T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

FORAMEN MAGNUM POSTEROLATERALİNE TOPOGRAFİK ANATOMİK VE CERRAHİ YAKLAŞIM, KADAVRA ÇALIŞMASI

EGE COŞKUN

ORCID: 0000-0002-5582-9786

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

İZMİR

OCAK 2023

TEZ KODU: 10519281

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

FORAMEN MAGNUM POSTEROLATERALİNE TOPOGRAFİK ANATOMİK VE CERRAHİ YAKLAŞIM, KADAVRA ÇALIŞMASI

EGE COŞKUN

ORCID: 0000-0002-5582-9786

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. HAMİT SELİM KARABEKİR

ORCID: 0000-0002-8485-1421

İZMİR

OCAK 2023

TEZ KODU: 10519281

ETİK BEYAN

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırlayıp sunduğum "FORAMEN MAGNUM POSTEROLATERALİNE TOPOGRAFİK ANATOMİK VE CERRAHİ YAKLAŞIM, KADAVRA ÇALIŞMASI" başlıklı Tıpta Uzmanlık tezim içinde elde ettiğim verileri, bilgileri, belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tezimde yararlandığım eserlere bilimsel kurallara uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin özgün olduğunu, tezimin çalışma ve yazımında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza:

Ege COŞKUN

19.01.2023

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince hem akademik alanda hem de sosyal alanda her daim bana destek veren, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, hem beni hem de diğer asistan arkadaşlarımı iyi bir hekim ve iyi bir nöroşirurjiyen olarak yetiştirmeyi gaye edinmiş olan saygıdeğer tez danışmanım Doç. Dr. H. Selim Karabekir'e teşekkürlerimi içtenlikle sunarım.

İhtisasım boyunca geniş bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, iyi bir nöroşirurjiyen olma yolunda büyük katkıları olan emekli hocamız Prof. Dr. M. Nuri Arda ve Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. R. Serhat Erbayraktar başta olmak üzere saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Burak Sade, Prof. Dr. Ercan Özer, Doç. Dr. Hülagü Kaptan, Doç. Dr. Murat Yılmaz ve Doç. Dr. Orhan Kalemci'ye; uzmanlık tezimin her aşamasında büyük emekleri olan, bana yol gösteren, akademik ve klinik tecrübeleri ile her zaman destek olan Doç. Dr. Ceren Kızmazoğlu'na, uzmanlık eğitimimin son yıllarında birlikte çalışma fırsatı bulduğum Uzm. Dr. Koray Ur'a, klinikte uzun yıllar beraber çalıştığımız bütün asistan ve hemşire arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Uzmanlık tezimin gerçekleştirilmesinde büyük katkıları olan ve laboratuvarın kapılarını açan Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Amaç Kiray başta olmak üzere hocalarım Prof. Dr. Nermin Nüket Göçmen Karabekir ve Doç. Dr. Sibel Çırpan'a, silikon enjeksiyonlu spesimenlerin hazırlanmasında emeği geçen Uzm. Dr. Salih Sayhan'a, kullandığımız endoskop ve mikroskop cihazlarının teminini gerçekleştiren Özcan Balcı (Gentek Medikal, Karl Storz) ve Yunus Çağan Uprak'a (Vegaproje Tıbbi Teknolojik Ürünler ve Danışmanlık) teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER I
KISALTMALAR III
TABLO LİSTESİ IV
ŞEKİL LİSTESİ V
RESİM LİSTESİ VI
ÖZET 1
ABSTRACT 3
1. GİRİŞ VE AMAÇ 5
2. GENEL BİLGİLER 6
2.1.Tarihçe 6
2.2. Os occipitale embriyolojisi 6
2.3. Foramen magnum anatomisi 8
2.3.1. Osseoz ilişkiler 8
2.3.1.1. Os occipitale 8
2.3.1.2. Atlas (C1 cervical vertebrae) 10
2.3.1.3. Articulatio atlantooccipitalis 11
2.3.2. Muskuler ilişkiler 12
2.3.3. Nöral ilişkiler 13
2.3.3.1. Medulla spinalis 13
2.3.3.2. Ligamentum denticulatum 14
2.3.3.3. Truncus encephalicus 14
2.3.3.4. Cerebellum 14
2.3.3.5. Nervi craniales 15
2.3.3.6. Nervi spinalis cervicale 15
2.3.4. Arteriyel ilişkiler 16
2.3.4.1. Arteria vertebralis 16
2.3.4.2. Arteria spinalis posterior 17
2.3.4.3. Arteria cerebelli inferior posterior 17
2.3.4.4. Arteria spinalis anterior 18
2.3.4.5. Arteria occipitalis 18
2.3.5. Venöz ilişkiler 19
2.3.5.1. Ekstradural grup 19

2.3.5.2. Sinus durae matris 19
2.3.5.3. Vv. intradurales (neuralis) 19
2.4. Foramen magnum'a yönelik posterior cerrahi yaklaşımlar 20
2.4.1. Orta hat suboksipital yaklaşım 20
2.4.2. Far lateral yaklaşım 21
2.5. Foramen magnum patolojileri 22
3. GEREÇ VE YÖNTEM 24
3.1. Kadavralar 24
3.2. Cerrahi Hazırlık 24
3.3. Cerrahi Teknik 25
3.4. Anatomik Ölçümler 26
3.5. İstatistiksel Analiz 28
4. BULGULAR 29
4.1. Bütün İnsan Kadavrası Üzerinde Gerçekleştirilen Cerrahi Aşamalar 29
4.2. Silikon Enjeksiyonlu Kraniyoservikal Bileşke Spesimenleri Üzerinde Yapılan Diseksiyonlar 43
4.3. Anatomik Ölçümler 46
5. TARTIŞMA 54
6. SONUÇ 61
7. KAYNAKLAR 62

KISALTMALAR

a.: arteria

aa.: arteriae

ACIP: a. cerebelli inferior posterior

ACIA: a. cerebelli inferior anterior

art.: articulatio

cart.: cartilago

cm.: santimetre

FM: Foramen magnum

for.: foramen

inc.: incissura

lig.: ligamentum

LNI: linea nuchalis inferior

LNS: linea nuchalis superior

m.: musculus

mm.: milimetre

n.: nervus

nn.: nervi

POE: protuberantia occipitalis externa

proc.: processus

RCPMj.: rectus capitis posterior major

RCPMn.: rectus capitis posterior minor

v.: vena

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Ölçüm parametreleri 27
Tablo 2. Gerçekleştirilen anatomik ölçümler. 51

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Gelişim evresindeki os occipitale'nin dört temel kıkırdak merkezi (12)..... 7
Şekil 2. Os occipitale'nin dış yüzü (16). 9
Şekil 3. Os occipitale'nin iç yüzü (16). 10
Şekil 4. Atlas (C1 cervical vertebrae) (18)..... 11
Şekil 5. Suboksipital bölge kasları (18). 13
Şekil 6. FM düzeyindeki nörovasküler yapılar (16)..... 18
Şekil 7. Far lateral yaklaşımda kullanılan klasik insizyon (32). 22
Şekil 8. Bruneau ve George sınıflamasına göre FM meninjiomaları (35). 23

RESİM LİSTESİ

Resim 1. Kadavranın cerrahi saha açıkta kalacak şekilde örtülmesi. 31

Resim 2. Cerrahi saha üzerinde proc. mastoideus, LNS ve LNI'un belirlenmesi. Belirtilen topografik noktalara göre insizyon hattının çizilmesi. 31

Resim 3. Cilt ve cilt altı insizyonu sonrasında m. sternocleidomastoideus liflerinin diseke edilmesi. Daha sonra bu lifler ekartör altına alınacaktır. 32

Resim 4. M. splenius capitis'in insizyona paralel ve kasın liflerine dik kesilmesi. 32

Resim 5. A. occipitalis'in diseke edilerek ortaya koyulması. 33

Resim 6. M. obliquus capitis superior'un LNI üzerindeki bağlantı noktası ve üzerinde yer aldığı os occipitale'den diseke edilmesi. Resimde m. RCPMj da görülebilmektedir. 33

Resim 7. M. RCPMj'un mediale doğru ekarte edilmesi ile kraniektomi öncesi görünüm. 34

Resim 8. Kraniektomi sonrası dura mater'in ortaya konması ve makroskobik görünüm. 34

Resim 9. Kas diseksiyonları sonrası a. vertebralis çevresindeki plexus venosus'un ve kraniektomi alanının ortaya konulması. 35

Resim 10. Kraniektomi ve condylus occipitalis'in kısmi drillenmesi. 35

Resim 11. Dura mater'in eksizyonu sonrası cerebellum ve cisterna cerebellomedullaris lateralis üzerini örten arachnoid mater'in görünümü. 36

Resim 12. Arachnoid mater'in eksizyonu. 36

Resim 13. Arachnoid mater eksizyonu sonrası a. vertebralis V4 segmenti, ACIP, medulla oblongata, n. accessorius'un ortaya konulması. 37

Resim 14. Endoskop altında a. vertebralis, ACIP, medulla oblongata ve n. accessorius 37

Resim 15. Endoskop optiği ile kaudalden kranial yöne doğru bakıldığında a. vertebralis, ACIP, a. spinalis posterior, n. accessorius ve n. hypoglossus'un canalis nervi hypoglossi içerisine doğru yönelen rootlet'leri görülmektedir. 38

Resim 16. Canalis nervi hypoglossi'den geçen n. hypoglossus ve v. emissaria. 39

Resim 17. Lobulus biventer'in ekartasyonu ile canalis nervi hypoglossi komşuluğunda ACIP'in a. vertebralis'ten ayrıldığı nokta görülmektedir. 39

Resim 18. Endoskop optiği daha kraniale doğru yerleştirilip dik bir açı ile bakıldığında altta n. hypoglossus ve ACIP, yukarı doğru for. jugulare içerisine ilerleyen n. accessorius, n. vagus ve n. glossopharyngeus izlenmektedir. Beyin kaşığının alt ucunda flocculus cerebelli ve plexus choroidalis seçilmektedir. Plexus'un derininde for. Luschka yer alacaktır. 40

Resim 19. For. jugulare'ye giren n. vagus ve n. glossopharyngeus ile meatus acusticus internus'a doğru seyreden n. vestibulocochlearis ve n. facialis. 41

Resim 20. Meatus acusticus internus ve n. vestibulocochlearis'in yakından görünümü. 41
Resim 21. ACIP, plexus choroideus ve alt kranial sinirler izlenmektedir. 42
Resim 22. For. jugulare'nin yakından görünümü. Meatus glossopharyngeus, meatus vagus ve jugular dural katlantı seçilmektedir..... 42
Resim 23. Silikon enjeksiyonlu spesimende dura mater'in kesilerek asılması..... 43
Resim 24. N. accessorius rami spinales ve rami craniales ile ACIP görülmektedir. . 44
Resim 25. Kaudalden kranial yöne doğru bakıldığında daha yakında ACIP ve daha derinde a. cerebellaris inferior anterior (ACIA) seçilmektedir. 44
Resim 26. N. glossopharyngeus, n. vagus ve n. accessorius ile beyin kaşığının ucunda ACIA görülmektedir. 45
Resim 27. Lig. denticulatum nöronal dokuya göre daha beyaz renkte görünmektedir. 45
Resim 28. A. vertebralis V4 segmenti ve ondan köken alan ACIP'e ait kaudal halka ile a. spinalis posterior..... 46
Resim 29. Geniş cilt flebinin kaldırılması..... 47
Resim 30. Prone ve nötral pozisyonda olan kadavra üzerinde sağ m. trapezius diseke edilmiş, derininde m. splenius capitis ve m. semispinalis capitis görülmektedir. 47
Resim 31. Cilt flebine doğru devrilmiş olan m. trapezius ile diseke edilmiş olan kaslardan lateralde m. splenius capitis, medialde m. semispinalis capitis izlenmektedir. 48
Resim 32. M. semispinalis capitis görülmektedir. 48
Resim 33. M. trapezius, m. splenius capitis ve m. semispinalis capitis'in diseke edilerek kaldırılması sonrası kadavra üzerinde suboksipital bölge derin grup kasları ve LNI görülmektedir (derin bölge kaslarının üzerini örtmüş olması ve fotoğrafın çekim açısı nedeniyle daha önceden gerçekleştirilmiş olan kraniektomi, bu fotoğrafta net seçilememektedir.). 49
Resim 34. Tuberculum posterius atlantis - M. splenius capitis medial sınırı arası en kısa mesafenin ölçülmesi. 50
Resim 35. ACIP'in a. vertebralis'ten çıkış noktasının a. vertebralis'in dura mater'e giriş yaptığı noktaya olan uzaklığının ölçülmesi. 51

FORAMEN MAGNUM POSTEROLATERALİNE TOPOGRAFİK ANATOMİK VE CERRAHİ YAKLAŞIM, KADAVRA ÇALIŞMASI

Uzmanlık Tezi

Ege Coşkun

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı

ÖZET

Çalışmanın amacı foramen magnum posterolateraline yönelik mevcut cerrahi yaklaşımlara göre minimal invaziv bir yol ile ulaşılabilirliğin ve endoskop kullanımının değerlendirilmesi ile bu bölgeye yönelik anatomik ölçümlerin gerçekleştirilmesidir.

Çalışmada formaldehit ile fikse edilmiş yedi adet bütün insan kadavrası üzerinde toplam 14 tarafta anatomik diseksiyonlar gerçekleştirilmiştir. Her bir tarafta cerrahi yaklaşım simülasyonunun mikroskop ve endoskop eşliğinde gerçekleştirilmesinin ardından suboksipital bölge kas diseksiyonu yapılarak anatomik ölçümler alındı. Daha sonra cerrahi yaklaşım silikon enjekte edilmiş iki adet kranioservikal bileşke spesimeni üzerinde de endoskop eşliğinde uygulandı. Bu iki spesimende skalp ve kasların yer almıyor olması sebebi ile anatomik ölçümler yapılmadı.

Processus mastoideus'un yaklaşık 2 cm arkasında, linea nuchalis inferior'un hemen üzerinden processus transversus atlantis'e kadar uzanan yaklaşık 5-6 cm uzunluğunda lineer bir insizyon kullanılarak suboksipital bölge kasları diseke edildi. Kraniektomi ve kondilektomi sonrası intradural yapılar mikroskop ve endoskop eşliğinde incelendi. Her bir diseksiyonda alt kranial sinirler, arteria vertebralis'in V3 ve V4 segmentleri, arteria cerebelli inferior posterior ortaya konuldu.

Çalışmamız göstermiştir ki foramen magnum posterolateraline yönelik cerrahi girişimlerde endoskop destekli minimal invaziv bir yaklaşımın uygulanabilirliği

vardır. Yaklaşımın hastalar üzerinde kullanılmasıyla olası avantaj ve dezavantajları daha kesin ortaya koyulabilecektir.

Anahtar Kelimeler: foramen magnum, endoskopik yaklaşım, minimal invaziv yaklaşım

Tezin sayfa adedi: 66

Danışman: Doç. Dr. Hamit Selim Karabekir

TOPOGRAPHIC ANATOMIC and SURGICAL APPROACH TO POSTEROLATERAL FORAMEN MAGNUM, A CADAVERIC STUDY

Master Thesis

Ege Coşkun

DOKUZ EYLUL UNIVERSITY FACULTY OF MEDICINE

Department of Neurosurgery

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the feasibility of a minimally invasive approach to posterolaeral foramen magnum and use of endoscope, additionally to perform the anatomical measurements.

In this study anatomical dissections were performed on seven formaldehyte-fixed human cadavers, a total of 14 sides. After the simulation of surgical approach with aid of microscope and endoscope, anatomical measurements were obtained with suboccipital muscle dissection. After that the endoscope-assisted surgical approach was performed on two silicone-injected craniocervical junction specimens. Anatomical measurements were not performed on these two specimens due to the fact that they lack the scalp and muscle tissue undeneath.

