikal pedikül ve lateral kitle anatomisinin son zamanlarda daha detaylı ve iyi incelenip sentez edilmesi sonucu güvenilir bir teknik olduğu görülmüştür. Postoperatif dönemde, hastaların boyun hareketlerindeki kısıtlılık ve postoperatuvur boyun ağrısı en önemli dezavantajı iken; avantajı halo uygulanmasına gerek kalmamasıdır. Füzyon başarısı çok yüksektir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Cerrahi, İnstabilite, Kraniovertebral bileşke

ABSTRACT

OBJECTIVE: Trauma, degenerative disease, tumor and infections are the major causes of instability in the craniovertebral Junction (CVJ). Several surgical methods have been defined to treat pathologies of this region. Various internal fixation systems are being developed for CVJ stabilization. However, there is no totally agreed upon method for CVJ fixation systems. We present the results of a series of 25 CVJ instability cases, all of which were applied fusion via plate-screw or rod instrumentation.

Kadir KOTIL
Bekir KILINÇ

Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Nöroşirürji Kliniği, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi : 23.03.2009
Kabul Tarihi : 02.04.2009

Yazışma adresi:
Kadir KOTIL
E-posta: kadirkotil@gmail.com

METHODS: We have examined retrospectively all our surgical applications for CVJ pathologies performed in our clinic from 1998 to 2008. Craniovertebral fusion was the major means for all the cases with rigid posterior screw or plate, and rods were used otherwise. There were a total of 25 patients; of which 13 were female and 12 male. The patients' age had a range of 3 – 75 years (avg. 44.4). Average follow up duration was 48.2 months. 5 out of 25 patients had trauma (25%), 5 patients had basilar invagination (25%), 8 patients had infection – Pott Disease (32%), 4 patients had rheumatoid arthritis (16%) and 3 patients had tumor etiology (12%). 3 of the patients had unsuccessful halo application history. Postoperative follow up was performed routinely at the 1st week, 1st, 3rd, 6th months and every year.

RESULTS: Craniovertebral dislocations were corrected in all patients. There was no mortality due to surgical operations. 2 (8%) of the patients had a slight skin-deep infection. Another 2 (8%) patients who had been applied dens resection died due to late period infection. Symptoms and neurological findings improved significantly in 90% of the patients, while 10% of the total remained unchanged. Fusion level changed between occiput and C3-C4. Autograft iliac wing was used in all except 6 patients, with autograft costa used for 3 of the remaining patients and an allograft for the other 3. There was a lack of fusion instance and implant fracture in one of the patients.

CONCLUSION: Rigid internal fixation of the complex craniovertebral region has become a trustworthy technique thanks to continuous developments and analysis of occipital bone, cervical pedicle and lateral mass anatomy. In the postoperative period, cervical stiffness and postoperative cervical pain are the disadvantages, while elimination of the need for Halo application is an advantage. Fusion rate is very high.

KEY WORDS: Surgery, Instability, Craniovertebral junction

GİRİŞ

Otfred Foerster 'in 1927 yılında kullanıma soktuğu ilk kraniovertebral füzyon (KVF) tekniğinden bu yana, son yıllarda kraniovertebral instabilitede uygulanacak cerrahi yöntemlerin sayısı artmış ve devam etmektedir.

Kraniovertebral bileşkede; sagittal (fleksiyon-ekstansiyon), koronal (lateral) ve aksiyal (sağ-sol rotasyon) hareketler mevcuttur. Spinal kolonda bu kadar hareketli başka bir yer olmamasından ötürü ; değişik etiyolojiler nedeniyle füzyon cerrahisi sonucu eklem vertebra ilişkisi rijit hale gelmektedir. Non-rijit sistemler ne yazık ki baziler invajinasyon veya kranial settling gibi durumlarda işe yaramamakta ve nörovasküler yapılar üzerindeki dekompresyonu indirekt de olsa yapamamaktadırlar (31,32). Bu nedenle, omurilik ve baziler arter basısı devam etmektedir. .

KVF için uygulanan teknikler daha çok sublaminar telleme ile gelişmiş; zamanla bu işlemin komplikasyonları görülünce de, kanal içine girmekten kaçınılması gerektiği savı ortaya atılarak; rekonstrüksiyon işlemleri araştırılmıştır. Sonuçta rekonstrüksiyon için vida-rod-plak iş birliği içinde, kanal dışında yer işgal eden yeni sistemler geliştirilmiştir. KVF'nin cerrahi gelişim süreci içinde bir çok uygulamalar oluşmuştur. Başlangıçta; sadece insitu füzyon tekniği (8), greftleri tel ile tutturma teknikleri (30,48), metil metakrilatı telleme teknikleri (3,52) gibi uygulamalar bir dönem sıklıkla uygulanırdı. Bu uygulamalar kendi döneminde alkışlanmasına rağmen, takiplerde uygulamaların başarısızlıkları nörolojik cerrahlarda hayal kırıklığına yol açmıştır.

Biz, kendi kliniğimizde son 10 yıldır oksiputu dahil ettiğimiz oksipitoservikal patolojili 25 olguyu retrospektif olarak değerlendirdik. Olguların özellikli olması, takiplerinin zorunlu olması ve kişisel arşivinde katkısıyla derlenme fırsatı ortaya çıkmıştır.

KLİNİK MATERYAL ve METOT

1998-Kasım 2008 yılları arasında kliniğimizde opere edilen kraniovertebral patolojili (KVP) 25 olgu ,kişisel ve servis arşivinden faydalanılarak retrospektif olarak incelendi. KVP'li,oksiput ile orta servikal bölgenin fiksasyona dahil edildiği füzyon amaçlı olgularda yapılan bu inceleme travmatik, dejeneratif, tümör ve infeksiyon etiyolojili olmak üzere 4 farklı kategoride gruplandırıldı. Dosyalarına veya bilgilerine tam olarak ulaşılamiyan bir çok olgu çalışmaya dahil edilmedi. KVF nedeni olarak iki ana neden belirlenmiştir:

1- Atlantoaksiyal instabiliteye bağlı odontoid redüksiyonu yapılamayan dislokasyonlar.

2- Atlantookspital instabilite.

Olgularda cerrahi amaç 4 kategoride özetlendi:

1- Nöral dekompresyon,

2- Deformiteye yönelik redüksiyon,

3- Fiksasyon,

4- Füzyon.

Okiputa uygulanan tel veya fiksatorler, Luke gibi rodlarla ya da daha sonra geliştirilip uygulamaya soktuğumuz rodlar ve oynar başlıklı vidalar ile birlikte kullanıldı.

Olguların tümü oturur pozisyonda opere edildiler.

Omurga ve oksiputa metal protezlerin yerleştirilmesi için;

oksiputta bikortikal,

C1'de yan kitle (4 olguda),

C2'de transpedikuler

C3'te yan kitle ve transpedikuler vida uygulaması yapılmıştır.

Genel durumu ve kemik kalitesi iyi olan olgularda otogreft kullanılmıştır.

Hastaların klinik muayeneleri ile son durum nörolojik bakıları; yapılan direkt grafilerle de füzyon oluşup oluşmadığı araştırıldı. Hastaların operasyon sonrası 1.hafta, 1., 3.,6.ay, 1.yıl ve takip eden yıllarda da radyolojik ve klinik olarak düzenli takiplerinin yapılmasının amaçlanmış olduğu görüldü.

