



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**



**POSTERİOR ATLANTOOKSİPİTAL TRANSARTİKÜLER
KLİVAL VİDA TEKNİĞİ; ANATOMİK KADAVRA
ÇALIŞMASI**

Dr. Macit TERZİ

**BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayhan ATTAR**

**ANKARA
2024**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

POSTERİOR ATLANTOOKSİPİTAL TRANSARTİKÜLER
KLİVAL VİDA TEKNİĞİ; ANATOMİK KADAVRA
ÇALIŞMASI

Dr. Macit TERZİ

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ayhan ATTAR

ANKARA
2024

Ankara Üniversitesi

Tıp Fakültesi Dekanlığı'na,

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum "POSTERİOR ATLANTOOKSİPİTAL TRANSARTİKÜLER KLİVAL VİDA TEKNİĞİ; ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI" başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımda yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Ankara Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından, 21.03.2024 tarihinde, İ02-168-24 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: MACİT TERZİ

Tarih: 13.05.2024

İmza:

ÖZGÜNLÜK RAPORU

POSTERİOR ATLANTOOKSİPİTAL TRANSARTİKÜLER KLİVAL VİDA TEKNİĞİ; ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI

ORJİNALLİK RAPORU

%**3**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**2**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**2**

YAYINLAR

%**0**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ



KABUL ONAY SAYFASI

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı: Dr. Macit TERZİ	Sınav tarihi: 29/05 / 2024
Anabilim/Bilim Dalı: Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı	
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayhan ATTAR	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: POSTERİOR ATLANTOOKSİPİTAL TRANSARTİKÜLER KLİVAL VİDA TEKNİĞİ; ANATOMİK KADAVRA ÇALIŞMASI	
Tezin Niteliği: <input checked="" type="checkbox"/> Ana Dal Uzmanlık Tezi <input type="checkbox"/> Yan Dal Uzmanlık Tezi	
Kaçınıcı tez sınavı olduğu: <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin “Tıpta Uzmanlık Tezi” olarak <input checked="" type="checkbox"/> Kabulüne <input type="checkbox"/> Reddine <input type="checkbox"/> Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine <input checked="" type="checkbox"/> Oy birliği <input type="checkbox"/> Oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR	
<i>Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız.</i>	

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Y. Şükrü ÇAĞLAR
Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ayhan ATTAR
Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı

Jüri Üyesi

Doç. Dr. İhsan DOĞAN
Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı

ÖNSÖZ

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Kliniği A.B.D. Başkanı değerli hocam Prof. Dr. Yusuf Şükrü Çağlar'ın nezdinde uzmanlık eğitimim süresince bilgi, beceri, cerrahi deneyimleriyle yol gösteren hocalarıma ve meslektaşlarıma,

“Posterior Atlantooksipital Transartiküler Klival Vida Tekniği; Anatomik Kadavra Çalışması” adlı tezimi bitirmemde bana yardımcı olan, desteğini esirgemeyen sayın hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Ayhan Attar'a,

Tezimi hazırlarken emeklerini esirgemeyen, kadavra diseksiyonu yapmam için gerekli teknik alt yapıyı oluşturarak tezimi tamamlayabilme olanağını bana sunan değerli hocam Prof. Dr. Ayhan Cömert'e,

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili babam Mustafa Terzi'ye,

Sevgilerini her zaman kalbimde hissettiğim canım anneme ve kardeşlerime,

Fikirlerime kuvvet, ruhuma esenlik, hayat kavgamda muzaffer bir ümit olan sevgili eşim Büşra Terzi'ye,

Türk milletinin geleceğini; ilim ve irfanın rehberliğinde aklımın ışığıyla aydınlatacağına inandığım sevgili oğlum Mehmet Selim Terzi'ye,

Saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Özgünlük Raporu	iii
Kabul Onay Sayfası	iv
Önsöz	v
İçindekiler	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
Şekiller Dizini	ix
Tablolar Dizini	xi
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ VE AMAÇ	5
4. GENEL BİLGİLER	6
4.1. Kraniovertebral Bileşkenin Anatomisi	6
4.1.1. Oksipitoservikal Bölgenin Arka Kompartman Kaslarının Cerrahi Anatomisi	7
4.1.2. Vertebral Arter Anatomisi	9
4.1.3. Oksipital Kemik Anatomisi	9
4.1.3.1. Pars basilaris	10
4.1.3.2. Pars lateralis	10
4.1.3.3. Pars squamosa	10
4.1.4. Atlas (C1) anatomisi	11
4.1.5. Axis(C2) Anatomisi	13
4.1.6. Kraniovertebral Bileşkenin Eklem ve Bağları	14
4.1.7. Clivus'un Anatomisi	17
4.1.7.1. Klivus ve Komşuluğunda Yer Alan Önemli Kafa Tabanı Yapılarının Extrakranial Anatomisi	17
4.1.7.2. Klivus ve Komşuluğunda Yer Alan Önemli Kafa Tabanı Yapılarının İntrakranial Anatomisi	18
4.2. Kraniovertebral Bileşkenin Nöroradyolojisi	22
4.2.1. Kafa Tabanı ve Kraniovertebral Bileşke İndeksleri	23
4.3. Kraniovertebral Bileşkenin Biyomekaniği	26
4.3.1. CO-C1 Kompleksi	26
4.3.2. C1-C2 Kompleksi	27
4.4. Kraniovertebral Bileşkenin Travmatik Yaralanmaları	28

4.4.1. Atlantooksipital Dislokasyon	30
4.4.2. Oksipital Kondil Kırıkları	34
5. GEREÇ VE YÖNTEM	36
5.1. Kadavra ve Anatomik Diseksiyon	36
5.2. Anatomik Ölçümler	38
5.3. İstatiksel Analiz	43
5.4. BT Navigasyon Eşliğinde Vidaların Yerleştirilmesi	43
5.5. Skopi Eşliğinde Vida Gönderilmesinin Değerlendirilmesi	46
6. BULGULAR	50
7. TARTIŞMA	55
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
9. KAYNAKLAR	61



SİMGELER VE KISALTMALAR

AOD	: Atlanto-oksipital Dislokasyon
BAM	: Basion-axial mesafe
BDM	: Basio-dental mesafe
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
C0	: Oksipital kemik
C1	: Atlas
C2	: Axis
For.	: Foramen
HK	: Hypoglossal Kanal
JT.	: Juguler tüberkül
KVB	: Kraniovertebral Bileşke
Lig.	: Ligamentum
M.	: Musculus
MR	: Manyetik rezonans
NAV	: Navigasyon
OK	: Oksipital Kondil
OKK	: Oksipital Kondil Kırığı
Proc.	: Processus

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1:	Pars squama'nın iç yüzü.....	11
Şekil 2:	Atlas kemiğinin üstten görünüşü.....	12
Şekil 3:	Atlantoaksiyal eklem.....	13
Şekil 4:	Axis kemiğinin üstten görünüşü.....	14
Şekil 5:	Hypoglossal kanal ve oksipital kondilin intrakranial görüntüsü.....	20
Şekil 6:	Kafatabanının intrakranial görüntüsü.....	21
Şekil 7:	Radyolojik kriterler	25
Şekil 8:	Atlanto-oksipital eklem.....	26
Şekil 9:	Kraniovertebral bileşke cerrahisinde sıkça karşılaşılan anatomik yapıların kadavra üzerinde diseksiyonu	37
Şekil 10:	Kraniovertebral bileşke cerrahisinde karşılaşılan intrakranial anatomik yapıların kadavra üzerinde diseksiyonu	37
Şekil 11:	Oksipital kondil ekstrakranial görüntüsü	38
Şekil 12:	Oksipital kondil ekstrakranial görüntüsü	39
Şekil 13:	Oksipital kondil intrakranial görüntüsü.....	39
Şekil 14:	Oksipital kondil ekstrakranial görüntüsü	40
Şekil 15:	Hypoglossal kanal intrakranial görüntüsü.....	41
Şekil 16:	Hypoglossal kanal ekstrakranial görüntüsü.....	41
Şekil 17:	Hypoglossal kanal intrakranial görüntüsü.....	42
Şekil 18:	Hypoglossal kanal ekstrakranial görüntüsü.....	42
Şekil 19:	BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde giriş yerinin ve trajeksiyonunun belirlenmesi	43
Şekil 20:	BT navigasyon eşliğinde 1 cm uzunluğunda vidanın görüntüsü sagittal, axial, koronal ve üç boyutlu görüntüsü	44
Şekil 21:	BT navigasyon eşliğinde 2 cm uzunluğunda vidanın görüntüsü sagittal, axial, koronal ve üç boyutlu görüntüsü	44
Şekil 22:	BT navigasyon eşliğinde 3.5 cm uzunluğunda vidanın görüntüsü sagittal, axial, koronal ve üç boyutlu görüntüsü	45
Şekil 23:	BT navigasyon eşliğinde 4 cm uzunluğunda vidanın görüntüsü sagittal, axial, koronal ve üç boyutlu görüntüsü	45
Şekil 24:	Vida gönderilirken hypoglossal kanala yerleştirilen iğne ucunun skopide görüntüsü.....	46
Şekil 25:	Vida gönderildikten sonra trajeksiyonu ve for. magnum ile ilişkisini gösteren skopi görüntüsü.....	46
Şekil 25:	Atlantooksipital eklem kompleksi ve vida giriş noktası	47
Şekil 26:	Vidanın işlem sonrası baş eğim açısının ve sagittal açısının ölçülmesi	48

Şekil 27: Vidanın gönderilmesi sonrasında ince kesit BT’de axial kesitlerin görüntüsü.....	48
Şekil 28: Vidanın gönderilmesi sonrasında ince kesit BT’de sagittal kesitlerin görüntüsü.....	49



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1: Oksipitoservikal Bileşke Yaralanma Sınıflandırması	29
Tablo 2: Sağ ve sol oksipital kondil ilişkili ölçümlerin minimum, maximum ve ortalama değerleri verilmiştir.....	50
Tablo 3: Sağ ve sol oksipital kondil açı ölçümlerinin minimum, maximum ve ortalama değerleri verilmiştir.....	51
Tablo 4: Sağ hypoglossal kanal ilişkili ölçümlerin minimum, maximum ve ortalama değerleri verilmiştir.....	51
Tablo 5: Sol taraf hypoglossal kanal ilişkili ölçümlerin minimum, maximum ve ortalama değerleri verilmiştir.....	52
Tablo 6: Foramen magnum ilişkili ölçümlerin minimum, maximum ve ortalama değerleri verilmiştir.....	52
Tablo 7: Posterior yaklaşımla atlanto-kondiler transartiküler klivus vida tekniğinin cerrahi endikasyonları	56

1. ÖZET

Amaç: Kranioservikal bileşkede instabilite konjenital, travmatik, dejeneratif, romatolojik, neoplastik ve enfeksiyöz kaynaklı gelişebilir. Kraniovertebral bileşke oksipital kemik, atlas ve aksisi içeren stabilitesinin hayatı önem taşıdığı bir bölgedir. Kranioservikal bileşkede ortaya çıkan instabilite için anterior ve posterior yaklaşımla stabilitenin sağlandığı füzyon teknikleri geliştirilmiştir. Kranial stabilizasyon için çoğunlukla oksipital kemiğin squamöz bölümü tercih edilir. Hastada posterior fossa tümörü, chiari malformasyonu nedeniyle cerrahi operasyon öyküsü varsa veya geçirilmiş travmaya bağlı oksipital kemik kırıkları mevcutsa squamöz kemik stabilizasyon için iyi bir tercih olmayacaktır. İkinci bir seçenek oksipital kemiğin oksipital kondil bölümüdür. Çalışmamızda oksipital kemiğin klivus parçası da tutunma bölgesi olarak tercih edilerek vidanın tutunma alanı genişletilmiş ve vidanın tutunma gücü artırılmıştır.

Tez çalışmamızda kraniovertebral bileşkenin posterior yaklaşımla atlantookspital transartiküler klivus vida tekniğini kadavra çalışmasıyla uygulanabilirliğini ve güvenilirliği araştırılmıştır. Bu bölgenin anatomisinin anlaşılması cerrahi tekniklerin anlaşılması ve uygulanması açısından önemlidir.

Gereç ve Yöntem: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Anatomi Laboratuvarında yer alan 21 kranioservikal bölgeyi içeren kuru kemik üzerinde morfometrik çalışmalar yapıldıktan sonra kraniovertebral bileşkeye yönelik anatomik çalışma, geçirilmiş cerrahi veya travma öyküsü bulunmayan fikse edilmiş kadavra spesmeni kullanılarak BT navigasyon eşliğinde posterior atlantookspital transartiküler klivus vidası tekniği uygulanmıştır. Tüm ölçüm ve incelemeler bu tomografisi çekilen kadavrada da yapılmıştır.

Bulgular: Vida uzunluğunun değerlendirilmesi için sağ ve sol taraf hypoglossal kanal ve oksipital kondil arasındaki mesafeler ölçülmüş. Oksipital kondil arka kenarına ulaşan vidanın ortalama 10,51 mm sonra Hypoglossal hızasına ulaşacağı görülmüştür. Hypoglossal kanalın çapı 5,07 mm ve ekstrakranial çapı 5.48 mm olarak hesaplanmıştır. Hypoglossal sinirin intrakranyalden ekstrakraniale anterolateral olarak, sagittal düzlemde 10,04 mm uzunlukta 41,82 derece açıyla ileten hipoglossal kanal içerisinde yer alır. HK geçildikten sonra OK ön kenarına ortalama 11,28 mm sonra ulaşılır. Oksipital kondil geçildikten sonra vida klivusa doğru ilerletilir. Hypoglossal kanal ile klivus arasında 13,81 mm mesafe vardır.

Sonuç: Posterior yaklaşımla atlantooksipital transartiküler klivus vida tekniğinin anlaşılabilmesi için gerekli olan anatomik yapılar teker teker incelenmiş ve morfometrik çalışmaları ile birlikte bu vida tekniğinin cerrahi olarak uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Atlanto-oksipital dislokasyon, Kraniovertebral bileşke, Kraniovertebral instabilite, Oksipital kondil kırıkları, Oksipitoservikal stabilizasyon



2. ABSTRACT

Aim: Craniocervical junction instability may develop from congenital, traumatic, degenerative, rheumatological, neoplastic and infectious sources. The craniovertebral junction is a region in which the stability of the occipital bone, atlas and axis are of vital importance. For instability at the craniocervical junction, fusion techniques have been developed to provide stability through anterior and posterior approaches. The squamous part of the occipital bone is generally preferred for cranial stabilization. If the patient has a history of surgery for a posterior fossa tumor, Chiari malformation, or occipital bone fracture due to previous trauma, squamous bone will not be a good choice for stabilization. The second option is to use the condyle of the occipital bone. In our study, the clivus part of the occipital bone was preferred as the attachment area, thus widening the holding area of the screw and increasing its holding power.

In this cadaveric study, it was investigated the feasibility and reliability of the atlanto-occipital transarticular clivus screw technique with a posterior approach to the craniovertebral junction. Understanding the anatomy of this region is important for understanding and applying appropriate surgical techniques.

Materials and Methods: After morphometric studies were carried out on dry bone containing 21 craniocervical regions in the Anatomy Laboratory of the Ankara University School of Medicine, Department of Anatomy, an anatomical study of the craniovertebral junction was performed using fixed cadaver specimens with no history of previous surgery or trauma, and by using CT navigation-guided posterior atlanto-occipital transarticular clivus. The screw technique was applied to the cadaver specimen and parameters evaluated were evaluated and measure on CT.

Results: To evaluate screw length, the distances between the right and left hypoglossal canal and occipital condyle were measured. It was observed that the screw reaching the posterior edge of the occipital condyle reached hypoglossal canal speed after an average of 10.51 mm. The hypoglossal canal diameter of the intracranial canal was calculated as 5.07 mm and the extracranial diameter was 5.48 mm. Hypoglossal nerve is located in the hypoglossal canal, which transmits from intracranial to extracranial anterolaterally, with a length of 10.04 mm and an angle of 41.82° in the sagittal plane. After passing hypoglossal canal, the anterior edge of occipital condyle was reached after an average of 11.28 mm. After passing through the

occipital condyle, the screw was advanced towards the clivus. There is a distance of 13.81 mm between the hypoglossal canal and the clivus.

Conclusion: The anatomical structures necessary to understand the atlanto-occipital transarticular clivus screw technique with the posterior approach were examined individually, and morphometric studies showed that this screw technique was surgically applicable.

Key Words: Atlanto-occipital dislocation, Craniovertebral instability, Craniovertebral junction, Occipital condyle fractures, Occipitocervical stabilization



3. GİRİŞ VE AMAÇ

Kraniovertebral bileşkede instabilite konjenital, travmatik, dejeneratif, romatolojik, neoplastik ve enfeksiyöz kaynaklı gelişebilir. Kraniovertebral bileşke oksipital kemik, atlas ve axisi içeren stabilitesinin hayatı önem taşıdığı bir bölgedir. Kraniovertebral bileşkede ortaya çıkan instabilite için anterior ve posterior yaklaşımla stabilitenin sağlandığı füzyon teknikleri geliştirilmiştir.

Kranial stabilizasyon için çoğunlukla oksipital kemiğin squamöz bölümü tercih edilir. Hastada posterior fossa tümörü, chiari malformasyonu nedeniyle cerrahi operasyon öyküsü varsa veya geçirilmiş travmaya bağlı oksipital kemik kırıkları mevcutsa squamöz kemik stabilizasyon için iyi bir tercih olmayacaktır. İkinci bir seçenek oksipital kemiğin oksipital kondil bölümüdür. Çalışmamızda oksipital kemiğin klivus parçası da tutunma bölgesi olarak tercih edilerek vidanın tutunma alanı genişletilmiş ve vidanın tutunma gücü artırılmıştır.

Tez çalışmamızda kraniovertebral bileşkenin posterior yaklaşımla atlantookspital transartiküler klivus vida tekniğini kadavra çalışmasıyla uygulanabilirliğini ve güvenilirliğini araştıracağız. Bu bölgenin anatomisinin anlaşılması cerrahi tekniklerin anlaşılması ve uygulanması açısından önemlidir.

Posterior yaklaşımla atlantookspital transartiküler klivus vida tekniğinin anlaşılabilmesi için gerekli olan anatomik yapılar teker teker incelenmesi amaçlanmış ve morfometrik çalışmaları ile birlikte bu vida tekniğinin cerrahi olarak uygulanabilir olup olmadığı çalışılmıştır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Kraniovertebral Bileşkenin Anatomisi

Kraniovertebral bileşkedeki (KVB) ameliyatlarda başarılı bir şekilde tamamlanması için anatominin üç boyutlu olarak anlaşılması çok önemlidir. Kraniovertebral bileşkeyi oluşturan oksipital kemik (C0) ve atipik servikal omurlar olan atlas(C1), axis(C2) anatomisi cerrahların özel ilgisini çekmektedir. Kraniovertebral bileşke omurga ekseninin en hareketli kısmını oluşturur (1). Üst omuriliği, medullayı ve iki taraflı vertebral arterleri çok sayıda bağ ve membran ile birlikte korumaktadır.

KVB'nin travmatik yaralanmaları asemptomatik oksipital kondil kırığından yüksek morbidite ve mortalite ile ilişkili atlantookspital dislokasyona (AOD) kadar çeşitlilik gösterir. Bu yaralanma tiplerinin komşuluğu nedeniyle axis anatomisi ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Kranioservikal bileşke patolojilerinin tedavisi için beyin cerrahları tarafından uygulanan endoskopik transoral ve transnazal cerrahi, lateral mass vidası, C1-C2 transartiküler vida fiksasyonu, oksipitoservikal füzyon ve foramen magnum lezyonlarına cerrahi yaklaşımların başarıyla gerçekleştirilebilmesi için C0-1-2 anatomisi ve vertebral arter ilişkisinin detaylı öğrenilmesini gerektirmektedir. Boynun arkasından yüzeyden derine doğru ilerlenerek anatomik yapılar tanımlanmıştır.

KVB'nin benzersiz karmaşık anatomisi nedeniyle beyin cerrahları tarafından tam olarak anlaşılması çok önemlidir. KVB'de çok sayıda morfometrik ve anatomik çalışma ameliyat sırasında başarılı cerrahi sonuçlara ulaşmak için rehberlik etmesi için kullanılmaktadır. Posterior atlantookspital transartiküler klival vida tekniğinin anlaşılması için kraniovertebral bileşkenin anatomisi, radyolojisi ve biyomekaniği ile ilgili genel bilgilere yer verilmiştir.

4.1.1. Oksipitoservikal Bölgenin Arka Kompartman Kaslarının Cerrahi Anatomisi

Posterior kraniovertebral bileşke yaklaşımları esnasında çeşitli kas katmanları boyunca diseksiyon yapılması gerekir. Boynun arka kompartman kasları yüzeysel, orta ve derin olmak üzere üç katmana ayrılabilir. Yüzeysel tabaka esas olarak musculus (m) m. trapezius tarafından oluşturulur (2). Orta tabakayı medialde m. semispinalis capitis, lateralde m. splenius capitis oluşturur. Boyun arka bölgesinde derin kas tabakasını m. rectus capitis posterior major ve minör, m. obliquus capitis superior ve m. erektör spinae kasının servikal bileşenleri oluşturur.

İlk yüzeysel kas tabakasını m. trapezius oluşturur. M. trapezius, protuberentia occipitalis externa, ligamentum nuchae, C7-T12 vertebralarının spinöz prosesleri ve lig. supraspinale'den başlayarak geniş bir alanı kaplayan üçgen şeklinde üç farklı bölgeye tutunan bir kastır. Üst bölüm lifler klavikulanın dış üçte birlik kısmına, orta lifler akromion ve skapulanın üst kenarına, alt lifler spina skapula'nın dış kısmına yapışır. Omuz sabit durduğunda tek taraflı kasılırsa boyuna ekstansiyon, başa lateral fleksiyon hareketini yaptırır. İki taraflı kasılırsa başı arkaya doğru çeker. M. trapezius spinal aksesuar sinir tarafından innerve edilir. Derinde m. levator scapula ilk dört servikal omurun transvers process kaynaklanır. Kas, skapulanın medial kenarına yapışır. Skapula sabit kaldığında tek taraflı kasılmasında boynu kendi tarafına çeker ve aynı tarafa rotasyon yaptırır. İki taraflı kasılırsa başa ekstansiyon yaptırır. M. levator scapula genellikle üçüncü, dördüncü ve beşinci servikal sinirlerin ön dallarının yanı sıra n. dorsalis scapulae tarafından innerve edilir.

Orta katmanda m. splenius capitis, ligamentum nuchae'nin alt yarısı ve yedinci servikal ve üst torasik omurların spinal çıkıntılarından kaynaklanır. Ligamentum (lig.) nuchae, iki tarafın kasları arasındaki orta çizgi olan güçlü lifli bir maddedir. Yedinci servikal omurun omurgasından protuberentia occipitalis externa'ya kadar lig. supraspinale ve lig. interspinale'nin devamı olarak kabul edilir. M. splenius lifleri rostral olarak uzanır ve proc. mastoideus'un alt kısmı ile linea nuchae superior'un dış kısmına yakın yerde sonlanır. Tek taraflı kasıldığında başı aynı tarafa çeker ve rotasyon yaptırır. Çift taraflı kasıldığında baş ve boynu arka tarafa çeker. Sinir innervasyonu servikal spinal sinirlerin arka dallarıdır. M. semispinalis capitis 6. ve 7. göğüs omurlarının transvers uçlarından başlayarak linea nuchalis superior ve inferior arasındaki oksipital kemikte sonlanır.

Derin ense kaslarından biri olan *m. rectus capitis posterior major* C2'nin spinal çıkıntısından başlayarak *linea nuchalis inferior*'un dış yarısında oksipital kemiğe tutunur. *M. rectus capitis posterior minor* C1'in posterior arkusundaki *tuberculum posterius*'tan başlayarak *linea nuchalis inferior*'un iç yarısında oksipital kemiğe tutunur. *M. obliquus capitis superior* C1'in transvers çıkıntısından başlayarak *linea nuchalis superior* ve *inferior* arasındaki oksipital kemikte sonlanır. *M. obliquus capitis inferior*, C2'nin spinal çıkıntısından başlayarak C1'in transvers çıkıntısında sonlanır. Derin ense kasları *n. suboccipitalis* tarafından innerve edilir.

Oksipito-atlantal alanı kaplayan derin kas tabakası suboksipital üçgeni oluşturur. İç tarafta *m. rectus capitis posterior major*, aşağı ve dış tarafta *m. obliquus capitis inferior* ve yukarı dış tarafta *m. obliquus capitis superior* ile birlikte suboksipital üçgeni oluşturur. Bu alanın tabanında atlas'in *arcus posterior*'u bulunur. Bu üçgen sahada vertebral arterin V3 segmenti ve *n. suboccipitalis* bulunur.

M. erector spinae üç ana sütundan yandan orta hatta doğru *m. iliocostalis*, *m. longissimus* ve *m. spinalis* kas gruplarından oluşur. Spinal çıkıntı ve transvers çıkıntı arasındaki alanı dolduran bu kas grubu boyunda *fascia nuchae* ile örtülüdür. *M. iliocostalis cervicis* 3-6. *angulus costae*'lerden başlayarak 4-6. servikal omurların transvers çıkıntılarına tutunur. *M. longissimus capitis* üst dört torasik omurun transvers çıkıntısından doğar ve *proc. mastoideus*'un arka kısmına yapışır. *M. longissimus cervicis* üst 4-5. göğüs omurunun transvers çıkıntısından başlar ve 2-6. servikal omurların transvers çıkıntılarına yapışır. *M. spinalis capitis* alt servikal omurların spinal çıkıntılarında başlayarak *m. semispinalis capitis* ile birlikte *linea nuchalis superior* ve *inferior* arasındaki oksipital kemikte sonlanır. *M. spinalis cervicis* 7. servikal omurun spinal çıkıntısından C1'in *tuberculum posterius*'unda sonlanır. *M. erector spinae* kas grubu spinal sinirlerin arka dalları tarafından innerve edilir.

Bir kadavra çalışmasında, subatlantik üçgenin (inferolateralde *m. levator scapula* ve *m. splenius cervicis*, medialde *m. longissimus capitis* ve superiorde *m. oblique capitis inferior*) kullanılmasının atlantoaksiyel bölgede vertebral arteri açığa çıkarmak için rehber olabileceği önerisinde bulunuldu (3).

4.1.2. Vertebral Arter Anatomisi

Vertebral arterin anatomisinin cerrahlar tarafından iyice anlaşılması arterin yaralanması durumunda ortaya çıkacak ciddi sonuçların önüne geçecektir. A. subclavia'nın ilk dalı olarak boynun derininde altıncı servikal vertebranın transvers çıkıntısından geçerek kafa tabanına doğru ilerler. Arter servikal omurların transvers çıkıntılarında yer alan foramina transversaria boyunca dikey olarak yükselir. Transvers çıkıntıların arasında intertransvers kasların medialinde ve servikal sinirlerin ventral dallarının önünde yer alır. Axis'e girdikten sonra foramen transversarium'dan çıktıktan sonra C2'nin superior artiküler fasetinin altından laterale döner ve diğerlerine göre daha dışarda yer alan C1'in foramen transversarium'una girer.

Arter daha sonra atlasın rostral yüzeyinde rectus capitis lateralis kası ile atlasın superior articular procesi arasında ortaya çıkar. Burada birinci servikal sinirin ventral dalıyla birlikte uzanır ve superior articular procesin lateral ve dorsal yönleri etrafında yatay olarak kıvrılır. C1'in massa lateralis'i etrafında dönerek arcus posterior üzerinde yer alan sulcus a. vertebralis'te seyrederek foramen (for.) magnum'a doğru ilerler.