Suboccipital muscles were dissected using an 5-6 cm incision 2 cm posterior to mastoid process, stretching from just above the inferior nuchal line to transverse process of atlas. Intradural structures were visualized with microscope and endoscope after craniectomy and condylectomy performed. Lower cranial nerves, vertebral artery V3 and V4 segments, posterior inferior cerebellar artery were identified at each dissection.

Our study showed that an endoscope-assisted minimally invasive approach to posterolateral foramen magnum is applicable. The exact advantages and disadvantages of this approach will be shown with the future use on patients.

Key words: foramen magnum, endoscopic approach, minimally invasive approach

Page number: 66

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hamit Selim Karabekir

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Foramen magnum (FM), özellikle ön ve yan bölgelerine yerleşen lezyonların cerrahi tedavisinde anatomik olarak ulaşılması ve üç boyutlu olarak anlaşılması güç bir bölgedir. Bu durumun nedenleri arasında FM'nin oksipitoservikal bileşkeyi oluşturan eklemlere komşu olması, cerrahi yaklaşımda beynin posterior dolaşımının besleyicisi olan arteria (a.) vertebralis'in ortaya koyulmasının gerekliliği, intradural aşamada çok sayıda kranial sinir ve arteriyel yapının izlenmesi ve cerrahi pozisyon gereği cerrahın oryantasyonunun daha güç olması sayılabilir.

FM'de görülen kitlesel lezyonlar en sık meninjiomalar olmakla birlikte nörofibroma, kordoma, ependimoma, tüberküloma, metastazlar gibi hastalıkları da içerir (1). Bu lezyonların cerrahi tedavisi literatürde tanımlanmış anterior transoral, posterior suboksipital, far lateral (oksipital kondil rezeksiyonu ile veya kondil rezeksiyonu olmadan) ve ekstrem lateral yaklaşımlar ile gerçekleştirilebilir (2, 3). Tanımlanan cerrahi yaklaşımlarda genellikle uzun bir insizyon yapılması ve suboksipital bölge kaslarının mobilizasyonu gerekir.

Bu çalışmanın amacı FM posterolateraline literatürde tanımlanmış cerrahi yaklaşımlara göre endoskop desteği ile daha minimal invaziv bir cerrahi yolun ortaya konması ve basamakların tanımlanması, bölgenin cerrahi mikroanatomik yapısının incelenmesi ve anatomik ölçümlerin gerçekleştirilmesidir. Cerrahi yaklaşımda hedeflenen lezyonlar FM posterolateraline yerleşmiş olan intradural ve ekstradural tümörlerdir.

2. GENEL BİLGİLER

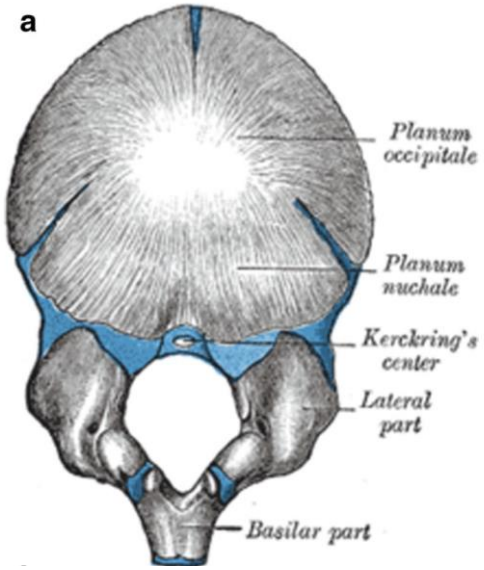
2.1.Tarihçe

FM yerleşimli bir tümörün ilk olarak tanımlanması 1874'te Hallopeau tarafından yapılmıştır (4). Daha sonra 1922'de Fraizier bir tanesi FM meninjiomu olan 14 hastadan oluşan medulla spinalis tümörleri serisini yayınlamıştır. Bu bir hastayı total rezeksiyona ulaşmakta güçlük yaşadığı ve tümörünün 2/3'ünün intrakranial yerleşimli olduğu kraniospinal tümörlü bir hasta olarak tanımlamıştır (5). Yedi yıl sonra 1929'da Elsberg ve Strauss bir hastada FM tümörünü başarıyla çıkarmış ve semptomatik iyileşme sağlamışlardır (6). Yirminci yüzyılın ortalarına kadar FM tümörleri ile ilgili literatür kısıtlı olup tanımlanan vakaların çoğu diğer intrakranial veya spinal tümörlerle beraber takdim edilmiştir. FM meninjiomalarının ayrı bir başlık olarak yönetimi Yaşargil tarafından 114 vakalık serisinde 1980 yılında tanımlanmıştır (7). Akabinde 1993 yılında George ve ark. 106'sı meninjiomalar olmak üzere 230 vakalık FM tümörleri serilerini sunmuşlardır (8). Bu dönemlerdeki serilerde hastalarda değişken rezeksiyon oranları mevcuttur, özellikle anterior yerleşimli lezyonlarda bu oran daha düşüktür. İlerleyen yıllarda Heros, FM lezyonlarının cerrahisine devrim niteliğinde bir katkı sağlayacak olan far lateral yaklaşımı tanımlamıştır (9). O zamandan beri bu yaklaşımın total rezeksiyon şansını artırmayı ve komplikasyonları azaltmayı amaçlayan çeşitli modifikasyonları da tanımlanmıştır. Bruneau ve George 2008 yılında FM meninjiomalarına yönelik cerrahi stratejiyi tanımladıkları ve lezyonları dural bağlantısının yerine (anterior, lateral, posterior) ve a. vertebralis'e göre konumuna (altında, üzerinde, her iki tarafında) göre sınıflandırdıkları serilerini yayınlamışlar; her bir yerleşim yeri için en uygun cerrahi yaklaşımı ortaya koymuşlardır (10).

2.2. Os occipitale embriyolojisi

Ossa cranii paraaksial mezoderm ve nöral krest hücrelerinden gelişir. Gastrulasyon evresinde 3. haftada mezenkimal hücreler primitif çizgiden göç ederek mezodermi oluşturur. Üçüncü haftanın sonunda paraaksial mezoderm, sonunda sklerotomlara dönüşecek olan somitlere ayrılır (11). Dördüncü haftada oksipital sklerotomlar rombensefalondan kaynaklanan uyarıların etkisiyle notokord etrafında toplanır.

Bu sklerotomlar oksipital kemiğin gelişimsel başlangıç noktasını oluşturacak olan membran ve kıkırdak yapıya dönüşür. Esas olarak dört primer kıkırdak merkez, önde basioccipitale (basilaris), yanda exoccipitale (condylaris) ve arkada supraoccipitale (squamosa) ve ek olarak beşinci bir membranöz eleman olan interparietale, FM çevresinde gelişerek os occipitale'yi oluşturur. Sutura transversa occipitalis (sutura mendosa) altta gelişen os supraoccipitis ve üstte gelişen os interparietale arasında yatay seyreder (12).



Şekil 1. Gelişim evresindeki os occipitale'nin dört temel kıkırdak merkezi (12).

Gestasyonun 9. haftasında her bir cartilago (cart.) exoccipitale'de canalis nervi hypoglossi etrafında ve cart. basioccipitalis'de tek bir median odakta kemikleşme merkezleri görülür (13). 12. haftada cart. supraoccipitalis'de iki adet kemikleşme merkezi os supraoccipitis'i oluşturmak üzere birleşir. Os supraoccipitis'in rostralinde, membranöz elemanda farklı bir çift kemikleşme merkezi birleşerek os interparietale'yi oluşturur (14). Os interparietale'de intramembranöz kemikleşme görülürken os occipitale'nin geri kalan kısımlarında kıkırdak dokunun öncü doku olarak rol aldığı endokondrial kemikleşme görülür (11).

Daha sonra os supraoccipitis ve os interparietale birleşir, ancak bu noktada gelişim lateralde sutura mendosa tarafından hala ayrılmış durumdadır. 14. haftada pars basioccipitalis cartilaginis occipitalis'de kemikleşme başlar ve laterale doğru cart. condylaris'lerin ventral kısmına doğru ilerler. Eş zamanlı olarak cart. condylaris'lerde

kemikleşme ventralden dorsale doğru devam eder. Yine 14. hafta içerisinde os supraoccipitis ve os interparietale'nin birleşimi neredeyse tamamlanır. Bu segmentlerin tamamen kaynaşması ise 2-4 yaşa kadar gerçekleşmez (13). Fetal gelişimin 16. haftasıyla beraber, genellikle tüm intramembranöz kemikleşme merkezleri os occipitale pars squamosa'nın dış yüzeyini trabeküler bir örgü oluşturacak şekilde kaynaşır (14). Pars exoccipitale'ler hem pars basioccipitalis hem de pars supraoccipitalis'den articulatio (art.) synchondrosis aracılığıyla ayrı olarak kalır ve 2-4 yaşa kadar kaynaşmazlar (13).

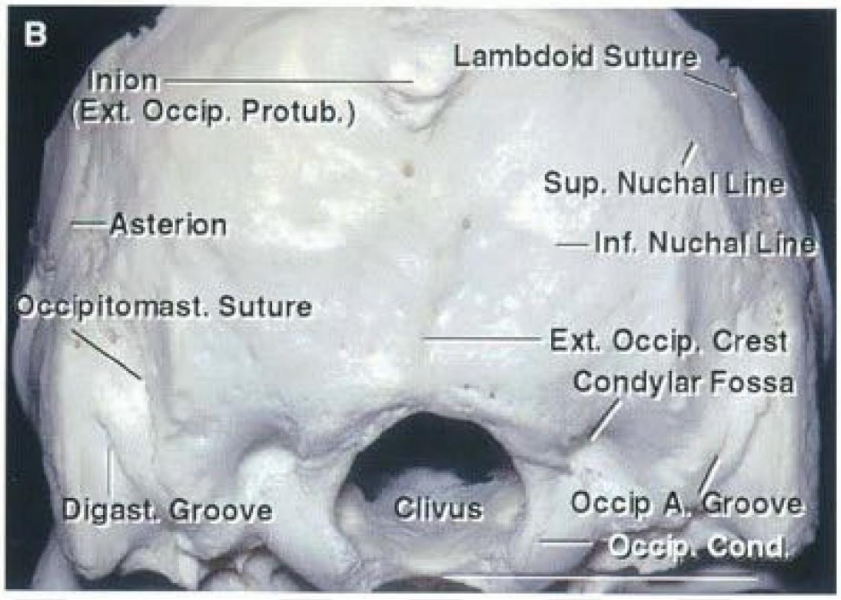
2.3. Foramen magnum anatomisi

2.3.1. Osseoz ilişkiler

2.3.1.1. Os occipitale

Os occipitale kranium ve kafa tabanının posterior kesimini oluşturur ve üç kısma ayrılır: Pars squamosa, pars basilaris ve pars lateralis. Os occipitale sutura lambdoidea aracılığıyla ossa parietales ile, sutura occipitomastoiedea aracılığıyla ossa temporale ile ve os sphenoidale ile eklem yapar (15, 16). Norma externus'ta pars squamosa'nın en belirgin kısmı protuberantia occipitalis externa (POE), spesifik adıyla *inion*'dur. Buraya ligamentum nuchae ve musculus trapezius bağlanır (15). Planum oksipitale kemiğin superior yerleşimli düz, pürüzsüz kısmıdır.

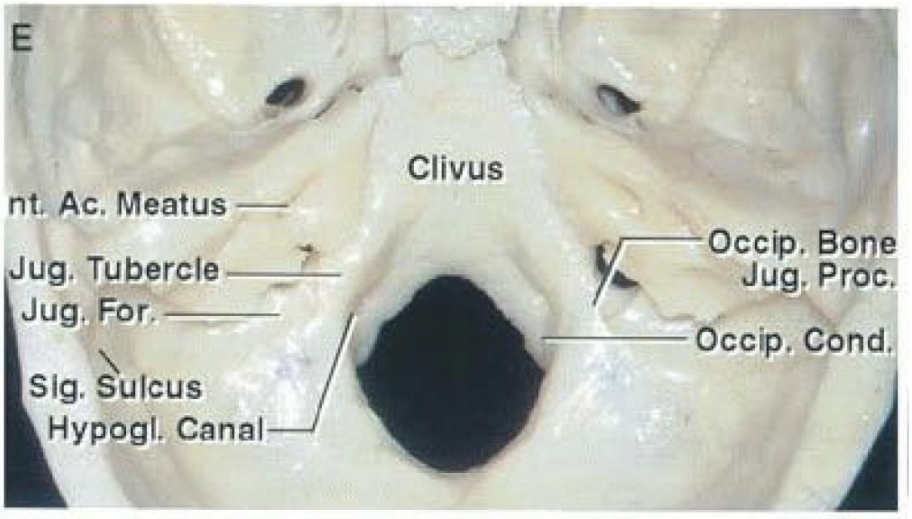
Planum oksipitale'nin inferiorunda transvers olarak yerleşmiş linea nuchalis superior (LNS) ve linea nuchalis inferior (LNI) yer alır. Her iki LNS orta hatta POE'de birleşir. Linea nuchalis mediana POE'den FM'ye uzanır. Pars squamosa'nın iç yüzeyi sulcus sagittalis, sulci sinus transversi ve sulcus occipitalis'i birleştiren torcular herophili'nin oturduğu protuberantia occipitalis interna'yı içerir (15). Os occipitale pars basilaris FM'den yukarı doğru uzanarak os sphenoidale dorsum sellae ile eklem yapan clivus'u oluşturur (17, 18). Pars basilaris'in dış yüzeyinde tuberculum pharyngeum bulunur.



Şekil 2. Os occipitale'nin dış yüzü (16).

Os occipitale pars lateralis FM'nin kenarlarını oluşturur. Bunların alt yüzeylerinde condylus occipitalis'ler yer alır. Condylus occipitalis'in arkasında ise vena emissaria'nın içinden geçtiği canalis condylaris ile fossa condylaris yer alır. Canalis nervi hypoglossi condylus occipitalis içerisinde, nervus hypoglossus ve a. pharyngea asdcendens ramus meningeus'un içerisinden geçtiği tünel şeklide bir yapıdır.

Canalis nervi hypoglossi, ventral truncus encephalicus'a far lateral yaklaşımda önemli bir sınır noktasıdır. Condylus occipitalis'ten laterale doğru dış yüzeyde processus jugularis ve onun anteriorunda incissura jugularis yer alır. Inc. jugularis foramen jugularis'in posteriorunu oluşturur (19). Pars lateralis'in üst kısmı canalis nervi hypoglossi'nin üzerini örten tuberculum jugulare'yi oluşturur (15, 18, 19).

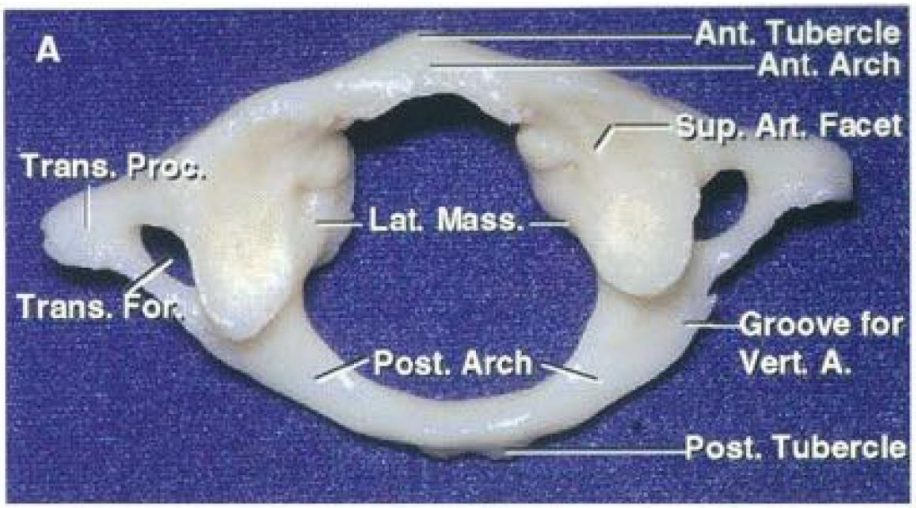


Şekil 3. Os occipitale'nin iç yüzü (16).