SONUÇLAR

Olguların demografik özellikleri şöyle idi. Yaşları 3 ile 75 arasında değişiyordu (ortalama yaş 44.4 idi) .13'ü kadın, 19'u erkek idi. Ortalama takip süreleri 48.2 ay idi. 5 olgu travma (%25), 5 olgu baziler invajinasyon (%25), 8 olgu infeksiyon (% 32, Pott hastalığı), 4 olgu romatoid artrit (% 16) ve 3 olgu da tümör (%12) etiyojili idi.

Dış merkezlerde Halo uygulanan 3 olgunun ikisi geç dönemde (2. ay), birisi ise erken dönemde (2. haftada); Halo uygulamasındaki başarısızlıklardan kaynaklı, açık cerrahiye dönülen olgularımız oldu.

Çalışmanın ilk yıllarında 4 olguya Luke, ve diğer şekil verilebilen metal çubuklardan yapılmış enstrümanlarla (Şekil 1) KVF uygulandı. Bu ilk dört



Şekil 1. Luke uygulaması yapılan travma olgusunda postop. direkt grafilerin görüntüsü.



Şekil 2. Y plak uygulaması yapılan KVF cerrahisi uygulanan olgunun geç dönem direkt grafisinde plağın servikal aksa uyumsuzluğu seçilmektedir.

olgunun ikisi metastaz idi. Bu iki olgudan birinde cilt infeksiyonu oluşmuştu. Sonraki 5 olgu Y plak-lateral kitle vida (Şekil 2), sonrasında ise 4 olgu yekpare plak-vida uygulaması şeklinde olmuştur. Oksipitalden servikale uzatılan füzyonun uzunluğu olgudan olguya değişiyordu. Bu doküman (Tablo I)'de özetlenmiştir.

Y plak vidalama işleminde en önemli sorun; plakta bulunan vida yerleştirme deliklerinin her plakta sabit olmasına rağmen lateral kitle vida giriş yerlerinin her kişide farklı yere tekabül ediyor olmasından kaynaklanan Y plak vida yerleştirme deliği -anatomik lateral vida giriş yeri uyumsuzluğu idi.

Lateral kitle vidalamada hem Magerl (Şekil 3A) hem de Roy-Camille (Şekil 3B) tekniği uygulanmış ve bu teknikler arasında belirgin farklılık arz eden bir klinik sonuç elde edilmemiştir.

İlk olgulardan ikisine sadece oksiput ve C7 arasında bağlantı kurulmuş, diğer servikal vertebralardan füzyondan uzak tutulmuş idi. Bu uygulama teknik imkansızlıklardan dolayı uygulanmıştır (Şekil 4A). Daha sonra teknoloji geliştikçe servikal vertebralara yan kitle ile tutunan ama bugüne göre çok uzun fiksatorlerde kullandığımız 2 olgu olmuştur (Şekil 4B).

2 olguda vida foramina vertebralisi kısmi olarak oblitere etmiş fakat takiplerinde bir sorun bulunmamıştır (Şekil 5).

Tablo I: Kraniovertebral fiksasyon yapılan olguların genel klinik –cerrahi özellikleri

Sıra	Yaş/C	Semptom	Nörolojik B.	Radyolojik tanı	Cerrahi	Sonuç	Takip süresi
1-YT	70/E	yürüme z	tetraparezi	Baziler invajinasyon	C0-3	D	3,4 yıl
2-MY	40/E	yürüme z	ağır piramidal bulgular	Baziler invajinasyon (+odontoidektomi)	C0-4	D	5
3-MK	60/E	boyun ağrısı ON	piramidal bulgular	Baziler invajinasyon (Os odonteideum)	C0-2	D	3
4-MD	3/K	yürüme z	PB (Down's sendromu)	Baziler invajinasyon (+odontoidektomi)	C0-4		Postop 10.gün ex
5-TH	29/E	boyun ağrısı	N	C1-C2 metastaz	C0-3	D	4.2
6-VK	65/E	oksipital nevralsi	N	C1 metastaz	C0-2	D	Post op 7 ay ex
7-MK	75/K	oksipital nevralsi	N	C1 tümör	C0-3	D	bilinmiyor
8-MH	30/E	yutkunma zorluğu	piramidal bulgular	Cvj Pott (+odontoidektomi)	C0-3	D	6 yıl
9-MM	59/K	yutkunma zorluğu	piramidal bulgular	Cvj pott	C0-3	D	2.3 yıl
10-SL	64/K	yutkunma zorluğu	piramidal bulgular	Cvj Pott	C0-3	D	3 yıl
11-KU	47/E	yutkunma zorluğu, boyun ağrısı	N	Cvj Pott (+odontoidektomi)	C0-3	D	3.4 yıl
12-YT	55/E	yürüme zorluğu	piramidal bulgular	Cvj Pott (+odontoidektomi)	C0-3	D	4.6 yıl
13-BB	39/E	yürüme zorluğu	piramidal bulgular	Cvj Pott	C0-3	D	3.6 yıl
14-KM	26/E	boyun ağrısı	N	CVJ Pott	C0-4	D	-
15-AM	36/E	boyun ağrısı	N	CVJ Pott	C0-3	D	-
16-KG	66/K	yürüme Z	piramidal	RA(+odontoidektomi)	C0-3	D	3. ay ex
17-KN	72/K	yürüme Z	piramidal	RA	C0-4	D	2.5
18-FR	64/K	yutkunma Z	piramidal ve alt kranial sinir bulguları	RA (+odontoidektomi)	C0-3	D	bilinmiyor
19-VF	35/E	yutkunma Z	piramidal ve alt kranial sinir bulguları	RA	C0-3	D	1.6
20-MD	38/K	yürüme z	piramidal b (Down sendromu)	baziler invajinasyon (+odontoidektomi)	C0-4		2.3
21- SL	28/K	yok	N	travma	C0-3	A	-
22- NM	68/E	boyun ağrısı	piramidal b	travma	C0-2	A	-
23- ZS	72/E	boyun ağrısı	N	trauma	C0-3	D	-
24- FG	36/K	yürüme Z	PB	travma			
25- SK	18/E	boyun, ense ağrısı, eğik boyun	N	travma	C0-3	N	4

ON: Oksipital nevralsi, N: Normal, PB: Piramidal bulgular, A: Aynı, D: Düzeldi.

Sonraki 12 olguya, C3 ve altında oynar başlıklı lateral kitle (Şekil 6) veya pediküler vida uygulaması (Şekil 7) şeklinde yapılmıştır.