C1'in superior artiküler prosesi ile posterior arkus'unun üst kenarının posterolateral kısmı arasında ponticulus posticus olarak adlandırılan membrana atlantooccipitalis'in kalsifikasyonu ile oluşan kemik köprü bulunabilir (4). Arter daha sonra dura ile araknoid mater'i deler ve for. magnumdan kranyal boşluğa girer. Karşı taraf vertebral arterle bulbus'un ön yüzünde orta hatta birleşerek baziler arteri oluşturur.

4.1.3. Oksipital Kemik Anatomisi

Oksipital kemiğin 4 parçası for. Magnum'un (FM) sınırlarını belirler. Oksipital kemik (C0) pars basilaris (klival), pars squamosa ve bu iki bölümü for. magnum'un anterolateral kenarından birleştiren iki adet pars condylaris denilen bölümlerden oluşur.

FM'nun en ön orta hat noktası bazion, en arka orta noktası ise opisthion olarak adlandırılır. Bu karmaşık ve dar koridorlarda güvenli cerrahi operasyonlar gerçekleştirilmesine yardımcı olmak için FM ve çevresindeki alanların morfometrik anatomik çalışmaları yapılmıştır. FM, $34,7 \pm 2,5$ mm (min: 29,5, max: 43,5 mm) sagittal çapıyla hafif oval şekillidir (5). FM'nin ortalama enine çapı 27,9 mm'dir (min: 23, max: 32 mm) (6). FM'nin %46 ila %58'i oval ve %10'luk oranlarda asimetriktir(6,7). Foramen magnum oval şekillidir. Oval yapıda olan oksipital kondillerin anteromedial bir ekseni vardır.

4.1.3.1. Pars basilaris

Klivus olarak da adlandırılan baziler kısım, foramen magnum'dan sfenoid kemiğe öne ve yukarıya doğru uzanan kalın bir kemik plakasıdır (Şekil 1). Klivus her iki tarafta da temporal kemiğin petrous kısmından petro-okspital fissür ile ayrılır. Yan kenarında temporal kemik ve pars basilaris arasında bulunan sulcus sinus petrosus inferior denilen oluğun içinde sinus petrosus inferior bulunur. Alt yüzeyde farenks rafesine bağlanmayı sağlayan tuberculum pharyngeum adı verilen küçük bir yükselti vardır.

4.1.3.2. Pars lateralis

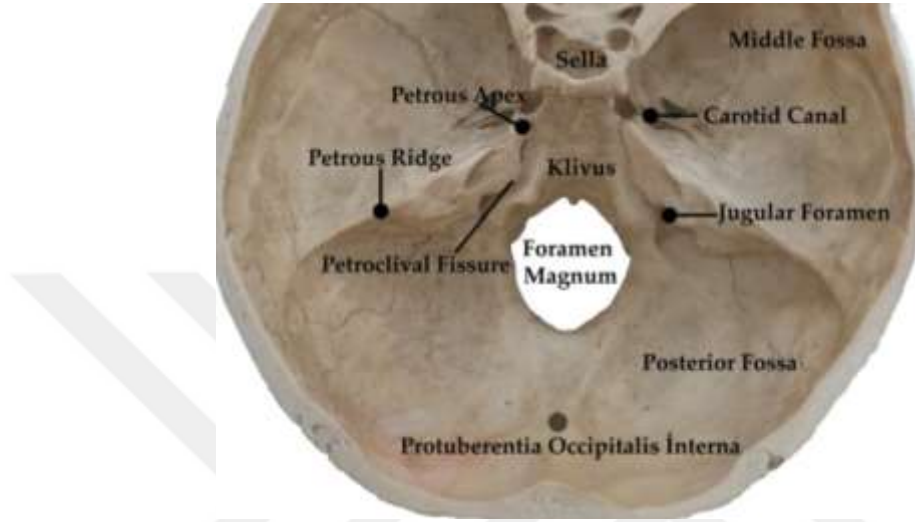
For. magnum her iki yanında condylus occipitalis denilen oval eklem yüzeyini barındıran yapıdır. Oval biçimli, konveks ve atlasla eklem oluşturan bir yapıdır. Eklem yüzü dışa aşağıya bakan kondillerin ön uçları birbirine daha yakındır. Okspital kondillerin (OK) arkasında fossa condylaris denilen içinde canalis condylaris denilen deliği barındıran çukur bulunur. Bunlar posterior kondiler emisser veni sigmoid sinüse bağlayan kanallardır. N. hypoglossus'u intrakranyalden ekstrakraniale anterolateral olarak hipoglossal kanal içerisinde yer alır. Hypoglossal kanalı (HK) bir köprü gibi örten tuberculum jugulare arka kısmında sulcus sinus sigmoidei denilen yapıya açılır. Tuberculum jugulare (TJ), okspital kemiğin baziler ve kondiler kısımlarının birleştiği yerde OK ve HK'in anterosuperiorunda yer alır.

OK'in en yaygın olarak tip 1 olarak bilinen oval şekilde olduğu bilinmesine rağmen, diğer olası şekiller arasında böbrek, S, sekiz şekli, üçgen, halka, iki parçalı ve deforme profiller bulunur (5). Bu morfometrik parametrelerin önemli klinik etkileri vardır. Okspital kondilin şekli bu bölgeye uygulanacak cerrahi yaklaşımlarda kondilektominin sınırlarını etkileyebilir. OK'in uzunluğu kısa (kondil uzunluğu <20 mm, %8,6), orta (23 ± 3 mm, %77,2) veya uzun (>26 mm, %14,1) olarak sınıflandırılabilir (5). Tüm bu morfometrik analizlerde, kondil uzunluğu ile baş çevresi veya FM çapı arasında herhangi bir korelasyonun olmadığı gösterilmiştir.

4.1.3.3. Pars squamosa

Dış yüzü konveks iç yüzü konkav yassı geniş bir yapıdadır. Sutura lambdoidea ile parietal kemiğe kaynaşır. Pars mastoidea ile sutura occipitomastoidea'yı oluşturur. Dış yüzünde linea nuchalis superior denilen yatay çizgi bulunur. Bu çizginin üstü planum occipitale, altında kalan pürtüklü sahaya planum nuchale denilir. Dış yüzde bulunan planum nuchale'yi ikiye ayıran

dikey kenara crista occipitalis externa denir. Bu kenarın orta kısmında yana doğru uzanan çizgiye linea nuchalis inferior denilir. Crista occipitalis externa üzerinde oluşan çıkıntıya protuberentia oksipitalis externa denilir. Pars squama'nın iç yüzünde haç şeklinde eminentia cruciformis denilen kabartı bulunur. Bu kabartı iç yüzü 4 çukura ayırarak oksipital lob ve beyincik için alan oluşturur. Protuberentia oksipitalis interna bu alanda bulunan haç şeklini sağlayan çıkıntıdır (Şekil 1).

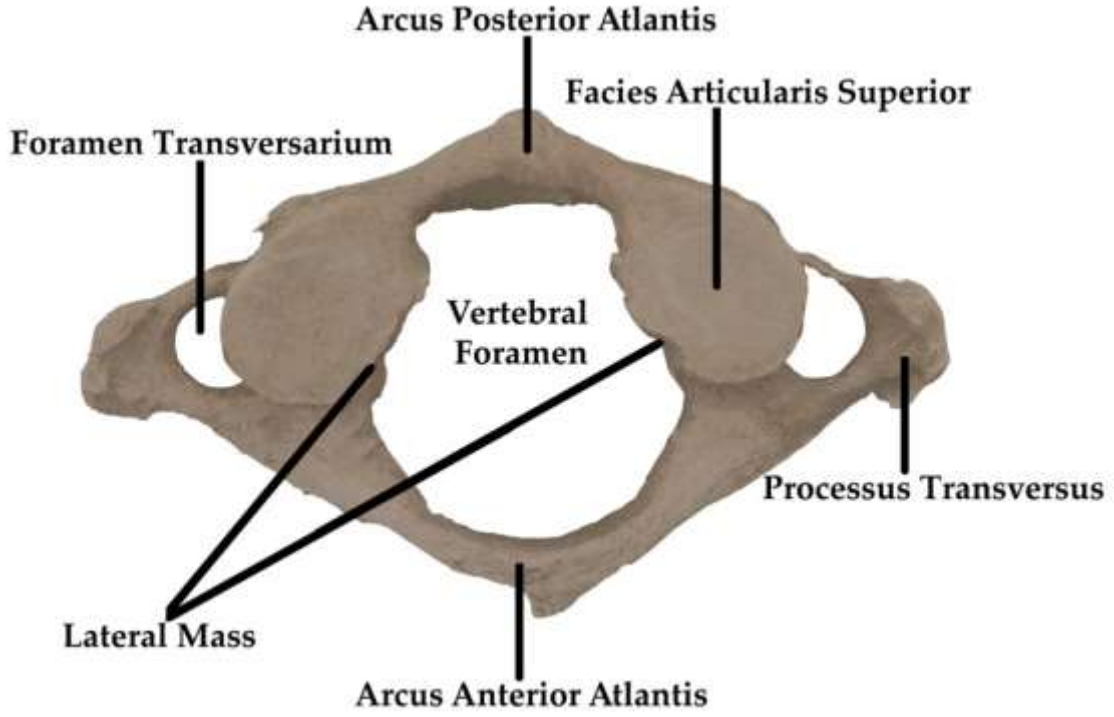


Şekil 1: Pars squama'nın iç yüzü

Eminentia cruciformis denilen çıkıntı iç yüzü 4 çukura ayırarak oksipital lob ve beyincik için alan oluşturur. Protuberentia occipitalis interna bu alanda bulunan haç şeklini sağlayan çıkıntıdır. Clivus olarak da adlandırılan baziler kısım, foramen magnum'dan sfenoid kemiğe öne ve yukarıya doğru uzanan kalın bir kemik plakasıdır

4.1.4. Atlas (C1) anatomisi

Yunan mitolojisine göre Zeus, Olimposlulara karşı verdiği savaşı kaybettiği için Titan savaçısı Atlas'ı dünyayı taşımaya mahkûm etmiştir. Bu nedenle kafatasını tutan ilk boyun omuru onun adını taşır. İlk omur olan atlas diğer omurlardan oldukça farklıdır. Proc. spinosus ve corpus vertebra bulunmayışı ile diğer vertebralardan ayrılır. Atlas, kısa bir ön kemer ve daha uzun bir arka kemerle bağlanan yan kitleden oluşur. Atlas'in eklem çıkıntılarının bulunduğu yan kitleye massa lateralis atlantis denilir. Oksipital kemik ile eklem oluşturduğu üst yüzü facies articularis superior adını alır (Şekil 2). Condylus occipitalis bu yüzeye eklemleşir. Her bir massa lateralis'in üst yüzeyi, dışbükey CO'nin bu kavisli yüzeyine rahatça oturmasını sağlamak için içbükeydir. Facies articularis superior'un iç tarafında bulunan çıkıntılara lig. transversum atlantis tutunur. Bu bağ dens axis ile omurilik arasında yer alır. Alt eklem yüzü facies articularis inferior olarak isimlendirilir.

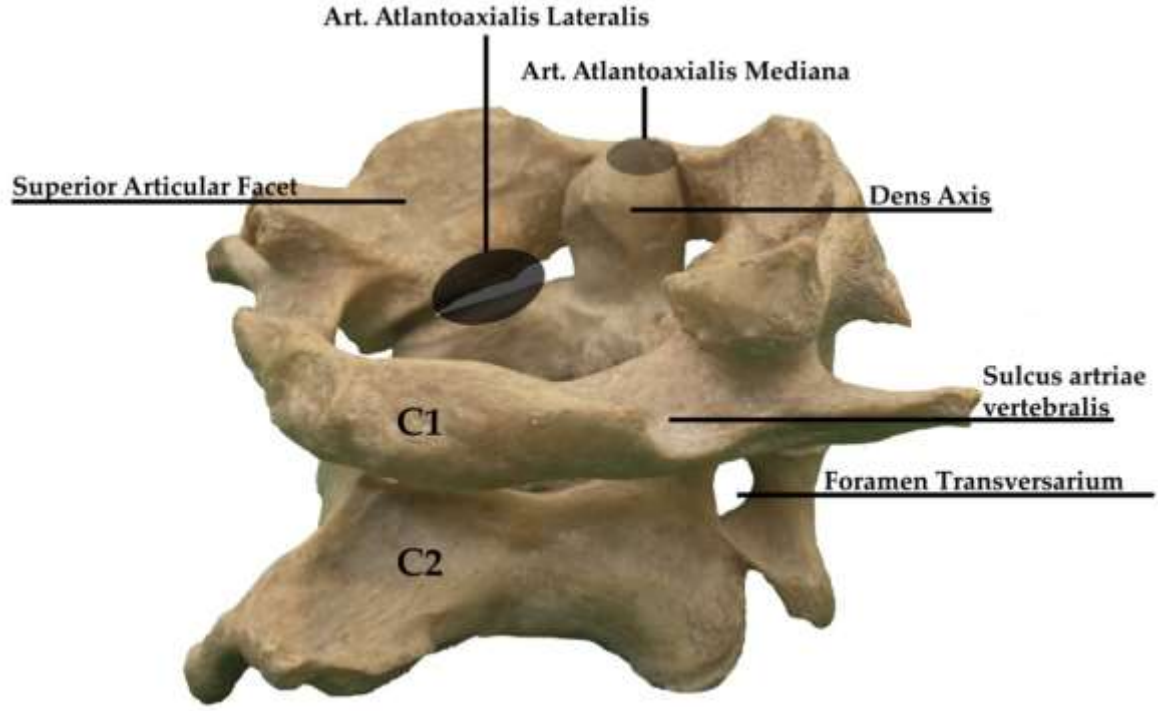


Şekil 2: Atlas kemiğinin üstten görünüşü

Oksipital kemik ile eklem oluşturduğu üst yüzü facies articularis superior adını alır ve condylus occipitalis bu yüzeye eklenir. Her iki massa lateralis ön tarafta birleştiren kemere arcus anterior atlantis, arka tarafta birleştiren kemere arcus posterior atlantis denilir. C1'in for. transversarium'una giren vertebral arter, C1 lateral mass üzerindeki sulcus arteriosus vertebralis üzerinden seyrederek posterior atlantooccipital membranı delerek foramen magnum'a girer.

Her iki massa lateralis ön tarafta birleştiren kemere arcus anterior atlantis, arka tarafta birleştiren kemere arcus posterior atlantis denilir. Arcus anterior atlantis'in hemen arkasında, yukarı doğru çıkıntı yapan odontoid process bulunur. Arcus anterior atlantis'in arka yüzünde fovea dentis denilen eklem yüzü dens axis ile eklem yapar. Odontoid process'in arkasından, her bir lateral mass'in iç kenarındaki küçük kemik tüberkülüne bağlanan lig. transversum atlantis geçer. Atlantoaksiyal eklem iki lateral atlantoaksiyal eklem, atlasın anterior arkusu ile odontoid process arasındaki median atlantoaksiyel eklem ve odontoidin arka yüzeyi ile transvers ligaman arasındaki eklem olmak üzere dört eklem alanından oluşur (Şekil 3). Arcus anterior atlantis'in ön yüzünde tuberculum anterius denilen çıkıntı bulunur. Arcus posterior atlantis'in arka kısmında tuberculum posterius, spinal process'in rudimenter kalıntısı olarak yer alır.

Facies articularis posteriorun arka yüzünde arcus posterior atlantis üzerinde sulcus arteria vertebralis adı verilen arteria vertebralis'in geçtiği oluk bulunur (Şekil 3). Canalis arteria vertebralis diye adlandırılan oluğun kanal şeklinde görüldüğü varyasyonları da mevcuttur.

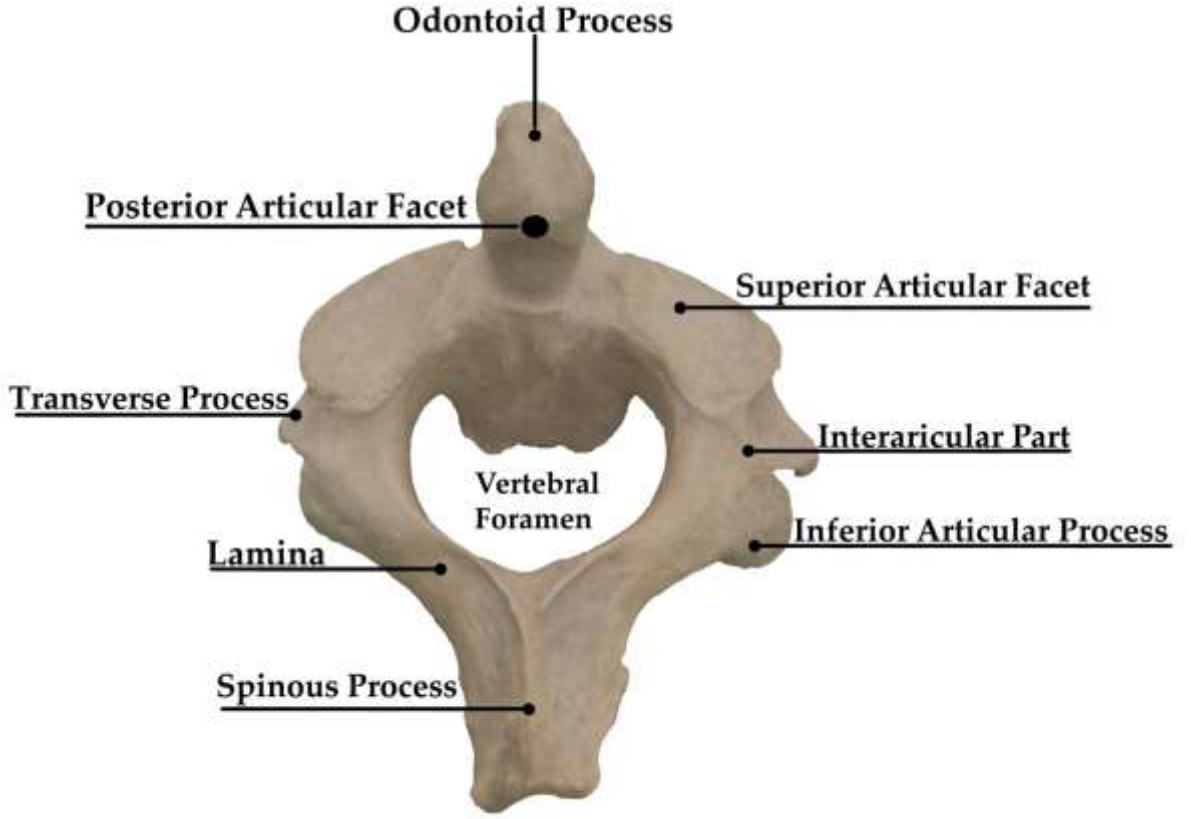


Şekil 3: Atlantoaksiyal eklem

İki lateral atlantoaksiyal eklem, atlas'ın anterior arkusu ile odontoid process arasındaki median atlantoaksiyel eklem ve odontoidin arka yüzeyi ile transvers ligaman arasındaki eklem olmak üzere dört eklem alanından oluşur. C1'in transvers foramenine giren vertebral arter, C1 lateral mass üzerindeki sulcus arteria vertebralis üzerinden seyreder.

4.1.5. Axis(C2) Anatomisi

Epistropheus olarak da adlandırılan ikinci servikal omur olan axis, konfigürasyonundan dolayı bu ismi almıştır. Atlas için başın dönmesine izin veren bir pivot görevi görmektedir. C2 gövdesinden yukarı doğru odontoid process denilen çıkıntıyı yaparak en belirgin özelliğini gösterir (Şekil 2). Odontoid process'in ön yüzeyinde, C1'in arcus anterior atlantis'in arka tarafı ile eklemlenen facies articularis anterior bulunur. Odontoid process'in arka yüzeyinde yer alan facies articularis posterior transvers ligaman ile konumunu stabilize etmek için eklem yapar. Odontoid process ayrıca apekten basiona kadar olan apikal ligaman ve odontoidin dorsal yüzeyinden FM'ye kadar olan alar ligamanlarla daha da stabil hale getirilir.



Şekil 4: Axis kemiğinin üstten görünüşü

C2 gövdesinden yukarı doğru odontoid process denilen çıkıntı görülmektedir. Odontoid process'in arka yüzeyinde yer alan posterior articular facet transvers ligaman ile konumunu stabilize etmek için eklem yapar.

4.1.6. Kraniovertebral Bileşkenin Eklem ve Bağları

KVB anatomik unsurları ve bunların birbirleriyle olan etkileşimleri açısından benzersiz bir yapıya sahiptir. KVB sinovyal eklemler, kaslar, bağlar ve membranlarla birlikte oksipital kemik, atlas ve axis omurlarını içeren tek bir birim olarak hareket etmesine ve işlev görmesine olanak tanıyan karakteristik bir oluşumdur. Birinci servikal omur iki yanında lateral mass bulunan bir kemik halkasıdır (Şekil 2). Lateral kitleler rostral olarak oksipital kondillerle ve kaudal olarak ikinci servikal vertebranın süperior artikuler faset ile eklemlenir.

Atlanto-oksipital eklem, konkav eklem yüzünü facies artikularis süperior, konveks eklem yüzünü condylus occipitalis oluşturduğu bir eklemdir. Atlanto-oksipital eklem fleksiyona, ekstansiyona ve sınırlı rotasyona izin verir. Anterior atlanto-oksipital membran, for. magnum ön kenarı ile arcus anterior atlantis arasında başın hiperekstansiyonunu önler. Bu membranın ön yüzünde üstte tuberculum pharyngeum ile altta arcus anterior üzerinde bulunan tuberculum

anterius arasında uzanan lig. longitudinale anterius olarak devam eden ligamentum atlanto-oksipitalis anterior bağı bulunur. Posterior atlanto-oksipital membran, for. magnum arka kenarı ile arcus posterior atlantis arasında uzanan bağıdır. Bu bağı eklem kapsülü ile birleştiği yerde sulcus arteria vertebralis oluşur. Bu delikten vertebral arter kafatasına girer, n. suboccipitalis kafatasını terkeder. Ligamentum atlanto-occipitalis laterale, Os occipitale'nin processus (proc.) jugularis'i ile atlas'ın proc. transversus'u arasında eklem kapsülünün dış kısımlarında bulunan liflerdir.

KVB'nin bağ bileşenleri, dış ve iç olmak üzere iki tipte sınıflandırılabilir. Axis ile atlas arasında yer alan ligamentum flavum ve external occipital protuberance ile atlasın arka kemerine ve üst servikal spinöz process'e kadar uzanan ligaman nuchae dış bağlar olarak görülür. İç bağlar tektoryal membranı oluşturan aksesuar atlantoaksiyal, cruciate ve odontoid bağlar ve atlantooksipital membranlardan oluşur. İç tabakayı oluşturan bağların tümü duranın önünde yer alır ve KVB'yi oluşturan kemik yapılarla ek destek sağlar. Bu bağlar karmaşık harekete izin verirken aynı zamanda bölgeye stabilite sağlarlar.

Ligamentum cruciforme atlantis, adından da anlaşılacağı gibi, odontoidin arkasında hem dikey hem de enine bantlarla çapraz oluşturan bağlardır. Lig transversum atlantis enine kısmını oluşturur. C1'in her iki taraf lateral mass'lerinin orta kısmını birleştirerek C1-2 eklemlerinin aksel rotasyonunu sağlar. Bu kısım odontoid çıkıntısının arkaya doğru kaymasını engeller. Fasciculi longitudinales denilen lifler, tektoryal membranın rostralinde ve apikal ligamanın kaudalinde C2 gövdesini foramen magnumun ön kenarına birleştiren dikey kısmı oluşturur. Üstte klivusun üst yüzeyine ve altta axis gövdesinin arka yüzeyine tutunur. Rostrokaudal yönde uzanan bantlar, krusiform ligamanın çaprazını oluşturmak üzere orta hatta lig. transversum atlantis ile birleşir.

Lig. transversum atlantis her iki tarafta atlasın lateral mass'lerinin iç tarafındaki tüberküle bağlanır ve odontoidin arkasında uzanır. Lig. transversum atlantis, KVB'nin en güçlü, en kalın bağı olması nedeniyle stabilitede etkisi baskındır. Biyomekanik çalışmalar, transvers ligamanın, atlasın eksen üzerinde anterior sublüksiyonuna karşı birincil koruyucu mekanizma olduğunu göstermektedir. C1'in hasarlanmasından önce yaklaşık 3 ila 5 mm sublüksiyona izin verdiği gösterilmiştir. Atlantoaksiyel eklem aksuar bağları atlasın anteriora sublüksiyonunu engelleyen ikincil koruyucu mekanizma olarak görev yapmaktadır.

Ligg. alaria, odontoid çıkıntının üst 1/3 kısmının arka yüzeyinden oksipital kondillerin medial sınırlarına ve C1'in lateral mass'ine tutunmak üzere oksipitoalar ve atlantoalar bantlar olmak üzere iki bant halinde yana doğru uzanır. Alar ligamanlar hareket sırasında başın stabilizasyonunda önemli bir rol oynarlar ve üst servikal omurganın eksenel rotasyonunun ana kısıtlayıcısıdır. Kadavra diseksiyonları, bir veya her iki alar ligamanın kesilmesinin ardından fleksiyon-ekstansiyon, lateral fleksiyon ve hem atlantookspital eklem hem de atlantoaksiyal eklem arasındaki tüm rotasyonel hareketlerin çoğunda bir artışa neden olduğunu göstermiştir. Lig. transversum atlantis odontoid process'i dikey pozisyonda tutarak rotasyonun gerçekleşmesine izin verirken alar ligamanlar aşırı rotasyonu önler. Bu ligaman yapılarının bozulması KVB'nin karakteristik yapısını bozar. Üst servikal bölgenin aşırı eksenel rotasyonunu önlemek için çok önemlidirler. Lig. transversum atlantis hasarında, alar ligamanlar atlantal sublüksasyonun önlenmesinden sorumlu olur. KVB'yi stabilize edecek ve atlasın öne doğru yer değiştirmesini önleyecek kadar güçlüdür. Alar ligaman kontralateral taraftaki eksenel rotasyonu yaklaşık 90 derece ile sınırlar. Bu bağın hasar görmesi daha fazla eksenel rotasyona neden olur. Ekstansiyonu etkilemeden fleksiyonu önlemek için tektoryal membran ile birlikte hareket ederler.

Tektoryal membran, C2'den foramen magnumun ön kenarına doğru lig. longitudinale posterius'un devamı gibi görünmektedir. Kaudalde C2 gövdesine, kranialde oksipital kemiğin pars basilaris'ine bağlanarak dura mater ile bütünleşir. Tektoryal membran 'nin işlevi halen tartışma konusudur. Cruciate ligamana benzer şekilde KVB için stabilize edici bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. KVB'nin aşırı fleksiyon ve aksiyal distraksiyonunu kısıtlayan yapılarından biridir. Hasarlanması durumunda artan fleksiyon veya rotasyonel hareketlerle ilgili önemli instabiliteye neden olmadığı görülmüştür. Posterior longitudinal ligamanın kranial uzantısı olarak odontoid process tarafından spinal kolona olası ventral kompresyonunun önlenmesinde ikinci bir koruyucu bariyer görevi gördüğü düşünülmektedir.