Os occipitale FM'yi çevreler. Foraminal açıklık oval şekilli olup geniş olan posterior kısmından nöral ve vasküler yapılar geçer, dar olan anterior kısmı proc. odontoideum'un üzerine oturur. Os occipitale'deki en büyük foramen olan FM'nin içinden medulla oblongata, n. accessorius, arteriae vertebrales, a. spinalis anterior, aa. spinalis posterior ve lig. alaria dentis geçer (15, 18).

2.3.1.2. Atlas (C1 cervical vertebrae)

Atlas, corpus vertebra ve proc. spinosus'u olmaması ve halka şeklinde olmasıyla diğer vertebralardan ayrılır. Ön yan kısmında yerleşen iki adet massa lateralis önünde daha kısa arcus anterior atlantis ve arkasında daha uzun arcus posterior atlantis ile birbirine bağlanır. Arcus anterior atlantis'in üzerinde tuberculum anterius ve arcus posterior atlantis üzerinde tuberculum posterius yer alır. Arcus posterior atlantis'in üst dış yüzeyinde içerisinde a. vertebralis'in ve n. spinalis C1'in seyrettiği sulcus a. vertebralis bulunur.



Şekil 4. Atlas (C1 cervical vertebrae) (18).

Massa lateralis'lerin üst yüzeyi mediale ve yukarı bakan konkav faset eklem yüzlerine ev sahipliği yapar. Bunlar iki yana ve aşağı bakan condylus occipitalis'ler ile eklem yapar. Massa lateralis'lerin alt yüzeyinde bulunan aşağı, mediale ve hafif arkaya bakan hafif konkav şekilli fasetler axis'in (C2 cervical vertebrae) facies articularis superior'ları ile eklem yapar. A. vertebralis'lerin içinden geçtiği ve n. spinalis'lerin üzerine oturduğu for. transversarium massa lateralis ile proc. transversus arasındadır (16, 18).

2.3.1.3. Articulatio atlantooccipitalis

Atlas ve os occipitale, articulatio atlantooccipitalis'ler ve çevreleyen eklem kapsülleri, membrana atlantooccipitalis anterior ve membrana atlantooccipitalis posterior aracılığıyla birbirleriyle ilişki halindedir. Membrana atlantooccipitalis anterior yukarda FM'nin ön kenarına, aşağıda arcus anterior atlantis'in superior kenarına, lateralde articulatio atlantooccipitalis'in eklem kapsülüne tutunur (18). Membrana atlantooccipitalis posterior yukarda FM'nin arka sınırına, aşağıda arcus posterior atlantis'in superior kenarına tutunan ince bir katmandır. Membranın lateral kenarı serbest olup a. vertebralis ve n. spinalis C1'in arkasına doğru kavis yapar.

2.3.2. Muskuler ilişkiler

M. trapezius LNS'nin medial yarısı, POE ve proc. spinosus vertebra cervicalis et thoracicae'den köken alır ve omuz üzerinde lifleri birleşerek os scapula ve os clavicula'nın lateral 1/3'üne bağlanır (7, 18).

M. sternocleidomastoideus LNS'nin lateral yarısı ve proc. mastoideus'tan boynun yan tarafından oblik şekilde aşağı doğru seyreder ve sternum'un üst kısmı ve clavivula'nın buna komşu kısmında sonlanır (7, 18).

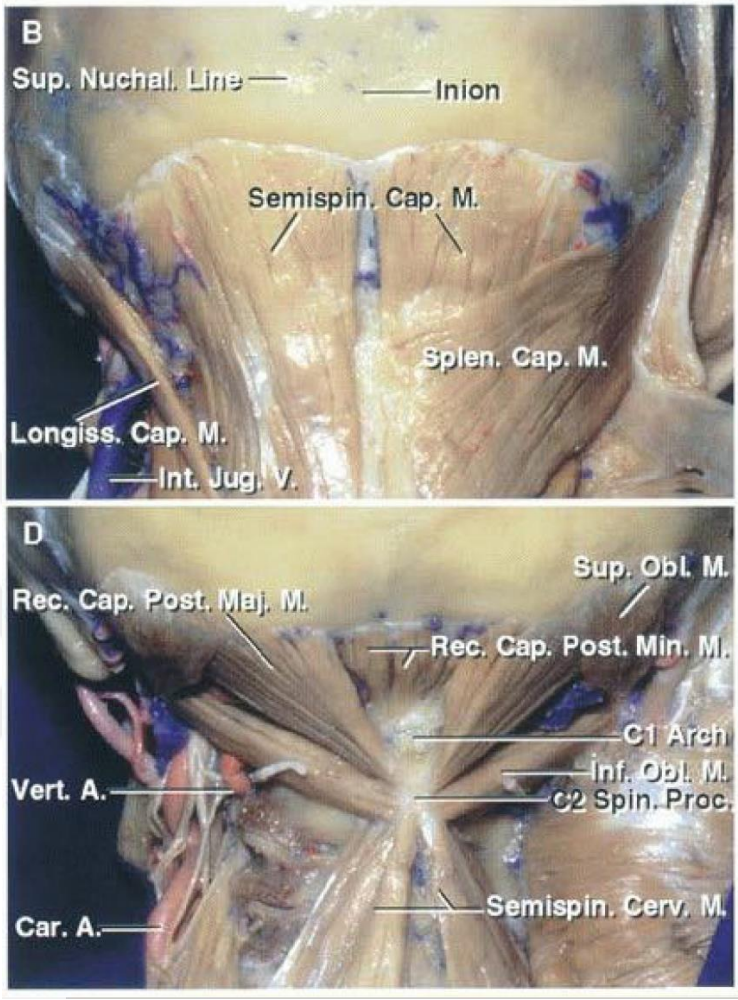
M. splenius capitis biraz daha derinde, m. trapezius ve m. sternocleidomastoideus tarafından kısmen örtülü şekilde, LNS'nin lateral 1/3'ünden üst servikal ve alt torakal vertebraların proc. spinosus'larına bağlanır. Her ikisi de m. splenius capitis ve m. sternocleidomastoideus'un derininde yerleşen ve aşağıda alt servikal ve üst torakal vertebralara bağlanan kaslardan m. semispinalis capitis yukarı medialde crista occipitalis externa'dan lateralde oksipitomastoid bileşkeye kadar LNS ve LNI arasına; m. longissimus capitis ise yukarıda proc. mastoideus'un arka kenarına tutunur.

Bir sonraki tabakada yer alan musculi suboccipitales, m. splenius, m. semispinalis ve m. longissimus capitis'in derininde suboksipital alanda yerleşmişlerdir.

Bu bölgedeki kaslardan m. obliquus superior LNS ve LNI arasından m. semispinalis'in lateralinden proc. transversus atlantis'e uzanır. M. obliquus inferior proc. transversus axis ve lamina axis'ten proc. transversus atlantis'e, m. rectus capitis posterior major (RCPMj.) LNI alt ve lateralinden proc. spinosus axis'e ve daha medialde yerleşen ve m. RCPMj. tarafından üzeri kısmen örtülmüş olan m. rectus capitis posterior minor (RCPMn.) LNI'nın altından tuberculum posterior arcus atlantis'e bağlanır (3, 7).

Trigonum suboccipitale yukarıda ve medialde m. RCPMj., yukarıda ve lateralde m. obliquus superior ve aşağıda ve lateralde m. obliquus inferior tarafından sınırlandırılan bir alandır. Medialde m. semispinalis capitis ve lateralde m. splenius capitis tarafından örtülmüştür. Üçgenin tabanında membrana atlantooccipitalis

posterior ve arcus posterior atlantis yer alır. Üçgen içerisinde a. vertebralis'in terminal ekstradural segmenti (V3) ve n. spinalis C1 bulunur.



Şekil 5. Suboksipital bölge kasları (18).

2.3.3. Nöral ilişkiler

FM bölgesinde yer alan nöral yapılar truncus encephalicus'un kaudal kısmı, cerebellum, ventriculus quadratus, medulla spinalis'in rostral kısmı, alt nn. craniales ve üst nn. cervicali'dir.

2.3.3.1. Medulla spinalis

Medulla spinalis ve medulla oblongata'nın bileşke noktası rami spinales C1'in rostral sınırına denk gelir. Bu nedenle FM hizasında medulla spinalis değil medulla oblongata yer alır.

FM hizasının hemen kaudalindeki medulla spinalis yuvarlaktır ve bir yarık ve birkaç oluk tarafından bölünmüştür. Bunlardan fissura mediana anterior ve sulcus medianus posterior medulla spinalis'i iki simetrik parçaya ayırır. Sulcus lateralis posterior ise ramus dorsalis nervus spinalis'in medulla spinalis'e giriş yaptığı hat üzerinde yer alır.

2.3.3.2. Ligamentum denticulatum

Bu ligaman medialde medulla spinalis'e ve lateralde dura mater'e bağlanan beyaz fibröz bir yapıdır. Kranioservikal bileşkede lig. denticulatum önde a. vertebralis ve ramus ventralis nervus spinalis C1'in arasında; arkada a. spinalis posterior'un dalları ve n. accessorius arasındadır. Ayrıca a. vertebralis'in dura mater'i deldiği noktada çoğunlukla arter etrafındaki dural halka ile birleşiktir. Ligamentin en rostralindeki bağlantı noktası FM hizasında a. vertebralis'in dura mater'i deldiği noktanın hemen üzerindedir. Bu seviyede ligament n. accessorius'un arkasında seyrederken daha kaudaldeki seviyelerde sinirin önünde seyreder. Ramus ventralis nervus spinalis C1, lig. denticulatum'un önünde yer alırken, nadiren bulunan ramus dorsalis nervus spinalis C1 ise arkasında yer alır. Sıklıkla nervus spinalis C1 ile n. accessorius arasında bağlantılar yer alır (20).

2.3.3.3. Truncus encephalicus

Kaudal medulla oblongata nervi spinalis C1 hizasında üst medulla spinalis ile kolaylıkla birbirinden ayırt edilemeyecek şekilde birleşir. Medulla oblongata'nın ön yüzünde clivus, FM'nin ön sınırı ve proc. odontoideum'un rostral kısmına bakan pyramis medullae oblongata yer alır. Lateral yüzde ise esas olarak olivae medulla vardır. Medulla oblongata'nın posterior yüzeyi üst ve alt olmak üzere iki kısma ayrılır. Üst kısım ortada ventriculus quadratus'un alt yarısı ve lateralde pedunculus cerebellaris inferior'dan oluşur. Alt kısımda ise medialde fasciculus gracilis ve tuberculum gracilis, lateralde fasciculus cuneatus ve tuberculum cuneatus yer alır.

2.3.3.4. Cerebellum

Cerebellum'un suboksipital yüzeyi FM'nin arka ve yan sınırlarının üzerine oturur. Hemispheium cerebelli'lerin sadece tonsilla cerebelli ile lobulus biventer cerebelli tarafından oluşturulan alt kısımları ve vermis cerebelli'nin nodulus vermis,

uvula vermis ve pyramis vermis tarafından oluşturulan alt kısımları FM ile ilişkilidir. Lobulus biventer cerebelli FM'nin lateral kısmı, tonsilla cerebelli de FM'nin arka sınırı üzerine yerleşmiştir. Fissura cerebellomedullaris cerebellum ve medulla oblongata arasında üste doğru uzanır ve FM arka sınırının hemen rostralindedir (20, 21).

2.3.3.5. Nervi craniales

N. accessorius FM'den geçen tek kranial sinirdir. Medulla oblongata'dan çıkan ve n. vagus'a katılan dallardan oluşan pars cranialis'i ve alt medulla oblongata ve üst medulla spinalis'den köken alan birkaç adet dalın birleşmesiyle oluşan pars spinalis'i vardır. Fossa cranii posterior içerisinde n. accessorius medulla spinalis'den gelen bir ana truncus ve medulla oblongata'dan çıkan 3-6 adet daldan meydana gelir. En rostralde yer alan ramii medullares nuclei vagi'den köken alır ve fonksiyonel olarak alt vagal bir kök gibi görev görür. Kaudal yerleşimli ramii medullares ise sinirin pars spinalis'ine katılır. Rostraldeki ramii medullares, for. jugulare içerisine bağımsız olarak girerler ancak foramen içerisinde n. vagus'a veya n. accessorius'a katılırlar (19). Sinirin pars spinalis'i yaklaşım 1 milimetre (mm) çapında bir gövde halinde lig. denticulatum ve ramus dorsalis nervus spinalis arasında FM'ye doğru yükselerek a. vertebralis'in arkasında fossa cranii posterior'a girer.

2.3.3.6. Nervi spinalis cervicale

FM yakınındaki nn. spinales neredeyse tamamen düz bir hatta laterale uzanarak foramenlerine ulaşır.

N. spinalis C1, diğer adıyla n. suboccipitalis, canalis vertebralis'i os occipitalis'in kaudalinden terk eder. Ramus dorsalis'i mm. RCPMj., RCPMn., obliquus superior, obliquus inferior ve semispinalis capitis'e dallar verdiği trigonum suboccipitale'ye ulaşmak için arcus posterior atlantis ile a. vertebralis arasından geçer.

N. spinalis C2 arcus posterior atlantis ve lamina axis arasından çıkar. Ganglionun distalinde daha büyük ramus dorsalis ve daha küçük ramus ventralis'e ayrılır. M. obliquus inferior'a dal verip onun altından geçtikten sonra ramus dorsalis daha büyük medial ve küçük lateral dallara ayrılır. Bu lateral dal suboksipital bölge cerrahisi ile yakından ilişkili olan ve n. occipitalis major'u oluşturan daldır. M. obliquus inferior ve m. semispinalis capitis arasında oblik bir seyir ile yukarı doğru

devam eder ve os occipitalis'e bağlantı noktalarına yakın bir bölgede m. semispinalis capitis ve m. trapezius'u delerek geçer. M. semispinalis capitis'e dal verir ve a. occipitalis ile birlikte yükselerek vertekse kadar skalpi ve bazen de kulağın arkasını inerve eder (18, 20, 21).

N. spinalis C1 diğer nn. spinales cervicales'den yapı ve ramus dorsalis'lerin çıkış noktaları açısından farklılık gösterir. İlgili foramenine girmeden önce ramus ventralis nervi spinalis C1 ve mevcut ise ramus dorsalis nervi spinalis C1 a. vertebralis'in intradural segmentinin başlangıcına arka alt yüzüne tutunur. Her ikisi de dural keseyi a. vertebralis'in etrafındaki huni şeklindeki dural foramenden terk eder. Ramuslar foramende veya foramenin dışında birleşir.

Ramus dorsalis nervi spinalis C1 yapısı ve n. accessorius ile bağlantıları nedeniyle ramus ventralis'e göre daha karmaşık bir seyre sahiptir.

2.3.4. Arteriyel ilişkiler

2.3.4.1. Arteria vertebralis

Intradural ve ekstradural bölümlere ayrılmıştır. Ekstradural kısmı üç segmente ayrılır. İlk segment a. subclavia'dan köken aldığı noktadan en kaudaldeki for. transversarium'a, genelde C6 vertebra seviyesinde, girdiği noktaya kadar olan kısımdır. İkinci segment üst altı servikal vertebranın foramina transversaium'ları içerisinde nn. spinalis cervicales'in anteriorunda yükselir. Axis'in hemen üzerinde daha laterale yerleşmiş for. transversarium atlantis'e ulaşmak için laterale doğru yönelir. Üçüncü segment, FM ile en alakalı olan segment, for. transversarium atlantis'ten dura mater'i deldiği noktaya kadar ilerler. Üçüncü segment massa lateralis atlantis'in ve art. atlantoccipitalis'in arkasından mediale doğru geçer. Trigonum suboccipitale'nin tabanında seyreder ve arcus posterior atlantis'in lateral kısmının üst yüzeyinde yer alan sulcus arteria vertebralis üzerine oturur. Epidural ve derin servikal venler arasındaki anastomozların oluşturduğu bir venöz pleksus ile çevrilidir. N. spinalis C1 a. vertebralis'in alt yüzeyi ile sulcus a. vertebralis arasında dura mater'den çıkar. Aa. spinales posteriores ve aa. meningea posterior dallarını verir (22, 23).