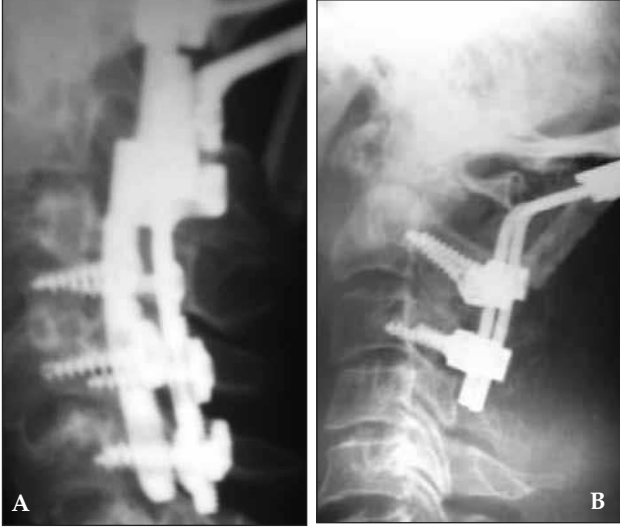
Oksipital vidalama da tabula eksternanın vida ile penetre edilemesine ve sistemin güçlenmesine önem verilmiştir (Şekil 8)

3 yaşındaki Down sendromlu olgu hariç (olgu 4, Şekil 9 A,B,C) olguların tamamına oturur pozisyonunda cerrahi uygulanmıştır. Bu olgu eş zamanlı olarak ters çevrilerek supine pozisyonunda C0-3 arasında füzyon uygulanmıştır. Dens rezeksiyonu sonrası ağır piramidal bulguları düzelen bu olgu yoğun bakımda takibi

yapılırken eks olmuştur. Oturur pozisyonun tercih edilmesinin sebebi, KVF yaparken baş ile vücut arasındaki anatomik pozisyonun normal olmasını temin etmek ve gerekli olgularda posterior fiksasyonu takiben hastanın traksiyondan alınarak odontoidektomi işlemine dönme kolaylığını sağlamak idi.

Travma nedeniyle opere edilen olguların hiç birinde nörolojik kayıp bulunmamakta idi. Bu olguların hepsi travma sonrası 5 gün ile 10 ay arasında opere edilmişlerdir.

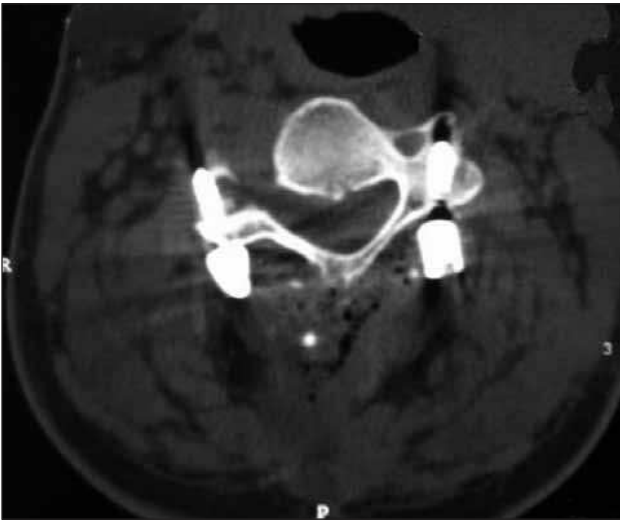
KVF için opere edilen hiçbir olguda revizyon cerrahisi uygulanmamıştır ve füzyon materyali olarak



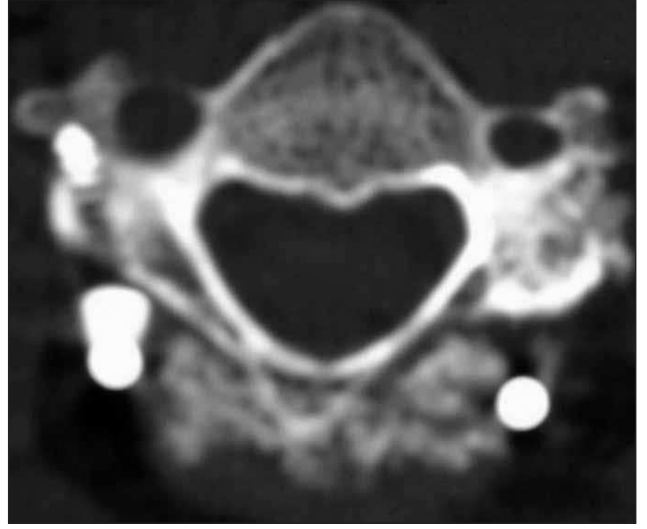
Şekil 3. Lateral kitle vidalamada vidaların Magerl (A) ve Roy-camille tekniği (B) ile uyguladığımız olgular. İki uygulanmış şekilde de kliniğe yansıyan sonuçlar aynı idi.



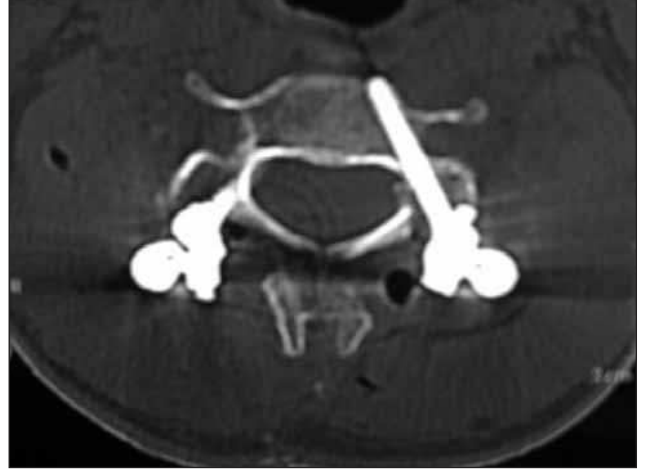
Şekil 4. İlk dönemlerde uygulanmış servikal vertebralardan güç almayan veya tutunmayan rekonstrüksiyon (A), daha sonraları uygulanan daha uzun ama servikal vertebralara fikse olan fiksator seçilmektedir (B).



Şekil 5. Lateral kitle vidaların foramina vertebralilerle olan ilişkisi seçilmektedir.



Şekil 6. Yan kitle vidaların görüntüsü.



Şekil 7. Transpedikuler uygulamada vidaların vertebral foramenle olan ilişkisi seçilmektedir. Sağ vida vertebra arterden uzak ama kanal içinde durmaktadır.



Şekil 8. Oksipital vidaların iç tabulayı penetre etmesi görüntülenmiştir.



Şekil 9. Down sendromlu 3. yaşındaki olgunun, axial BT görüntüsünde densin kanalın içinde durduğu (A), KVF cerrahisi sonrası dens rezeksiyonu gerekliliği ortaya çıkmış (B) ve dens rezeksiyonu sonrası görüntüsü (C).

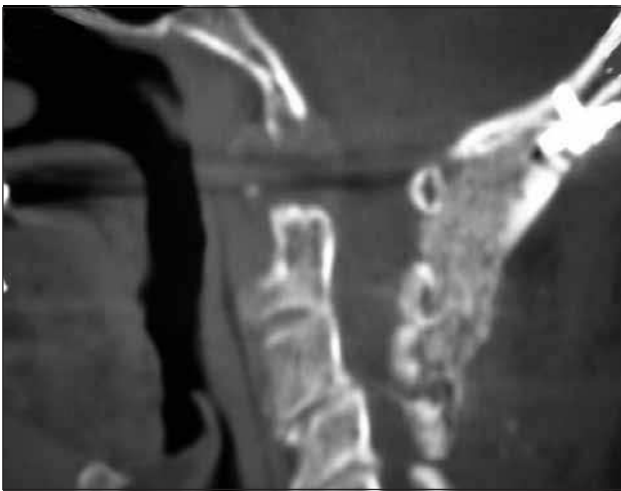
22 olguda otogreft iliak kanat, 3 olguda otogreft kosta ve 3 olguda da allogreft kullanılmıştır.