Arnold ligamanı olarak da bilinen aksesuar atlantoaksiyel ligaman atlasın lateral mass'ini axis gövdesine bağlar. Arnold ligamanı yaklaşık 5 mm kalınlığında ve 30 mm uzunluğundadır ve atlası axis'e bağlar. Oksipital kemiğe doğru rostral olarak devam eder. Bu aksesuar bağın kranioservikal bileşkenin rotasyonel stabilitesine katıldığı görülmektedir.(8)

Barkow ligamanı, anterior atlantookspital membran ile birlikte olabilecek insanların %92,3'ünde bulunan diğer bir bağdır. Barkow ligamanı, OK'in iç kısmından odontoidin üst kısmının anterioruna bağlanan ve alar ligamanın önünden geçen 3,5 mm kalınlığında bir bağdır

(9). KVB'deki diğerk bir bağ, transvers oksipital ligaman veya lauth ligamanıdır. Lauth ligaman, cruciform ligamanın enine kısmının üstündeki OK'lere ve alar ligamanın posterosuperioruna bağlanan ince bir enine banttır. Bu bağ numunelerin %10 ila %77,8'inde bulunmasına rağmen Lauth ligamanın biyomekanik önemi henüz açıklığa kavuşturulamamıştır (10).

Lig. apicis dentis, suspansuar ligaman veya odontoid ligaman olarak da bilinir. Apikal ligaman, odontoid çıkıntının ucundan foramen magnumun ön sınırına kadar uzanır ve anterior atlantookspital membran ile cruciform ligaman arasında yer alır. Klivusa tutunduğu bölgede ossifikasyon görölürse kemik spur oluşur. Orta hatta alar ligamanların oluşturduğu potansiyel üçgen boşluğun içerisinde vertikal olarak seyreder. Apikal ligaman distraksiyona karşı direnci arttıran bir bağdır. Apikal ligaman, KVB'nin stabilizasyonuna çok az katkı sağlayan veya hiç katkıda bulunmayan embriyolojik olarak chorda dorsalis'in körelmiş bir kalıntısı olarak görölür (11).

4.1.7. Clivus'un Anatomisi

Klivus kafa tabanında yerleşen önemli bir kemik yapıdır. Klivus sphenoid ve oksipital kemikten oluşun bir yapıdır (12). Bu iki kemik spheno-occipital synchondrosis ile ayrılır ve klivusun gelişimi esnasında bu yapı kaybolur. Klivusun üst, orta, alt olmak üzere üç bölgeye ayrılır. Üst 1/3 kısım sphenoid kemik tarafından oluşturulur. Orta ve alt 1/3 kısım oksipital kemiğin basiler bölümünden oluşur. Üst ve orta klivus ayırımında vidian kanal ayırım noktası olarak kullanılabilir. Orta ve alt klivus ayırımında tuberculum pharyngeum birleşim yeri olarak kullanılır. Kafa tabanına içerden ve dışardan bakarak klivusu iki farklı açıdan değerlendirebiliriz. Klivusun intrakranial ve ekstrakranial yüzey anatomisinin bilinmesi ve çevresinde yer alan önemli kafa tabanı yapılarının anlaşılması cerrahinin güvenliği açısından önemlidir.

4.1.7.1. Klivus ve Komşuluğuında Yer Alan Önemli Kafa Tabanı Yapılarının Ektrakranial Anatomisi

Klivus burun boşluğuında bakıldığı zaman dışbükey bir yapıdır. Klivus for. magnum'a doğru arkaya ve aşağıya doğru bir eğim oluşturur. Vidian kanal üst ve orta klivus ayırımında landmark olarak kullanılır. Tuberculum pharyngeum, orta ve alt klivusun birleşme yerini gösterir. Klivusa dışardan bakıldığı zaman orta hatta kemik çıkıntı tuberculum pharygeum görölmektedir. Klivus cerrahi yaklaşımınlarında tuberculum pharygeum'un ve çevre yapılara olan komşuluğu önemlidir. Bu kemik çıkıntı alt ve orta klivusun belirlenmesinde kemik landmark olarak kullanılır. Tuberculum pharymgeum'a superior konstriktor kası içeren raphe

pharyngis tutunur. M. longus capitis tuberculum pharyngeum laterale tutunur. Tuberculum pharyngeum ile for magnum arasında crista pharyngea uzanır. Tuberculum pharyngeum'dan laterale doğru uzanan iki kemik çıkıntıya sahiptir. Önde crista synostotica (Mingazzini) arkada crista muscularis uzanır. Mingazzini crista basioccipital ve prebasioccipital bölümün sınırını belirler. Crista muscularis'e rectus capitis anterior kası tutunur. Tek taraflı veya iki taraflı tuberculum pharyngeum seviyesinde görülen yarıklar basilar transverse fissure (Sausser's fissure) olarak adlandırılır.

Klivusun inferior yüzeyinde orta hatta tuberculum pharyngeum önünde yerleşimli oval girinti pharyngeal fossa olarak adlandırılır. Pharyngeal fossa pharyngeal bursa ile ilişkili olabilir. Tornwaldt's cysts vakalarında pharyngeal bursa fossaya doğru uzanabiliyor. Gruber yerleşimine göre üç farklı pharyngeal foveola (foveola pharyngea infundibuliformis posterior, foveola pharyngea infundibuliformis media ve foveola pharyngea infundibuliformis anterior) tanımlamıştır.

Klivusun lateral kenarını oluşturarak temporal kemiğin petröz bölümünden ayrılmasını petroklival fissür sağlar. Petroklival fissür zamanla kıkırdak yapıyla dolmaktadır. Bu yapı yukardan aşağıya doğru foramen lacerum'dan for jugulare'ye uzanmaktadır. Foramen Lacerum, sphenoid, temporal ve oksipital kemiklerin oluşturduğu bir boşluktur. İnternal karotid arter petröz apexten çıktıktan sonra for. lacerum'un üst kısmını kaplar. Vidian arteri ve siniri taşıyan vidian kanalın arka ucu for. lacerum'un üst anterolateral kenarına açılır.

4.1.7.2. Klivus ve Komşuluğunda Yer Alan Önemli Kafa Tabanı Yapılarının İntrakranial Anatomisi

Klivus dorsum sella'dan foramen magnum ön kenarına uzanan önden arkaya kalınlaşarak devam eden kemik yapıdır. Klivus içerden bakıldığında düzlem değil içbükey bir yapıdır. N. abducens'in dural porusu ve n. glossopharyngeus'un dural porusu klivusun endokraniyal yüzeyinde klivusu 3 parçaya bölen işaret noktalarıdır. Üst klivus ve orta klivus, abducens sinirlerinin duraya penetre olduğu yerde oluşan dural porus ile ayrılır. Orta klivus ve alt klivus, glossofaringeal sinirlerin juguler foramene girmek için geçtiği dural glossofaringeal meatusun aksenel düzlemi ile ayrılır.

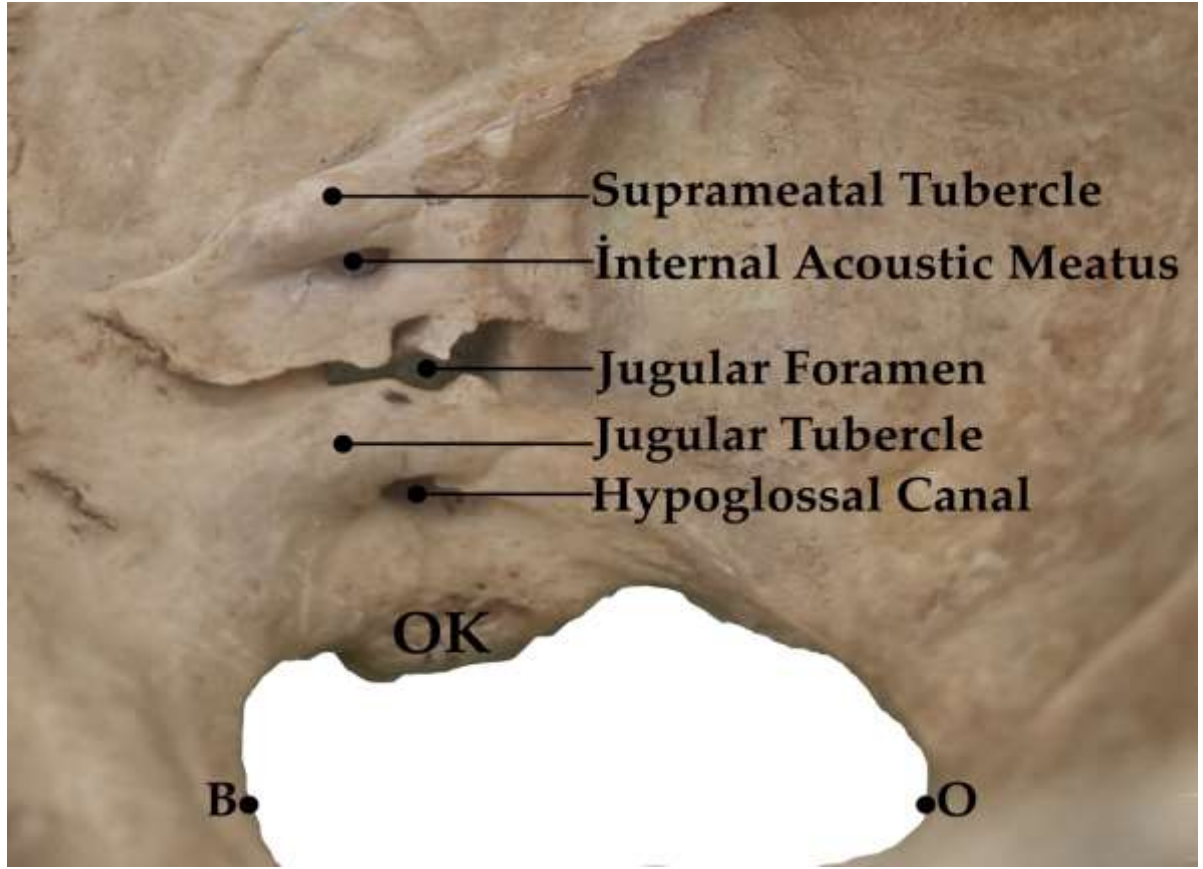
N. abducens, pontomedüller sulkusun medial kısmından çıktıktan sonra, petroz apeksin üst kenarının hemen altında yer alan dural porusunu delmek için yukarı ve laterale doğru ilerler. Durayı deldikten sonra, n. abducens, üstte petrosfenoid (veya Gruber's) ligamenti,

inferolateralde petröz apeks ve inferomedial olarak klivus ile sınırlanan dar, üçgen bir interdural boşluk olan Dorello kanalına girer. Dorello kanalı, kavernöz, baziler, superior petrozal ve inferior petrozal sinüslerin birleştiği yerde venöz birleşimle doludur.

N. abducens, kavernöz sinüse girdiği petroklival fissürün üst ucuna ulaşmak için Dorello kanalında yukarı doğru hareket eder. Gruber ligamenti dorsum sella'nın lateral kenarının alt kısmından petröz apeksin üst kenarına kadar uzanır. Durayı deldikten sonra, abducens siniri Gruber ligamentinin altından geçer ve kavernöz, baziler, superior ve inferior petrozal sinüslerin birleştiği yerde geniş bir venöz birleşimden geçer. Klivus dura mater tarafından sarılmıştır. N. abducens petröz apexi geçtikten sonra dorsum sella'nın lateral kenarından kavernöz sinüse doğru ilerler. Petröz apex ve dorsum sellanın lateral kenarı arasında ligamentum petrosphenoidale uzanır. N. abducens bu ligamentin altında seyrediyor. Bu ligament kısmı olarak kemikleşebilir. Petröz pyramid tutunan kısmın kemikleşmesi ile processus sphenoidalis posterior oluşur. Dorsum sellaya tutunan kısmın kemikleşmesi ile processus clinoideus posterior inferior oluşur. Bu ligament yerine kemikleşmiş yapının oluşturduğu n. abducens'in içinden geçtiği anatomik açıklığa foramen sphenopetrosum osseum anomalum Gruber denir. Inferior petrosal sinüs n. abducens'in altından başlar. Ligamentum petrolinguale tutunduğu lingual process karotid arterin kavernöz ve petröz bölümlerinin birleşim alanıdır. N. trigeminus, n. abducens dural porusunun süperolateralinde ve tentoryal bağlantının altında bulunan dural trigeminal porustan geçerek posterior fossadan çıkar ve temporal kemiğin petroz kısmının üst yüzeyindeki trigeminal impression da bulunan Meckel cave'e girer.

For. jugulare'nin çatısını oluşturan dura n. glossofaringeus sinirin içinden geçtiği bir glossofaringeal meatus ve vagus ve aksesuar sinirlerin geçtiği bir vagal meatus olmak üzere iki bölüme ayırır (Şekil 5). Glossofaringeal meatus vagal meatusun üstünde yer alır. For. jugulare, intrajuguler process tarafından sigmoid ve petrosal olarak iki bölüme ayırır. İntrajuguler process juguler foramenleri petrosal ve sigmoid parçalara ayıran temporal ve oksipital kemiği birleştiren fibröz veya kemik çıkıntısıdır. For. jugulare daha büyük lateral kısmı olan sigmoid kısım, sigmoid sinus'un drenajını alır ve daha küçük olan medial kısım olan petrozal kısım, inferior petrosal sinüsün drenajını alır. Kranial sinirler IX, X ve XI, foramenin sigmoid ve petrosal kısımları arasında kafatasından çıkar. Glossofaringeal, vagus ve aksesuar sinirler, petrosal ve sigmoid kısımlar arasında bulunan juguler foramenin intrajuguler kısmına girer. Glossofaringeal sinir, juguler foramenin üst sınırındaki kemik çentiğe ulaştıktan sonra vagus ve aksesuar sinirden ayrı olarak juguler foramen boyunca aşağı doğru ilerler.

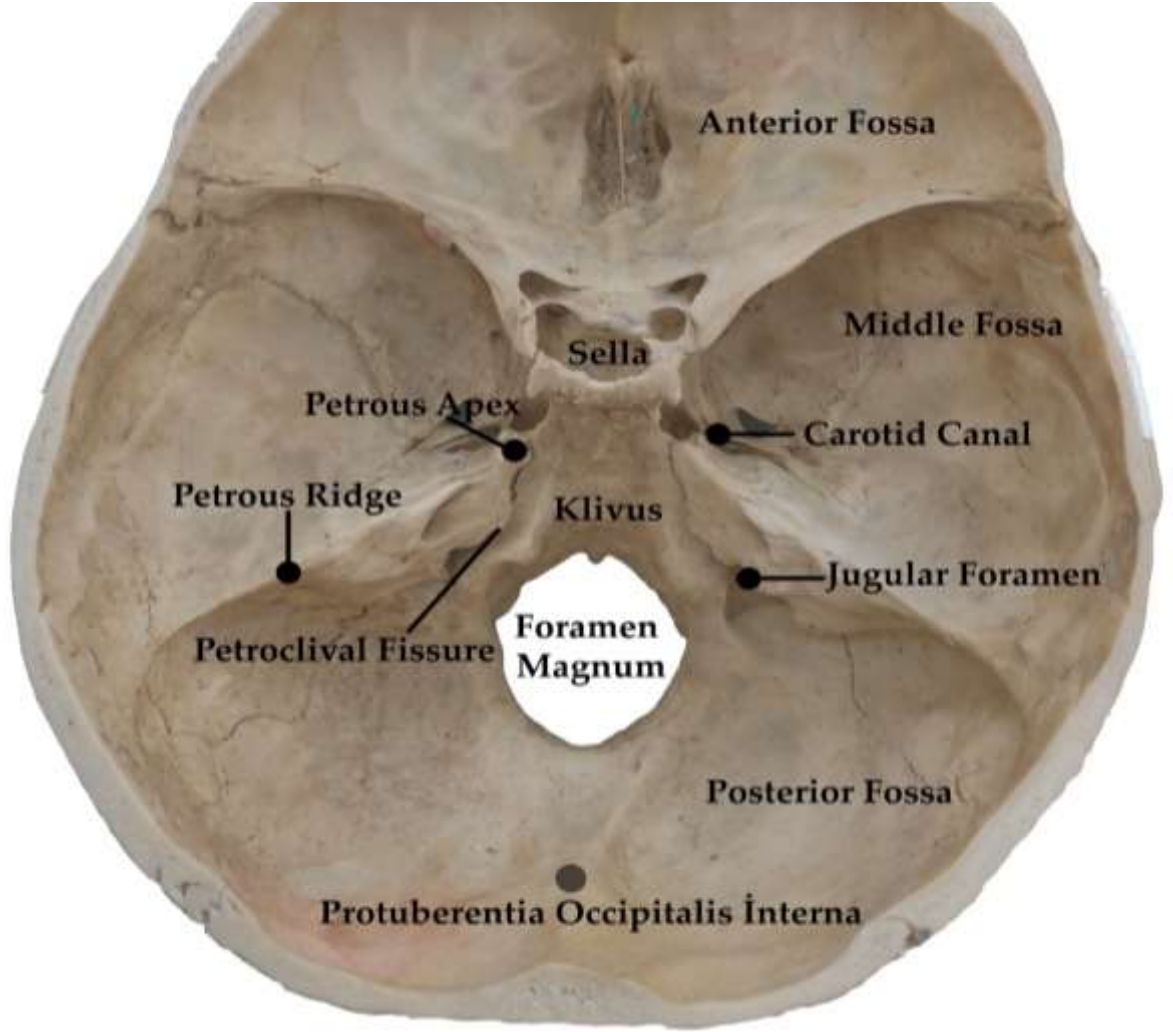
Orta ve alt klivus arasındaki sınır, juguler foramenin üst medial kenarındaki glossofaringeal sinir için çentiğin seviyesine karşılık gelir. Glossofaringeal meatus, juguler foramenlerin petrozal bölümünün üst sınırında yer alır, burada glossofaringeal sinirin indiği ve koklear aqueduct açıldığı küçük bir kemik çentik bulunur. Durayı deldikten sonra sinir, vagus ve aksesuar sinirlerle birlikte intrajuguler dural bölmeye (foramenin petrosal ve sigmoid kısımları arasında) girer, ancak vagus ve aksesuar sinirlerden ayrı olarak juguler foramen boyunca aşağı doğru ilerler. Sonunda, glossofaringeal sinir, iç juguler venin ön duvarı boyunca juguler forameninden çıkarken vagus ve aksesuar sinir, damarın medial duvarı boyunca çıkar.



Şekil 5: Hypoglossal kanal ve oksipital kondilin intrakranial görüntüsü

Hypoglossal kanalı bir köprü gibi örten jugular tubercle arka kısmında sulcus sinus sigmoidei denilen yapıya açılır. Jugular tüberkül, oksipital kemiğin baziler ve kondiler kısımlarının birleştiği yerde oksipital kondil ve hypoglossal kanalın anterosuperiorunda yer alır. Jugular foramenin çatısını oluşturan dura n. glossofaringeal sinirin içinden geçtiği bir glossofaringeal meatus ve vagus ve aksesuar sinirlerin geçtiği bir vagal meatus olmak üzere iki bölüme ayırır. İnternal akustik meatus, temporal kemiğin petröz kısmının arka yüzeyine açılan vestibulokoklear sinir, fasiyal sinir ve labirent arter olmak üzere üç önemli yapının geçişine izin veren bir kanaldır. (B: Basion, OK: Oksipital kondil, O: Opisthion)

Temporal kemiğin petröz bölümüyle oksipital kemiğin basiler bölümü arasında yer alan petroklival fissur klivusun lateralinde yer alır (Şekil 6). Bu fissür yaşla beraber kıkırdak dokuyla dolmaya başlar. Bazen kemikleşme görülebilir. Bu kemik yapıları Riolan's kemikçikleri (ossa raphogeminantes ossis petrosi) denilir. Bazen petroklival fissürde köprü oluşturarak foramen anomalum suturae petro-basilaris Gruber denilen ve içinde inferior petrosal sinüsü içeren anatomik yapıyı oluşturur. Inferior petrosal sinüs, petroklival fissürlerin intrakranial yüzeyi boyunca seyreder.



Şekil 6: Kafatabanının intrakranial görüntüsü

Klivus dorsum sella'dan foramen magnum ön kenarına uzanan önden arkaya kalınlaşarak devam eden kemik yapıdır. Temporal kemiğin petröz bölümüyle oksipital kemiğin basiler bölümü arasında yer alan petroklival fissur klivusun lateralinde yer alır. Jugular foramenin çatısını oluşturan dura n. glossofaringeal sinirin içinden geçtiği bir glossofaringeal meatus ve vagus ve aksesuar sinirlerin geçtiği bir vagal meatus olmak üzere iki bölüme ayırır. N. abduzens, pontomedüller sulkusun medial kısmından çıktıktan sonra, petroz apeksin üst kenarının hemen altında yer alan dural porusunu delmek için yukarı ve laterale doğru ilerler.

For. magnum ön kenarında bulunan kemik yumru çıkıntılar processus basillares olarak adlandırılır. Tek taraflı ve çift taraflı olabilen aksesuar kemik yapılarıdır. Basiler process orta hatta birleşirse üçüncü kondil (Condylus Tertius) denilen bir yapı oluşabilmektedir. Bu süreçte canalis intrabasilaris kollmanni denilen kemik kanallar oluşabilmektedir. For magnum ön kenarında at nalı benzeri kemik yapılar arcus praebasioccipitalis olarak tanımlanır. Bu yapı kraniovertebral bileşkenin mekaniğine zarar verebilir (13).

4.2. Kraniovertebral Bileşkenin Nöroradyolojisi

KVB anatomisinin yüksek çözünürlüklü manyetik rezonans görüntüleme (MR) ve çok düzlemlili çok kesitli Bilgisayarlı tomografi (BT) taramaları gibi görüntüleme tekniklerindeki ilerlemeler sayesinde mükemmel ayrıntılarla görselleştirilmesini sağlamıştır. Kraniovertebral bileşke patolojilerindeki teşhis doğruluğunu, değerlendirme güvenilirliğini ve tedavi optimizasyonunu geliştirmiştir. Bununla birlikte, kraniyoservikal morfometrilerin çoğu başlangıçta röntgen radyografisine dayanarak geliştirilmesine rağmen komşu anatomik yapıların ilişkisini ayırt etmede yeterliliği kısıtlıdır. KVB'nin dinamik görüntülemesi, eklemlerdeki artritik süreçlerin nasıl etkilenmiş olabileceğini, nötr görüntülerde görüntülenemeyen medulla ve üst omurilik üzerinde baskı ile sonuçlanabileceğini göstermektedir. Bu nedenle fleksiyon-ekstansiyondaki MR ve BT taramaları, romatoid artrit veya os odontoideum gibi dejeneratif bozuklukları olan hastalarda servikomedüller kompresyon veya eklem instabilitelerini göstermek için kullanılabilir.

KVB morfometrisinde çok sayıda geometrik indeks tanımlanmıştır. Bu iyi bilinen parametreler, KVB anormalliklerinin hızlı ve güvenilir teşhisini sağlamak için geliştirilmiştir. Kafa tabanının düz radyografileri, çeşitli geometrik çizgiler ve ölçümler için kullanılmıştır. Kesitsel BT veya MR taramaları yumuşak doku ve kemik anatomisinin daha iyi tanımlanması için kullanılıyor. Morfometri için kullanılan anatomik işaretler arasında nasion, basion, opisthion, sert damağın arka kenarı, tüberkülüm sella, oksipital kondiller, mastoid process, atlasın ön/arka kemerleri, odontoid process ve axis'in arka kenarı yer alır. Yalnızca ön-arka radyografilerde veya koronal rekonstrüksiyonlarda gösterilebilen atlantoaksiyel eklem eksen açısı, digastrik ve bimastoid çizgiler hariç, tüm morfometrik çizgiler BT veya MR'in lateral radyografileri veya midsagittal rekonstrüksiyonları üzerine çizilir.

4.2.1. Kafa Tabanı ve Kraniovertebral Bileşke İndeksleri

Welcher bazal açısı: Bu açı nasion ile tuberculum sella ve tuberculum sella ile bazion arasında çizilen hattın arasında oluşur (14,15). 140 dereceden fazla olması platibaziyi düşündürür (14).

Chamberlain ve McGregor çizgileri: Sert damağın arka ucundan FM'nin en arka kenarına kadar bir chamberlain çizgisi(Şekil 7) çizilir (16). McGregor tarafından opisthion her zaman görünür olmadığından, sert damağın arka kenarından oksiputun en alt kısmına kadar McGregor çizgisi(Şekil 7) olarak adlandırılan bir çizgi çizmek için bir değişiklik yapıldı (17). Normal morfolojide odontoid çıkıntının ucu Chamberlain çizgisinin 5 mm'den, McGregor çizgisinin 7 mm'den fazla üzerinde olmamalıdır. Atlasın ön kemeri bu iki çizginin altında yer alır (18).

McRae çizgisi: McRae çizgisi (Şekil 7), basion ve opisthion'u birleştirir. Odontoid çıkıntının ucu normalde bu çizginin altında yer alır (19).

Wackenheimer klivus taban çizgisi: Bu çizgi baziler çizgi olarak da bilinir. Klivusun dorsumu boyunca çizilen çizginin alt uzantısıdır (Şekil 7). Bu çizgi odontoid çıkıntının arka üçte birine teğet olmalıdır. Posterior kranioservikal çıkıkta çizgi odontoid çıkıntının çok gerisine düşecektir. Anterior servikal çıkık vakalarında çizgi odontoidin tabanını kesecektir (20).

Klivus kanal açısı: Bu açı Wackenheimer klivus kanal çizgisi ile posterior vertebral gövde çizgisinin oluşturduğu açıdır. Normal aralık fleksiyonda 150 dereceden ekstansiyonda 180 dereceye kadar değişir. Anterior spinal kord basısında 150 dereceden küçük açılar görülebilir (21).

Redlund-Johnell kriteri: Bu kriter McGregor çizgisi ile C2 gövdesinin alt uçunun orta noktası arasındaki mesafeyi kullanır. Erkeklerde 34 mm'den, kadınlarda 29 mm'den az bir mesafe baziler invaginasyonu düşündürür (22,23).

Ranawat kriteri: Ranawat kriteri, lateral servikal radyografide ölçülen axis pedikülünün merkezi ile atlasın enine eksenini arasındaki mesafeye dayanmaktadır (Şekil 7). Erkeklerde 15 mm'den, kadınlarda 13 mm'den az bir mesafe baziler invaginasyonu düşündürür (23,24).

Clark istasyonları: Odontoid çıkıntının lateral izdüşümü üzerine, onu sagittal düzlemde üstten alta doğru üç eşit parçaya (veya istasyona) bölen iki çizgi çizilir. Atlasın ön arkı kaudal iki kısımda ise baziler invaginasyon tanısı konur (25).

Klaus yükseklik indeksi: Odontoid tip ile internal occipital protuberance ve tüberkulum sellae'yi birleştiren çizgi arasındaki dik mesafedir. Ölçülen indeksin 24 mm'den az olması baziler invaginasyonu düşündürür (26).

Kulkarni ve Goel'in vertikal atlantoaksiyel indeksi (VAAI): Kulkarni ve Goel tarafından gösterildiği gibi bu indeks, atlas ile axis arasındaki dikey ilişkiyi ölçer (27). Axis'ın alt endplate sınırı, Atlasın anterior arkusunun alt kenarı ve odontoid prosesin üst ucuna ilk iki çizgiye paralel üç çizgi çizilir. İlk iki çizgi ile birinci ve üçüncü çizgi arasındaki mesafenin oranı VAAI'dir. VAAI için normal sonuç 0,8'den büyüktür; VAAI 0,61 ila 0,70 ise baziler invaginasyon hafif, 0,41 ila 0,60 orta ve 0,40'ın altındaysa şiddetli olarak kabul edilir.