Intradural segment FM'nin lateral sınırının hemen altında dural forameninden başlar. Bu alandaki dura mater diğer bölgelere göre daha kalındır ve arterin etrafında

4-6 mm uzunluğunda huni şeklinde bir foramen oluşturur. A. vertebralis'in intradural segmentinin başlangıç kısmı ramus dorsalis ve ramus ventralis nervi spinalis C1'in hemen üstünden ve a. spinalis posterior, lig. denticulatum ve pars spinalis n. accessorius'un hemen önünden geçer.

Dura mater içine girdikten sonra arter alt lateralden medulla oblongata'nın üst anterior yüzüne doğru seyreder. Arterin intradural segmenti lateralis medulla ve anterior medulla olmak üzere iki bölüme ayrılır. Pars lateralis medulla, dural forameninden başlar ve lateral medullar yüzey boyunca ön ve yukarı yönde bir seyir göstererek sulcus preolivaris düzeyinde sonlanır. Pars anterior medulla is sulcus preolivaris'den başlar, ramus n. hypoglossus'un önünden veya arasından geçer ilerler ve pyramis'i çaprazlayarak sulcus pontomedullaris düzeyinde kontralateral a. vertebralis ile birleşerek a. basilaris'i oluşturur. FM yakınlarında a. vertebralis'in verdiği dallar a. spinalis posterior, a. spinalis anterior, a. cerebelli inferior posterior (ACIP), aa. meningea anterior ve aa. meningea posterior'dur (22, 24).

2.3.4.2. Arteria spinalis posterior

Bir çift a. spinalis posterior genellikle dura mater'in hemen dışında a. vertebralis'lerin posteromedial yüzeyinden köken alır. Bazen a. vertebralis'in intradural segmentinden veya ACIP'ten de köken alabilir. Spatium subarachnoideum içerisinde lig. denticulatum'un en rostralindeki bağlantı noktalarının arkasında mediale doğru seyreder ve alt medulla oblongata'ya ulaştığında ramus ascendens ve ramus descendens'i verir. Ramus ascendens FM'ye doğru yükselir ve corpus restiforme, tuberculum gracilis, tuberculum cuneatus, n. accessorius ve apertura mediana ventriculi quarti (for. Magandie) yakınındaki plexus choroideus'u besler (24). Ramus descendens ise ramus dorsalis nn. spinales ve lig. denticulatum arasında medulla spinalis'in posterolateral yüzeyi üzerinde aşağı doğru seyreder ve medulla spinalis'in servikal kesiminin yüzeyel dorsal yarımını besler.

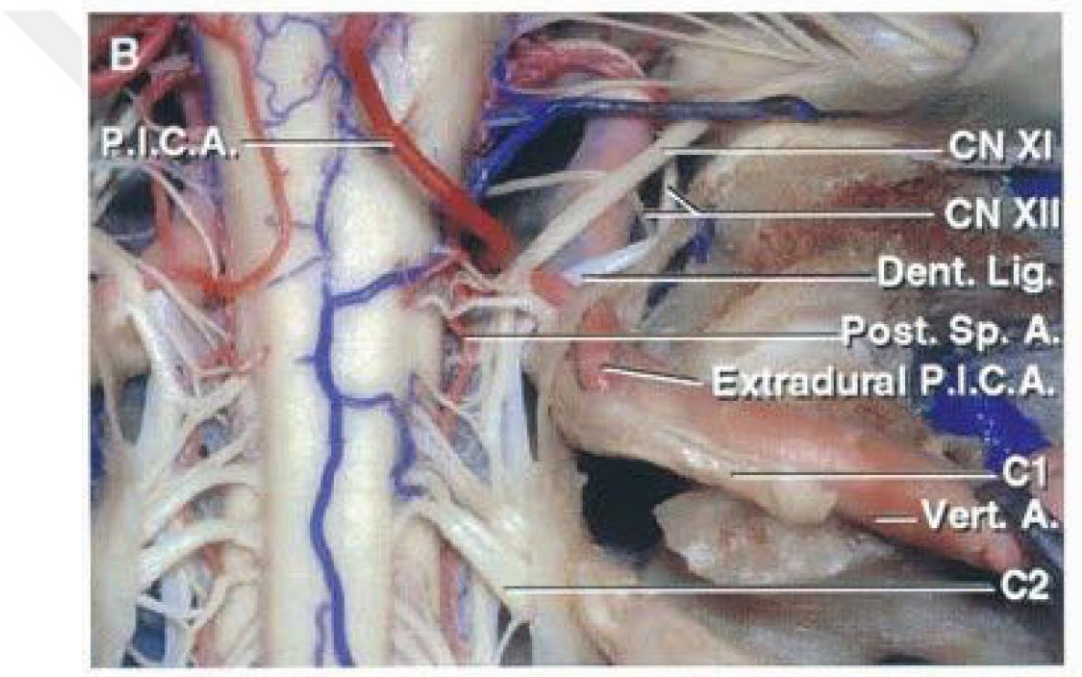
2.3.4.3. Arteria cerebelli inferior posterior

ACIP, a. vertebralis'in en geniş dalıdır. Çoğunlukla arterin dura mater'e girmesiyle beraber köken alır ancak nadiren arterin ekstradural segmentinden de başlayabilir. FM seviyesinin altında, üzerinde veya foramen ile aynı hizada ortaya

çıkabilir. ACIP'nin pars tonsillomedullaris'i tonsilla cerebelli'nin alt kısmı ile ilişkili olan kaudal bir halka şeklinde seyreder ve arterin FM ile de ilgili kısmı burasıdır (22).

2.3.4.4. Arteria spinalis anterior

Pars medulla anterior a. vertebralis'ten a. basilaris'e yakın olan bir noktasından köken alan iki adet arterin birleşmesi ile oluşur. Medulla oblongata'nın ön yüzünde ve medulla spinalis'in önünde fissura anteromedianus içerisinde FM'den aşağı doğru seyreder (25). Medulla oblongata'da pyramis, decussatio pyramidum, lemniscus medialis, n. hypoglossus, nucleus hypoglossus ve fasciculus longitudinalis dorsalis'i besler.



Şekil 6. FM düzeyindeki nörovasküler yapılar (16).

2.3.4.5. Arteria occipitalis

A. carotis externa'dan köken alır ve m. digastiricus venter posterior'un altında seyrederek oksipital bölgeye gelir. Seyri boyunca proc. transversus atlantis ile proc. mastoideus arasındaki boşluktan yükselir ve daha sonra arkaya doğru horizontal düzlemde ilerler. Burada m. rectus capitis lateralis, m. obliquus superior ve m. semispinalis capitis üzerinde uzanır. Daha sonra vertikal düzlemde yönlenerek m.

trapezius ve m. sternocleidomastoideus'u birleştiren fascia'yı deler ve skalp yüzeyel fascia'sında ilerler.

2.3.5. Venöz ilişkiler

2.3.5.1. Ekstradural grup

Bu bölgedeki venöz dönüş iki sistem üzerinden gerçekleşir: V. jugularis interna üzerinden ve plexus venosus vertebralis. V. jugularis interna for. jugularis'te sinus sigmoideus ve sinus petrosus inferior'un birleşmesi ile meydana gelir (26). A. vertebralis'i trigonum suboccipile'de çevreleyen plexus venosus, plexus venosus vertebralis interna'ya (dura mater ve corpus vertebra arasındadır) açılan çok sayıda küçük venöz kanallardan oluşur. Canalis condylaris'ten geçen v. emissaria condylaris, plexus venosus vertebralis ile sinus sigmoideus arasında bağlantı sağlar. Canalis hypoglossus'a ait plexus venosus ise plexus basilaris venosus ile FM'yi çevreleyen sinus marginalis'i birbirine bağlar (27, 28).

2.3.5.2. Sinus durae matris

FM'yi çevreleyen dura mater içerisindeki venöz yapılar sinus marginalis, sinus occipitalis, sinus sigmoideus, sinus petrosus inferior ve plexus venosus basilaris'tir. Sinus marginalis FM'nin etrafında dura mater yaprakları arasındadır. Anteriorda küçük venöz kanallar aracılığıyla sinus basilaris ile, posteriorda sinus occipitalis ile bağlantı kurar. Sinus occipitalis falx cerebelli içerisinde seyreder. Üst ucu torcula'ya bağlanır. Alt ucu ikiye ayrılarak FM etrafında anteriora ilerleyerek her bir sinus sigmoideus'a katılır (26).

Sinus petrosus inferior, fissura petroclivalis boyunca uzanır, yukarda sinus basilaris aşağıda ise bulbus jugularis ile bağlanır. Sinus sigmoideus sulcus sinus sigmoidei boyunca kaudale inerek for. jugulare pars sigmoideus'dan kraniumu terk eder. Condylus occipitale'nin ön lateralinden aşağı doğru yönelir ve proc. transversus atlantis'in önünden geçer (26, 27).

2.3.5.3. Vv. intradurales (neuralis)

FM etrafındaki vv. intradurales serebellumun kaudal kısmı, medulla oblongata, medulla spinali'in üst kısmı ve fissura cerebellomedullaris'in venöz drenajını sağlar.

Medulla oblongata ve medulla spinalis'den çıkan venler FM hizasında anastomoz yapan longitudinal plexiform kanallar oluşturur. Fissura mediana anterior'da lokalize v. spinalis anterior, bu fissura içerisinde a. spinalis anterior'un derinine yerleşerek seyreden bir ven olup medulla oblongata'nın fissura mediana anterior'unda seyreden v. medullaris medianus anterior olarak devam eder. V. spinalis lateralis anterior, rami ventralis nn. spinalis'lerin çıkış noktaları boyunca longitudinal olarak ilerler ve yukarıda rami n. hypoglossi'lerin çıkış noktaları boyunca medulla oblongata'da sulcus anterolateralis boyunca seyreden v. medullaris lateralis anterior'a katılır. V. spinalis lateralis posterior, medulla spinalis'de sulcus posterolateralis içerisinde rami dorsalis nn. spinalis'in başlangıç noktaları boyunca bir hat şeklinde ilerler ve kranialde sulcus retroolivaris'de (sulcus posterolateralis) yer alan v. medullaris laterale ile devam eder. V. spinalis medianus posterior, medulla spinalis'de sulcus medianus posterior'da seyreder ve kranialde medulla oblongata'nın ana veni olan ve sulcus medianus posterior'da yerleşen v. medianus posterior ile devamlılık gösterir (26, 27, 28).

2.4. Foramen magnum'a yönelik posterior cerrahi yaklaşımlar

2.4.1. Orta hat suboksipital yaklaşım

Bu yaklaşımda hastaya prone, yarı-oturur veya park-bench pozisyonlarından biri verilerek cerrahi yaklaşım planlanabilir. Özetlemek gerekirse bu yaklaşım prone pozisyon ile yapıldığında iki adet cerrahın karşılıklı olarak mikroskop altında çalışmasına olanak sağlar, ancak özellikle obez hastalarda eğer supraserebellar bir yaklaşım gerekli olacak ise tentorium cerebelli'nin dik açısı bu yaklaşımı zorlaştırır. Yarı-oturur pozisyon özellikle supraserebellar koridorda cerebellum'un yerçekimi yardımıyla kaudale doğru mobilize olmasına yardımcı olarak cerrahiyi kolaylaştırır ancak venöz hava embolisi riski taşır. Park-bench pozisyonunda ise yerçekimi etkisi ile cerrahi saha daha temiz kalır ancak iki cerrahın karşılıklı mikroskop altında çalışmasını güçleştirir (29).

Hastaya pozisyon verildikten sonra insizyon hattı inion ile C2 processus transversus'u arasında planlanır. FM'ye yönelik cerrahilerde torcular herophili'nin ortaya koyulmasına ihtiyaç olmadığından insizyonun da kraniale doğru daha fazla uzatılmasına gerek yoktur. Lezyonun yerleşimi ve büyüklüğüne göre insizyonun alt sınırı uzatılabilir. İnsizyon sonrası orta hat yapıları lig. nuchae ve avasküler planda

kalınarak Bovie elektrokoter yardımıyla açılır, arcus posterior atlantis'e kadar açılır. Literatürde farklı tercihler yer almak ile beraber genel olarak orta hattın her iki tarafına sinüs transversus'ların hemen kaudaline birer adet burr hole açılır ve FM'ye kadar uzanan kraniotomi veya kraniektomi yapılır. Takiben dura mater sıklıkla Y-şeklinde açılır (30).

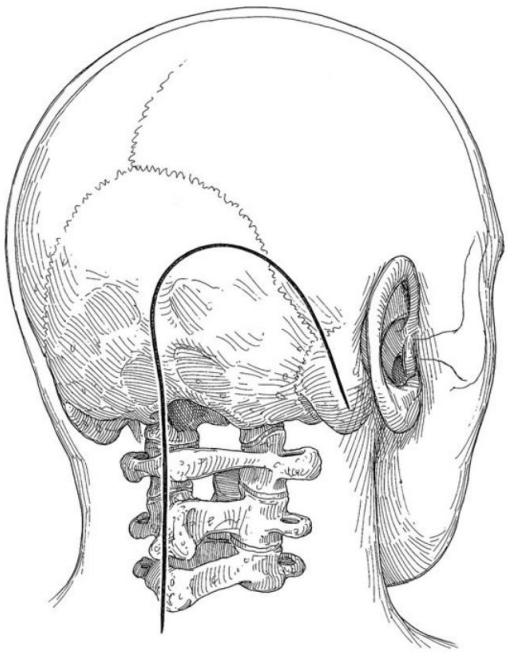
Bu yaklaşım ile orta hat posterior fossa lezyonlarına (vermis cerebelli lezyonları, ependimoma ve medulloblastoma gibi ventriculus quadratus lezyonları), orta hat FM lezyonlarına, serebellar hemisfer lezyonlarına ulaşılabilir ve ayrıca dekompresif cerrahi (örneğin Chiari malformasyonunda) gerçekleştirilebilir.

Ancak bu yaklaşımda FM lateraline ve anterioruna dolayısıyla ilgili bölge lezyonlarına ulaşım mümkün değildir. Ayrıca nervi craniales, a. vertebralis, ACIP gibi nörovasküler yapılara yönelik cerrahiler için uygun değildir.

2.4.2. Far lateral yaklaşım

Bu yaklaşım 1986 yılında Roberto Heros tarafından tanımlanmıştır (9). Kullanıldığı patolojiler arasında lig. denticulatum'un anteriorunda yerleşmiş olan ventral ve özellikle ekstradural uzanım gösteren meninjiomalar, a. vertebralis V4 segmenti anevrizmaları, ACIP lateral medullar segment anevrizmaları, alt kranial schwannomaları yer alır. Transkondilar, suprakondilar ve parakondilar gibi varyantları da vardır.

Farklı cerrahlar bu yaklaşım için lateral, yarı-oturur, park-bench ve prone pozisyonlarının kullanılabileceğini belirtmişlerdir (9, 31, 32, 33). Klasik olarak Hockey-stick insizyonu kullanılır. Proc. mastoideus'un hemen altından başlar ve LNS'ye ulaşana kadar yukarı devam eder. Daha sonra inion'a ulaşmak üzere mediale doğru yönelir ve sonrasında orta hatta aşağı doğru dönerek C3 proc. spinosus'a kadar uzanır. Suboksipital kas grupları genellikle tek bir kas grubu halinde kaldırılır ve laterale ekarte edilir. Lateral suboksipital kraniotomi / kraniektomi ile C1 hemilaminektomi uygulanır.