Allogreft uygulamalarından bir tanesinin 6. ayda yetersiz füzyonla sonuçlandığı ve 10. ayda tamamen eridiği gözlenmiştir. Asemptomatik olan bu olgu, takiplerinde sorun yaşanmayan ve revizyon cerrahisini kabul etmeyen RA'lı olgu idi (olgu 17, Şekil 10). Bu olguyu takiben olgularımızda allogreft kullanılmamıştır.

İliak kanattan alınan 3 cm'lik greftlerin bu bölgede tutunabilmesi için greftler birbirlerine kalın ipeklerle bağlandığı gibi; en-blok tek parça uzun greftlerde füzyonun iyi olması için oksipital kemiğe vidalanması işlemide gerçekleştirilmiştir (Şekil 11).

Füzyon sahasında oksipitalden orta servikal bölgeye kadar dekortikasyon işlemi uygulanmıştır. Füzyonun dahil edilmediği faset ekleminin kapsülüne hasar verilmemeye ve korunmaya çalışılmıştır.

Baziler invajinasyonlu bir Klippel-Feil olgusunda lateral kitle vidalarının yerinden sıyrıldığı veya attığı

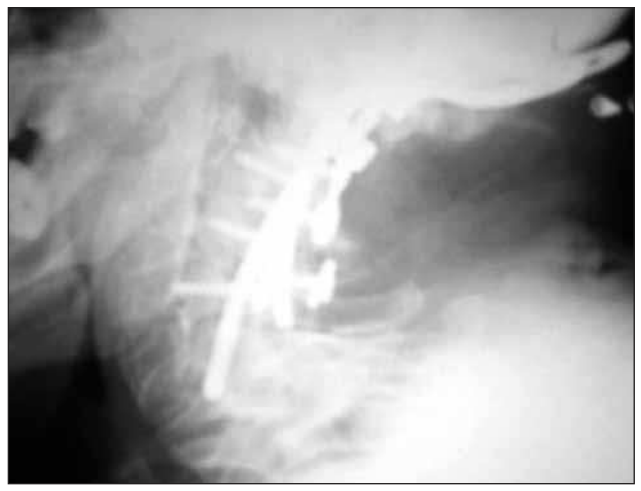


Şekil 10. Allogreft kullanılan olgunun oksipitoservikal bölgedeki füzyon görüntüsü.

görüldü (Şekil 12). Olgu füzyonun oluşmuş olması nedeniyle takiplere alınmış fakat daha sonra takiplere gelmemiştir (olgu 2). Bu olgudaki vida malpozisyon sebebi olarak kısmi olarak düzeltilebilen servikal hiperlordoz düşünülmüştür.



Şekil 11. KVF için klanılan greftin füzyon sahasına vida ile sıkıştırılarak tuturulması.



Şekil 12. Klippel-Feil olgusunda takibinin 3. yılında oksipital vidaların attığı ve lateral kitle vidalarının kaydığı seçilmektedir.

Füzyon için oksipital bölge hazırlığı olgudan olguya değişiklik arz etmiştir. Başlangıçta, telleme ile otogreft kosta kullandığımız olgularda squama oksipitalis lateral bölgesi seçilirken; Y plak uygulamalarında mecburen daha kalın olan orta hat seçiliyor ve 16 mm lik vida uygulamaları yapılıyordu. Bu aşamada aşırı venöz kanama olmaması için bone-wax uygulamasına özen gösteriliyordu. Daha sonraları kullandığımız poliaksiyel vida-rod uygulamalarında kullanılan oksipital plak tespitlerinin tamamında 12 mm'lik kortikal vida uygulaması yapılmıştır. 4 olguda vida penetrasyonu sonrası penetrasyon sahasından BOS gelmiş ama bone-wax uygulaması ile hiç birinde postoperatif dönemde sorun oluşmamıştır.

Olguların kraniovertebral dislokasyonlarının düzeltilmesiyle 4 olguda kısmi redüksiyon, diğerlerinde ise tam redüksiyon oluşmuştur. Bu uygulamalarda cerrahi işleme ait mortalite olmamıştır. 2 (%8) olguda yüzeysel infeksiyon oluştu. Dens rezeksiyonları yapılmış 2 (%8) olguda ise geç dönem infeksiyon sonucu eks yaşanmıştır. Olguların %90'ında semptomlar ve nörolojik bulgular düzelmiş, geri kalan %10 olguda ise hiç bir değişiklik olmamıştır.

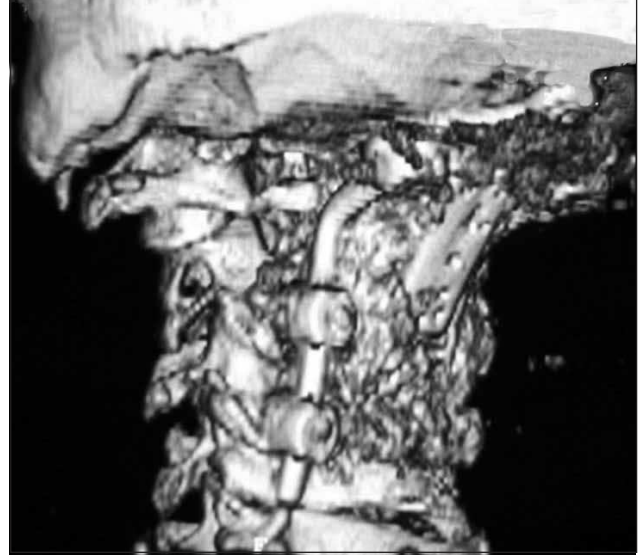
Cerrahi öncesi Halo uygulanmış olgularda dikkati çeken en önemli özellik kas atrofisi ve faset eklemlerin ossifikasyonu idi. Bir olguda, dens kırığı disloke durumda kaynamış ve bunu çözmek için posteriordan osteotomi uygulandıktan sonra ancak redüksiyon sağlanmıştır. Halo uygulanmış 2 olguda psikolojik yıkım söz konusu idi. KVF cerrahisinden sonra hiç bir olguya Halo uygulaması yapılmamıştır. Olguların tamamına yakın kısmında 2 ile 2.5 ay arasında sert ve çenelikli boyunluk uyguladık.

Postoperatif dönemde hastaların en önemli şikayeti postoperatif ilk 3. günde daha yoğun olan boyun ağrısı ve boyun hareketlerinde kısıtlılık idi.

Oturur pozisyona bağlı herhangi bir komplikasyon gelişmemiştir. Operasyon sonrası füzyon oluşan olguların hiç birine implantı çıkarmak gibi bir öneride bulunmadık. Olguların 3 boyutlu BT kesitleri ilk dönemde rutin yapılırken daha sonra ki olgularda bir faydalanım elde edemediğimiz için vaz geçilmiştir (Şekil 13).

TARTIŞMA

“Kraniovertebral bileşke” olarak tanımlanan anatomik yer; foramen magnumu çevreleyen oksipital kemik, atlas ve aksis kemiklerini içine alan çok önemli nörovasküler anatomik yapıları içeren bir bölgedir. Değişik etiyolojilere bağlı instabilite meydana gelebilmektedir.