Atlantookspital eklem eksen açısı (Schmidt açısı): AP radyografide atlantoaksiyel eklemlerin teğetsel çizgilerinin kesişmesiyle oluşan açılara Schmidt açıları (Şekil 7) denir. OK'ler simetrikse, bu açının kolları genellikle odontoid çıkıntının merkezinde, genellikle 124 ila 127 derece arasında kesişir. OK hipoplazisinde bu açı daha geniş hale gelir.

Fischgold-Metzger çizgisi: Bu çizgi, açık ağızlı AP radyografide mastoid çıkıntının uçları arasına çizilir (Şekil 7). Odontoid prosesin ucu bu çizginin altındadır. Reiw ve meslektaşları, romatoid artrit hastalarında baziler invaginasyonu kendi değerlerine göre teşhis etmek için hiçbir radyografik kriterin yeterince hassas olmadığı sonucuna vardı (28). Bununla birlikte, lateral radyografide Clark istasyonu, Redlund-Johnell kriteri ve Ranawat kriterinin bir kombinasyonunun, baziller invaginasyonun teşhisinde %91 negatif tahmin değeri ile %94 duyarlı olduğu kanıtlandı.

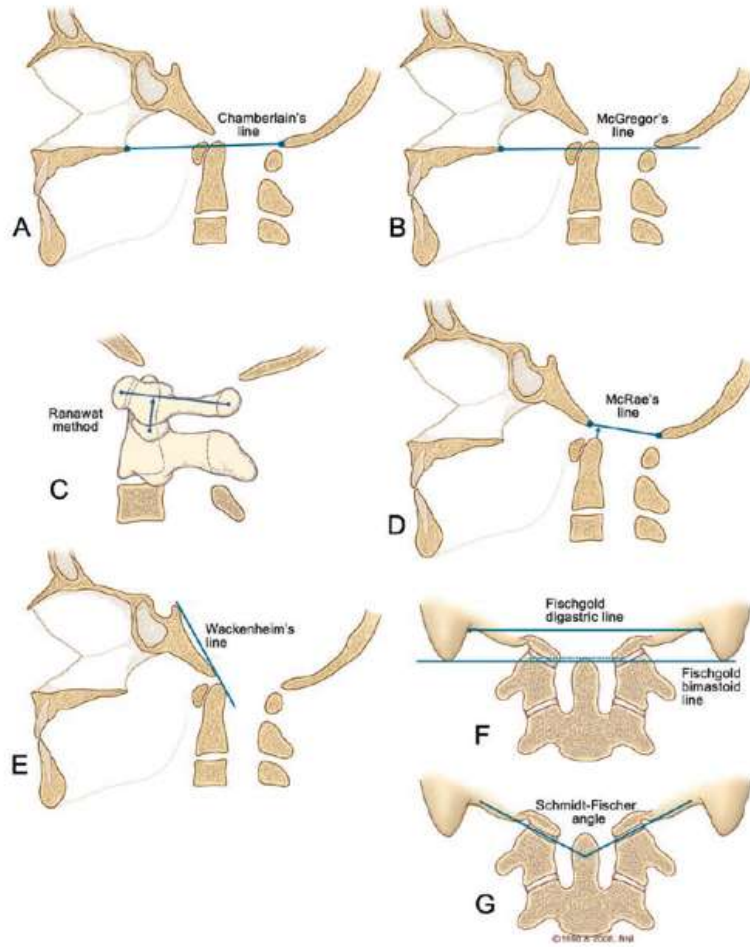
Ön atlantodental mesafe: Atlasın ön arkının arka yüzeyi ile odontoidin ön yüzeyi arasındaki en kısa mesafedir. Normal parametreler yetişkinlerde 3 mm'den, çocuklarda 5 mm'den azdır (29).

Arka atlantodental mesafe: Odontoidin arka yüzeyi ile atlasın arka arkının ön yüzeyi arasındaki en kısa mesafedir. Nörolojik defisit olsun ya da olmasın bu indeksin 14 mm'den az olması atlantoaksiyel instabiliteyi düşündürür (30).

Harris ölçümleri: Harris'in 12 kuralı olarak da bilinen iki indeksi içerir: basion-dental mesafe (BDM), basion ile odontoid process ucu arasındaki mesafedir ve aynı zamanda Wholey odontoid basion indeksi olarak da bilinir; basion-axial mesafe (BAM), basion ile axis'in arka

sınırının teğeti arasındaki mesafedir. Hem BDM hem de BAM'de 12 mm'den küçük ölçümler stabil KVB göstergesidir (31).

Powers oranı: Bu, iki ölçümün oranından hesaplanır: atlasın arka arkının ön yüzeyinin basionu ile orta noktası arasındaki mesafe ve atlasın ön arkının arka yüzeyinin opisthion ile orta noktası arasındaki mesafe. Ön atlantooksipital dislokasyon, BC/OA oranının 1'den büyük olmasıyla gösterilir (32).



Şekil 7: Radyolojik kriterler

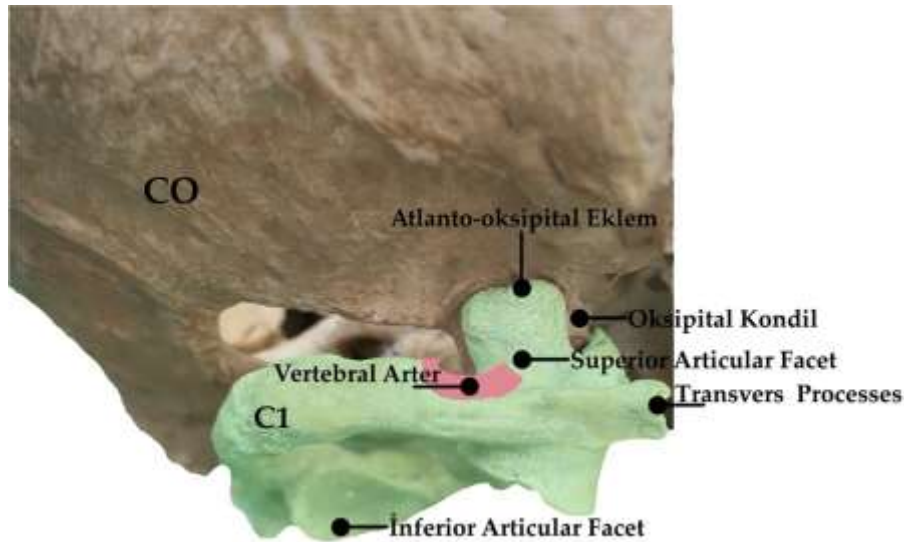
(A) Chamberlain çizgisi sert damaktan foramen magnumun arka kenarına kadar uzanır. (B) McGregor çizgisi sert damaktan oksipital kemiğin alt yüzeyine kadar uzanıyor. (C) Ranawat kriteri, lateral servikal radyografide ölçülen axis pedikülünün merkezi ile atlasın enine eksenini arasındaki mesafeye dayanmaktadır (D) McRae çizgisi tabandan arka sınırına kadar uzanıyor foramen magnum. (E) Wackenheim çizgisi klivusun arka kenarı boyunca uzanır. (F) Bimastoid çizgi mastoid uçlarını birleştirir. (F) Digastrik çizgi, mastoid süreçlerin tabanına medial olan iki digastrik oluk arasında uzanır. (G) Atlanto-oksipital eklemin açısı eklemlere paralel çizilen kesişen çizgilerle oluşturulur (33).

4.3. Kraniovertebral Bileşkenin Biyomekaniği

KVB, servikal omurganın en hareketli bölgesidir. Atlas ve axis omurlarının benzersiz kemik konfigürasyonunun yanı sıra kafatası, atlas ve axis omurları arasındaki eklemler KVB'de karmaşık hareketlerin ortaya çıkmasına izin verir. Oksipitoatlantal (CO-C1) hareket segmentinde mekanik özellikleri kemik elemanlar tarafından belirlenirken, atlantoaksiyel (C1-C2) segmentin mekanik özellikleri büyük ölçüde bağ doku tarafından belirlenir.

4.3.1. CO-C1 Kompleksi

Oksipital kondiller orta dereceli fleksiyon/extensiyon hareketine izin veren ancak aksenal rotasyon veya lateral fleksiyon derecesini ciddi şekilde sınırlayan C1 lateral mass ile eklemlenen yapılardır(Şekil 8). C0-C1'deki birincil hareket fleksiyon ve ekstansiyon hareketidir. Normal durumda C0-C1'de 21 derece fleksiyon ve 3,5 derece ekstansiyon meydana gelir. Bu, servikal omurgadaki herhangi bir hareket segmentinin fleksiyon ve ekstansiyona yaptığı en büyük katkıdır. Fleksiyon, odontoidin ucunun FM'ye çarpmasıyla, ekstansiyon ise TM ile sınırlandırılır. Eklem anatomisinden de anlaşılacağı üzere lateral fleksiyon ve aksenal rotasyon sırasıyla 5,5 ve 7,2 dereceden çok daha kısıtlıdır. Lateral fleksiyon ortalama 3,4 ila 5,5 derecedir. Bu harekete CO-C1 eklemi ve alar ligamanlar direnç gösterir. Aksenal rotasyon her iki tarafta 2,4 ila 7,2 derecedir.(34)



Şekil 8: Atlanto-oksipital eklem

Konkav eklem yüzünü superior articular facet, konveks eklem yüzünü oksipital kondilin oluşturduğu bir eklemdir. Oksipital kondiller superior articular facet aracılığıyla, Axis'in superior artikuler faseti inferior articular facet aracılığıyla ile eklemlenir.

4.3.2. C1-C2 Kompleksi

Atlantoaksiyal (C1-C2) eklem iki lateral atlantoaksiyal eklem, atlasın anterior arkusu ile odontoid process arasındaki median atlantoaksiyel eklem ve odontoidin arka yüzeyi ile transvers ligaman arasındaki eklem olmak üzere dört eklem alanından oluşur (Şekil 3). Lateral atlantoaksiyal eklemlerde geniş bir sinovyal eklem bulunur. Atlantoaksiyal eklemin aksine, bu eklem kapsülü gevşektir ve büyük miktarda harekete izin verir. Odontoid process atlasın etrafında döndüğü bir pivot görevi görür.

C1 ve C2'nin eklem yüzeylerinin her ikisi de dışbükey olup, C1-C2'de odontoid process etrafında eksenel rotasyon için çok daha fazla serbestliğe izin verir. Ortalama dönme hareketi taraf başına 23,3 ila 38,9 derecedir. Baş transvers düzlemde dönerken hareket eksenini odontoid çıkıntısıdır. Anatomik çalışmalar kontralateral vertebral arterde 30 ila 35 derecelik atlantoaksiyel rotasyonda gerilme ve bükülmenin meydana geldiğini göstermiştir. Dönme 40 dereceyi aştığında, atlas ile eksen omurları arasında fasetlerin birbirine kenetlenmesi meydana gelir. Aslında atlas ile eksen arasındaki vertebral arterin seyri, arterin bu düzlemdeki normal hareketten zarar görmeden kalmasını sağlar; Atlas ile oksiput arasındaki arterin uzunluğu, aynı derecede hareket meydana zarar görmemesi için yeterli olmazdı (35).

Fleksiyon-ekstansiyon aralığı C1-C2'de toplam 10,1 ila 22,4 derece arasındadır. Fleksiyon transvers ligaman tarafından sınırlanırken, ekstansiyon TM ve C1-C2 eklemi tarafından sınırlanır. Fleksiyon ve ekstansiyonda, anlık rotasyon eksenini, odontoidin ucu ile tabanı arasında, dorsal korteksin yakınında yer alır (36). Yanal bükülme alar ligamanları tarafından ortalama 6,7 derece ile sınırlıdır. Patolojik olmayan durumlarda C1-C2'deki lateral translasyon, distraksiyon ve kompresyon minimum düzeydedir. Karşılaştırıldığında, iki eklemlerde fleksiyon ve ekstansiyon neredeyse eşittir; oksiput, atlas ve axis'i kapsayan kompleks için toplam ortalama fleksiyonda 27,1 derece ve ekstansiyonda 24,9 derecelik hareket vardır. Bu derecede inflamatuvar patolojinin atlantoaksiyal eklem (veya subaksiyel servikal omurgaya) göre atlantoaksiyel eklemi daha fazla etkilemesi, eklem altta yatan stabilitesi ve fonksiyonu için bağ desteğine ihtiyacı olduğunu gösterir (35).

Hem kadavra hem de sonlu eleman modelleri üzerinde yapılan çalışmalar, eksenel rotasyondaki hareket aralığının oksipito-atlantal eklem için 8 dereceye kadar olduğunu, buna karşın atlantoaksiyel eklem için 40 dereceye kadar olduğunu (37) ve çocuklarda atlantoaksiyel eklem için her yönde 45 dereceye kadar eksenel rotasyonun gözlemlendiğini göstermiştir (38).

4.4. Kraniovertebral Bileşkenin Travmatik Yaralanmaları

Oksipitoservikal bileşke yaralanmaları sonucunda oluşan instabilite durumunda, bölgenin nöral ve vasküler yapılarla olan komşulukları nedeniyle nörolojik morbidite veya mortaliteye neden olma potansiyeli yüksektir. Bu yaralanmaların dikkatli bir şekilde tanınması, teşhis edilmesi ve tedavisi gerekmektedir. Yaralanmalar genellikle yüksek darbeli travmalarla meydana gelir, ancak osteoporoz gibi anormal kemik yapısı veya romatoid artrit benzeri bağ yapısını bozuk olan hastalarda nispeten küçük travmalardan kaynaklanan ağır yaralanmaların görülme ihtimali vardır. Oksipitoservikal bölgenin benzersiz anatomisi ve biyomekaniği düşünüldüğünde bağ yaralanması sonucunda oluşan instabilitenin görülme ihtimalinin yüksek olması nedeniyle ilk görüntüleme değerlendirmeleri sırasında dikkatli olunmalıdır. Gözden kaçan bağ dokusu yaralanmaları ciddi nörolojik bozulmayla veya ölümlle sonuçlanabilir.

Oksipitoservikal bileşke yaralanmasını açıklamak için üç kategori oluşturulmuştur (Tablo 1). Kategori A, oksipitoservikal bileşke yaralanmalarını izole bağ yaralanmaları, izole kırıklar veya karışık bağ ve kemik yaralanmaları olarak tanımlar. Kategori B, yaralanma bölgesi veya düzeyine/seviyelerine göre oksipitoservikal bileşke patolojisini tanımlar; Çoğu durumda, spesifik yaralanma modelleri için spesifik sınıflandırma sistemleri geliştirilmiştir. Kategori C oksipitoservikal bileşke yaralanmalarını stabilitelere göre tanımlar. Stabilite genellikle klinik ve radyografik değerlendirmeyle, bazen de dinamik fleksiyon/ekstansiyon radyografileri kullanılarak belirlenir. Stabil bir yaralanma, normal fizyolojik yük ve hareketle birlikte önemli radyografik deformite, ağrı veya nörolojik fonksiyon bozukluğu göstermez. Stabil bir yaralanma örneği, önceki kriterleri karşılayan izole bir C2 spinöz process kırığı olabilir. Atlantookspital dislokasyonlar gibi bazı yaralanmalar instabildir. Diğer yaralanmalar başlangıçta stabil görünebilir ancak zamanla, yer çekimiyle, hareketle veya paraspinal kas spazmının gevşemesiyle gecikmiş instabilite geliştirme şansı olabilir. Bir lezyonun stabilitesini belirlemek için radyografinin tek başına yetersiz olabileceğinin bilinmesi önemlidir. Oksipitoservikal bileşke travması olan bir hastanın tedavisi, yaralanmanın doğası (ilişkili yaralanmalar dahil), hastanın özellikleri (Yaş, tıbbi risk faktörleri, kemik kalitesi, halo ortez kullanımını tolere etme durumu) dikkate alınarak en iyi şekilde belirlenir. Oksipitoservikal omurga yaralanmasının en sık nedeni künt travmalardır.

Tablo 1: Oksipitoservikal Bileşke Yaralanma Sınıflandırması

A. KEMİK VEYA BAĞ DOKU YARALANMASININ YERİ	B. YARALANMA ALANI/DÜZEYİ	C. STABİLİTE DERECESİ
<ul style="list-style-type: none">Sadece ligaman hasarı <ol style="list-style-type: none">Oksipitoatlantal dislokasyonTransvers ligaman yaralanmalarıRotatoar C1-C2 dislokasyonları	<ul style="list-style-type: none">Oksipital kemik (C0) (Kondil kırığı)	<ul style="list-style-type: none">Stabil (İzole bir C2 spinöz process kırığı)
	<ul style="list-style-type: none">C0-1 bağları (Oksipitoatlantal dislokasyon)	<ul style="list-style-type: none">Düşük ihtimal instabil
	<ul style="list-style-type: none">C1 (Lateral mass, arkus kırıkları)	<ul style="list-style-type: none">Yüksek ihtimal instabil
	<ul style="list-style-type: none">C1-C2 bağları (Transvers ligaman hasarı)	<ul style="list-style-type: none">İnstabil (Atlantookspital dislokasyon)
<ul style="list-style-type: none">İzole kemik kırıklar <ol style="list-style-type: none">Oksipital kondil kırıklarıC1 (Lateral mass, arkus kırıkları)C2 (Odontoid, hangman, posterior eleman kırıkları)	<ul style="list-style-type: none">C2 (Odontoid, hangman, posterior eleman kırıkları)	
<ul style="list-style-type: none">Karışık bağ ve kemik yaralanmaları		

Oksipitoservikal bileşke yaralanmasını açıklamak için üç kategori oluşturulmuştur. Kategori A, oksipitoservikal bileşke yaralanmalarını izole bağ yaralanmaları, izole kırıklar veya karışık bağ ve kemik yaralanmaları olarak tanımlar. Kategori B, yaralanma bölgesi veya düzeyine/seviyelerine göre oksipitoservikal bileşke patolojisini tanımlar. Kategori C, oksipitoservikal bileşke yaralanmalarını stabilitelere göre tanımlar.

Oksipitoservikal bileşkenin radyografilerle değerlendirilmesi, yaralanmayı tam olarak karakterize etmek için yetersiz kalabilir. Bununla birlikte hemodinamik olarak hastanın stabil olmadığı durumlarda hemodinamik olarak stabil hale gelinceye kadar elde edilebilecek tek çalışma lateral servikal omurga röntgeni olabilir. Bu durumlarda, acil radyografik görüntüleme incelemesi, tipik olarak servikal ortez kullanılarak dışarıdan stabilize edilmesi gereken önemli deformite veya instabilite bulgularına odaklanır.

Aksiyal, koronal, sagittal veya üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntülerine sahip bilgisayarlı tomografi, yaralanmanın varlığını ve doğasını karakterize etmede son derece yararlı olabilir. Manyetik rezonans görüntülemenin hızlı bir şekilde elde edilmesi zor olabilir, ancak çoğu zaman sinir yapılarının ve omurilik kanalındaki hasarın önemli bir şekilde

görüntülenmesini sağlar ve bağ yaralanmasının varlığı ve derecesi hakkında fikir verebilir. Bu hastalara herhangi bir şekilde pozisyon verilmesi durumunda nörolojik yaralanma riski vardır, bu nedenle hastaları nakledeken ve transfer ederken dikkatli olunmalıdır. Düz radyografi, BT veya MRG ile dinamik görüntüleme yapılması stabilitenin değerlendirilmesinde değerli olabilmekle birlikte dikkatli bir şekilde yapılması önerilir. Servikal omurganın stabilitesinin değerlendirilmesine acil ihtiyaç duyulduğunda floroskopik fleksiyon/ekstansiyon görüntüleme yararlı olabilir.

Tedavi kararının verilmesi, yaralanmanın kapsamı, stabilitesi, bağ yaralanmasının bulguları, nörolojik defisitlerin varlığı ve hastaya özgü faktörlere dayanır. Ameliyatsız tedavi ortez veya haloyu içerebilir. Operatif tedavi genellikle stabil olmayan, gecikmiş instabilite açısından risk taşıyan, bağ yaralanması gösteren, ilerleyici nörolojik defisitlere sahip olan veya ameliyat dışı önlemlerle kontrol edilemeyen önemli eksikliklere veya semptomlara neden olan yaralanmalar için endikedir. Operasyon planlaması, görüntü rehberliği için özel radyolojik çalışmaları, anestezi planının yapılmasını, uygun enstrümantasyonun sağlanmasını içermelidir.

4.4.1. Atlantookspital Dislokasyon

Atlantookspital dislokasyon (AOD) yüksek darbeli künt travma sırasında hiperfleksiyon ve distraksiyondan kaynaklanan, oksiput ile üst servikal omurga arasındaki bağ yapısının bozulmasının bir sonucu olarak nispeten nadir görülen bir bağ yaralanmasıdır. Çocuk hastalarda daha düz kondiller, büyük kafa-vücut oranı, henüz gelişmeyen destekleyici boyun kasları, olgunlaşmamış C0-C1 eklem yapıları ve bağ gevşekliği nedeniyle AOD görülme sıklığı yetişkinlere göre önemli ölçüde yüksektir (39,40). Çocuklardaki bağ yapıları daha elastik, kemikleri ise daha kırıkdak yapıldır; bu da yetişkinlerle karşılaştırıldığında genç hastalarda daha az kırık oluşmasına neden olur.

Atlantookspital dislokasyon son derece instabildir, sıklıkla ölümcüldür ve genellikle omuriliğin, beyin sapının ve alt kraniyal sinirlerin gerilmesi, sıkışması nedeniyle ciddi nörolojik hasarlarla sonuçlanır. Bu yaralanmalar aynı zamanda yüksek düzeyde hastane öncesi ölüm oranlarıyla da ilişkilidir. 2010 yılında yapılan bir çalışma, tüm trafik ölümlerinin %6 ila %8'inin ölüm nedenininin AOD olduğunu göstermiştir. AOD tüm travmatik motorlu araç ölümlerinin %6 ila %8'iyle ilişkilidir. Motorlu araç kazası sonucu ölenlerde otopside en sık görülen servikal omurga yaralanmasıdır.

AOD'daki etken mekanizmanın tektoryal membranın kesilmesine yol açan boynun aşırı hiperkestansiyonu veya aşırı hiperfleksiyona bağılı arka elemanların yaralanmasıyla ilişkili olabileceğı düşünölmektedir. Davis ve meslektaşlarının belirttiğı gibi ölümcöl AOD'larda bağların tamamen kopması sık görölür (41). İn vitro ve biyomekanik çalışmaları, bağların kesilmesinin, oksipitoservikal eklemlerin stabilitesinin bozulmasına yol açtığı ve neticesinde dislokasyon olabileceğı gösterilmiştir.

1986'da Traynelis ve ark. radyografilerde oksiputun atlas üzerindeki yer değıştirmesine dayanarak üç tip AOD içeren bir sınıflandırma sistemi önerdiler (42). Tip I, oksiputun atlasa göre öne doğru yer değıştirmesini tanımlar. Tip II dikey yer değıştirme ile birlikte distraksiyon yaralanmasıdır. Tip III, oksiputun arkaya doğru yer değıştirmesi olarak tanımlanır. Yana doğru, rotasyonel ve çok yönlü dislokasyonlar bu sistem kullanılarak sınıflandırılmaz ve “diğer türler” olarak değılendirilebilir.

Servikal yaralanması olan her travmalı hastada hatta ilk fizik muayenesi normal olan hastalarda bile AOD tanısı göz önünde bulundurulmalıdır. AOD özellikle yüksek hızlı travmada ve alt kranyal sinir parezisi (özellikle kranyal sinirler VI, X ve XII), monoparezi, hemiparezi, kuadriparezi, apne dahil solunum fonksiyon bozukluğu görölen hastalarda akla gelmelidir. Bacak kuvvetinin göreceli olarak korunduğı ellerde ve kollarda zayıflıkla birlikte seyreden klinik tablo görölebilir.

Lateral servikal omurga radyografileri AOD'ları teşhis edebilir ancak bu yaralanmalardan şüphelenildiğinde düz radyografiler tek başına tercih edilen tanısal test değıildir. Kafa travmasının varlığı sıklıkla omurilik yaralanmasının tanınmasını geciktirebilir. Tanısal ipuçları arasında prevertebral yumuşak doku şişliğinin varlığı, basion-dens aralığında artış ve oksipital kondil-C1 lateral mass aralığının ayrılması yer alır. BT görüntüleme, kırıkların düz radyografilere göre daha iyi değılendirilmesini sağlar. Bu yaklaşım özellikle çocuklarda geçerlidir; bariz veya şüpheli servikal yaralanması olan her travma hastası için bilgisayarlı tomografiyi gerekli kılmaktadır. BT'de kraniovertebral bileşkede prevertebral yumuşak doku şişliğinin varlığı, subaraknoid kanama bulgularının varlığı AOD tanısının düşünölmelerini gerektirmelidir. AOD tanısı koymak için birçok farklı yöntem önerilmiştir. Kullanılan teşhis yöntemleri özetle şu şekildedir:

1. Wholey yöntemi, taban ile dens arasında 10 mm'den fazla yer değiştirmenin anormal olduğunu kabul eder (43).
2. Powers oranı, bazion-posterior atlas arkusu mesafesinin opisthion-anterior atlas arkusu mesafesine bölünmesiyle ölçülür; 1'den büyük bir oran anormal kabul edilir (32).
3. Dublin yöntemi: Arka mandibula ile ön atlas arasında 13 mm'den fazla veya arka mandibula ile dens arasında 20 mm'den fazla mesafe anormal kabul edilir (44).
4. Lee X çizgileri yöntemi: Basion'dan axis spinolaminar bileşkesine kadar olan bir çizginin C2 ile kesişmemesi veya opisthion'dan axis gövdesinin arka alt köşesine kadar olan bir çizginin C1 ile kesişmemesi anormal olarak kabul edilir (45).
5. Sun'un yöntemi: C1-2 ve C2-3'ün interspinöz mesafesi arasındaki 2,5'tan büyük bir oran anormal kabul edilir (46).
6. Harris'in çizgileri: Basion ve posterior C2 çizgisi arasında 12 mm'den fazla arkaya veya 4 mm'den az öne yer değiştirme (bazion-axis mesafesi [BAM]) veya basiondan denslere 12 mm'den fazla yer değiştirme (bazion– dens mesafesi [BDM]) anormal kabul edilir (47,48).

MR, omurilik yaralanmasının boyutunu değerlendirmek için tanıya yardımcı olabilir. Nörolojik defisiti olan tüm hastalarda MR düşünölmelidir. MR atlantoaksiyal ve atlantookspital eklemlerde, kranyoservikal ligamanlarda ve prevertebral yumuşak dokularda T2'de veya short tau inversiyon sekansında sinyal artışı gibi bulgular gösterebilir (49).

Harris ve arkadaşları karşılaştırmalı bir çalışmada AOD'nu teşhis etmek için en sık kullanılan yöntemlerin hassasiyetlerini karşılaştırdılar. Powers oranı için %60, Lee (X çizgileri) yöntemi için %20 ve BAM-BDM yöntemi için %100 hassasiyet bildirdiler (48). Yalnızca radyografi kullanıldığında Harris çizgileri AOD tanısı koymada en güvenilir yöntemdir.