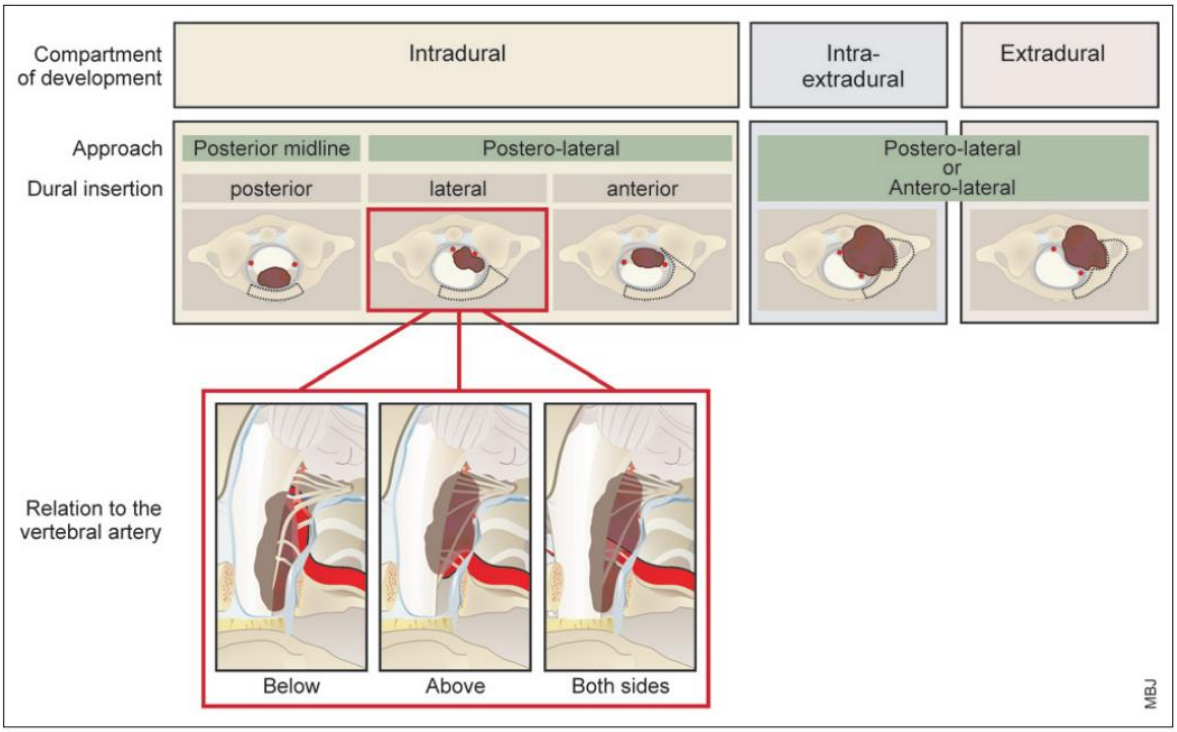


Şekil 7. Far lateral yaklaşımda kullanılan klasik insizyon (32).

2.5. Foramen magnum patolojileri

FM lezyonlarının büyük çoğunluğu ekstraaksial tümörlerdir. Bunlar arasında en sık olarak % 38-46 oranında meninjiomalar görülür ve büyük kısmı intradural yerleşimlidir. Diğer neoplastik FM patolojileri arasında kordoma, nörilemmoma, epidermoid tümör, kondrosarkoma ve metastazlar yer alır. Neoplastik olmayan FM lezyonları ise a. vertebralis anevrizmaları, romatoid artrit veya kaynamayan kemik kırığına bağlı proc. odontoideum'da pannus oluşumu yer alır (8, 34).

FM patolojilerinin çoğunluğunu oluşturması sebebiyle FM meninjiomaları 20. yüzyılın ortalarından beri farklı cerrahlar tarafından incelenmiş ve sınıflandırılmıştır (7, 8, 9, 10). Bunlar arasında en güncel olan ve kabul gören sınıflama Bruneau ve George'un 2010 yılında yayınladıkları 107 hastalık serilerinin bulguları ışığında yaptıkları sınıflamadır (35). Bu çalışmada preoperatif görüntüleme bulgularından yola çıkarak FM meninjiomalarına yönelik cerrahi yaklaşım seçimi algoritması oluşturmayı amaçlamışlardır. Sınıflama için kullandıkları kriterler tümörün kompartmanı (intradural veya ekstradural), dural bağlantısının yeri (lig. denticulatum'a göre posterior, lateral veya anterior) ve a. vertebralis'e göre yerleşimidir. (Arterin aşağısında, arterin yukarısında ve arterin her iki tarafında).



Şekil 8. Bruneau ve George sınıflamasına göre FM meninjiomaları (35).

Yine bu çalışmada intradural kompartmanda yerleşen tüm meninjiomalar için posterior yaklaşımların uygun olacağını, ancak ekstradural uzanımı da olan lezyonlar için anterior yaklaşımların gündeme gelebileceğini belirtmişlerdir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'nun 23.06.2021 tarih ve 2021/19-09 numaralı kararı ile Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda Eylül 2021-Temmuz 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Kadavralar

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı tarafından sağlanan, formaldehit ile fikse edilmiş, 18 yaşın üzerinde, kranial ve servikal bölgeye yönelik anatomik çalışma, geçirilmiş cerrahi veya travma öyküsü bulunmayan 7 adet bütün insan kadavrası bu çalışmada kullanıldı. Her bir kadavra üzerinde her iki tarafta olmak üzere toplam 14 tarafta cerrahi yaklaşım gerçekleştirildi. Planlanan cerrahi yaklaşımın gerçekleştirilmesinin ardından kadavralar üzerinde anatomik ölçümler yapıldı.

Ayrıca yine Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı tarafından sağlanan, formaldehit ile fikse edilmiş, arteriyel ve venöz yapılarına silikon enjekte edilmiş olan 2 adet insan kranioservikal bileşke spesimeni üzerinde (toplamda 4 taraf) diseksiyon ve fotoğraflama işlemleri gerçekleştirildi. Ancak bu iki spesimende de skalpin ve suboksipital bölge kaslarının yer almıyor oluşu nedeniyle anatomik ölçümler yapılmadı ve istatistiksel olarak da çalışmaya dahil edilmedi.

3.2. Cerrahi Hazırlık

Kadavralar üzerindeki diseksiyonlar Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda anatomik diseksiyon masası üzerinde gerçekleştirilmiştir. Cerrahi diseksiyonlar makro ve mikrocerrahi el aletleri, Saeshin Strong 210 Max (Daegu, Güney Kore) 35000 devir/dakika laboratuvar mikromotoru, 3 mm ve 4 mm'lik tur uçları ve elmas uçlar ve cerrahi aspiratör yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Diseksiyonlarda makroskopik aşamaları takiben mikrocerrahi diseksiyonda Leica Microsystems Surgical Training Microscope M320 T (Wetzlar, Almanya) model mikroskop 6,4x-40x büyütmede kullanılmıştır. Ayrıca diseksiyonların intradural aşamalarında cerrahi mikroskop ile beraber Karl-Storz Tele Pack+ (Tuttlingen, Almanya) kompakt endoskop sistemi, Carl-Storz Image1 S HX

kamera (Tuttlingen, Almanya) ve Carl-Storz 0° optik (Tuttlingen, Almanya) kullanılmıştır. Aynı zamanda her iki görüntüleme sisteminden fotoğraflama amacıyla da yararlanılmıştır. Makroskopik görüntüler ise Fujifilm X-T30 (Tokyo, Japonya) model fotoğraf makinesi, Fujinon XF60mm (Tokyo, Japonya) makro lens ve tripod kullanılarak fotoğraflanmıştır.

3.3. Cerrahi Teknik

Kadavralara diseksiyon masası üzerinde pozisyon verildikten sonra diseksiyonlar gerçekleştirildi. Pozisyon için önce kadavralar prone pozisyonuna alındı. Daha sonra diseksiyonun gerçekleştirileceği taraf ile aynı tarafta toraks ve abdomen altlarına kaymayan yükseklikler koyularak kadavra gövdesine diseksiyon masası düzlemine göre 45° açı verildi. Başa ise çene ile sternum arasında yaklaşık 1 santimetre (cm.) boşluk kalacak şekilde fleksiyon ve yaklaşım yönü ile aynı tarafa 30° rotasyon verilerek pozisyon verildi ve baş çivili başlık ile sabitlendi.

Kadavralara pozisyon verildikten sonra proc. mastoideus'un yaklaşık 2 cm. posteriorunda, LNI hizasının hemen üzerinden proc. transversus atlantis hizasına kadar uzanan, kadavranın fiziksel boyutuna göre de değişmekle birlikte yaklaşık 5-6 cm. uzunluğunda vertikal cilt insizyonu planlandı ve işaretlendi. Cilt kesisi ve cilt altı diseksiyon sonrasında en yüzeyde karşılaşılan m. sternocleidomastoideus'a ait lifler disektör yardımıyla laterale doğru sıyrılarak ekartör ile uzaklaştırıldı. Bundan sonra m. splenius capitis insizyon hattına paralel olarak, derininde yer alan a. ve v. occipitalis ile n. occipitalis major'un yer aldığı nörovasküler demet korunarak tüm insizyon hattı boyunca kesildi. Bu kasın altında karşılaşılan m. semispinalis capitis mediale, m. longissimus capitis ise laterale disektör yardımıyla sıyrılarak ekartör altına alındı. Takiben m. obliquus capitis superior ve hemen medialinde m. RCPMj. tanımlandı. M. obliquus capitis superior kası, uzunluğu boyunca kaudale doğru takip edilerek proc. transversus atlantis'e ulaşıldı. Burada arcus posterior atlantis'in ipsilateral yarımı tespit edildi ve üzerinde yer alan m. obliquus capitis inferior tanımlandı. M. obliquus capitis superior, m. RCPMj. ve m. obliquus capitis inferior kasları arasında kalan trigonum suboccipitale gözlendi. Bu aşamadan sonra m. obliquus capitis superior os occipitale üzerindeki bağlantı noktasından ayrılarak altında yer alan periosteum ile beraber laterale ve kaudale doğru kemik yüzeyinden sıyrıldı. Kasın proc. transversus

atlantis düzeyindeki bağlantı noktası sağlam olarak bırakıldı. Benzer şekilde cerrahi alanın medialde kalan bölgesinde m. RCPMj. kemik yüzeyinden sıyrılarak ekartör altına alındı. Yumuşak doku diseksiyonu sonrası cerrahi alanda ulaşılan sınırlar superiorda LNI, inferiorda arcus posterior atlantis, medialde m. RCPMn., lateralde ise processus mastoideus hizasıdır.

Kraniektomi yapılması amacıyla LNI hizasına 4 mm'lik uç yardımıyla bir adet burr-hole açıldı. Sonrasında lateralde sinus sigmoideus medial kenarı, medialde m. RCPMn. lateral kenarı, inferiorda canalis condylaris ve inferomedialde FM sınır olacak şekilde kemik yüzey 3 mm ve 4 mm tur uçları kullanılarak inceltildi. Daha sonra 3.0 mm Kerrison Rongeur ile kraniektomi yapıldı. Kraniektomi sonrası condylus occipitalis'in posterior kısmının, lateralde canalis condylaris hizası sınır olacak şekilde 3 mm ve 4 mm elmas uçlar kullanılarak uzaklaştırılması suretiyle kondilektomi yapıldı. Takiben kraniektomi sınırları dahilinde dura mater insize edildi ve lateralde sınırı sinus sigmoideus olacak şekilde eksize edildi. Daha sonra hem mikroskop hem de endoskop ile intradural yapılar incelendi. Endoskop optiği ile FM posterolateraline farklı açılarda bakılarak alt kranial sinirler, a. vertebralis V4 segmenti, ACIP, ACIA, a. spinalis posterior, lig. denticulatum görüntülendi.

Silikon enjekte edilmiş olan iki adet kranioservikal bileşke spesimenleri üzerinde yapılan cerrahi diseksiyonlarda baş yer düzlemi ile 45° açı yapacak şekilde, 30° rotasyon verilerek ve spesimen fleksiyona getirilerek çivili başlık ile sabitlendi. Bu spesimenler üzerinde ise skalp ve yumuşak dokular bulunmaması sebebiyle ilgili aşamalar gerçekleştirilemedi. Kraniektomi aşaması ile beraber takip eden diğer basamaklar uygulandı. LNI hizası işaretlendi ve yukarıda tarif edildiği şekilde kraniektomi yapıldı. Ancak m. RCPMn.'un yer almaması nedeniyle kraniektominin medial sınırı orta hatta gelmeyecek ancak FM'yi açabilecek kadar medial bir hiza olarak belirlendi. Durektomi yukarıda tarif edildiği şekilde uygulandı.

3.4. Anatomik Ölçümler

Kadavra üzerinde her iki taraf cerrahi yaklaşım diseksiyonları tamamlandıktan sonra kadavra gövdesi altında yer alan yükseklikler uzaklaştırıldı ve kadavra vücudu diseksiyon masası düzlemine göre nötral prone pozisyonda yerleştirildi. Başa da

infraorbitomeatal çizgi yer düzlemi ile 90° açı yapacak şekilde nötral pozisyonda çivili başlık ile sabitlenerek pozisyon verildi.

Kadavralarda cilt üzerindeki topografik ölçümler öncelikle gerçekleştirildi. Sonraki ölçümler için her bir insizyon hattı LNS hizasının hemen üzerine uzatıldı. Daha sonra her iki insizyon kranial noktalarından birbiriyle birleştirilerek U harfi şeklinde bir cilt flebi elde edildi. Flep, yüzeyel kas fasyalarından sıyrıldıktan sonra bölgede yer alan her bir kas tek tek diseke edilerek ayrıldı ve kemik yapılara ulaşıldı. 'Tuberculum posterius atlantis- M. splenius capitis arası en kısa mesafe' ile 'Tuberculum posterius atlantis- M. semispinalis capitis lateral sınırı arası en kısa mesafe' ölçümleri gerçekleştirilirken ilgili kasların uzaysal olarak ilgili kemik yapı ile aynı düzlemde yer almamaları nedeniyle kaslar diseksiyon esnasında kemik üzerinde kas bandı bırakılarak kesildi. Ölçüm yapılması amacıyla tüm kasların diseksiyonları tamamlandıktan sonra bu iki kas bırakılan banda süture edilerek ölçümler yapıldı.

Ölçümler için 0,1 mm hassasiyetinde ölçüm yapan Zauss marka (Çin) dijital Vernier kumpası ve esnemeyen milimetre kâğıdı kullanıldı. Yapılan ölçümler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1: Ölçüm parametreleri

Anatomik Ölçüm (mm.)	Sağ	Sol
Nasion - İnion arası mesafe		
İnion - Opisthion arası mesafe		
Her iki meatus acusticus externus arası mesafe		
Tuberculum posterius atlantis - Proc. transversus atlantis arası mesafe		
Proc. transversus atlantis - Proc. mastoideus arası mesafe		
Tuberculum posterius atlantis - Proc. mastoideus arası mesafe		
Proc. transversus atlantis - İnion arası mesafe		
Tuberculum posterius atlantis - İnion arası mesafe		

Tuberculum posterius atlantis - M. splenius capitis medial sınırı arası en kısa mesafe		
İnion - M. splenius capitis insersiyosunun en medial noktası arası en kısa mesafe		
Tuberculum posterius atlantis - M. semispinalis capitis lateral sınırı arası en kısa mesafe		
M. RCPMj'un arcus posterior atlantis'i kestiği nokta - proc. transversus atlantis arası en kısa mesafe		
M. splenius capitis'in cerrahi alandaki kraniokaudal doğrultudaki uzunluğu		
M. obliquus capitis superior'un uzunluğu		
A. occipitalis'in çapı (Sulcus a. occipitalis'in çıkışında)		
ACIP çıkış noktası - A. vertebralis'in dura mater'i deldiği nokta arası mesafe		
A. vertebralis V3 segmentinin çapı		
İnsizyon uzunluğu		
İnsizyon - Helix'in superior noktası arası mesafe		
İnsizyon - Helix'in posterior noktası arası mesafe		
İnsizyon - Orta hat arası mesafe		

3.5. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizinde Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) uygulaması 24.0.0.0 sürümü kullanıldı. Uzunluk ve mesafe ölçümleri ile ilgili değerler ortalama ± standart sapma şeklinde gösterildi. Ayrıca minimum ve maksimum değerler eklendi. ACIP'in çıkış noktası ile ilgili veri ise sayı ve yüzde cinsinden belirtildi.