Şekil 13. Olgu 6. nın KVF sonrası 3. boyutlu tomografik görüntüsü.

Spinal kolonda bu kadar hareketli başka bir yer olmamasından ötürü; buraya uyguladığımız füzyon cerrahisi sonucu eklemler fikse olmaktadır. Non-rijit sistemler ne yazık ki baziler invajinasyon veya kranial settling gibi durumlarda işe yaramamakta ve nörovasküler yapılar üzerindeki dekompresyonu indirekt de olsa yapamamaktadırlar (31,32). Başlangıçta; sadece insitu füzyon tekniği (8), greftleri tel ile tutturma teknikleri (30,48), metil metakrilatı telleme teknikleri (3,52) gibi uygulamalar bir dönem sıklıkla uygulanırdı. Bu uygulamalar kendi döneminde alkışlanmasına rağmen, takiplerde uygulamaların başarısızlıkları nörolojik cerrahlarda hayal kırıklığına yol açmıştır.

Tellerle oksiputu servikale bağlayan fiksatorler başarılı füzyon sağlamış olsalar da nörolojik iyileşmeyi; kranial settling ve baziler invajinasyonda anatomik restorasyonu sağlayamadıkları için terk edilmişlerdir (1,6,9,17,49,51). Çünkü etkili dekompresyonun ilk basamağı olan laminektomi bu yöntemle yapılamamaktadır. Postoperatif deformite, füzyon oluşmaması ve nörolojik tablonun aynı kalması veya kötüleşmesi gibi kötü sonuçları gösteren bu sistemlerin uygulayıcıları sonuçlarını açıkladıklarında; 'Bu sistemlerin daha gelişmeye çok ihtiyacı var.' demişlerdir (1).

Roy-Camille ve ark. 27 yıl önce subaksiyal servikal omurgada dekompresyon yaptıktan sonra uygulanım kolaylığı sağlayan lateral kitle vidalarını tanımladılar(41). Bu şekilde hem servikal omurgaya lordoz verilebileceğini, hem de tellemenin yaratacağı diğer komplikasyonlardan korunabileceğimizi göstermişlerdir. Uzun yıllar sonra; yapılan takiplerde

bu konunun haklılığını diğer uygulayıcılarda kanıtlamışlardır. Daha sonra Magerl ve ark. da bu konuyu geliştirmişler; ilaveten transartikuler vidalamayı tanımlayarak; oksiputu atlantoaksiyel eklem patolojilerinde dışarda bırakma nedenlerini kendi tekniklerinde açıklamışlardır (27).

Transartikuler vidalamaya ilaveten oksiput plaklarını birleştirerek daha güçlü bir dekompresyon, redüksiyon, fiksasyon ve füzyon elde edilebileceğini takiplerinde ve de yapılan biyomekanik çalışmalarla göstermişlerdir (10). Kraniovertebral bileşke patolojilerinin bir özelliğide çok farklı klinik belirtilerle ortaya çıkmaktadırlar. Bunların tanınması bazen yılları bile içine almaktadır. Servikomedüller bileşkenin deformitesi beyin sapı, servikal omurilik, kranial sinirler, servikal sinirler ve sinir kökleri ya da bu oluşumların beslenmesi ile ilgili yapıların bası altında kalmasına göre vasküler, santral nöral veya periferik nöral bulgulara; belki de bu bulguların hepsine birden bir arada rastlanabilecek şekilde bürünebilmektedir.

T1 ve C1 vertebraları arasındaki gri ve beyaz maddenin venöz drenajlarının kendilerine has ve de gri madde venöz akımının kraniale doğru olmasının, bası sonucu omurilikte santral nekrozun görülmesini açıklayabilecek bir özellik olduğu bildirilmiştir.

Bizim olgularımızda en sık yakınma boyun ağrısı ve en sık nörolojik bozukluk miyelopati bulguları idi (%65).

Beyin sapı ve alt kranial sinir sorunları da kraniovertebral bileşke rahatsızlıklarında sık görülen belirtilerdir. Özellikle disfaji ya da uyku apnesi ile kendilerini belli ederler. Buna foramen magnum sendromu adı da verilmektedir. Chiari malformasyonu ile birlikte olsun ya da olmasın, kranioservikal bölgenin bası altında kalması sonucu ortaya çıkan aşağı vuruşlu nistagmus sık görülen bir belirti ise de bizim olgularımızda sadece bir olguda bu belirtiye rastladık. Baş dönmesi, senkop, geçici şuur değişiklikleri, nörolojik iskemik kayıp epizodları, konfüzyon ve geçici görme alanı kusurları, kraniovertebral bileşke sorunlarında görülen damarsal kökenli belirtilerin başında gelir. Baziler migren kraniovertebral bileşke patolojilerinde sık görülüp; medullanın, vertebral arter ve dallarının bası altında kalması nedeniyle olmaktadır.

Suboksipital bölgeden kaynaklanan ve n.occipitalis major innervasyon alanında kafa tepesine kadar yayılan, suboksipital ağrı olarak tanımlanan yakınma; hastaların bir kısmında görülmektedir. Oksipital ağrı, C2'nin spinal kanaldan çıkarken; atlantoaksiyel epifizyal eklem yanından geçerken oluşan

irritasyonuna bağlıdır. Bunu olgularımızın sadece 5 tanesinde tespit ettik (%25).

Genelde kranioservikal bileşkeyi gösteren yan direkt grafi, ağız açık şekilde ön-arka direkt grafi ve servikal vertebranın oblik direkt grafilerinin yeterli olduğu söylenebilir. Fleksiyon ve ekstansiyon servikal grafileri olguların redüktibil mi yoksa irreduktibil mi olduğunu ortaya koyan önemli araştırmalarımızdandır.

Kemik dokunun daha ayrıntılı incelenmesi için BT (Bilgisayarlı Tomografi); kemik-bağlar-yumuşak doku ilişkisinin belirlenmesi açısından da MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) çok değerli bilgiler vermektedir. Nörovasküler kompresyon bulgularının indirekt bulgularını yüksek oranda ortaya çıkarılabilmektedirler. Gerekliğinde dinamik olan tetkikleri de yapılmalıdır.

Kraniovertebral bileşkenin incelenmesinde standart olarak bazal açı, Chamberlein hattı, Mc Gregor çizgisi, Fischgold ve Metzer'in digastrik çizgisi, bimastoid çizgi, yükseklik indeksi ve foramen magnumun ölçüleri günümüzde önemini yitirmiş gibi gözükse de aslında bu doğru değildir. Biz de her olguda bu çizgileri kullandık.

KVF cerrahilerini yaparken bir kısım cerrahlar prone pozisyonunu seçerken bir kısım cerrahlar ise oturur pozisyonu tercih etmektedirler. Oturur pozisyonun dezavantajları ve avantajları hepimizce bilinmektedir ve literatürde de geniş bir şekilde incelenmiştir (22,25,37). Cerrahi sırasında başın, vücuda veya servikal bölgede olan pozisyonuna çok dikkat edilmelidir. Kraniovertebral bileşkede sıkışıklık varsa başın beş derecelik fleksiyonunun bile beyin sapı iskemisine kadar giden sorunlara neden olabileceği bazı yazarlar tarafından söylenmektedir (43). BOS yollarının boyun hareketi nedeniyle foramen magnumda tıkandığını ve siringomiyelinin ilerlediğini belirtmektedir. BOS akışı ile ilgili komplikasyonların olması ihtimaline karşı en önemli önlemin ameliyat sırasında başı nötral pozisyonda tutmak olduğuna karar verdiler. (43).