2007 yılında, Pang ve ark. kondil-C1 aralığını AOD'nun en hassas tanısal ölçümü olarak önerdiler. Düz radyografiler kullanarak AOD'yi tespit etmeye yönelik daha eski yöntemler tanımlanmış olsa da en yaygın kullanılan yöntem, BT'de kolayca değerlendirilebilen C1-kondiler aralığının değerlendirilmesidir. Çocuklarda oksipital kondil ile C1 arasındaki mesafe koronal ve parasagittal bilgisayarlı tomografide kondil seviyesinde ölçölen değer normalde 4 mm'den azdır (50,51). Bu seride AOD olmayan 89 çocuğa ve AOD olan 16 çocuğa koronal BT görüntöleme uygulandı. Yukarıda açıklanan standart radyografik ölçümlerle karşılaştırıldığında %100 duyarlılık ve özgülük gösterdi. Yüksek tanısal faydası göz önüne alındığında, pediatrik

hastalarda kondil-C1 aralığını değerlendirmek için BT'nin kullanılması önerilmiştir. Yetişkinlerde 2 mm'nin altındaki kondil-C1 aralığını normal olarak kabul edilmiştir (52).

Acil tıbbi müdahale hizmetleri ve resüsitasyon, boynun erken immobilizasyonu, daha doğru tanıya yol açan daha iyi görüntü teknolojileri ve stabil olmayan lezyonların daha sağlam internal fiksasyonu için geliştirilmiş cerrahi teknikler hastaların sağkalımını artırıyor. AOD olan tüm hastalar tedavi edilmelidir. AOD tanısındaki gecikme nörolojik bozulma olasılığının artmasıyla ilişkilidir(53,54). Bu yaralanmaların ilk tedavisi, neredeyse her zaman halo ortezi ile servikal immobilizasyonu sağlamaktır.

Oksipitoservikal instabilite acil tedavi gerektirir. Geçmişte AOD hastalarında traksiyon kullanımı tartışmalıydı. Traksiyonun amacı, özellikle Traynelis tip I ve III AOD tiplerinde için kemik elemanları yeniden hizalayarak nöral elemanlara olan baskıyı azaltmaktır. Akut servikal omurilik yaralanmasının tedavisine ilişkin son kılavuzlarda, AOD nedeniyle traksiyonla tedavi edilen hastalarda nörolojik kötüleşme sıklığının yaklaşık %10 olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle AOD hastalarında traksiyon kullanımı artık önerilmemektedir. Yaralanmanın birincil bileşeni bağ dokusu yapısında olduğundan ameliyatsız tedavi bu yaralanmaların kesin tedavisini sağlamaz; bu nedenle, uzun süreli harici servikal immobilizasyon ile hareketsiz kalma durumunda bile iyileşmeleri beklenmez. Bir çalışmada 40 hastanın 11'inde kaynamama veya nörolojik durumda bozulma görülmüştür (55). Tek başına harici servikal immobilizasyonun kullanımı dikkatle değerlendirilmelidir. Diğer bir çalışmada yalnızca harici immobilizasyonla tedavi edilen hastaların %58'e kadarı ya nörolojik olarak kötüleşti ya da cerrahi internal fiksasyon ve füzyon olmadan kraniyoservikal stabiliteyi sağlayamadı (56–59).

Cerrahi teknikler her hastaya özel seçilmelidir. BT ile belgelenen AOD'lu hastalar stabil değildir. Travmatik beyin yaralanmaları ve resüsitasyondan sağ çıkmaları durumunda cerrahi fiksasyona ihtiyaç duyarlar. Oksiputtan C2'ye kadar rod ve kablolar, C1 lateral mass vidaları ve C2 pars interartikularis vidaları ile birleştirilmiş oksipital vidalar, plaka veya çubuk yapılarıyla birleştirilmiş C1-2 vidaları veya C2 pedikül vidalarının transartiküler vidaları pediatrik ve erişkinlerde kullanılmıştır. Komplikasyonları azaltmak açısından cerrahi planlama ve intraoperatif BT tabanlı navigasyon değerlidir. Oksiputu C2'ye dahil eden dorsal rigid internal fiksasyon kullanılarak füzyon gereklidir. Vida enstrümantasyonu ile beraber kemik greft yardımıyla yüksek füzyon oranlarına ulaşılabilir. Başka bir yöntem, posterior C1 arkı ile birleşim noktasında alt C1 lateral kitlesinin merkezine yerleştirilen ve 10 ila 20 derece mediale ve 45 derece yukarıya yönlendirilen oksiputtan C1'e transartiküler vidaları içerir (60).

AOD'nun ilişkili beyin sapı veya üst servikal omurilik yaralanmasına bağlı olarak yüksek bir ölüm oranı vardır. Ancak travmadan sonraki ilk 48 saati atlatan hastaların sonuçları iyi olabilir. Hayatta kalan nüfusun dörtte birine kadarı nörolojik olarak sağlam olabilir ve diğer dörtte biri de hafif ila orta şiddette nörolojik defisitlere sahip olabilir (61).

4.4.2. Oksipital Kondil Kırıkları

CO-C1 eklemi, servikal omurganın fleksiyon-ekstansiyonunda rol oynayan en önemli segmenttir. Oksipital kondiller, fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini kolaylaştıran, aksiyal rotasyon ve lateral bending hareketlerini sınırlayan bir eklemdedir C1'in lateral mass'i ile eklemlenir. Oksipital kondillerin ve atlasın en sık görülen kırıkları, yüksek enerjili kraniyoservikal yaralanmaların meydana geldiği künt travma veya motorlu araç kazalarıyla ilişkilidir.

Oksipital kondil kırıkları nadirdir (62).1817'de Bell tarafından ilk kez tanımlanmıştır. Oksipital kondil kırıkları genellikle aksiyal travma sonucu oluşur ve neredeyse her zaman tek taraflıdır (>%90). Oksipital kondil kırıklarının görülme sıklığının künt kraniyoservikal travma vakalarının %1 ila %3'ü arasında olduğu tahmin edilmektedir (63,64). 2009 yılında Malham ve arkadaşları OKK görülme sıklığının yılda 1000 travma hastası başına 1,7 olduğunu belirlediler (65).

Anderson ve Montesano oksipital kondil kırıklarını(OKK) üç tipe ayırarak tanımladılar (66). Tip I aksiyal travmadan kaynaklanan parçalı oksipital kondil kırığıdır. Tip II, oksipital kondili içine alan kafa tabanı kırığının bir uzantısıdır. Tip III oksipital kondilin kopma kırıklarıdır. Bu sınıflandırma yöntemi aynı zamanda tedavi alternatiflerinin belirlenmesinde de faydalıdır. Genel olarak tip I ve II stabil kırıklar olarak kabul edilir. Hastalarda baş ve servikal bölgenin harici immobilizasyonu gerekir. Tip III kırıklar instabil olarak kabul edilir ve kraniyoservikal bölgenin dahili olarak sabitlenmesi gerekebilir.

Son zamanlarda ek bir sınıflandırma Mueller ve arkadaşları tarafından oluşturuldu (67). Bu sınıflandırma sisteminde tip I yaralanmalar, AOD olmadan tek taraflı bir kırığı içeriyordu; tip II, AOD'suz iki taraflı kırıktır ve tip III, AOD'lu tek taraflı veya iki taraflı kırıktır. Farklı sınıflandırma sistemleri de açıklanmakla beraber aynı popülerliği kazanamadılar. Bu sınıflandırma sistemleri Tuli (68)ve Maserati (69) sınıflandırma sistemini içerir.

Tuli ve arkadaşları kırığın yer değiştirmesine göre atlanto-aksiyel eklemi de değerlendirerek bir sınıflandırma önermişlerdir (68). Tip 1 yer değiştirmeyenler, Tip2A stabil yer değiştirenler, Tip2B instabil yer değiştirenler olarak sınıflandırılmıştır. Tip 2'nin instabil olduğunu anlamak için 7 adet radyolojik kriter belirlenmiştir.

1. C0-C1 arasında 8 dereceden fazla rotasyon
2. C0-C1 arasında 1 mm fazla yer değiştirme
3. C1-C2 arasında 7 mm fazla öne kayma
4. C1-C2 arasında 45 derece rotasyon
5. C1-C2 arasında 4 mm fazla yer değiştirme
6. C2 posterioru ile C1 posterior arkusu arasındaki mesafe 13 mm altında
7. Transvers ligaman avulsiyonunun MR'da gösterilmesi

OKK'nin tanısı nadiren düz radyografiler kullanılarak konur. Düz radyografi ara sıra yaralanmayı tanımlayabilse de, bunların duyarlılığı kabul edilemeyecek kadar düşüktür (%3,2). Tanıdan şüphelenildiğinde bu görüntüleme tekniklerine güvenilmemelidir. Görüntüleme tekniklerindeki gelişmeler ve baş ve boyun yaralanması olan herhangi bir travma hastasında BT'nin kullanılması, oksipital kondil kırıklarının ve bağ yaralanmalarının daha sık tanınmasına neden olmuştur. BT'nin OKK'nı göstermedeki duyarlılığı %100'dür ve bu nedenle tanı koymada BT önerilmektedir (62).

Oksipital kondil kırıkları genellikle stabildir ve bu nedenle kırık iyileşene kadar tipik olarak harici bir sert olmayan ortez (yaka) ile tedavi edilir. Literatürlerin çoğu servikal ortez ile minimum 12 hafta önermektedir; ancak daha yeni literatür vakaların çoğunda 6 haftanın yeterli olabileceğini öne sürüyor (70).

Stabil olmayan oksipital kondil kırıkları bir tür AOD'yi temsil eder ve bu şekilde tedavi edilmelidir. Tüm tek taraflı OKK türlerinde kemik kaynamasını veya iyileşmeyi desteklemek için eksternal servikal immobilizasyon ile ameliyatsız tedavi hemen hemen her zaman yeterlidir. Bilateral OKK, daha rigid bir eksternal servikal immobilizasyonun (halo yelek) değerlendirilmesi önerilmektedir.

Tip III OKK posterior enstrümantasyon ile cerrahi stabilizasyon gerektirir. Yaralanmanın boyutuna bağlı olarak oksipitoatlantal dislokasyon ile birlikte görülebilmektedir. OKK'nin varlığının, AOD görülme ihtimalini arttırdığı görülmüştür ancak bu travmatik yaralanmaların her ikisi de birbirinden bağımsız olarak mevcut olabilir.

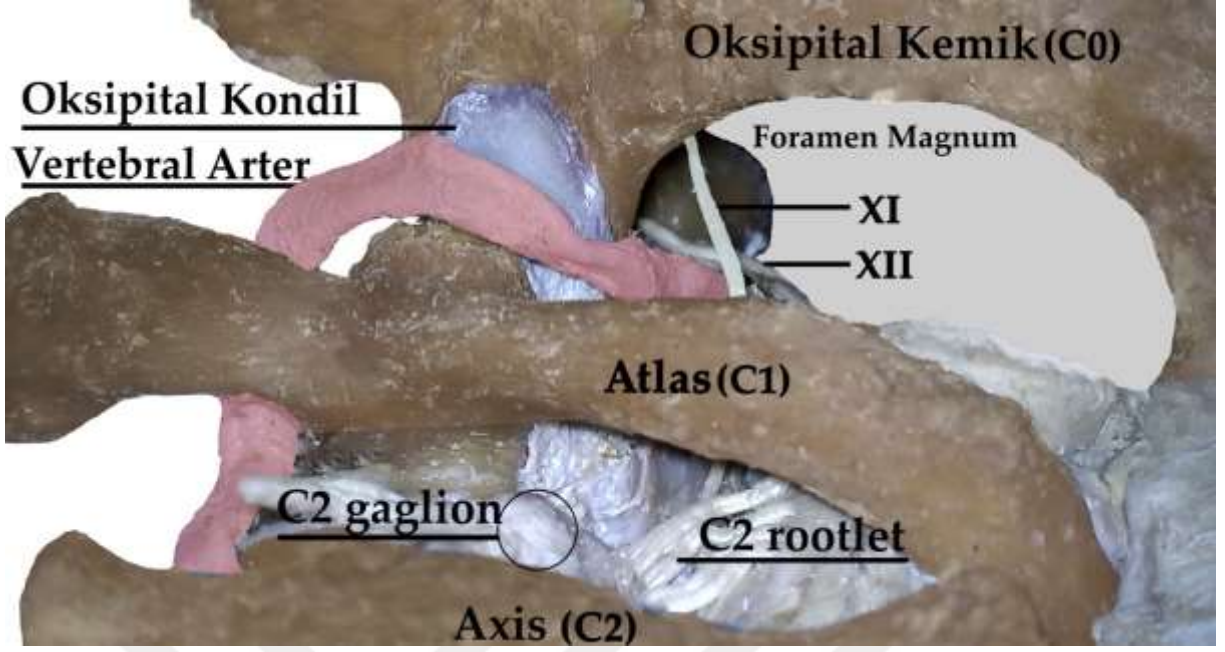
5. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 21.03.2024 tarihinde İ02-168-24 karar numarası ile onay almıştır

5.1. Kadavra ve Anatomik Diseksiyon

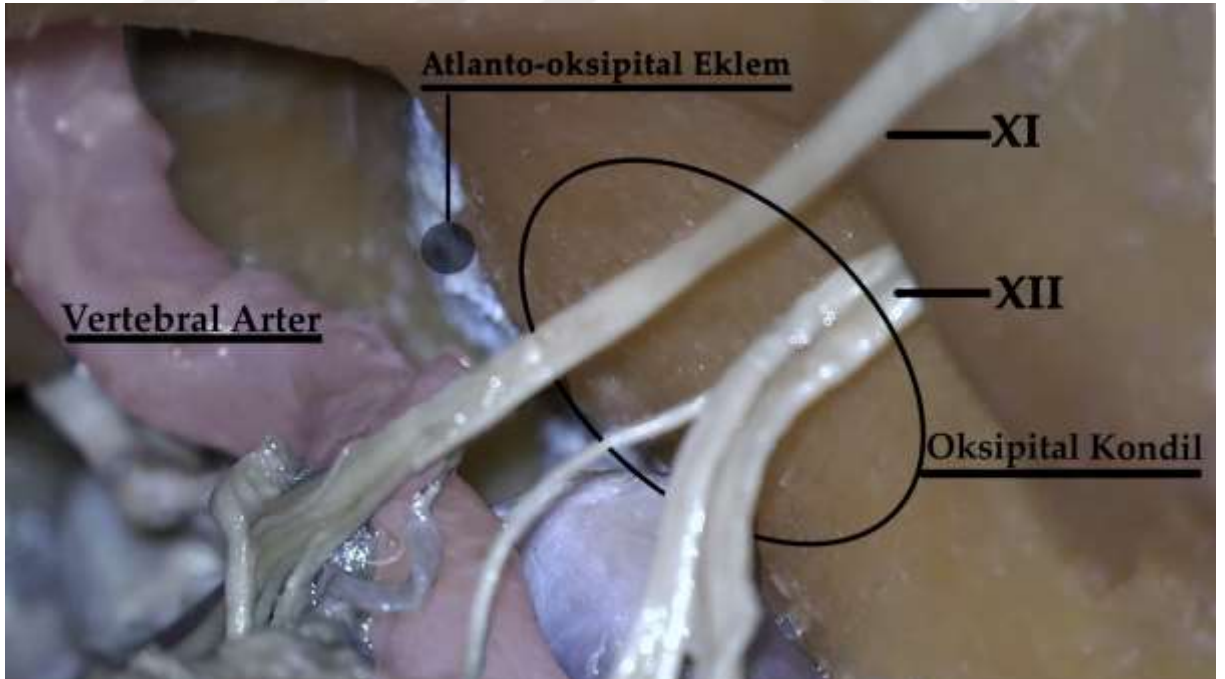
Kadavra tıbben hayatta olmayan insan bedeninin tıp eğitiminde, cerrahi ve anatomi branşlarının çalışmalarında kullanılan tıbbi araştırma materyalidir. Kadavra diseksiyonları kraniovertebral bileşkenin anatomisinin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar neticesinde anatominin gerçeğe daha yakın olması ve dokuların daha iyi muhafaza edilmesi sebebiyle taze donmuş kadavra modelinin kullanılması sonuçların gerçeğe yakın olmasını sağlamıştır. Kadavra saklama ve fiksasyon yöntemi olarak da formaldehit solüsyonları kullanılabilir. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Anatomi Laboratuvarında, 18 yaşın üzerinde, kraniovertebral bileşkeye yönelik anatomik çalışma, geçirilmiş cerrahi veya travma öyküsü bulunmayan 1 adet fikse edilmiş kadavra spesmeni kullanılarak posterior atlantookspital transartiküler klivus vidası tekniği uygulanmıştır. Kadavra diseksiyonunda öğrenme eğrisi nedeniyle kötü nitelikleri olan kadavra üzerinde öncelikli olarak çalışıldı. Kadavra posterior atlantookspital klivus tekniğine uygun olarak prone pozisyonda sabitlendi. Cilt, ciltaltı ve kas grupları çoğunlukla makroskopik olmak üzere ileri aşamalar için mikroskopik diseksiyon yöntemleri kullanıldı. Mikroskopik diseksiyonlar, cerrahi mikroskop (Carl Zeiss OPMI Pentero tm, Jena, Almanya) altında optik yakınlaştırma ile mikrocerrahi aletler kullanılarak yapıldı. Kemik rezeksiyonları ve drilleme işlemleri yüksek hızlı motor drill yardımıyla yapıldı.

Bu çalışmada kraniovertebral bileşke anatomisi posterior atlantookspital transartiküler klivus tekniği uygulanabilirliği açısından detaylı olarak incelenmiştir. Kadavra C0, C1, C2, vertebral arter ve çevre yapıları ortaya koyacak şekilde diseke edildi (Şekil 9,10). Kraniovertebral bileşke cerrahisinde sıkça karşılaşılan anatomik landmarklar ve posterior atlantookspital klivus tekniğinin uygulanması esnasında yol gösterici olabilecek önemli anatomik oluşumlar arasındaki morfometrik ölçümler yapılmıştır.



Şekil 9: Kraniovertebral bileşke cerrahisinde sıkça karşılaşılan anatomik yapıların kadavra üzerinde diseksiyonu

Kadavra C0, C1, C2, vertebral arter ve çevre yapıları ortaya koyacak şekilde diseke edildi. (XI: n. accessorius, XII: n. hypoglossus)

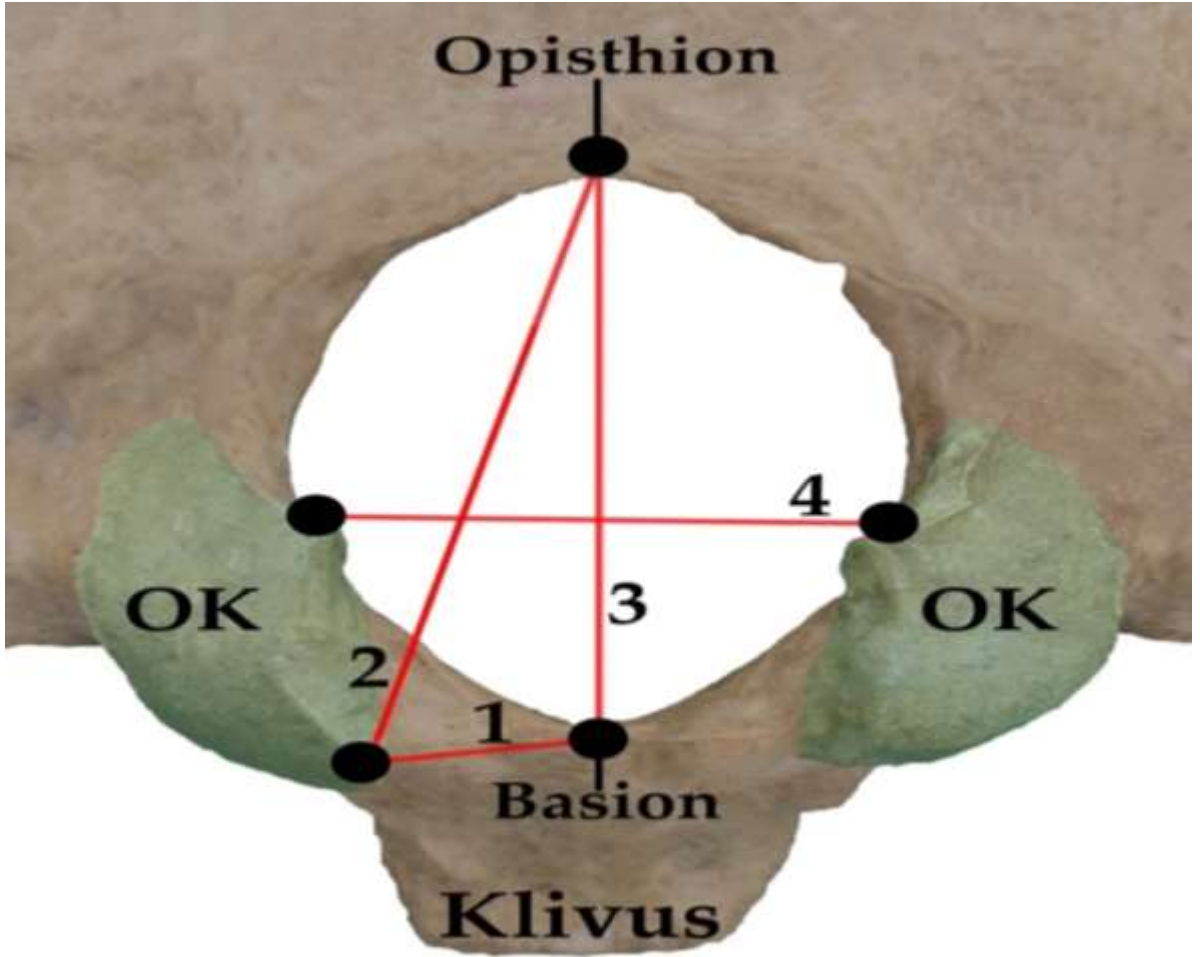


Şekil 10: Kraniovertebral bileşke cerrahisinde karşılaşılan intrakranial anatomik yapıların kadavra üzerinde diseksiyonu

Kadavra C0, C1, vertebral arter ve çevre yapıları ortaya koyacak şekilde diseke edildi. (XI: n. accessorius, XII: n. hypoglossus)

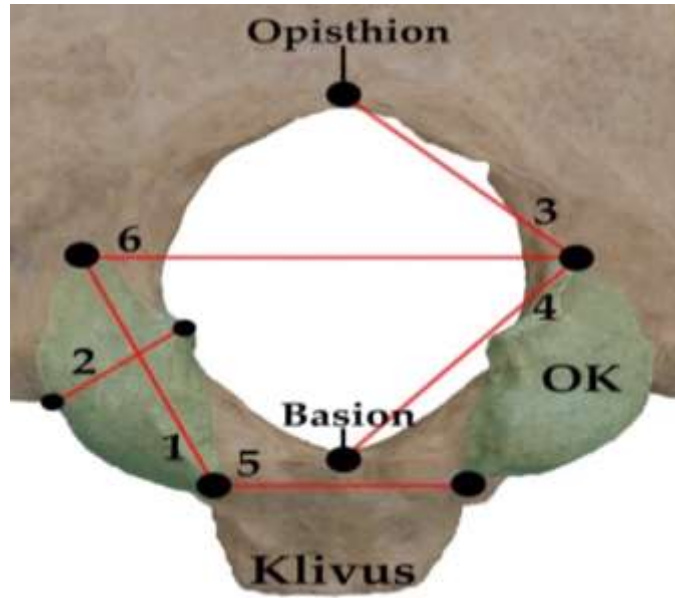
5.2. Anatomik Ölçümler

Parametreler 0,1 mm hassasiyetinde ölçüm yapan Zauss marka (Çin) dijital Vernier kumpası kullanılarak mesafeler ölçülmüştür. Tüm kafalarda anatomik oluşumlar ve anatomik landmarklar gösterilmiş ve morfometrik ölçümler yapılmıştır. Foramen magnum ön-arka mesafesi, Foramen magnum transvers mesafesi ölçülmüştür (Şekil 10). Klivus en ince yerinde kalınlığı ölçülmüştür. Oksipital kondil uzunluk, Oksipital kondil genişlik, Oksipital kondil yükseklik, Oksipital kondil ön kenarı basion uzaklık, Oksipital kondil ön kenarı opisthion uzaklık, Oksipital kondil arka kenarı opisthion uzaklık, Oksipital kondil arka kenarı basion uzaklık, Oksipital kondil ön uzaklık, Oksipital kondil arka uzaklık, Oksipital kondil sagittal açısı ölçülmüştür (Şekil 11,12,13,14).