4. BULGULAR

4.1. Bütün İnsan Kadavrası Üzerinde Gerçekleştirilen Cerrahi Aşamalar

Uyguladığımız cerrahi basamaklar özetle şu şekildedir;

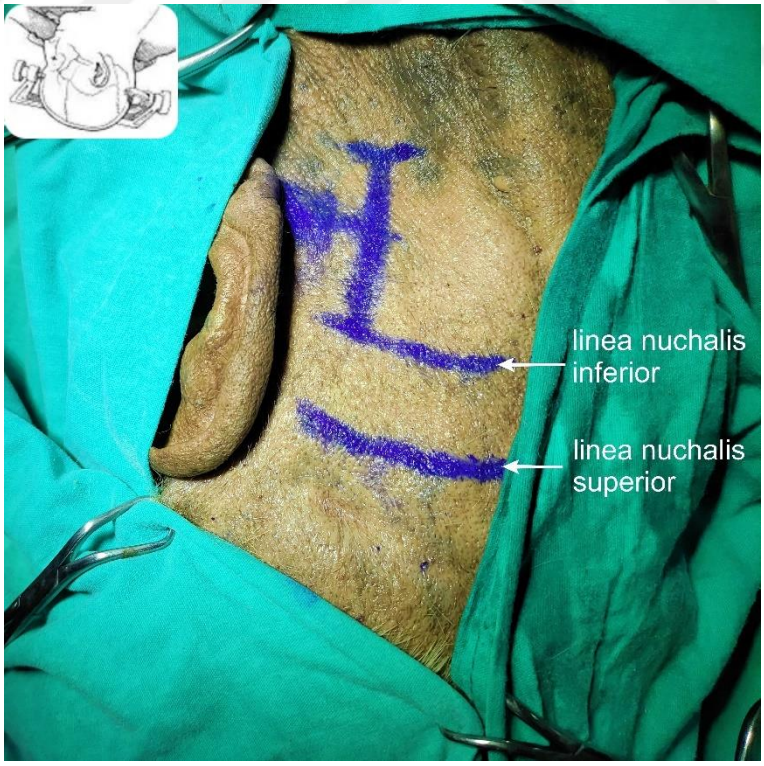
1. Pozisyon için önce kadavralar prone pozisyonuna alındı. Sonra kadavra gövdesi altına ipsilateral yükseklik konularak gövdeye masa düzlemine göre 45° açı verildi. Baş ipsilateral yönde 30° çevrildi ve sternum ile çene arasında yaklaşık 1 cm boşluk kalacak şekilde fleksiyona getirilerek çivili başlık ile sabitlendi. Formaldehit ile fikse edilmiş kadavraların kullanılmış olması sebebiyle dokular canlı dokulara göre daha sert yapıda ve eklemlerin hareketliliği canlıya göre daha düşüktü. Bu durum pozisyon verilmesi aşamasında güçlük yaratmış olsa da uygun boyutlarda gövde altı yükseklik kullanılması ve çivili başlıktan faydalanılması sayesinde bu güçlük aşıldı. Formaldehit ile fikse edilmiş kadavra yerine taze kadavra kullanılması da pozisyon verilmesi açsından kolaylık sağlayabilirdi.
2. Proc. mastoideus'un yaklaşık 2 cm arkasına, LNI'un hemen üzerinden proc. transversus atlantis'e kadar uzanan yaklaşık 5-6 cm uzunluğunda lineer bir insizyon yapıldı. POE tespit edildikten sonra bu noktadan her iki yana doğru uzanan LNS'lar belirlenir. LNI ise LNS'un yaklaşık 2 cm kaudalinde yer alır. LNI'un hemen üzerinden başlayan bir insizyon, kranial doğrultuda yeterli alanı sağlayacaktır.
3. İnsizyon sonrası m. sternocleidomastoideus laterale ekarte edilir ve karşılaşılan m. splenius capitis insizyon hattına paralel olarak hat boyunca insize edildi. Kadavraya başın verteksi yönünden bakıldığında m. splenius capitis liflerinin nötral pozisyondaki oryantasyonu ile cerrahi pozisyon verilmiş durumdaki oryantasyonunun birbirinden farklı olduğu dikkati çekti. Cerrahi pozisyon verilmiş iken kas lifleri tanımladığımız insizyon hattına neredeyse 90 derecelik bir açı yapacak şekilde seyretmektedir. Benzer bir çalışma yapılması halinde kasın lifleri bu şekilde tanınabilir.
4. Daha sonra lateralde karşılaşılan m. longissimus capitis laterale, medialde karşılaşılan m. semispinalis capitis mediale disektör ile sıyrılarak ekarte edildi.

M. longissimus capitis proc. mastoideus'a bağlanır. Bu durum kasın tanınmasını kolaylaştırır.

5. Derin grup kaslardan m. obliquus capitis superior ve medialinde m. RCPMj. tanımlandı. Proc. transversus atlantis'e bağlanan m. obliquus capitis superior, inferiora ve hafif laterale doğru takip edildi, proc. transversus atlantis'in yeri ve arcus posterior atlantis'in üzerinde m. obliquus capitis inferior saptandı.
6. M. obliquus capitis superior kemikteki bağlantı noktasından ayrılarak laterale ve kaudale doğru sıyrıldı. M. RCPMj. de kemik yüzeyinden sıyrılarak ekartör altına alındı. Bu basamaktan sonra superiorda LNI, inferiorda arcus posterior atlantis, medialde m. RCPMn., lateralde ise processus mastoideus hizasına ulaşılarak yumuşak doku diseksiyonu aşaması tamamlandı.
7. Daha sonra LNI hizasına bir adet burr-hole açıldı ve lateralde sinus sigmoideus medial kenarı, medialde m. RCPMn. lateral kenarı, inferiorda canalis condylaris ve inferomedialde FM sınır olacak şekilde kraniektomi yapıldı. Sonra FM lateraline olan cerrahi görüş alanını artırmak amacıyla kondilektomi yapıldı.
8. Dura mater'in açılışının ardından endoskop eşliğinde alt kranial sinirler, a. vertebralis V4 segmenti, ACIP, a. spinalis posterior gözlendi.



Resim 1. Kadavranın cerrahi saha açıkta kalacak şekilde örtülmesi.



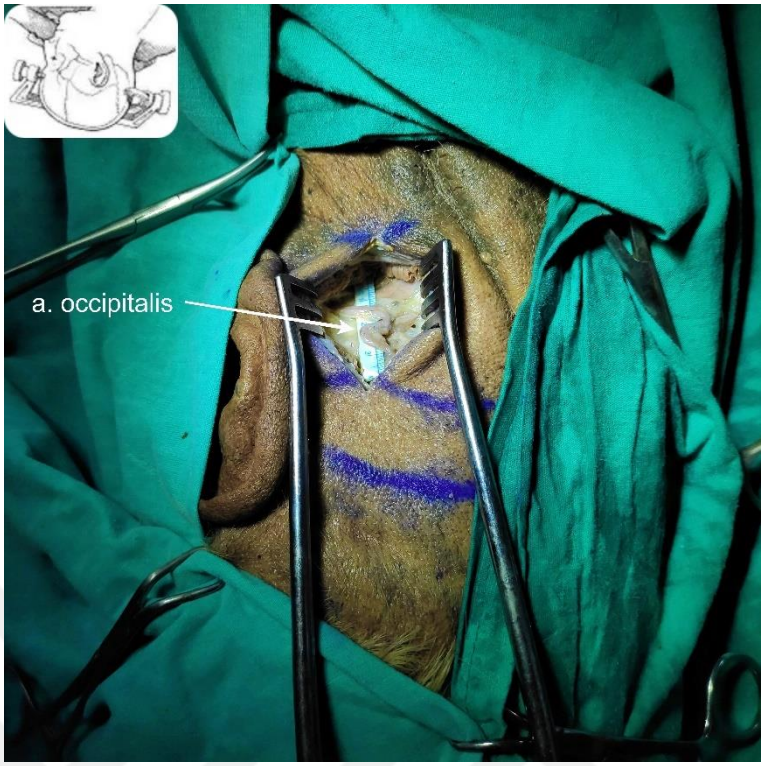
Resim 2. Cerrahi saha üzerinde proc. mastoideus, LNS ve LNI'un belirlenmesi. Belirtilen topografik noktalara göre insizyon hattının çizilmesi.



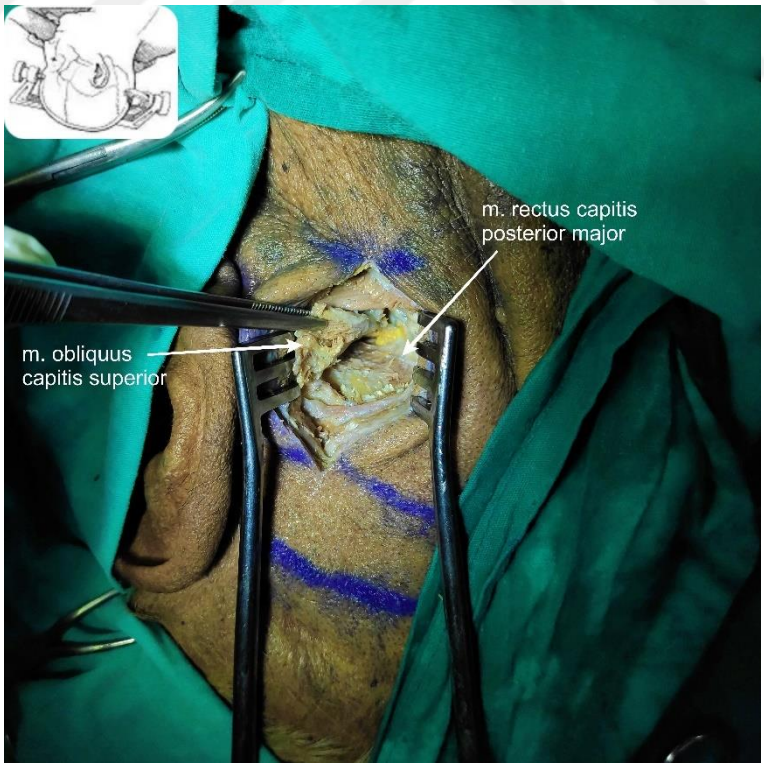
Resim 3. Cilt ve cilt altı insizyonu sonrasında m. sternocleidomastoideus liflerinin diseke edilmesi. Daha sonra bu lifler ekartör altına alınacaktır.



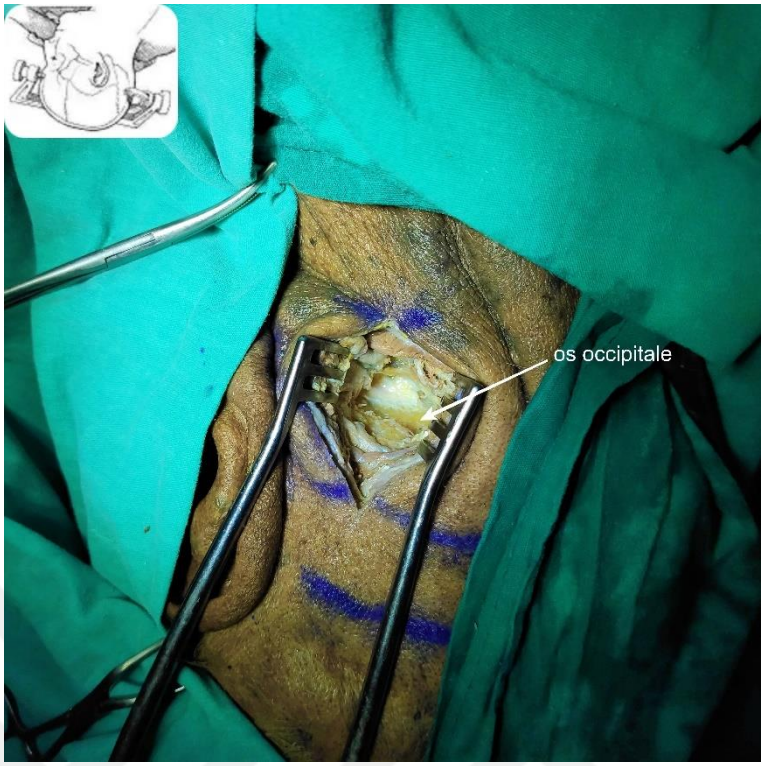
Resim 4. M. splenius capitis'in insizyona paralel ve kasın liflerine dik kesilmesi.



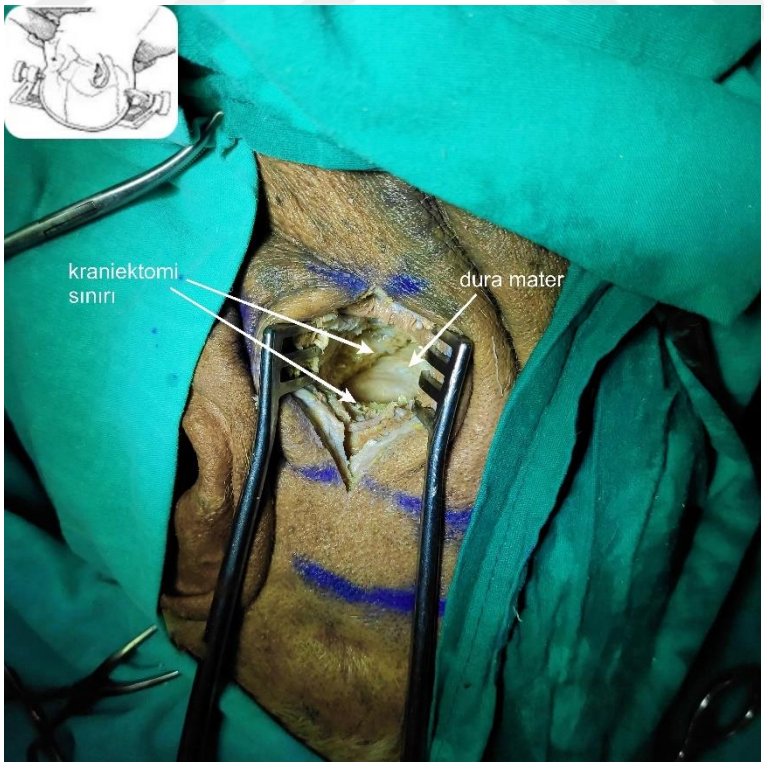
Resim 5. A. occipitalis'in diseke edilerek ortaya koyulması.



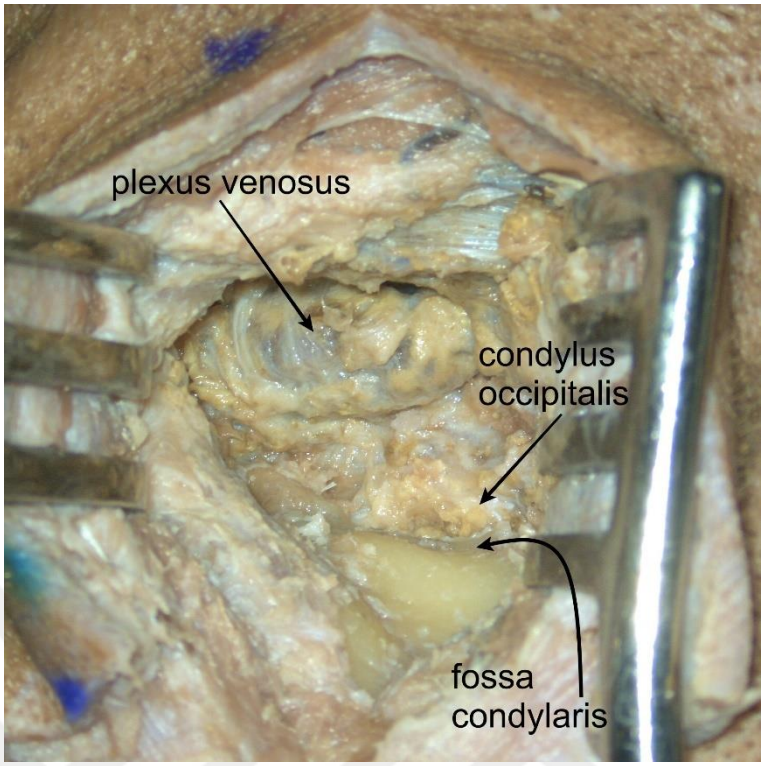
Resim 6. M. obliquus capitis superior'un LNI üzerindeki bağlantı noktası ve üzerinde yer aldığı os occipitale'den diseke edilmesi. Resimde m. RCPMj da görülebilmektedir.