Bizde kendi olgularımızda baş-boyun arasındaki anatomik uygunluğu bozmamak adına; dezavantajlarının bilinmesine rağmen oturur pozisyonu uyguladık. Oturur pozisyonda sadece bir olguda önemli bir komplikasyon olan makroglossi gelişmiştir ki bu durum, hastada var olan Klippel-Feil sendromuna ve hastanın odondeidektomili olmasına da bağlanmıştır(22). Oturur pozisyonu tehlikeli kılan en önemli unsur anesteziistlerin önceden açık kardiyak

foramen ovale olgularını tespit edememeleridir ki biz anestezi uzmanlarımızı bu konu hakkında önceden uyardığımız için olgular bu yönde incelenmiş; hiç bir olgumuzda ise böyle bir patoloji tespit edilemediğini veya edilmiş olsaydı da sorun teşkil etmeyeceği şeklinde bir sonuca vardık.

İlk 18 servikal transpediküler uygulamada vertebral arter-pediküler vida yaklaşması veya vertebral arter obliterasyonu oluşmuş. Bu olguların hepsinde vertebral arter dolumunun korunduğu uzun dönem takiplerinde izlenmiş ve bu iki olguda da bir sorun görülmemiştir.

KVF cerrahisinde oksipital bölgede fiksasyon yapmanın temel kuralı vidaların yeterli sayıda olması, bikortikal olması, füzyona yer bırakacak kadar az alan işgal etmesi ve kolay uygulanabilir olmasıdır. Bikortikal vidaların monokortikal olanlara göre daha güçlü fiksasyon sağladığı bilinmektedir (7). Oksipital kemikte yanlara ve foramen magna doğru yaklaşıldıkça kemiğin inceliği artmaktadır. Bu konu plağı yerleştirirken gözden kaçmamalıdır. Oksipital vidaların değişik tipleri ve herbirinin farklı biyomekanik güçleri olduğu bilinmektedir (13,16,23,28, 36,45). Kalınlıklarının ortalama 12 mm olması yeterli olabilmektedir. Ama çocuklarda sorun olabileceği ve en kalın yerine konduğunda ise sorun olmayacağı; erişkinlerdeki gibi iyi sonuç alınabileceği söylenmektedir (15,40). Bizim, 3 yaşında bir tek olgumuzun olması nedeniyle; serimizde pediatrik tecrübe oluşmamıştır. İlk 5 olguda Burr-hole tel uygulaması ile, daha sonraki olgularda ise direkt vida penetrasyonu ile oksipital plakları tespit ettik. Bu bölgedeki fiksasyonda herhangi sorun veya komplikasyon yaşamadık. Füzyon materyalinin oturacağı kemiğin yüzeyinin en kalın yerinin dekortike edilmesi iyi kaynamasına da yardımcı olur. Oksipital plak uygulamasında 4 olguda bikortikal vida kullanımına bağlı BOS sızıntısı oluşmuş, hepsi bone-wax uygulaması ile kapanmıştır.

İyi bir KVB cerrahisinde amaç; sadece fiksasyon yapmak değil, aynı anda anterior basıyı indirekt olarak veya direkt olarak ortadan kaldırmak, foramen magnumu ideal fizyolojik sınırlarına çekmek ve var olan instabiliteye karşı en güçlü füzyon tekniğini uygulamaktır. Bazı yazarlar her ne kadar her olgu, kendi içinde değerlendirilmelidir dese de füzyonu C2'de sonlandırmanın yeterli olacağını ve alt servikale dek inmenin anlamsız olacağını bildirmişlerdir (34, 38). Biz bu anlamda ilk olgularda C4 seviyesine kadar servikal füzyonu uzattık. Fakat daha sonraki olgularda (son 6 olgu) C2 ve C3 pedikül vidaları ile yetindik. Servikal pediküler vidalamanın biyomekanik olarak

daha güçlü olduğunu ve taşıyıcı özelliğinin daha üstün olduğunu önceki araştırmacılar yayınlamışlardır (18,24, 34). Bizde kendi olgularımızla aynı sonuca vardığımızı söyleyebiliriz.

Yan kitle vidaları uygulanan 20 olguda 3 malpozisyon görülmüş, kök veya vertebral arter kompresyonu oluşmamış ve de revizyon ihtiyacı doğmamıştır.

C1 yan kitle vidalaması; atlas ile dens arasındaki dislokasyonların olduğu, özellikle geç dönem gelen olgularda; redüksiyon işlemini kolaylaştırır. Bu nedenle C1 yan kitle vidalamasını uygulanmıştır. Bu işlemde temel felsefe; oksiput ile C2 arasında kalan, önde duran C1'in ,yan kitle vidalarını sıkarken redüksiyona uğramasıdır.

Birçok yazarlar, açılı tespiti sağlamak ve füzyon oranlarını arttırmak için daha rijit cihazlar ve cerrahi teknikler geliştirmişlerdir. Farklı teknikler arasında kemiklere teller, kancalar ve vidalarla bağlanan rodları, dikdörtgen çubukları sayabiliriz (14,31,32,35,39). Cerrahi fiksasyon ve füzyon amaçlı bu tekniklerde başarı oranları değişmektedir. Bizim serimizde tespit için başlangıçta (4 olguda) çelik tellerle birlikte Luke ve benzeri sistemler kullandık. Daha sonra sistemler kendilerini modifiye ettikçe kullanım kolaylığı ve başarı oranı daha yüksek olan vida-plak-rod sistemlerine geçildi.

Bu hastaların %12'sini atlantoaksiyel eklem instabilitesi; daha az bir kısmını ise, ağır miyelopati baziler invajinasyonlu olgular oluşturmakta ve odontoidektomi ile cerrahi tedavi gerektirmektedirler (29,33). Moskovich ve ark. RA'lı hastalarda oksipitoservikal fiksasyon cerrahisinde otogreft kullanımının bu hastaların prognozunu iyi yönde etkilemediklerini belirtmişlerdir (33). Bu olguların odontoid basısı veya invajinasyonu olsa da sadece posterior fiksasyonun yeterli olacağını da savunanlar mevcuttur (33,42). Biz de bu görüşe 2 olgumuzla katılıyoruz ama takip ettiğimiz 3 olgunun 2 tanesi bizim kliniğimizde, diğer olgu ise başka bir klinikte opere olmuştur. Bizimde atlantoaksiyel eklem patolojili C1-2 füzyon yaptığımız olgular hariç tutulursa KVF yaptığımız 4 olgunun 2'sine odontoid rezeksiyonu uyguladık. Odontoidektomi de uyguladığımız olgularımızdan bir tanesi (olgu 16), uzun süre ilaç kullanımına bağlı immün yetmezliği olması nedeniyle operasyon sonrası 2. ayda infeksiyon tablosu ile bize başvurdu. Çekilen MRG de anteriorda apse formasyonu mevcut idi. Drenajı sağlanan hastanın