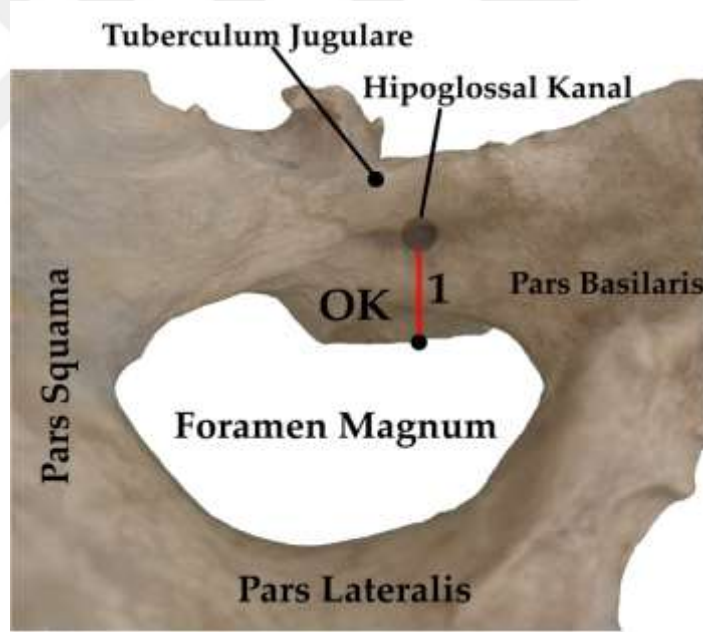
Şekil 11: Oksipital kondil ekstrakranial görüntüsü

(1: Oksipital kondil ön kenarı basion uzaklık, 2: Oksipital kondil ön kenarı opisthion uzaklık, 3: Foramen magnum ön arka mesafesi, 4:Foramen magnum transvers mesafesi, OK: Oksipital kondil)



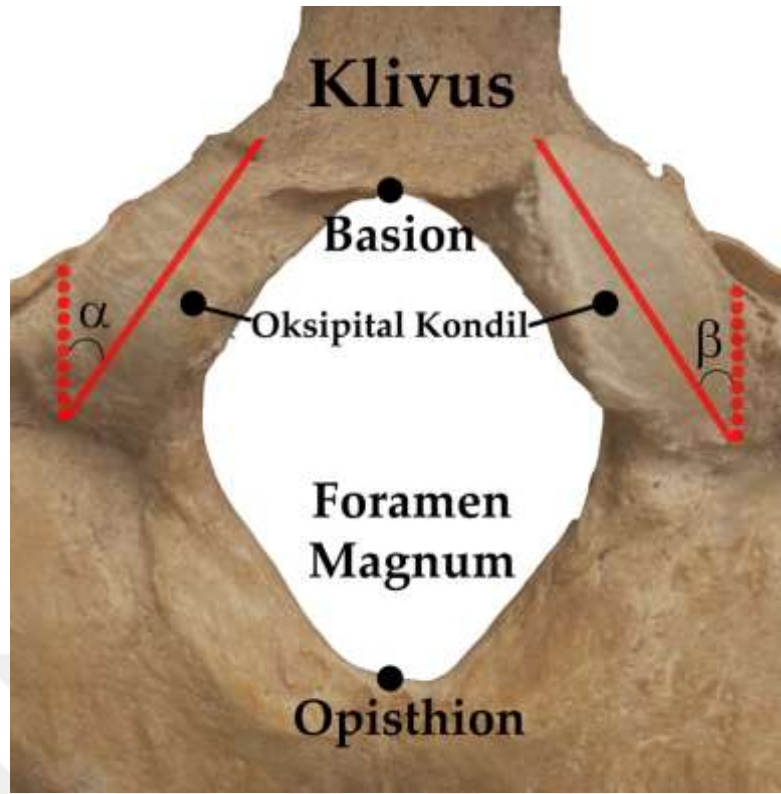
Şekil 12: Oksipital kondil ekstrakranial görüntüsü

(1: Oksipital kondil uzunluk, 2: Oksipital kondil genişlik, 3: Oksipital kondil arka kenarı opisthion uzaklık, 4: Oksipital kondil arka kenarı basion uzaklık, 5: Oksipital kondil ön uzunluk, 6: Oksipital kondil arka uzaklık, OK: Oksipital kondil)



Şekil 13: Oksipital kondil intrakranial görüntüsü

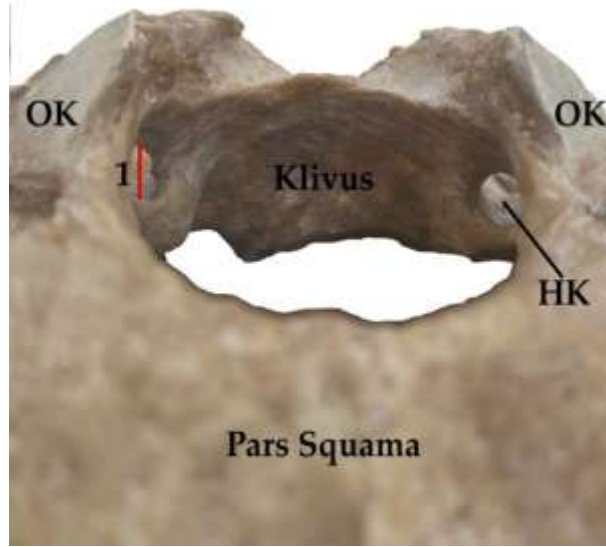
Oksipital kemiğin 4 parçası foramen magnumun sınırlarını belirler. Oksipital kemik pars basileris, pars squama ve bu iki bölümü for. magnumun anterolateral kenarından birleştiren iki adet pars lateralis denilen bölümlerden oluşur. Hypoglossal kanalı bir köprü gibi örten jugular tubercle, oksipital kemiğin baziler ve kondiler kısımlarının birleştiği yerde oksipital kondil ve Hypoglossal kanal'ın anterosuperiorunda yer alır (1: Oksipital kondil yükseklik, OK: Oksipital kondil)



Şekil 14: Oksipital kondil ekstrakranial görüntüsü

FM'nun en ön orta hat noktası bazion, en arka orta noktası ise opisthion olarak adlandırılır. Foramen magnum oval şekilli ve oksipital kondillerin anteromedial bir eksenidir. (a:Sağ oksipital kondil sagittal açısı, b: Sol oksipital kondil sagittal açısı)

Sağ ve sol hypoglossal kanal intrakranial çapı, hypoglossal kanal ekstrakranial çapı, hypoglossal kanal uzunluğu, hypoglossal kanalın intrakranial oksipital kondil ön kenarına uzaklığı, hypoglossal kanalın intrakranial oksipital kondil arka kenarına uzaklığı, hypoglossal kanalın intrakranial basion uzaklık, hypoglossal kanalın intrakranial opisthion uzaklık, hypoglossal kanalın ekstrakranial oksipital kondil ön kenarına uzaklığı, hypoglossal kanalın ekstrakranial oksipital kondil arka kenarına uzaklığı, hypoglossal kanalın ekstrakranial basion uzaklık, hypoglossal kanalın ekstrakranial opisthion uzaklık ölçüldü (Şekil 15,16,17,18).



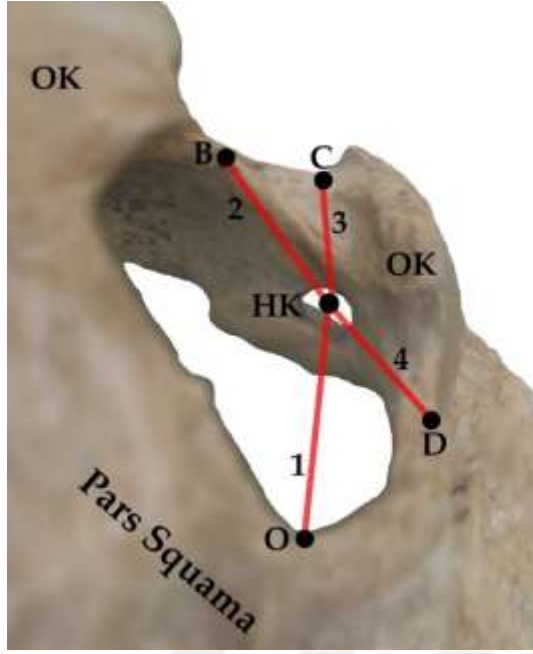
Şekil 15: Hypoglossal kanal intrakranial görüntüsü

(1: Hypoglossal kanal intrakranial çapı, HK: Hypoglossal kanal, OK: Oksipital kondil)



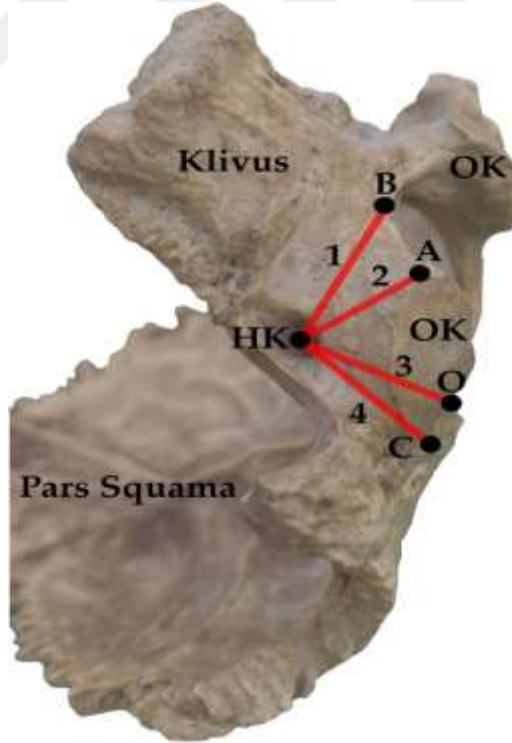
Şekil 16: Hypoglossal kanal ekstrakranial görüntüsü

Oksipital kemik pars basileris, pars squama ve bu iki bölümü for. magnumun anterolateral kenarından birleştiren iki adet pars lateralis denilen oksipital kondili içeren bölümlerden oluşur. (1: hypoglossal kanal ekstrakranial çapı, HK: Hypoglossal kanal, OK: Oksipital kondil)



Şekil 17: Hypoglossal kanal intrakranial görüntüsü

(1: Hypoglossal kanalın intrakranial opisthion uzaklık, 2: Hypoglossal kanalın intrakranial basion uzaklık, 3: Hypoglossal kanalın intrakranial oksipital kondil ön kenarına uzaklığı, 4: Hypoglossal kanalın intrakranial oksipital kondil arka kenarına uzaklığı, B: Basion, C: Oksipital kondil ön kenarı, D: Oksipital kondil arka kenarı, O: Opisthion, OK: Oksipital kondil, HK: Hypoglossal kanal)



Şekil 18: Hypoglossal kanal ekstrakranial görüntüsü

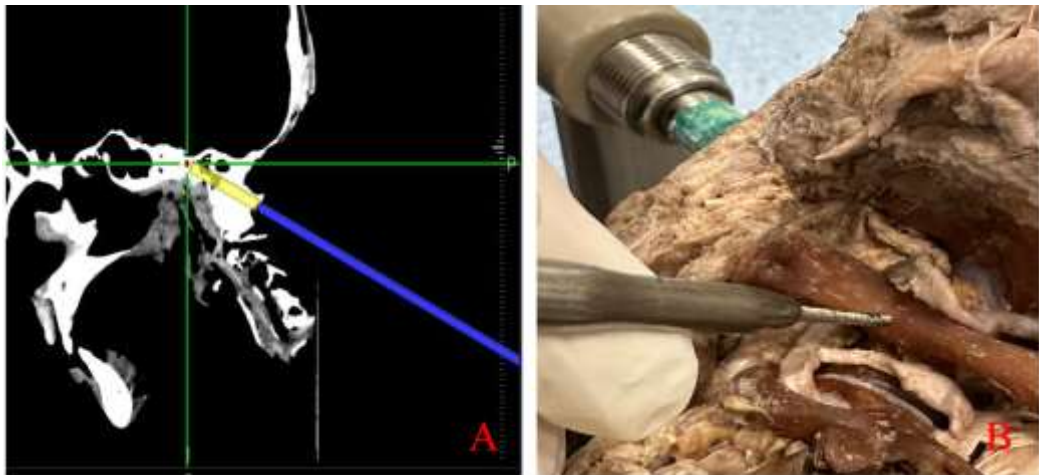
(1: Hypoglossal kanalın ekstrakranial basion uzaklık, 2: Hypoglossal kanalın ekstrakranial oksipital kondil ön kenarına uzaklığı, 3: Hypoglossal kanalın ekstrakranial opisthion uzaklık, 4: Hypoglossal kanalın ekstrakranial oksipital kondil arka kenarına uzaklığı, OK: Oksipital kondil, HK: Hypoglossal kanal, B: Basion, O: Opisthion, A: Oksipital kondil ön kenarı, C: Oksipital kondil arka kenarı)

5.3. İstatiksel Analiz

Tüm verileri analiz etmek için SPSS (versiyon 19; SPSS, Chicago, IL, ABD) kullanıldı. Tanımlayıcı verileri özetlemek için ortalamalar ve standart sapmalar (Std'ler) kullanıldı. Eşleşen örneklerde (bağımlı örnekler), taraflar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını değerlendirmek için Wilcoxon işaretli sıra testi kullanıldı. Eşleşmeyen örneklerde, taraflar arasındaki anlamlı farklılıkları test etmek için Mann-Whitney U testi kullanıldı. Her bir parti içindeki korelasyonu test etmek için Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Her bir tarafta 30'dan az örnek bulunduğu ve dolayısıyla normallik varsayımını ihlal ettiğinden parametrik olmayan testler kullanıldı. $p < 0,05$ değeri kullanıldığında sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

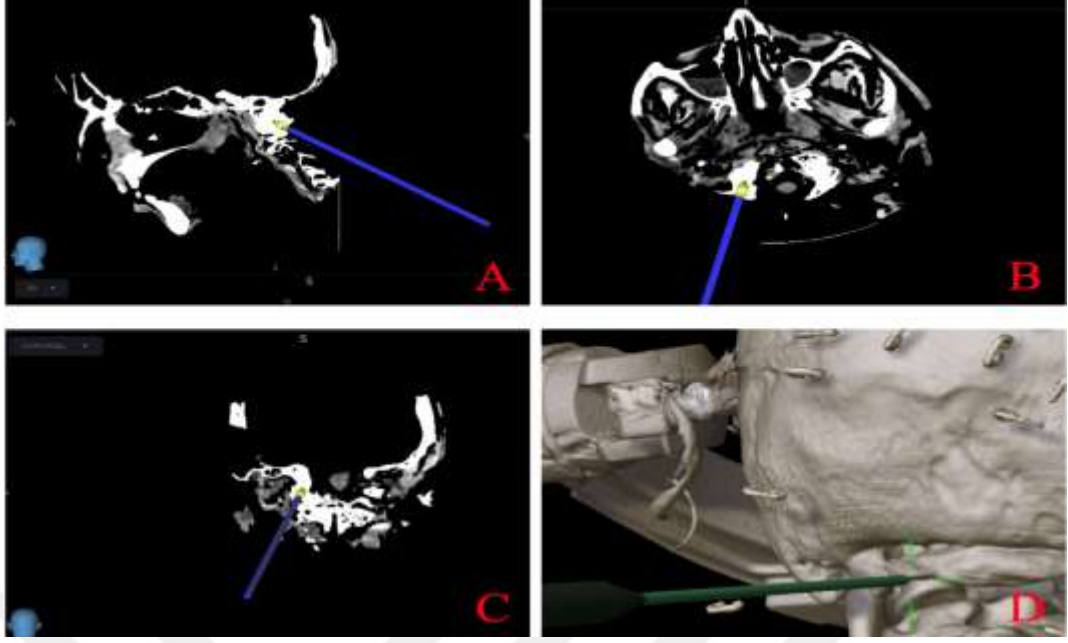
5.4. BT Navigasyon Eşliğinde Vidaların Yerleştirilmesi

İşlem öncesinde kadavralara 1 mm kalınlığında BT görüntüleme 1 mm' lik ince kesitler alınmış olup tüm kraniovertebral bileşke anatomisi çekime dahil edilmiştir. BT navigasyon yardımıyla trajeksiyon belirlendi. Vida trajeksiyonu kademeli olarak artırılarak hypoglossal kanal, foramen magnum, sinüs sphenoidalis gibi hayati yapılara zarar verip vermeyeceği gözlemlendi. Atlasın posterior arkı ile lateral kitlenin inferior artiküler çıkıntısı arasındaki geçiş bölgesinin orta noktası vida giriş noktası olarak belirlendi. Yüksek devirli drill ile kortikal bölge geçildikten sonra pedikül probu ile genişletildi. 30 mm çapında, 40 mm uzunluğunda vida gönderildi (Şekil 19,20,21,22,23).



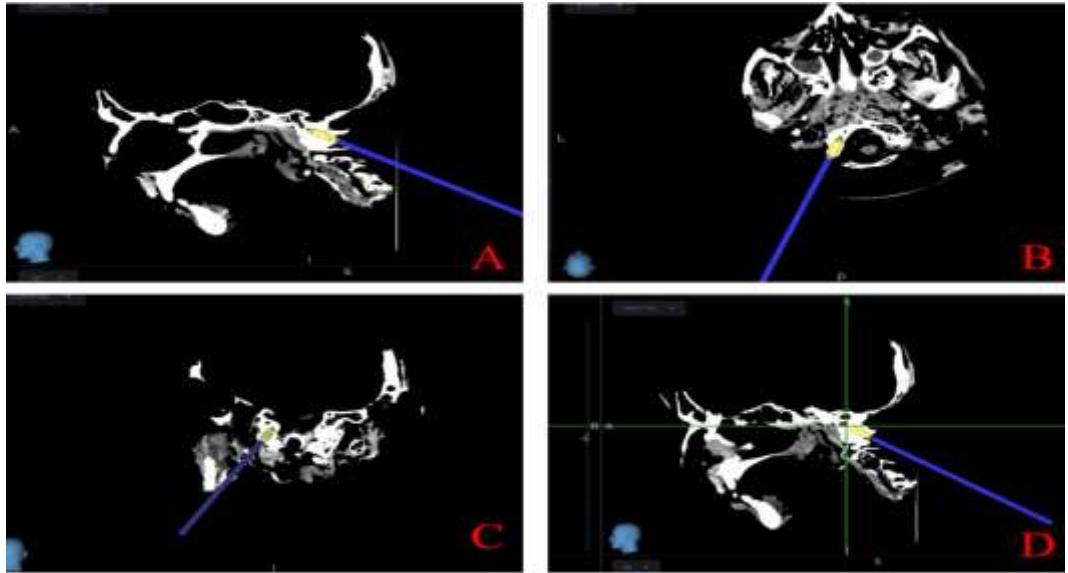
Şekil 19: BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde giriş yerinin ve trajeksiyonunun belirlenmesi

(A: İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde sagittal kesitte trajeksiyonunun belirlenmesi
B: Çivili başlıkta sabitlendikten sonra navigasyonla trajeksiyonu belirlenen kadavrada yüksek devirli drill ile kortikal bölgenin geçilmesi)



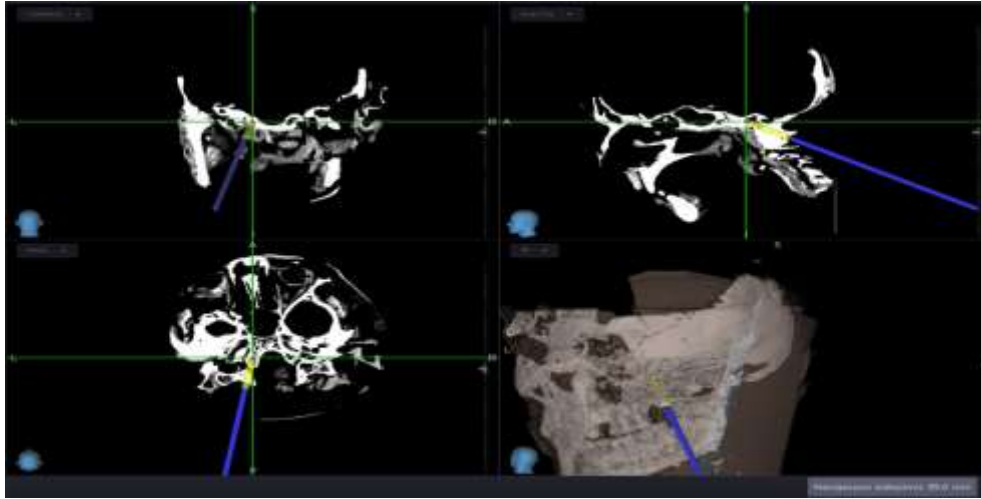
Şekil 20: BT navigasyon eşliğinde 1 cm uzunluğunda vidanın görüntüsü sagittal, axial, koronal ve üç boyutlu görüntüsü

(A: Sagittal İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 1 cm uzunluğunda vida görüntüsü, B: Axial kesitte İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 1 cm uzunluğunda vida görüntüsü, C: Koronal kesitte ince kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 1 cm uzunluğunda vida görüntüsü D: Vida giriş yerinin 3 boyutlu görüntüsü)



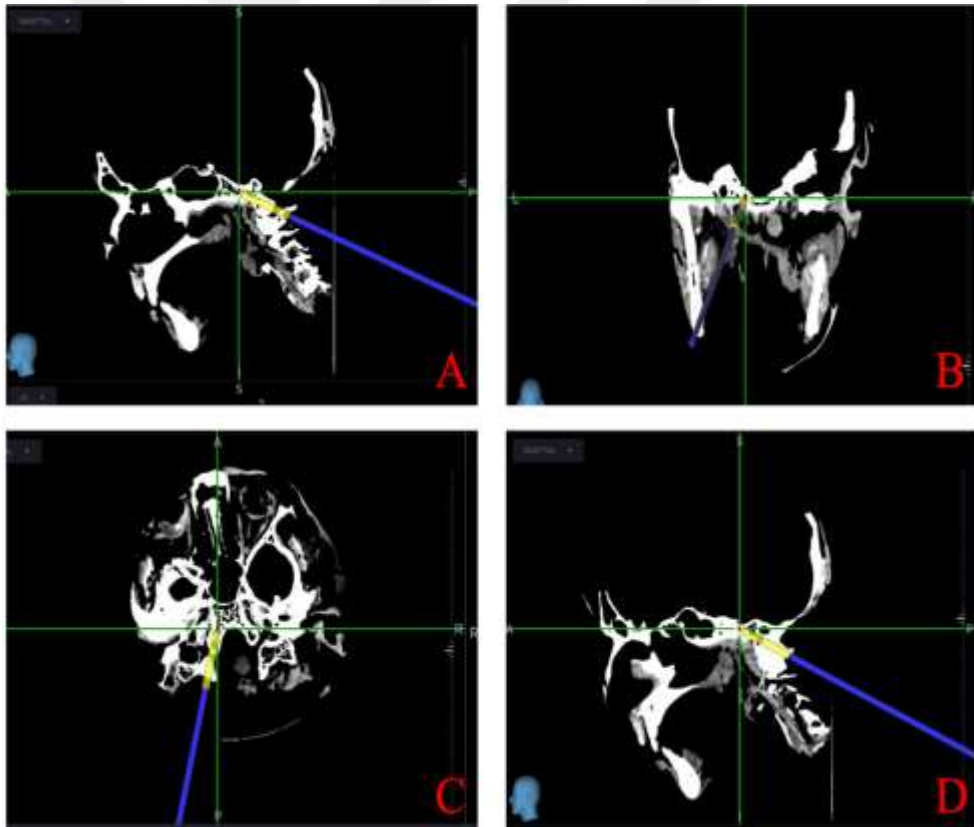
Şekil 21: BT navigasyon eşliğinde 2 cm uzunluğunda vidanın görüntüsü sagittal, axial, koronal ve üç boyutlu görüntüsü

(A: Sagittal İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 2 cm uzunluğunda vida görüntüsü, B: Axial kesitte İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 2 cm uzunluğunda vida görüntüsü, C: Koronal kesitte ince kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 2 cm uzunluğunda vida görüntüsü D: Sagittal İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 2 cm uzunluğunda vida trajeksiyonu ile hypoglossal kanalın görüntüsü)



Şekil 22: BT navigasyon eşliğinde 3.5 cm uzunluğunda vidanın görüntüsü sagittal, axial, koronal ve üç boyutlu görüntüsü

(A: Koronal kesitte ince kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 3.5 cm uzunluğunda vida görüntüsü, B: Sagittal İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 3.5 cm uzunluğunda vida görüntüsü, C: Axial kesitte İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 3.5 cm uzunluğunda vida görüntüsü, D: Vida trajeksiyonunun 3 boyutlu görüntüsü)

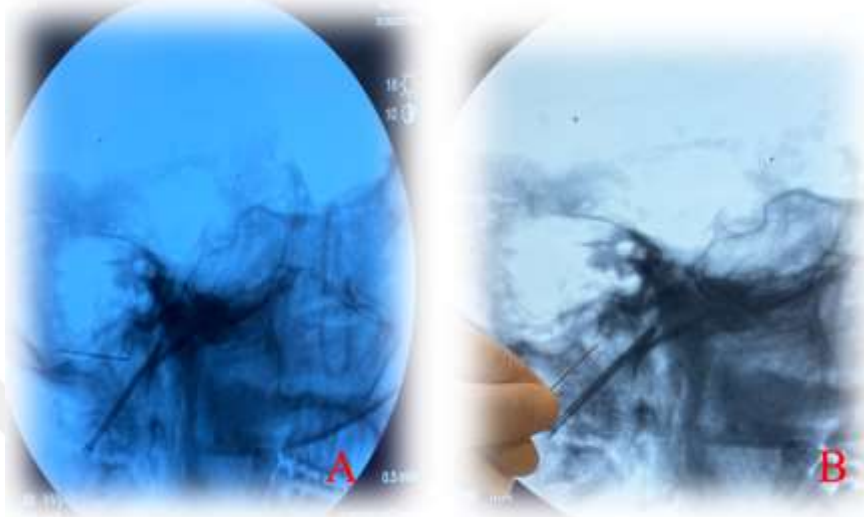


Şekil 23: BT navigasyon eşliğinde 4 cm uzunluğunda vidanın görüntüsü sagittal, axial, koronal ve üç boyutlu görüntüsü

(A: Sagittal İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 4 cm uzunluğunda vida görüntüsü, B: Koronal kesitte ince kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 4 cm uzunluğunda vida görüntüsü, C: Axial kesitte İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 4 cm uzunluğunda vida görüntüsü, D: Sagittal İnce kesitleri alınmış BT görüntülemenin navigasyon eşliğinde 2 cm uzunluğunda vida trajeksiyonu ile hypoglossal kanalın görüntüsü)

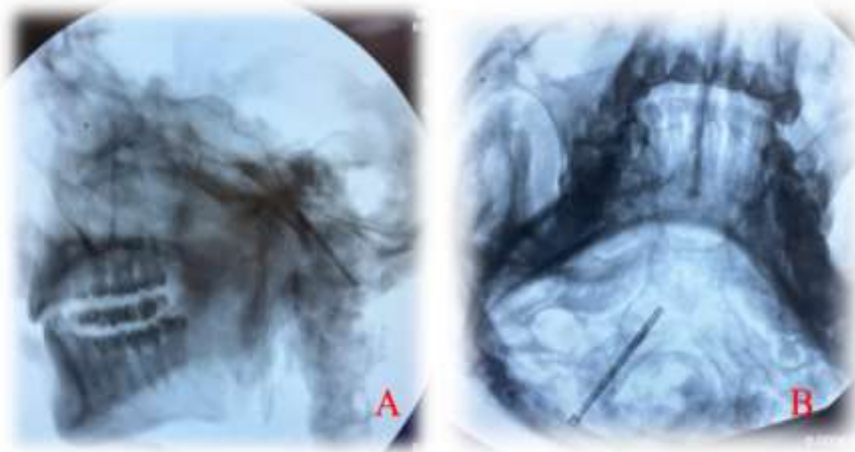
5.5. Skopi Eşliğinde Vida Gönderilmesinin Değerlendirilmesi

BT navigasyon teknolojisiyle beraber C kollu floroskopi eşliğinde vidanın trajeksiyonu gözlemlenmiştir. Skopi altında hypoglossal kanal ve kemik yapılar dikkatle takip edilerek 30 mm çapında, 40 mm uzunluğunda vida gönderildi (Şekil 24,25).



Şekil 24: Vida gönderilirken hypoglossal kanala yerleştirilen iğne ucunun skopide görüntüsü

(A: 30 mm çapında, 40 mm uzunluğunda vidanın gönderilirken hypoglossal kanala yerleştirilen iğne ucunun görüntüsü B: Vida gönderildikten sonra iğne ucuyla skopi üzerinde kanalın gösterilmesi.)