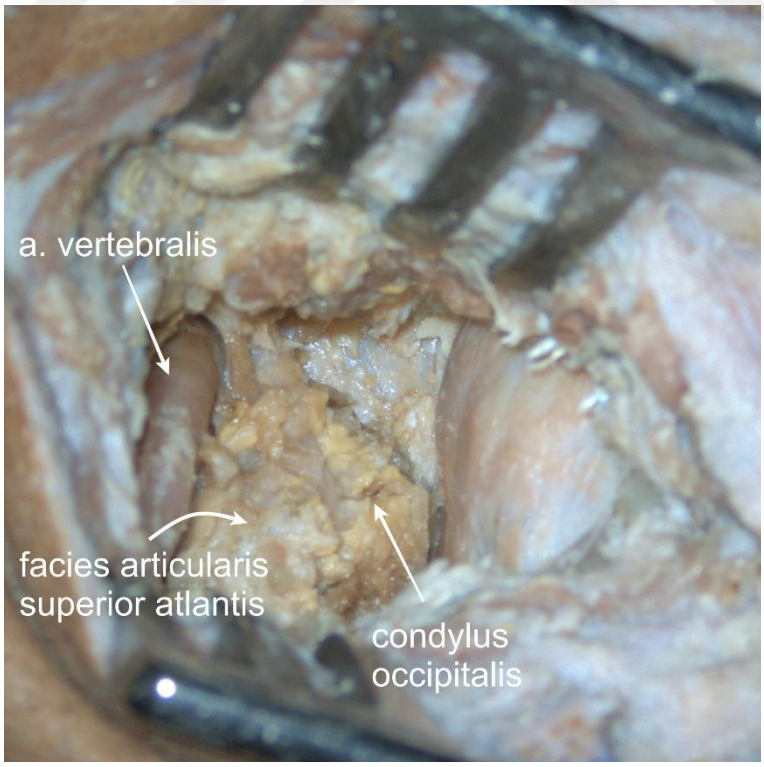
Resim 7. M. RCPMj'un mediale doğru ekarte edilmesi ile kraniektomi öncesi görünüm.



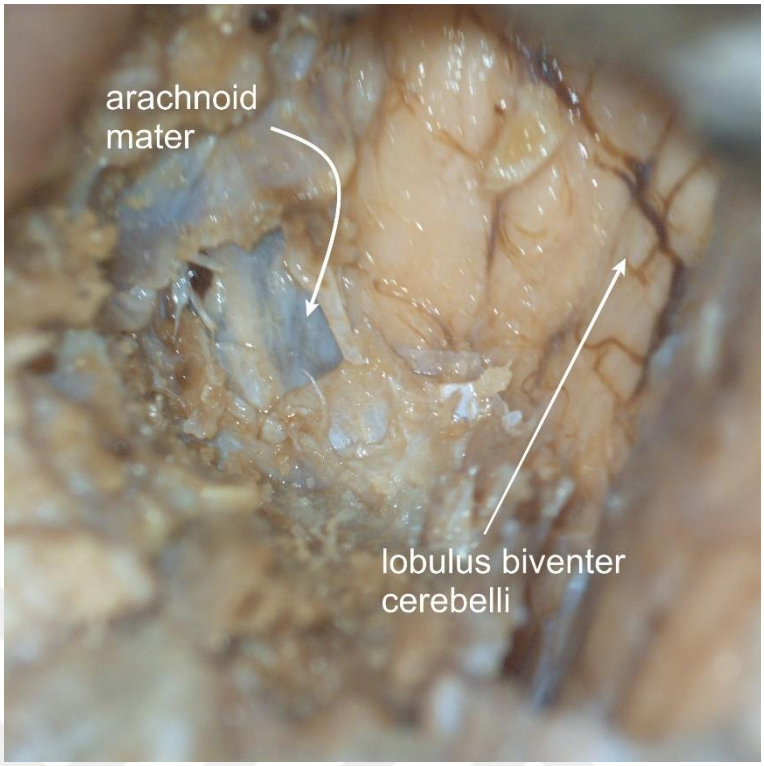
Resim 8. Kraniektomi sonrası dura mater'in ortaya konması ve makroskobik görünüm.



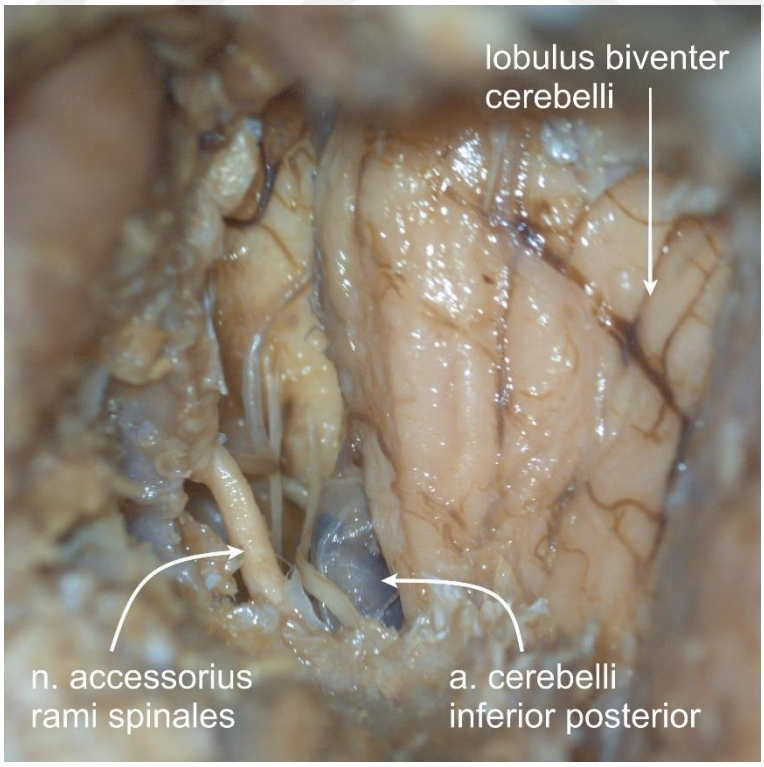
Resim 9. Kas diseksiyonları sonrası a. vertebralis çevresindeki plexus venosus'un ve kraniektomi alanının ortaya konulması.



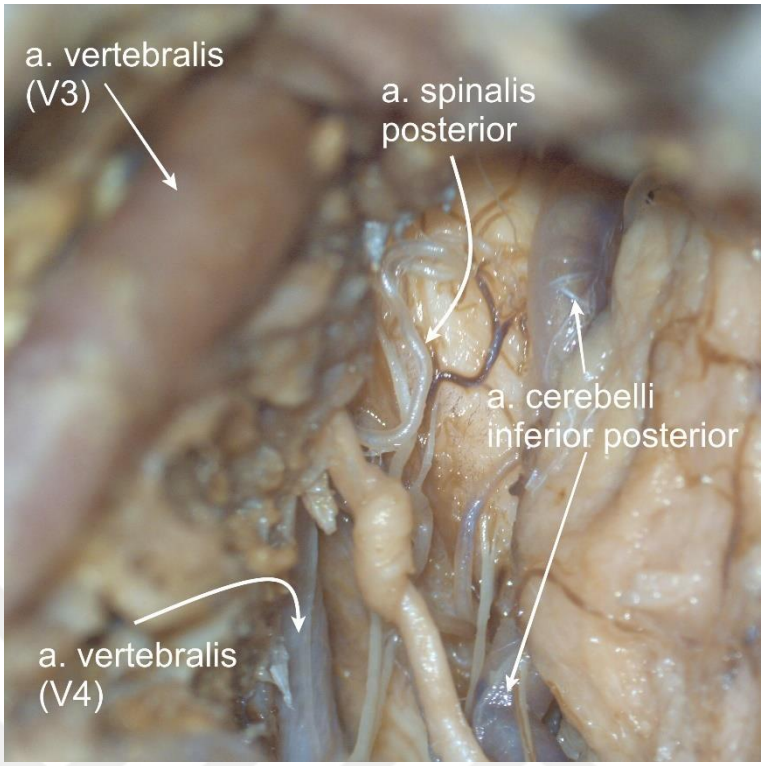
Resim 10. Kraniektomi ve condylus occipitalis'in kısmi drillenmesi.



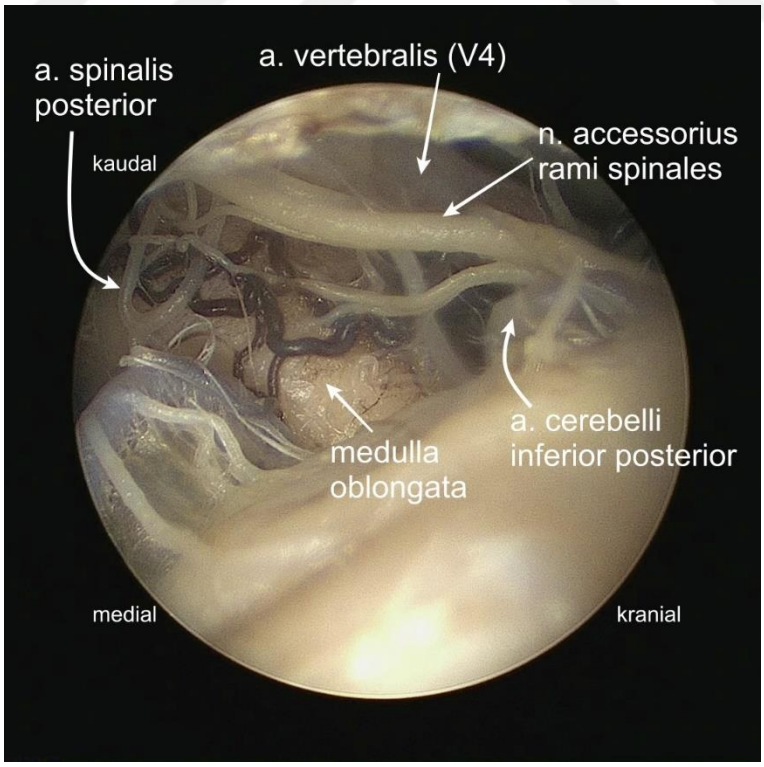
Resim 11. Dura mater'in eksizyonu sonrası cerebellum ve cisterna cerebellomedullaris lateralis üzerini örten arachnoid mater'in görünümü.



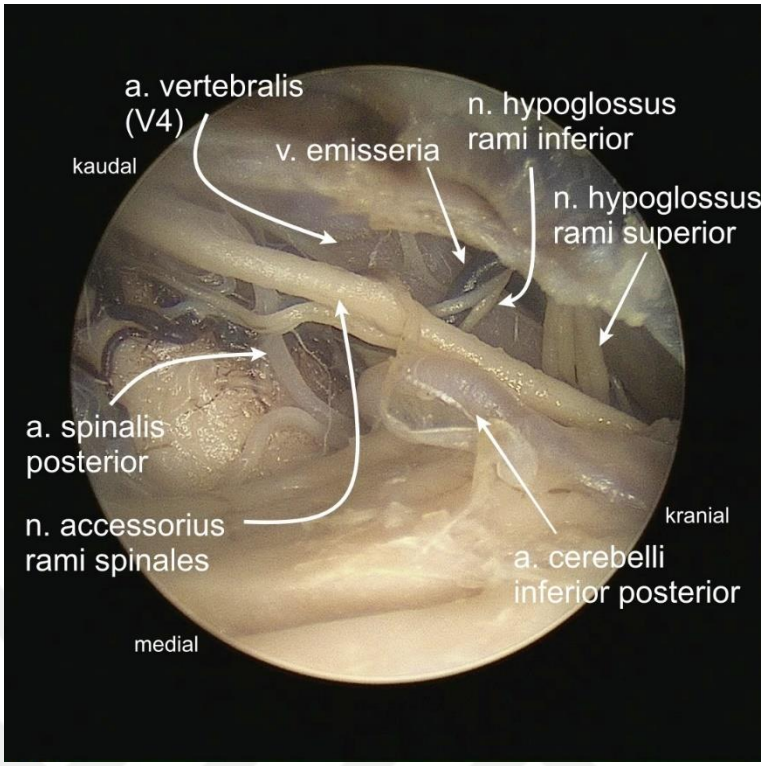
Resim 12. Arachnoid mater'in eksizyonu.



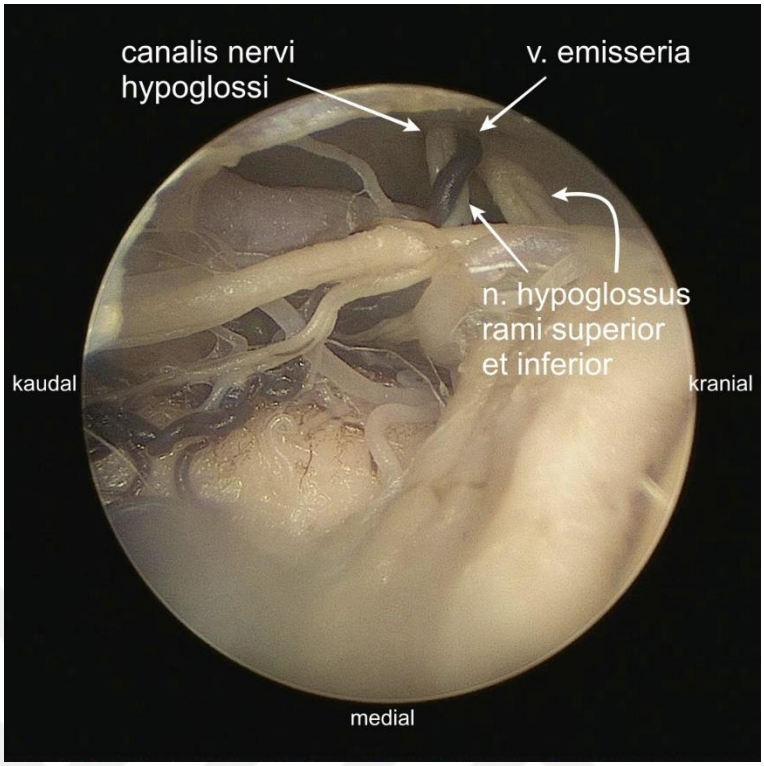
Resim 13. Arachnoid mater eksizyonu sonrası a. vertebralis V4 segmenti, ACIP, medulla oblongata, n. accessorius'un ortaya konulması.



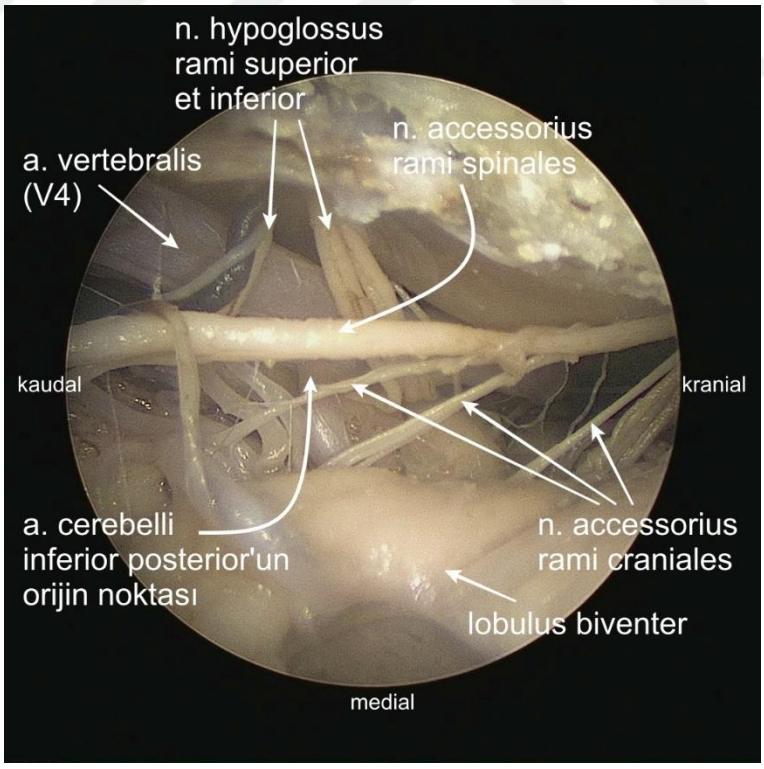
Resim 14. Endoskop altında a. vertebralis, ACIP, medulla oblongata ve n. accessorius.