yakınmaları ve ağır piramidal bulguları düzelmesine karşın yoğun bakımda derinleşen enfeksiyon kliniği tablosuyla hasta eks olmuştur. Gelişmemiş ülkelerde vertebra tüberkülozu (Pott hastalığı) hala önemini sürdürmektedir. Çok şükür ki bu önemli bölgede bu nedenle çok sayıda olgu görmüyoruz. Ancak referans klinik olduğumuzdan bizim son 13 yılda 12 olgumuz olmuştur. Bu olgulardan sadece 8 tanesine KVF cerrahisi uyguladık ve 2 olguya anterior dekompresyon yapmak zorunda kaldık. Bu olgularda hiç bir komplikasyon olmadan; füzyonları, dolayısı ile iyileşmeleri tam olmuştur(20,21). Tüberküloz atlantoaksiyel eklemi ileri derecede harap ettiğinden sadece C1-2 artrodez çok başlangıçtaki vakalarda uygulanmalı; ağır vakalarda oksiput mutlaka füzyona dahil edilmelidir(21).

Bu bölgenin metastazik tümörleri son derece enderdir. Tümör eğer radyoterapiye dirençli ve kemoterapiye duyarsız, ağrısı çok ve genel durumu operasyona yani posterior fiksasyona uygun ise; bu uygulama yaşam kalitesini artırmak için uygulanabilir (46). Bizimde olgularımız arasında sadece bir olguda (olgu 6) metastaz söz konusu olup multipl miyeloma metastazı idi. Olgu, takibinin 7. ayında ex olmuştur. Bu olgu literatürde patolojik atlas fraktürü yapan tek olgudur(19).

Travmalar bu bölgede değişik şekilde multipl kırıklar tarzında ortaya çıkabilir ve özellikle kondillerin iki taraflı kırıklarında, ileri derecede rotatuar atlantoaksiyel kırıklı dislokasyonlarda, densin foramen magnum içine doğru olan invajinasyonlarda ve redükte edilemeyen eski kırıklarda posteriodan dekomprese etmek gerekebilir ve bu durumlarda KVF uygulamak gerekebilir (11,12,51,52).

Konjenital anomalilerden özellikle Down sendromu, Chiari sendromu, Klippel-Feil sendromu ve akondroplazide KVF uygulamak gerekebilir (4,12,26,44,46). Bu olgularda vertikal dislokasyon sonucu beyin sapı basısı oluşmakta ve bunun sonunda oluşan nörovasküler kompresyon sendromuna yönelik restoratif bir dekompresyonda her zaman posterior girişim öncelikli olmalıdır. Olgunun durumuna göre anteriordan de dekompresyon eklenebilir veya olgu takip edilir (47,50). Os odontoideum genç erişkinlerde önemli bir dislokasyon nedenidir. Bu durum semptomatik ve atlantoaksiyel füzyonla sorun giderilemeyecek gibi ise mutlaka KVF uygulanmalıdır (5).

Sonuç: KVF cerrahisi, nispeten rutin ameliyatlarımız arasında az yaptığımız, fakat yeni gelişmiş fiksasyon sistemleriyle güçlendirilmiş, etkili dekompresyon yapıldığında hastaların yüzünü güldüren, etkili ve kolay bir yöntemdir. Ağır nörolojik kayıplar gelişmeden opere edildiklerinde, enfeksiyon ve travmalarda, ve dejeneratif olgularda geniş füzyon sahası nedeniyle de füzyondaki başarı oranı otogreffle %100'dür.

KAYNAKLAR

1. Apostolides PJ, Dickman CA, Gofinos JG, Papadopoulos SM, Sonntag VK: Threaded steinmann pin fusion of the craniovertebral junction. *Spine* 21:1630-1637, 1996
2. Bilsky MH, Shannon FJ, Sheppard S, Prabhu V, Boland PJ: Diagnosis and management of a metastatic tumor in the atlantoaxial spine. *Spine* 15:27(10):1062-1069, 2002
3. Brattstrom H, Granholm L: Atlanto-axial fusion in rheumatoid arthritis. A new method of fixation with wire and bone cement. *Acta Orthop Scand* 4:619628, 1976
4. Brockmeyer DL, York JE, Apfelbaum RI: Anatomical suitability of C1-2 transarticular screw placement in pediatric patients *J Neurosurg* 92(1 Suppl):7-11, 2000
5. Dai L, Yuan W, Ni B, Jia L: Os odontoideum: Etiology, diagnosis, and management *Surg Neurol* 53(2):106-108, 2000
6. Dickman CA, Ram D, Sonntag VK: Occipitocervical fusion: posterior stabilization of the craniovertebral junction and upper cervical spine. *BNI Q* 6:214, 1990
7. Ebraheim NA, Lu J, Biyani A, Brown JA, Yeasting RA: An anatomic study of the thickness of the occipital bone. Implications for occipitocervical instrumentation. *Spine* 21(15):1725-1729, 1996
8. Elia M, Mazzara JT, Fielding JW: Onlay technique for occipitocervical fusion. *Clin Orthop* 280:170-174, 1992
9. Fehlings MG, Errico T, Cooper P, Benjamin V, DiBartalo P: Occipitocervical fusion with a five-millimeter malleable rod and segmental fixation. *Neurosurgery* 32:1982-1998, 1993
10. Gonzalez LE, Crawford NR, Chamberlain RH, Perez Garza LE, Preul MC, Sonntag VK, Dickman CA: Craniovertebral junction fixation with transarticular screws: Biomechanical analysis of a novel technique. *J Neurosurg* 98(2 Suppl):202-209, 2003
11. Govender S, Vlok GJ, Fisher-Jeffes N, Du Preez CP: Traumatic dislocation of the atlanto-occipital joint. *J Bone Joint Surg Br* 85(6):875-878, 2003
12. Gregg S, Kortbeek JB, du Plessis S: Atlanto-occipital dislocation: A case study of survival with partial recovery and review of the literature *J Trauma* 58(1):168-171. Review, 2005
13. Griss P, Schuler P: Orth J: [A new plate for dorsal occipito-cervical fusion. Design, surgical technique, initial clinical results]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 132(5):399-404. Review 1994
14. Grob D, Dvorak J, Panjabi M, Antinnes JA: The role of plate and screw fixation in occipitocervical fusion in rheumatoid arthritis. *Spine* 19:2545-2551, 1994
15. Hafer TR, Yeung AW, Caruso SA, Merola AA, Shin T, Zipnick RI, Gorup JM, Bono C: Occipital screw pullout strength. A biomechanical investigation of occipital morphology. *Spine* 1;24(1):5-9, 1999
16. Heidecke V, Rainov NG, Burkert W: Occipito-cervical fusion with the cervical Cotrel-Dubousset rod system. *Acta Neurochir (Wien)* 140(9):969-976, Review, 1998