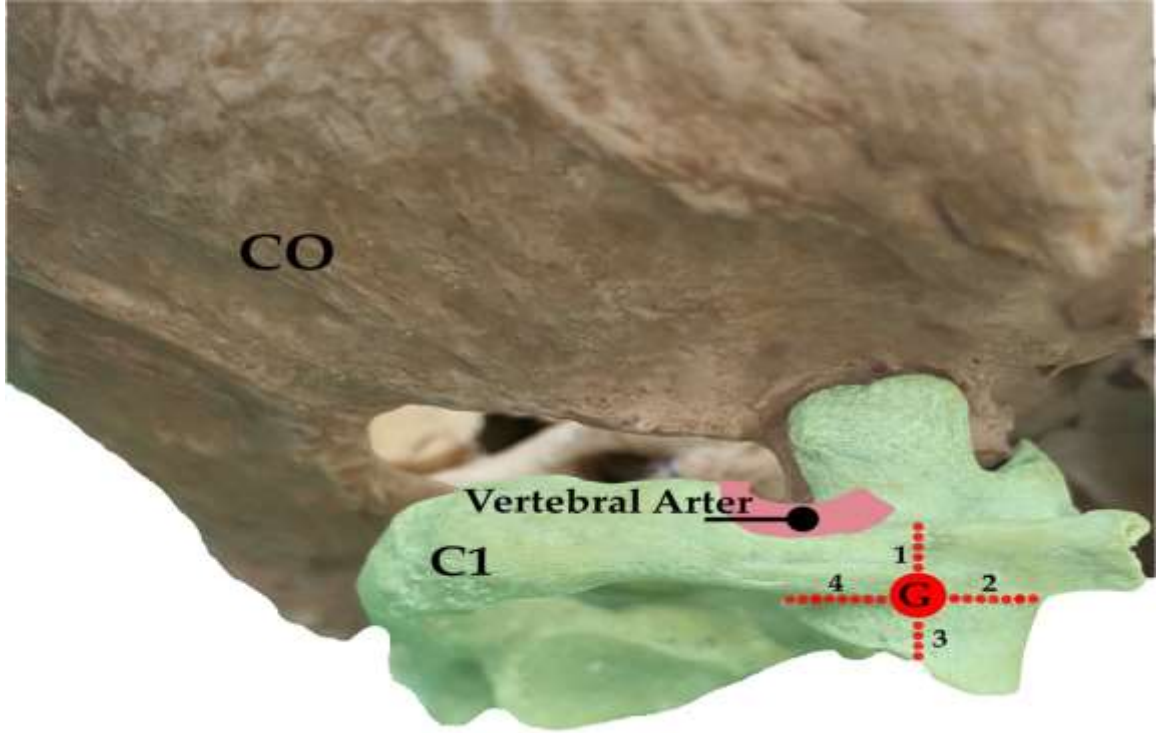


Şekil 25: Vida gönderildikten sonra trajeksiyonu ve for. magnum ile ilişkisini gösteren skopi görüntüsü

(A: 30 mm çapında, 40 mm uzunluğunda vidanın sagittal görüntüsü, B: Vidanın foramen magnum ve diğer kemik yapılarla olan ilişkisini gösteren skopi görüntüsü)

5.6. İşlem Sonrası Görüntüleme Ve Radyolojik Ölçümler

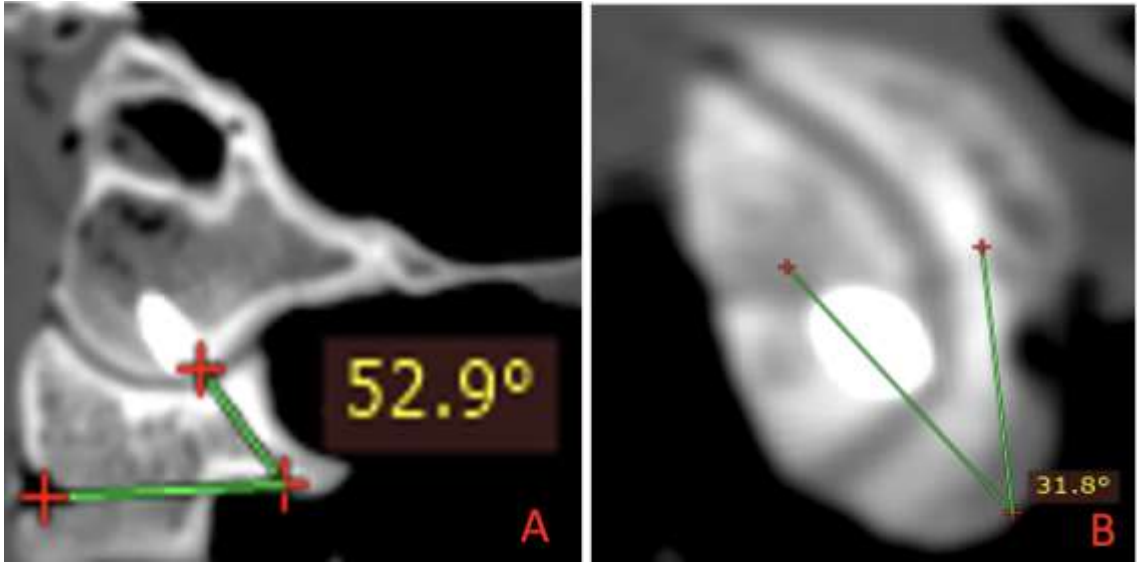
Vida yerleştirilmesinin ardından kadavralar 1 mm aksiyel kesitlerden oluşan BT görüntüleme yapıldı (Şekil 27,28). Radyolojik ölçümler ile çalışma desteklenmiştir. Vida giriş noktası ile atlasın vertebral arter oluşuyla olan dikey mesafe, vida ile vertebral arter forameninin medial kenarı arasındaki mesafe, vida giriş noktası ile atlasın alt kenarı arasındaki dikey mesafe, vida giriş noktası ile atlas medial duvarı arasındaki mesafesi ölçülmüştür (Şekil 25). Vidanın baş eğim açısı ve sagittal düzlemde açısı ölçülmüştür (Şekil 26). Vidanın hyopoglossal kanal ile olan mesafesi ölçülmüştür.



Şekil 25: Atlantooksipital eklem kompleksi ve vida giriş noktası

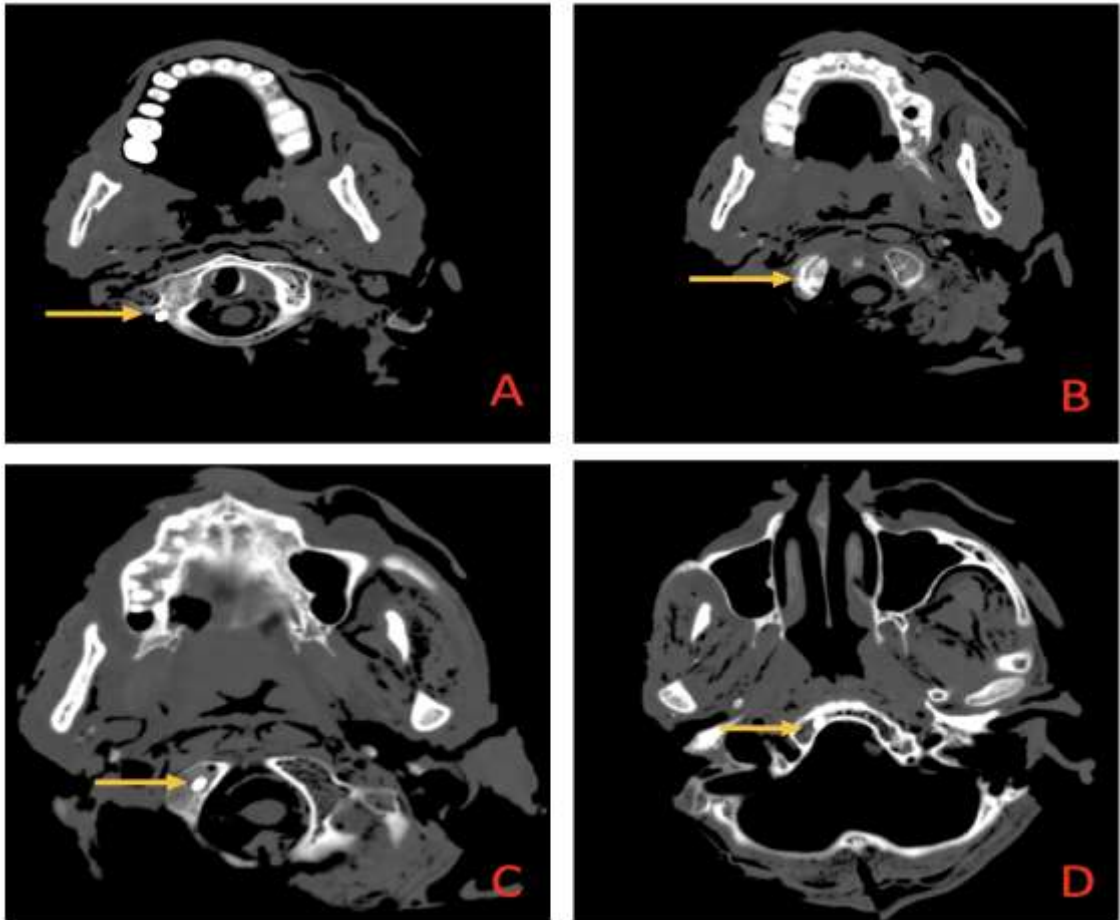
Vida giriş noktası olarak atlasın posterior arkusu ile lateral mass'ın inferior articular process'inin geçiş noktasının ortasındadır. (G: Vidanın giriş noktası, 1: Vida giriş noktası ile atlasın vertebral arter oluşuyla olan dikey mesafe, 2: Vida ile vertebral arter forameninin medial kenarı arasındaki mesafe, 3: Vida giriş noktası ile atlasın alt kenarı arasındaki dikey mesafe, 4: Vida giriş noktası ile atlas medial duvarı arasındaki mesafe).

Vida giriş noktası ile atlasın vertebral arter oluşuyla olan dikey mesafe 3,4 mm, vida ile vertebral arter forameninin medial kenarı arasındaki mesafe 6,4 mm, vida giriş noktası ile atlasın alt kenarı arasındaki dikey mesafe 6,3 mm, vida giriş noktası ile atlas medial duvarı arasındaki mesafesi 6,7 mm ölçülmüştür.



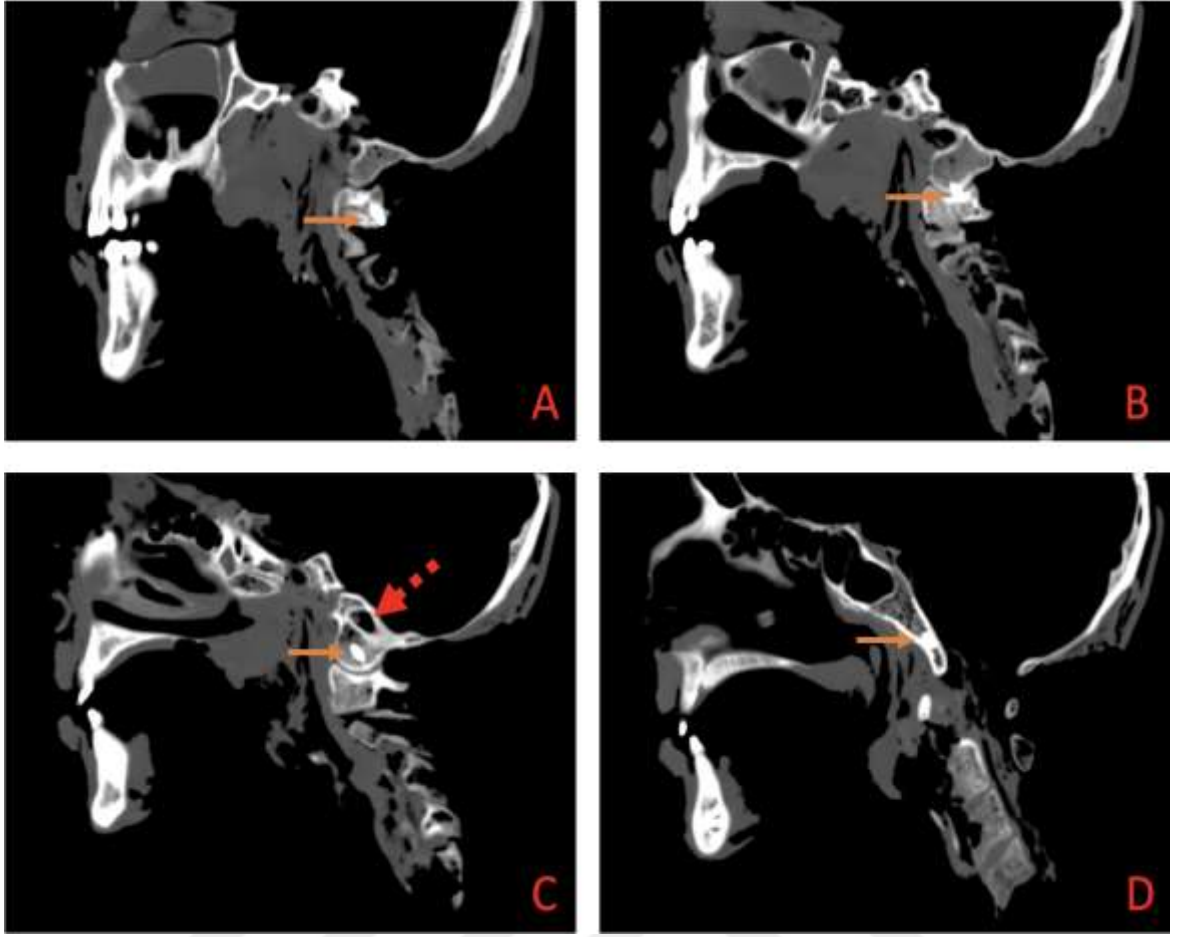
Şekil 26: Vidanın işlem sonrası baş eğim açısının ve sagittal açısının ölçülmesi

A: Vidanın işlem sonrası baş eğim açısı, B: Vidanın işlem sonrası sagittal açısı



Şekil 27: Vidanın gönderilmesi sonrasında ince kesit BT’de axial kesitlerin görüntüsü

(A:Vidanın atlas seviyesinde giriş noktasındaki axial kesiti, B: Vidanın atlantookspital eklem seviyesinde axial kesiti, C: Vidanın oksipital kondil seviyesinde axial kesiti, D: Vidanın klivus seviyesinde axial kesiti, sarı ok vidayı göstermektedir.)



Şekil 28: Vidanın gönderilmesi sonrasında ince kesit BT’de sagittal kesitlerin görüntüsü

(A: Vidanın atlasın posterior arkusu ile lateral mass’ın inferior articular process’inin geçiş noktası seviyesinde sagittal kesiti, B: Vidanın atlantookspital eklem seviyesinde sagittal kesiti, C: Vidanın oksipital kondil seviyesinde sagittal kesiti, D: Vidanın klivus seviyesinde sagittal kesiti, sarı ok vidayı, kesikli kırmızı ok hypoglossal kanalı göstermektedir.

6. BULGULAR

Sağ oksipital kondil uzunluğu 23,90 mm, sağ oksipital kondil genişlik 12,24 mm, sağ oksipital kondil yüksekliği 8,50 mm, Oksipital kondil ön kenarı basion uzaklığı 8,04 mm, Oksipital kondil arka kenarı opisthion uzaklık 26,86 mm, sağ ve sol oksipital kondil ön kenar uzaklığı 15,16 mm, sağ ve sol oksipital kondil arka kenar uzaklığı 34,11 mm olarak ölçülmüştür. Sol oksipital kondil uzunluğu 23,18 mm, sol oksipital kondil genişlik 12,37 mm, sol oksipital kondil yüksekliği 8,66 mm, Oksipital kondil ön kenarı basion uzaklığı 7,53 mm, Oksipital kondil arka kenarı opisthion uzaklık 26,16 mm ölçülmüştür (Tablo 2,3). Klivus en ince yerinde kalınlığı 4,84 mm ile 7,11 mm arasında ortalama 5.78 mm olarak ölçülmüştür. Sağ oksipital kondil sagittal açısı ortalama 32,91°, sol oksipital kondil sagittal açısı ortalama 31° bulunmuştur (Tablo 2,3).

Tablo 2: Sağ ve sol oksipital kondil ilişkili ölçümlerin minimum (min), maximum(max) ve ortalama değerleri(ort) verilmiştir.

	ORT.	STD.	MİN.	MAX.
SAĞ OK UZUNLUK	23,90	2,83	19,89	30,91
SAĞ OK GENİŞLİK	12,24	1,06	10,10	14,49
SAĞ OK YÜKSEKLİK	8,50	1,21	6,63	12,24
SOL OK UZUNLUK	23,18	2,74	19,88	29,06
SOL OK GENİŞLİK	12,37	0,96	10,67	14,16
SOL OK YÜKSEKLİK	8,66	0,84	7,19	10,76
OK ÖN KENAR UZAKLIK	15,16	2,43	9,36	18,97
OK ARKA KENAR UZAKLIK	34,11	2,75	30,26	42,17
SAĞ OK ÖN KENAR-BASİON UZAKLIK	8,04	2,44	3,65	13,43
SOL OK ÖN KENAR-BASİON UZAKLIK	7,53	2,03	3,63	12,86
SAĞ OK ARKA KENAR- OPİSTHİON UZAKLIK	26,86	3,45	21,34	36,83
SOL OK ARKA KENAR- OPİSTHİON UZAKLIK	26,16	1,55	22,92	28,65
KLİVUS KALINLIK	5,78	0,74	4,84	7,11

(OK: Oksipital kondil)

Tablo 3: Sağ ve sol oksipital kondil açılı ölçümlerinin minimum (min), maximum(max) ve ortalama değerleri(ort) verilmiştir

	ORT.	STD.	MİN.	MAX.
OK SAĞ AÇI	32,91	3,35	29,00	43,00
OK SOL AÇI	31,00	4,13	24,00	42,00

(OK: Oksipital kondil)

Sağ hypoglossal kanal intrakranial çapı 5,07 mm, hypoglossal kanal ekstrakranial çapı 5,48 mm, hypoglossal kanal uzunluğu 10,04 mm, hypoglossal kanalın intrakranial oksipital kondil ön kenarına uzaklığı 11,28 mm, hypoglossal kanalın intrakranial oksipital kondil arka kenarına uzaklığı 10,51 mm, hypoglossal kanalın intrakranial basion uzaklık 13,81 mm, hypoglossal kanalın intrakranial opisthion uzaklık 28,57 mm, hypoglossal kanalın ekstrakranial oksipital kondil ön kenarına uzaklığı, 12,28 mm, hypoglossal kanalın ekstrakranial oksipital kondil arka kenarına uzaklığı 15,53 mm, hypoglossal kanalın ekstrakranial basion uzaklık 16,02 mm, hypoglossal kanalın ekstrakranial opisthion uzaklık 38,35 mm ölçülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4: Sağ hypoglossal kanal ilişkili ölçümlerin minimum (min), maximum(max) ve ortalama değerleri(ort) verilmiştir

	ORT.	STD.	MİN.	MAX.
HK UZUNLUK	10,04	1,31	7,12	12,62
İK HK ÇAPI	5,07	0,83	3,42	6,59
EK HK ÇAPI	5,48	0,84	4,14	7,42
İK HK-OK ÖN KENAR UZAKLIĞI	11,28	1,66	8,79	14,35
İK HK-OK ARKA KENAR UZAKLIK	10,51	1,73	8,22	14,43
EK HK-OK ÖN KENAR UZAKLIK	12,28	1,90	9,13	15,12
EK HK-OK ARKA KENAR UZAKLIK	15,53	1,22	13,40	18,59
EK HK-BASİON UZAKLIK	16,02	1,14	14,35	18,32
EK HK-OPİSTHİON UZAKLIK	38,35	2,35	34,01	43,59
İK HK-BASİON UZAKLIK	13,81	1,29	11,93	16,84
İK HK-OPİSTHİON UZAKLIK	28,57	4,25	12,99	34,23
HK SAGİTTALAÇI	41,82	5,70	34,00	53,00

(HK: Hipoglossal kanal, İK: İntrakranial, EK: Ekstrakranial, OK: Oksipital Kondil)

Sol hypoglossal kanal intrakranial çapı 4,83 mm, hypoglossal kanal ekstrakranial çapı 5,63 mm, hypoglossal kanal uzunluğu 10,80 mm, hypoglossal kanalın intrakranial oksipital kondil ön kenarına uzaklığı 10,69 mm, hypoglossal kanalın intrakranial oksipital kondil arka kenarına uzaklığı 10,52 mm, hypoglossal kanalın intrakranial basion uzaklık 13,07 mm, hypoglossal kanalın intrakranial opisthion uzaklık 30,80 mm, hypoglossal kanalın ekstrakranial oksipital kondil ön kenarına uzaklığı 12,68 mm, hypoglossal kanalın ekstrakranial oksipital kondil arka kenarına uzaklığı 15,30 mm, hypoglossal kanalın ekstrakranial basion uzaklık 16,12 mm, hypoglossal kanalın ekstrakranial opisthion uzaklık 37,86 mm ölçülmüştür (Tablo 5).

Tablo 5: Sol taraf hypoglossal kanal ilişkili ölçümlerin minimum (min), maximum(max) ve ortalama değerleri(ort) verilmiştir

	ORT.	STD.	MİN.	MAX.
HK UZUNLUK	10,80	1,76	7,80	14,69
İK HK ÇAP	4,83	1,21	3,05	7,33
EK HK ÇAP	5,63	1,01	3,97	7,62
İK HK-OK ÖN KENARA UZAKLIK	10,69	2,11	7,13	14,92
İK HK-OK ARKA KENAR UZAKLIK	10,52	1,41	7,48	13,86
EK HK-OK ÖN KENAR UZAKLIK	12,68	1,96	9,30	16,11
EK HK-OK ARKA KENAR UZAKLIK	15,30	1,52	13,40	19,96
EK HK-BASİON UZAKLIK	16,12	1,70	12,56	19,49
EK HK-OPİSTHİON UZAKLIK	37,86	5,58	15,45	43,39
İK HK-BASİON UZAKLIK	13,07	1,52	9,06	15,98
İK HK-OPİSTHİON UZAKLIK	30,80	2,57	26,27	36,24
HC SAGİTTALAÇI	43,23	5,84	31,00	58,00

(HK: Hipoglossal kanal, İK: İnttrakranial, EK: Ekstrakranial, OK: Oksipital Kondil)

Foramen magnum ön arka mesafesi 36,56 mm, Foramen magnum sağ-sol en geniş mesafesi 30,48 mm olarak ölçülmüştür. Foramen magnum oval şekilli olduğu görülmüştür.

Tablo 6: Foramen magnum ilişkili ölçümlerin minimum (min), maximum(max) ve ortalama değerleri(ort) verilmiştir

	ORT.	STD.	MİN.	MAX.
FM ÖN-ARKA UZAKLIK	36,56	1,94	32,31	40,06
FM SAĞ-SOL UZAKLIK	30,48	2,04	26,86	34,68

Sağ tarafta hypoglossal kanalın intrakranial çapı ile hypoglossal kanalın ekstrakranial çapları arasında korelasyon vardı ($P=0.011$, $R=0.535$). Sol ekstrakranial hypoglossal kanalın çapı ile sol intrakranial hypoglossal kanalın çapı arasında korelasyon vardı ($r=0.875$, $p<0.001$). Sağ intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarı ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarı arasında korelasyon vardı ($r=0.714$, $p<0.001$). Sol intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenara uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.806$, $p<0.001$).

Sağ intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarı ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanal ile basion uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.488$, $p=0.021$). Sol intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenara uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.667$, $p<0.001$). Sağ intrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.449$, $p=0.037$).

Sol intrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık ile sol ekstrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.587$, $p=0.004$).

Sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=-0.706$, $p<0.001$). Sol ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.772$, $p<0.001$). Sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık ile foramen magnum ön-arka uzaklığı arasında korelasyon vardı ($r=-0.719$, $p<0.001$). Sol ekstrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık ile foramen magnum ön-arka mesafesi arasında korelasyon vardı ($r=0.671$, $p<0.001$).

Sol hypoglossal kanalın sagittal açısı ile sol intrakranial hypoglossal kanalın çapı arasında korelasyon vardı ($r=0.483$, $p=0.023$). Sol hypoglossal kanalın sagittal açısı ile sol ekstrakranial hypoglossal kanalın çapı arasında korelasyon vardı ($r=0.454$, $p=0.034$).

Sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenar uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklık arasında korelasyon vardı ($R=0.530$, $p=0.012$). Sol ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.895$, $p<0.001$). Sol ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenar

uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenar uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.679$, $p<0.001$). Sol ekstrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık ile sol ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.831$, $p<0.001$). Sol ekstrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.647$, $p<0.001$).

Sağ intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarı ile foramen magnumun sağ sol genişliği arasında uzaklık ile korelasyon vardı ($R=0.485$, $p=0.022$). Sol intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenara uzaklık ile sağ intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.626$, $p=0.002$). Sağ intrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık ile sağ hypoglossal kanalın uzunluğu arasında korelasyon vardı ($r=0.481$, $p=0.025$). Sağ intrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenar uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.529$, $p=0.012$). Sol intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenar uzaklık ile sağ intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenar uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.479$, $p=0.025$).

Sol intrakranial hypoglossal kanalın basion uzaklık ile sol intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenara uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.652$, $p=0.001$). Sol intrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık ile fm ön-arka arasında korelasyon vardı ($r=0.533$, $p=0.011$). Sol intrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık ile sağ intrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklık arasında korelasyon vardı ($r=0.535$, $p=0.010$).

7. TARTIŞMA

Kranyovertebral bileşkeyi instabil hale getiren travma, romatoid artrit, enfeksiyon, tümör, konjenital deformite ve dejeneratif süreçleri içeren hastalık için oksipitoservikal füzyon gerekebilmektedir. Servikal omurga ve kranyum arasındaki bu bileşke alanı fiksasyon zorluklarının beraberinde omurilik hasarı riskine sahiptir. KVB'nin stabilizasyonu Foerster fibüleri bir dikme greft yapısı kullandığında 1927'ye kadar uzanmaktadır (70). O zamandan bugüne tel fiksasyonu, kanca yapıları ve kemik grefti ve halo immobilizasyonu vb stabilizasyon yöntemleri denenmiştir. Bununla birlikte füzyon oranlarını iyileştirmek için halo yeleşği, Minerva ceket ve uzatılmış yatak istirahati dahil olmak üzere uzun immobilizasyon sürelerini gerektiriyordu. Füzyon oranlarını ve klinik sonuçları iyileştirmek amacıyla, rijit internal fiksasyon yöntemleri geliştirildi.

Kranioservikal bileşkede ortaya çıkan instabilite için anterior ve posterior yaklaşımla stabilitenin sağlandığı füzyon teknikleri geliştirilmiştir. 1990'ların başında, omurgaya stabilite sağlayan, post-operatif immobilizasyonunu ortadan kaldıran oksipitoservikal vida plak sistemleriyle enstrümantasyon geliştirilmiştir (71). Oksipital fiksasyonu, oksipital vidaları oksiputtaki en kalın ve en güçlü kemik alanı olan orta hat boyunca yerleşirmesi uygun görüldü. Vida rod sistemleriyle enstrümantasyon, oksipital fiksasyonun etkinliğini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Oksipital kemiğin orta hattı boyunca en kalın ve güçlü kemikte bikortikal plak yerleşirmesi stabilite ve füzyon oranlarını arttırarak biyomekanik açıdan birçok avantaj sağladı. Birçok çalışma çeşitli oksipitoservikal yapıların stabilitesini karşılaştırmış ve rijit oksipitoservikal fiksasyonun diğer tekniklerden daha üstün olduğunu göstermiştir (72,73).

Oksipital vidaların güvenli bir şekilde yerleşirmesi için oksipital kemik kalınlığının anatomik bilgisi ve venöz sinüslerin yerinin bilinmesi esastır. Oksiput'un anatomik çalışmaları, external occipital protuberance'ın orta hatta en kalın olduğu gösterilmiştir. Vida fiksasyonu sırasında transvers sinüs hasarını önlemek için ve external occipital protuberance'ın altında süperior nukhal hat seviyesinin altı tercih edilir.

Kranyovertebral bileşke fiksasyonu için 2003 yılında Gonzalez ve arkadaşları, oksipital kondilin C-1'e sabitlendiği bir transartiküler vida tekniği geliştirdiler(74). Birçok önemli anatomik yapı oksipital kondile komşudur: üstünde hipoglossal sinir, medialde beyin sapı,

lateralde emisser venler ve sigmoid sinüs, arkada vertebral arter ve servikal sinir kökü, ön tarafta retrofaringeal yumuşak doku bulunur (75).

Uribe ve arkadaşları kadavralara OK vidalarının uygulanmasına yönelik cerrahi prosedürleri tanımlamıştır (76). Vertebral arter yaralanmasını önlemek için, atlantookspital eklem açığa çıkarıldıktan sonra vertebral arterlerin ortaya çıkarılması son derece dikkatli yapılmalıdır. External occipital protuberance'den C3 veya C4'ün spinöz çıkıntısına kadar standart bir orta hat insizyonu yaptılar. Vertebral arterin horizontal segmentini ortaya çıkarmak için, arcus posterior atlantis açığa çıkarıldıktan sonra iki taraflı periosteum boyunca diseksiyon yapıldı.