17. Itoh T, Tsuji H, Katoh Y, Yonezawa T, Kitagawa H: Occipito-cervical fusion reinforced by Luque's segmental spinal instrumentation for rheumatoid diseases. *Spine* 13:1234-1238, 1988
18. Kothe R, Rütther W, Schneider E, Linke B: Biomechanical analysis of transpedicular screw fixation in the subaxial cervical spine. *Spine* 1;29(17):1869-1875, 2004
19. Kotil K: Pathological fracture of the atlas secondary to plasmacytoma. *J Clin Neurosci* 14(5):492-494, 2007
20. Kotil K, Dalbayrak S, Alan S: Craniovertebral junction Pott's disease. *Br J Neurosurg* 18(1):49-55, 2004
21. Kotil K, Kalayci M, Bilge T: Management of cervicomedullary compression in patients with congenital and acquired osseous-ligamentous pathologies. *J Clin Neurosci* 14(6):540-549, 2007
22. Kotil K, Yavasca P, Bilge T: Postoperative massive macroglossia in Klippel-Feil syndrome after posterior occipitocervical fixation surgery in the sitting position. *J Spinal Disord Tech* 19(3):226-229, 2006
23. Lee SC, Chen JF, Lee ST: Complications of fixation to the occiput-anatomical and design implications. *Br J Neurosurg* 18(6):590-597. Review, 2004
24. Lehman RA Jr, Dmitriev AE, Helgeson MD, Sasso RC, Kuklo TR, Riew KD: Salvage of C2 pedicle and pars screws using the intralaminar technique: a biomechanical analysis *Spine* 20;33(9):960-965, 2008
25. Leslie K, Hui R, Kaye AH: Venous air embolism and the sitting position: A case series. *J Clin Neurosci* 13(4):419-422, 2006
26. Lowry DW, Pollack IF, Clyde B, Albright AL, Adelson PD: Upper cervical spine fusion in the pediatric population. *J Neurosurg* 87(5):671-676, 1997
27. Magerl F, Seeman PS: Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation, in Kehr P, Weidner A (eds): *Cervical Spine I*. Vienna: Springer-Verlag, 1987:322-327
28. Malcolm GP, Ransford AO, Crockard HA: Treatment of non-rheumatoid occipitocervical instability. Internal fixation with the Hartshill-Ransford loop. *J Bone Joint Surg Br* 76(3):357-366, 1994
29. Matsunaga S, Onishi T, Sakou T: Significance of occipitoaxial angle in subaxial lesion after occipitocervical fusion. *Spine* 15;26(2):161-165, 2001
30. McAfee PC, Cassidy JR, Davis RE, North RB, Ducker TB: Fusion of the occiput to the upper cervical spine. A review of 37 cases. *Spine* 16 (Suppl 10):490-494, 1991
31. Menezes AH, Graf CJ, Hibri N: Abnormalities of the cranio-vertebral junction with cervicomedullary compression. *Childs Brain* 7:15-30, 1980
32. Menezes AH, VanGilder JC, Graf CJ, McDonnell DE: Cranio-cervical abnormalities: A comprehensive approach. *J Neurosurgery* 53:444-455, 1985
33. Moskovich R, Crockard HA, Shott S, Ransford AO: Occipitocervical stabilization for myelopathy in patients with rheumatoid arthritis. Implications of not bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am* 82(3):349-365, 2000
34. Oda I, Abumi K, Sell LC, Haggerty CJ, Cunningham BW, McAfee PC: Biomechanical evaluation of five different occipito-atlanto-axial fixation techniques. *Spine* 15;24(22):2377-2378, 1999
35. Oda T, Fujiwara K, Yonenobu K, Azuma B, Ochi T: Natural course of cervical spine lesions in rheumatoid arthritis. *Spine* 15;20(10):1128-1135, 1995
36. Pait TG, Al-Mefty O, Boop FA, Arnautovic KI, Rahman S, Ceola W: Inside-outside technique for posterior occipitocervical spine instrumentation and stabilization: Preliminary results. *J Neurosurg* 90(1 Suppl):1-7, 1999
37. Porter JM, Pidgeon C, Cunningham AJ: The sitting position in neurosurgery: a critical appraisal. *Br J Anaesth* 82(1):117-128. Review, 1999
38. Puttlitz CM, Melcher RP, Kleinstueck FS, Harms J, Bradford DS, Lotz JC: Stability analysis of craniovertebral junction fixation techniques. *J Bone Joint Surg Am* 86-A(3):561-568, 2004
39. Riise T, Jacobsen BK, Gran JT: High mortality in patients with rheumatoid arthritis and atlantoaxial subluxation. *J Rheumatol* 28(11):2425-2429, 2001
40. Roberts DA, Doherty BJ, Heggenes MH: Quantitative anatomy of the occiput and the biomechanics of occipital screw fixation. *Spine* 15;23(10):1100-1107, 1998
41. Roy-Camille R, Mazel C, Saillant G: Treatment of cervical spine injuries by a posterior osteosynthesis plates and screws, in Kehr P, Weidner A (eds): *Cervical Spine I*. Vienna: Springer-Verlag, 1987
42. Shad A, Shariff SS, Teddy PJ, Cadoux-Hudson TA: Cranio-cervical fusion for rheumatoid arthritis: comparison of sublaminar wires and the lateral mass screw cranio-cervical fusion. *Br J Neurosurg*. 16(5):483-6, 2002
43. Tachibana S, Iida H, Yada K: Significance of positive Queckenstedt test in patients with syringomyelia associated with Arnold-Chiari malformations. *J Neurosurg* 76:67-71, 1992
44. Taggard DA, Menezes AH, Ryken TC: Treatment of Down syndrome-associated craniovertebral junction abnormalities. *J Neurosurg*. 93(2 Suppl):205-213, 2000
45. Vaccaro AR, Lim MR, Lee JY: Indications for surgery and stabilization techniques of the occipito-cervical junction. *Injury* 36 Suppl 2:44-53. Review. 42, 2005
46. Vale FL, Oliver M, Cahill DW: Rigid occipitocervical fusion. *J Neurosurg* 91(2 Suppl):144-150, 1999
47. Wang C, Yan M, Zhou HT, Wang SL, Dang GT: Open reduction of irreducible atlantoaxial dislocation by transoral anterior atlantoaxial release and posterior internal fixation. *Spine* 15;31(11):E306-313, 2006
48. Wertheim SB, Bohlman HH: Occipitocervical fusion. Indications, technique, and long-term results in thirteen patients. *J Bone Joint Surg (Am)* 69:833-836, 1987
49. Wolfla CE: Anatomical, biomechanical, and practical considerations in posterior occipitocervical instrumentation. *Spine J* (6 Suppl):225-232, 2006
50. Yin Q, Ai F, Zhang K, Chang Y, Xia H, Wu Z, Quan R, Mai X, Liu J: Irreducible anterior atlantoaxial dislocation: one-stage treatment with a transoral atlantoaxial reduction plate fixation and fusion. Report of 5 cases and review of the literature. *Spine* 1;30(13):E375-381, 2005
51. Yüksel KZ, Crawford NR, Melton MS, Dickman CA: Augmentation of occipitocervical contoured rod fixation with C1-C2 transarticular screws. *Spine J* 7(2):180-187, 2007
52. Zygmunt SC, Christensson D, Säveland H, Rydholm U, Alund M: Occipito-cervical fixation in rheumatoid arthritis—an analysis of surgical risk factors in 163 patients. *Acta Neurochir* 135:2531, 1995