C0-C1 transartiküler vidanın giriş noktası için C1'in posterior arkusunun C1 lateral mass' i ile birleşim yeri ve C1 posterior arkusunun alt kenarının orta noktası seçildi. Oksipital kemik, C1 ve C2'nin tam olarak açığa çıkarılması sonrası vida trajeksiyonu medialden laterale açısı 12° - 22° ve başa eğim açısı sırasıyla 5° olacak şekilde yerleştirilir. Vidanın uzunluğu 20-24 mm ölçüldü.

Kraniovertebral stabilizasyon esnasında kranial bölümün dahil edilmesi için oksipital kemiğin squamöz kemiği tercih edilir. Hastada posterior fossa yerleşimli patolojiler nedeniyle oksipital kraniyektomi yapılmışsa squamöz kemik iyi bir tercih olmayacaktır. İkinci bir seçenek oksipital kemiğin kondil bölümüdür. Çalışmamızda oksipital kemiğin klivus parçası da tutunma bölgesi olarak tercih edilerek vidanın tutunma alanı genişletilmiş ve vidanın tutunma gücü artırılmıştır. Tez çalışmamızda kraniovertebral bileşkenin posterior yaklaşımla atlanto-kondiler transartiküler klivus vida tekniğini kadavra çalışmasında uygulanabilirliğini ve güvenilirliğini araştırdık. Bu vida tekniği için olası kullanım alanları tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7: Posterior yaklaşımla atlanto-kondiler transartiküler klivus vida tekniğinin cerrahi endikasyonları

Atlantookspital dislokasyon
Oksipital kondil kırıkları
Oksipitoservikal füzyon ihtiyacı olan osteoporotik hastalar
Revizyon gereken oksipitoservikal füzyon hastaları
Oksipital kemiğin squamöz bölümünün yokluğu (Opere chiari, oksipital kraniyektomi vb)

Kadavra modeli üzerinde 3 boyutlu kranioservikal BT modellemesi ve navigasyon eşliğinde vida uygulaması gerçekleştirilmiştir. Vida gönderilmesinin oksipital kondil ve diğer anatomik yapılardaki şekil ve boyut farklılıkları nedeniyle navigasyon eşliğinde uygulanması

önerilir. Hastaya pozisyon verildikten sonra, kraniovertebral bileşke sabitlendikten sonra BT görüntülemenin tamamlanması ve navigasyon eşliğinde vida gönderilmesi önerilir. Hastaya pozisyon verildikten sonra atlantookspital dislokasyon düzeyi değişebilir. Vida girişi noktası olarak doğru yerin tespiti için kranioservikal BT navigasyon ve skopi eşliğinde atlasın posterior arki ile lateral kitlenin inferior artiküler çıkıntısı arasındaki geçiş bölgesinin orta noktası uygun görülmüştür.

Uygun çapta vida kullanılması nörovasküler hasar riskini azaltır. Vida çapının değerlendirilmesi için oksipital kondil ve hypoglossal kanal arasındaki yükseklik ölçülmüştür. Sağ tarafta en küçük değer 6.63, en yüksek değer 12,24 olarak ölçülmüştür. Ortalama 8.50 mm ölçülmüştür. Klivus kalınlığı en küçük 4.84 mm, en büyük 7.11 mm ortalama 5.78 mm olarak ölçülmüştür. Vida çapının ortalama 5 mm olması durumunda oksipital kondil ve klivusun dışına taşmayacağı görülmüştür.

Vida uzunluğunun doğru tespit edilememesi durumunda üst sfenoid sinüsün hasarlanması, for. magnumda hayati yapılara zarar vermesi, klivusa sabitlenmesinin yeterli olmaması sorunlara neden olabilir(77). Vida uzunluğunun değerlendirilmesi için sağ ve sol taraf hypoglossal kanal ve oksipital kondil arasındaki mesafeler ölçülmüş. OK arka kenarına ulaşan vidanın ortalama 10,51 mm sonra HK hizasına ulaşacağı görülmüştür. HK kanalın İK çapı 5.07 mm ve EK çapı 5.48 mm olarak hesaplanmıştır.

N. hypoglossus intrakranyalden ekstrakraniale anterolateral olarak, sagittal düzlemde 10,04 mm uzunlukta 41,82° derece açıyla ileten hipoglossal kanal içerisinde yer alır. HK geçildikten sonra OK ön kenarına ortalama 11,28 mm sonra ulaşılır. Oksipital kondil geçildikten sonra vida klivusa doğru ilerletilir. HK ile klivus arasında 13,81 mm mesafe vardır.

Sol taraf hypoglossal kanal ve oksipital kondil arasındaki mesafeler ölçülmüş. OK arka kenarına ulaşan vidanın ortalama 10,69 mm sonra HK hizasına ulaşacağı görülmüştür. HK kanalın İK çapı 4,83 mm ve EK çapı 5,63 mm olarak hesaplanmıştır. N. hypoglossus intrakranyalden ekstrakraniale anterolateral olarak, sagittal düzlemde 10,80 mm uzunlukta 43,23° derece açıyla ileten hipoglossal kanal içerisinde yer alır. N. hypoglossus hasarının önlenmesi, olası komplikasyonlardan kaçınılması için bu aşamalarda HK konumunun skopi eşlinde de değerlendirilmesi önerilir. HK geçildikten sonra OK ön kenarına ortalama 10.52 mm sonra ulaşılır. Oksipital kondil geçildikten sonra vida klivusa doğru ilerletilir. HK ile klivus arasında 16,12 mm mesafe vardır. Vida uzunluğu BT navigasyon sistemleri ve yapılan anatomik ölçümler sonucunda ortalama 40 mm yeterli olacağı görülmüştür.

OK sağ taraftan ve sol taraftan trajeksiyonu ölçülmüş ve sağ tarafta 29° ve 43° açıları arasında ortalama 32,91° açıyla, sol tarafta 24° ve 42° arasında açılarla ortalama 31° açıyla klivusa güvenli bir şekilde ulaşılabileceği görülmüştür. Vida için uygun hastalar her uygulama için BT navigasyon sistemleri ve radyolojik ölçümler yapılarak planlanmalıdır. Oksipital kondilin ortalama 30 derecelik sagittal açısına uygun şekilde vidanın gönderilmesi yeterli görülmüştür.

Vidanın baş eğim açısı 52,9 olduğu görülmüştür. 46 hastada üst servikal omurga BT üzerinde yapılan sanal vida çalışmasında ortaya çıkan sonuçlarla örtüşmektedir(78). Atlanto-oksipital açının fizyolojik olmayan sınırlarda stabilize edilmesi yutma fonksiyonunun bozulması, görme açısının kaybolması, solunum açıklığının korunamaması gibi sonuçlara neden olur(79). Oksiput boyun açısının bozulması ilerleyen dönemlerde servikal balansı bozacağı için vida malpozisyonu, kırılması gibi komplikasyon risklerini artırabilir(80). Yutma fonksiyon bozukluğu sonrası PEG takılması gerekebilir. Solunum yolu korunamadığı için hasta trakeostomiye bağımlı yaşayabilir.

Sağ ve sol tarafta hypoglossal kanalın intrakranial çapı ile hypoglossal kanalın ekstrakranial çaplarının uyumlu olduğu ve intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarı ile ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarı arasında, sol ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenar uzaklığı ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarı arasında, sol ekstrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklığı ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklığı, sol ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenara uzaklığı ile sağ ekstrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenar uzaklığı arasında pozitif korelasyon gözlenmiştir. Hypoglossal kanalın oksipital kondil yapılarıyla olan uzaklıkları uyumlu bulunmuştur. Foramen magnum ön-arka uzaklığıyla sağ ve sol ekstrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklığıyla pozitif korelasyon göstermektedir.

Sol intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenarı arasında uzaklık ile sağ intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil arka kenarı arasındaki uzaklık, sol intrakranial hypoglossal kanalın opisthiona olan uzaklığı ile sağ intrakranial hypoglossal kanalın opisthion uzaklığı arasında, sol intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarına uzaklığı ile sağ intrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondil ön kenarına olan uzaklığı arasında pozitif korelasyon göstermektedir. İntrakranial hypoglossal kanalın oksipital kondilin ön ve arka kenarına, opisthiona olan mesafeleri uyumlu bulunmuştur.

Posterior yaklaşımla atlanto-kondiler transartiküler klivus vida tekniğinin uygulanabilmesi için yapılan ilk özgün kadavra çalışmasıdır. Bu tekniğin uygulanması esnasında olası anatomik yapılar gösterilmiş ve navigasyon sistemleri kullanılarak diseksiyonu yapılan kadavra üzerinde vida gönderilmiştir. Çalışmanın sonunda uygun endikasyonda klivusa uzanan bir vidanın atılabileceği ve bunun anatomik yapılara zarar vermediği gösterilmiştir. Kullanılacak vidanın boyutu ve çapıyla ilgili çalışmalarda bulunulmuştur. Çalışmamızın kısıtlayıcı yanları olarak kadavra sayısının yetersizliği görülmüştür. Kadavra sayısının artırılmasıyla posterior yaklaşımla atlanto-okspital transartiküler klivus vida tekniğinin uygulanabilmesinin mümkün olduğu daha geniş serilerde gösterilmesi gerekmektedir.



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Oksipital kemik, atlas ve axisi içeren üst servikal bölgenin stabilitesi hayati önem taşımaktadır. Bu bölgenin anatomisinin anlaşılması cerrahi tekniklerin anlaşılması ve uygulanması açısından önemlidir. Posterior yaklaşımla atlantooksipital transartiküler klivus vida tekniğinin anlaşılabilmesi için gerekli olan anatomik yapılar teker teker incelenmiş ve morfometrik çalışmaları ile birlikte bu vida tekniğinin kadavra üstünde cerrahi olarak uygulanabilir olduğu navigasyon sistemleri kullanılarak gösterilmiştir. Atlantooksipital dislokasyon, oksipital kondil kırıkları, oksipitoservikal füzyon ihtiyacı olan osteoporotik hastalar, revizyon gereken oksipitoservikal füzyon hastaları, oksipital kemiğin squamöz bölümü geçirilmiş cerrahi veya travma nedeniyle kullanılmayan hastalar, klivusa uzanan kafa tabanı kırıklarında, kranioservikal instabilite durumunda cerrahi uygulanabilir. Bu çalışmanın gelecekteki geniş kadavra serileri ve morfolojik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

9. KAYNAKLAR

1. Bambakidis NC, Feiz-Erfan I, Horn EM, Gonzalez LF, Baek S, Yüksel KZ, vd. Biomechanical comparison of occipitoatlantal screw fixation techniques. *J Neurosurg Spine*. Şubat 2008;8(2):143-52.
2. De Oliveira E, Rhoton AL, Peace D. Microsurgical anatomy of the region of the foramen magnum. *Surg Neurol*. Eylül 1985;24(3):293-352.
3. Tayebi Meybodi A, Gandhi S, Preul MC, Lawton MT. The subatlantic triangle: gateway to early localization of the atlantoaxial vertebral artery. *J Neurosurg Spine*. Temmuz 2018;29(1):18-27.
4. Young JP, Young PH, Ackermann MJ, Anderson PA, Riew KD. The ponticulus posticus: implications for screw insertion into the first cervical lateral mass. *J Bone Joint Surg Am*. Kasım 2005;87(11):2495-8.
5. Naderi S, Korman E, Citak G, Güvençer M, Arman C, Senoğlu M, vd. Morphometric analysis of human occipital condyle. *Clin Neurol Neurosurg*. Nisan 2005;107(3):191-9.
6. Muthukumar N, Swaminathan R, Venkatesh G, Bhanumathy SP. A morphometric analysis of the foramen magnum region as it relates to the transcondylar approach. *Acta Neurochir (Wien)*. Ağustos 2005;147(8):889-95.
7. Avcı E, Dagtekin A, Ozturk AH, Kara E, Ozturk NC, Uluc K, vd. Anatomical variations of the foramen magnum, occipital condyle and jugular tubercle. *Turk Neurosurg*. 2011;21(2):181-90.
8. Tubbs RS, Salter EG, Oakes WJ. The accessory atlantoaxial ligament. *Neurosurgery*. Ağustos 2004;55(2):400-2; discussion 402-404.
9. Tubbs RS, Dixon J, Loukas M, Shoja MM, Cohen-Gadol AA. Ligament of Barkow of the craniocervical junction: its anatomy and potential clinical and functional significance. *J Neurosurg Spine*. Haziran 2010;12(6):619-22.
10. Tubbs RS, Griessenauer CJ, McDaniel JG, Burns AM, Kumbla A, Cohen-Gadol AA. The transverse occipital ligament: anatomy and potential functional significance. *Neurosurgery*. Mart 2010;66(3 Suppl Operative):1-3; discussion 3.
11. Debernardi A, D'Aliberti G, Talamonti G, Villa F, Piparo M, Collice M. The craniovertebral junction area and the role of the ligaments and membranes. *Neurosurgery*. Şubat 2011;68(2):291-301.
12. Rai R, Iwanaga J, Shokouhi G, Loukas M, Mortazavi MM, Oskouian RJ, vd. A comprehensive review of the clivus: anatomy, embryology, variants, pathology, and surgical approaches. *Childs Nerv Syst ChNS Off J Int Soc Pediatr Neurosurg*. Ağustos 2018;34(8):1451-8.
13. Hofmann E, Prescher A. The clivus: anatomy, normal variants and imaging pathology. *Clin Neuroradiol*. Haziran 2012;22(2):123-39.

14. Smoker WRK, Khanna G. Imaging the craniocervical junction. *Childs Nerv Syst ChNS Off J Int Soc Pediatr Neurosurg*. Ekim 2008;24(10):1123-45.
15. Adam AM. Skull radiograph measurements of normals and patients with basilar impression; use of Landzert's angle. *Surg Radiol Anat SRA*. 1987;9(3):225-9.
16. Chamberlain WE. Basilar Impression (Platybasia): A Bizarre Developmental Anomaly of the Occipital Bone and Upper Cervical Spine with Striking and Misleading Neurologic Manifestations. *Yale J Biol Med*. Mayıs 1939;11(5):487-96.
17. McGREGOR M. The significance of certain measurements of the skull in the diagnosis of basilar impression. *Br J Radiol*. Nisan 1948;21(244):171-81.
18. Cronin CG, Lohan DG, Mhuirheartigh JN, Meehan CP, Murphy J, Roche C. CT evaluation of Chamberlain's, McGregor's, and McRae's skull-base lines. *Clin Radiol*. Ocak 2009;64(1):64-9.
19. McRAE DL. Bony abnormalities in the region of the foramen magnum: correlation of the anatomic and neurologic findings. *Acta Radiol*. 1953;40(2-3):335-54.
20. Dullerud R, Gjertsen O, Server A. Magnetic resonance imaging of ligaments and membranes in the craniocervical junction in whiplash-associated injury and in healthy control subjects. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987. Mart 2010;51(2):207-12.
21. Bundschuh C, Modic MT, Kearney F, Morris R, Deal C. Rheumatoid arthritis of the cervical spine: surface-coil MR imaging. *AJR Am J Roentgenol*. Temmuz 1988;151(1):181-7.
22. Redlund-Johnell I, Pettersson H. Radiographic measurements of the cranio-vertebral region. Designed for evaluation of abnormalities in rheumatoid arthritis. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1984;25(1):23-8.
23. Kwong Y, Rao N, Latief K. Craniometric measurements in the assessment of craniovertebral settling: are they still relevant in the age of cross-sectional imaging? *AJR Am J Roentgenol*. Nisan 2011;196(4):W421-425.
24. Ranawat CS, O'Leary P, Pellicci P, Tsairis P, Marchisello P, Dorr L. Cervical spine fusion in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am*. Ekim 1979;61(7):1003-10.
25. Clark CR, Goetz DD, Menezes AH. Arthrodesis of the cervical spine in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am*. Mart 1989;71(3):381-92.
26. Goel A, Bhatjiwale M, Desai K. Basilar invagination: a study based on 190 surgically treated patients. *J Neurosurg*. Haziran 1998;88(6):962-8.
27. Kulkarni AG, Goel AH. Vertical atlantoaxial index: a new craniovertebral radiographic index. *J Spinal Disord Tech*. Şubat 2008;21(1):4-10.
28. Riew KD, Hilibrand AS, Palumbo MA, Sethi N, Bohlman HH. Diagnosing basilar invagination in the rheumatoid patient. The reliability of radiographic criteria. *J Bone Joint Surg Am*. Şubat 2001;83(2):194-200.
29. Rojas CA, Bertozzi JC, Martinez CR, Whitlow J. Reassessment of the craniocervical junction: normal values on CT. *AJNR Am J Neuroradiol*. Ekim 2007;28(9):1819-23.

30. Vachhrajani S, Sen AN, Satyan K, Kulkarni AV, Birchansky SB, Jea A. Estimation of normal computed tomography measurements for the upper cervical spine in the pediatric age group. *J Neurosurg Pediatr.* Ekim 2014;14(4):425-33.
31. Harris JH, Carson GC, Wagner LK. Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 1. Normal occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. *AJR Am J Roentgenol.* Nisan 1994;162(4):881-6.
32. Powers B, Miller MD, Kramer RS, Martinez S, Gehweiler JA. Traumatic anterior atlanto-occipital dislocation. *Neurosurgery.* Ocak 1979;4(1):12-7.
33. Bambakidis NC, Dickman CA, Spetzler RF, Sonntag VKH, editörler. *Surgery of the Craniovertebral Junction.* 2nd edition. New York Stuttgart: Thieme; 2012. 560 s.
34. Steinmetz MP, Mroz TE, Benzel EC. Craniovertebral junction: biomechanical considerations. *Neurosurgery.* Mart 2010;66(3 Suppl):7-12.
35. Martin MD, Bruner HJ, Maiman DJ. Anatomic and biomechanical considerations of the craniovertebral junction. *Neurosurgery.* Mart 2010;66(3 Suppl):2-6.
36. Dvorak J, Panjabi MM, Novotny JE, Antinnes JA. In vivo flexion/extension of the normal cervical spine. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* Kasım 1991;9(6):828-34.
37. Panjabi M, Dvorak J, Crisco J, Oda T, Hilibrand A, Grob D. Flexion, extension, and lateral bending of the upper cervical spine in response to alar ligament transections. *J Spinal Disord.* Haziran 1991;4(2):157-67.
38. Pang D, Li V. Atlantoaxial rotatory fixation: Part 1--Biomechanics of normal rotation at the atlantoaxial joint in children. *Neurosurgery.* Eylül 2004;55(3):614-25; discussion 625-626.
39. Bucholz RW, Burkhead WZ. The pathological anatomy of fatal atlanto-occipital dislocations. *J Bone Joint Surg Am.* Mart 1979;61(2):248-50.
40. Garrett M, Consiglieri G, Kakarla UK, Chang SW, Dickman CA. Occipitoatlantal dislocation. *Neurosurgery.* Mart 2010;66(3 Suppl):48-55.
41. Davis D, Bohlman H, Walker AE, Fisher R, Robinson R. The pathological findings in fatal craniospinal injuries. *J Neurosurg.* Mayıs 1971;34(5):603-13.
42. Traynelis VC, Marano GD, Dunker RO, Kaufman HH. Traumatic atlanto-occipital dislocation. Case report. *J Neurosurg.* Aralık 1986;65(6):863-70.
43. Wholey MH, Bruwer AJ, Baker HL. The lateral roentgenogram of the neck; with comments on the atlanto-odontoid-basion relationship. *Radiology.* Eylül 1958;71(3):350-6.
44. Dublin AB, Marks WM, Weinstock D, Newton TH. Traumatic dislocation of the atlanto-occipital articulation (AOA) with short-term survival. With a radiographic method of measuring the AOA. *J Neurosurg.* Nisan 1980;52(4):541-6.
45. Lee C, Woodring JH, Goldstein SJ, Daniel TL, Young AB, Tibbs PA. Evaluation of traumatic atlantooccipital dislocations. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1987;8(1):19-26.

46. Sun PP, Poffenbarger GJ, Durham S, Zimmerman RA. Spectrum of occipitoatlantoaxial injury in young children. *J Neurosurg*. Temmuz 2000;93(1 Suppl):28-39.
47. Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 1. Normal occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects - PubMed [İnternet]. [a.yer 27 Mart 2024]. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8141012/>
48. Harris JH, Carson GC, Wagner LK, Kerr N. Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 2. Comparison of three methods of detecting occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. *AJR Am J Roentgenol*. Nisan 1994;162(4):887-92.
49. Benke M, Yu WD, Peden SC, O'Brien JR. Occipitocervical junction: imaging, pathology, instrumentation. *Am J Orthop Belle Mead NJ*. Ekim 2011;40(10):E205-215.
50. Pang D, Nemzek WR, Zovickian J. Atlanto-occipital dislocation--part 2: The clinical use of (occipital) condyle-C1 interval, comparison with other diagnostic methods, and the manifestation, management, and outcome of atlanto-occipital dislocation in children. *Neurosurgery*. Kasım 2007;61(5):995-1015; discussion 1015.
51. Pang D, Nemzek WR, Zovickian J. Atlanto-occipital dislocation: part 1--normal occipital condyle-C1 interval in 89 children. *Neurosurgery*. Eylül 2007;61(3):514-21; discussion 521.
52. Gire JD, Roberto RF, Bobinski M, Klineberg EO, Durbin-Johnson B. The utility and accuracy of computed tomography in the diagnosis of occipitocervical dissociation. *Spine J Off J North Am Spine Soc*. Mayıs 2013;13(5):510-9.
53. Theodore N, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, Hurlbert RJ, Rozzelle CJ, vd. The diagnosis and management of traumatic atlanto-occipital dislocation injuries. *Neurosurgery*. Mart 2013;72 Suppl 2:114-26.
54. Hosono N, Yonenobu K, Kawagoe K, Hirayama N, Ono K. Traumatic anterior atlanto-occipital dislocation. A case report with survival. *Spine*. Mayıs 1993;18(6):786-90.
55. Clinical assessment following acute cervical spinal cord injury - PubMed [İnternet]. [a.yer 28 Mart 2024]. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23417178/>
56. DiBenedetto T, Lee CK. Traumatic atlanto-occipital instability. A case report with follow-up and a new diagnostic technique. *Spine*. Haziran 1990;15(6):595-7.
57. Donahue DJ, Muhlbauer MS, Kaufman RA, Warner WC, Sanford RA. Childhood survival of atlantooccipital dislocation: underdiagnosis, recognition, treatment, and review of the literature. *Pediatr Neurosurg*. 1994;21(1):105-11.
58. Eismont FJ, Bohlman HH. Posterior atlanto-occipital dislocation with fractures of the atlas and odontoid process. *J Bone Joint Surg Am*. Nisan 1978;60(3):397-9.
59. Govender S, Vlok GJ, Fisher-Jeffes N, Du Preez CP. Traumatic dislocation of the atlanto-occipital joint. *J Bone Joint Surg Br*. Ağustos 2003;85(6):875-8.
60. Biomechanical comparison of occiput-C1-C2 fixation techniques: C0-C1 transarticular screw and direct occiput condyle screw - PubMed [İnternet]. [a.yer 28 Mart 2024]. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22158063/>

61. Horn EM, Feiz-Erfan I, Lekovic GP, Dickman CA, Sonntag VKH, Theodore N. Survivors of occipitoatlantal dislocation injuries: imaging and clinical correlates. *J Neurosurg Spine*. Şubat 2007;6(2):113-20.
62. Theodore N, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, Hurlbert RJ, Rozzelle CJ, vd. Occipital condyle fractures. *Neurosurgery*. Mart 2013;72 Suppl 2:106-13.
63. Leone A, Cerase A, Colosimo C, Lauro L, Puca A, Marano P. Occipital condylar fractures: a review. *Radiology*. Eylül 2000;216(3):635-44.
64. Noble ER, Smoker WR. The forgotten condyle: the appearance, morphology, and classification of occipital condyle fractures. *AJNR Am J Neuroradiol*. Mart 1996;17(3):507-13.
65. Malham GM, Ackland HM, Jones R, Williamson OD, Varma DK. Occipital condyle fractures: incidence and clinical follow-up at a level 1 trauma centre. *Emerg Radiol*. Temmuz 2009;16(4):291-7.
66. Anderson PA, Montesano PX. Morphology and treatment of occipital condyle fractures. *Spine*. Temmuz 1988;13(7):731-6.
67. Mueller FJ, Fuechtmeier B, Kinner B, Roskopf M, Neumann C, Nerlich M, vd. Occipital condyle fractures. Prospective follow-up of 31 cases within 5 years at a level 1 trauma centre. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. Şubat 2012;21(2):289-94.
68. Tuli S, Tator CH, Fehlings MG, Mackay M. Occipital condyle fractures. *Neurosurgery*. Ağustos 1997;41(2):368-76; discussion 376-377.
69. Maserati MB, Stephens B, Zohny Z, Lee JY, Kanter AS, Spiro RM, vd. Occipital condyle fractures: clinical decision rule and surgical management. *J Neurosurg Spine*. Ekim 2009;11(4):388-95.
70. Byström O, Jensen TS, Poulsen FR. Outcome of conservatively treated occipital condylar fractures - A retrospective study. *J Craniovertebral Junction Spine*. 2017;8(4):322-7.
71. Vender JR, Rekito AJ, Harrison SJ, McDonnell DE. The evolution of posterior cervical and occipitocervical fusion and instrumentation. *Neurosurg Focus*. 15 Ocak 2004;16(1):E9.
72. Oda I, Abumi K, Sell LC, Haggerty CJ, Cunningham BW, McAfee PC. Biomechanical evaluation of five different occipito-atlanto-axial fixation techniques. *Spine*. 15 Kasım 1999;24(22):2377-82.
73. Hurlbert RJ, Crawford NR, Choi WG, Dickman CA. A biomechanical evaluation of occipitocervical instrumentation: screw compared with wire fixation. *J Neurosurg*. Ocak 1999;90(1 Suppl):84-90.
74. Gonzalez LF, Crawford NR, Chamberlain RH, Perez Garza LE, Preul MC, Sonntag VKH, vd. Craniovertebral junction fixation with transarticular screws: biomechanical analysis of a novel technique. *J Neurosurg*. Mart 2003;98(2 Suppl):202-9.

75. Kalthur SG, Padmashali S, Gupta C, Dsouza AS. Anatomic study of the occipital condyle and its surgical implications in transcondylar approach. *J Craniovertebral Junction Spine*. Nisan 2014;5(2):71-7.
76. Uribe JS, Ramos E, Youssef AS, Levine N, Turner AWL, Johnson WM, vd. Craniocervical fixation with occipital condyle screws: biomechanical analysis of a novel technique. *Spine*. 20 Nisan 2010;35(9):931-8.
77. Russo VM, Graziano F, Russo A, Albanese E, Ulm AJ. High anterior cervical approach to the clivus and foramen magnum: a microsurgical anatomy study. *Neurosurgery*. Eylül 2011;69(1 Suppl Operative):ons103-114; discussion ons115-116.
78. Zhou SY, Xu NJ, Li HJ, Wang Y, Shi KR, Peng YJ, vd. [Digital and anatomical study of posterior atlantooccipital joint-occipital condyle-clivus screw technique]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 06 Temmuz 2021;101(25):1973-7.
79. Uribe JS, Ramos E, Vale F. Feasibility of occipital condyle screw placement for occipitocervical fixation: a cadaveric study and description of a novel technique. *J Spinal Disord Tech*. Aralık 2008;21(8):540-6.
80. Tang C, Li GZ, Liao YH, Tang Q, Ma F, Wang Q, vd. Importance of the Occipitoaxial Angle and Posterior Occipitocervical Angle in Occipitocervical Fusion. *Orthop Surg*. Aralık 2019;11(6):1054-63.