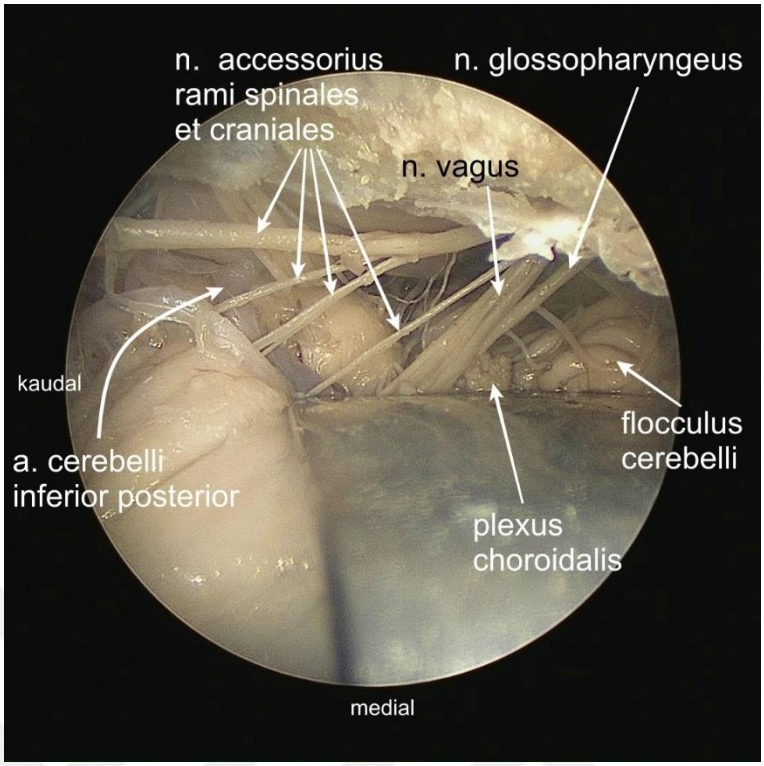
Resim 15. Endoskop optiği ile kaudalden kranial yöne doğru bakıldığında a. vertebralis, ACIP, a. spinalis posterior, n. accessorius ve n. hypoglossus'un canalis nervi hypoglossi içerisine doğru yönelen rootlet'leri görülmektedir.



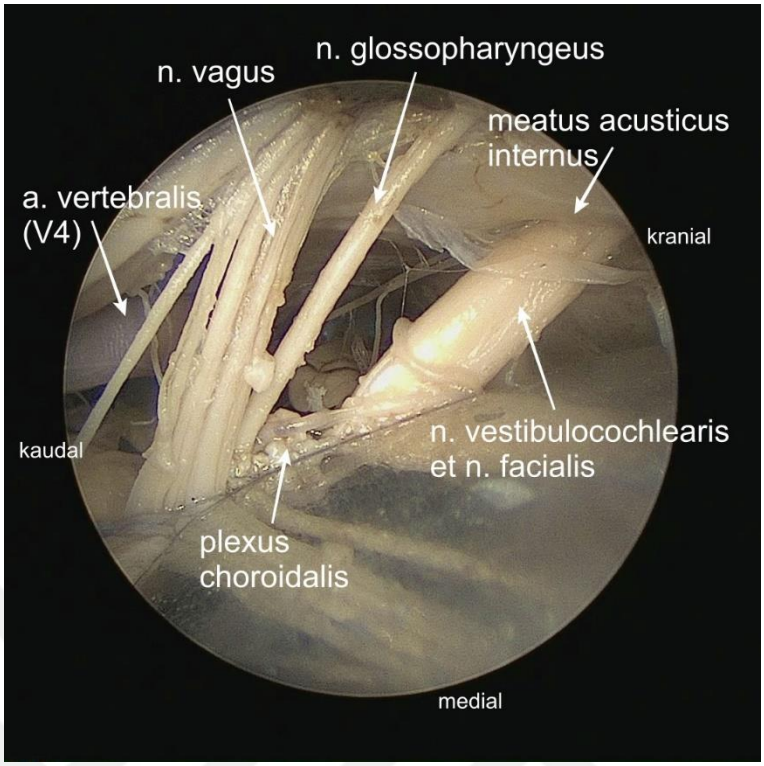
Resim 16. Canalis nervi hypoglossi'den geçen n. hypoglossus ve v. emissaria.



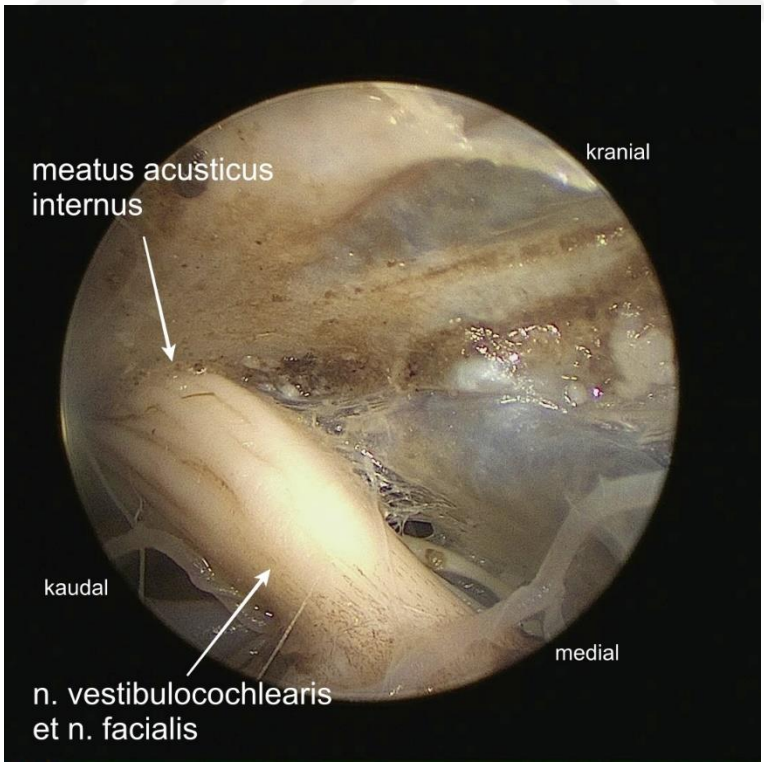
Resim 17. Lobulus biventer'in ekartasyonu ile canalis nervi hypoglossi komşuluğunda ACIP'in a. vertebralis'ten ayrıldığı nokta görülmektedir.



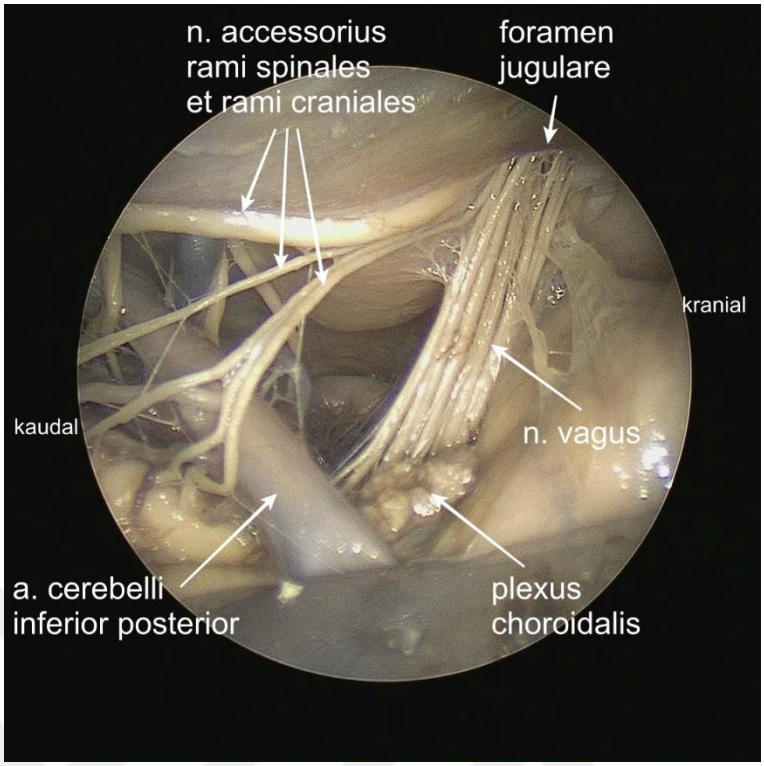
Resim 18. Endoskop optiği daha kraniale doğru yerleştirilip dik bir açı ile bakıldığında altta n. hypoglossus ve ACIP, yukarı doğru for. jugulare içerisine ilerleyen n. accessorius, n. vagus ve n. glossopharyngeus izlenmektedir. Beyin kaşığının alt ucunda flocculus cerebelli ve plexus choroidalis seçilmektedir. Plexus'un derininde for. Luschka yer alacaktır.



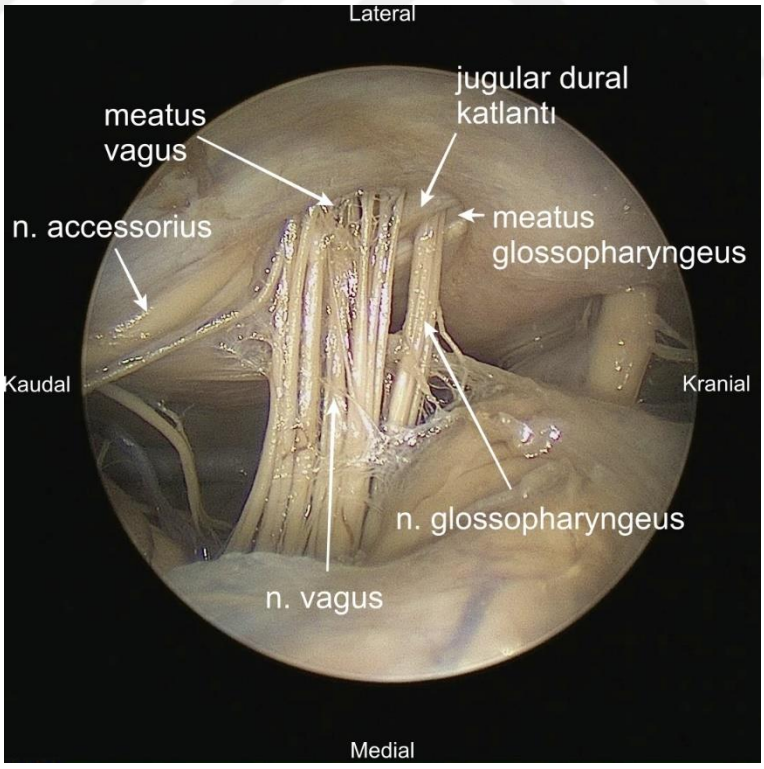
Resim 19. For. jugulare'ye giren n. vagus ve n. glossopharyngeus ile meatus acusticus internus'a doğru seyreden n. vestibulocochlearis ve n. facialis.



Resim 20. Meatus acusticus internus ve n. vestibulocochlearis'in yakından görünümü.



Resim 21. ACIP, plexus choroideus ve alt kranial sinirler izlenmektedir.

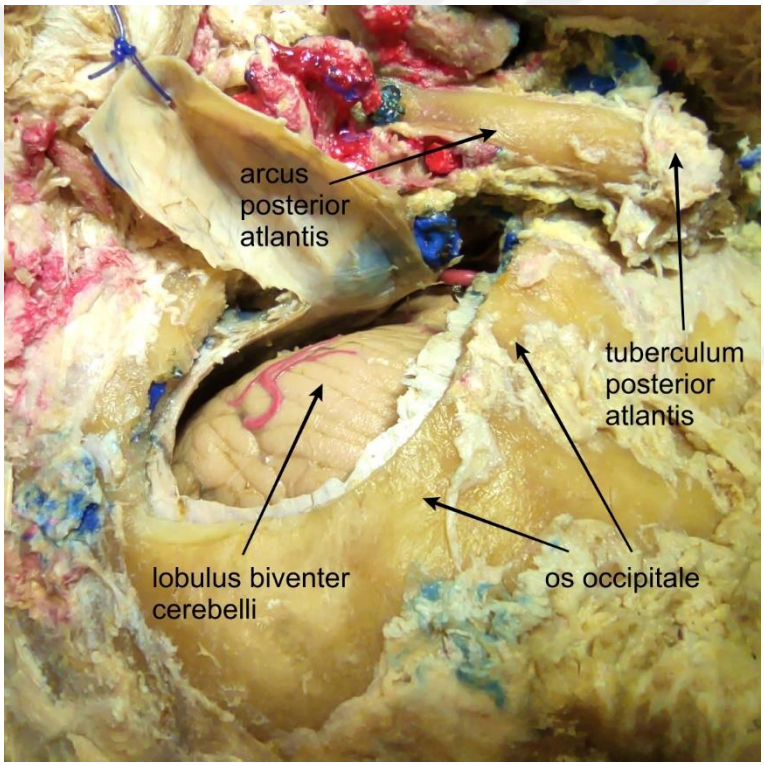


Resim 22. For. jugulare'nin yakından görünümü. Meatus glossopharyngeus, meatus vagus ve jugular dural katlantı seçilmektedir.

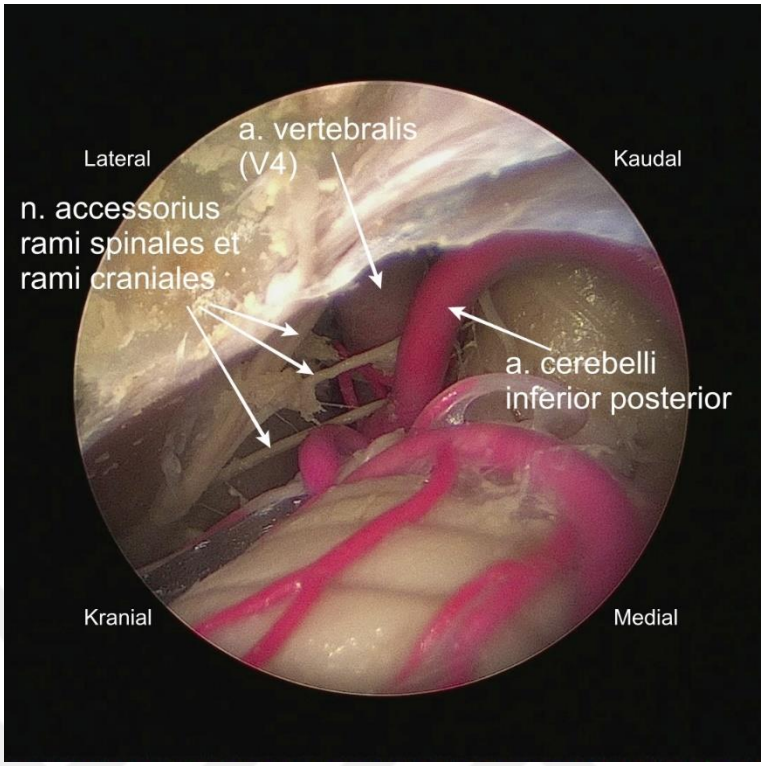
4.2. Silikon Enjeksiyonlu Kraniyoservikal Bileşke Spesimenleri Üzerinde Yapılan Diseksiyonlar

Bu alt başlıkta gösterilecek olan iki adet spesimen üzerinde bilateral olarak yapılan toplam dört diseksiyon istatistiklere dahil edilmemiştir.

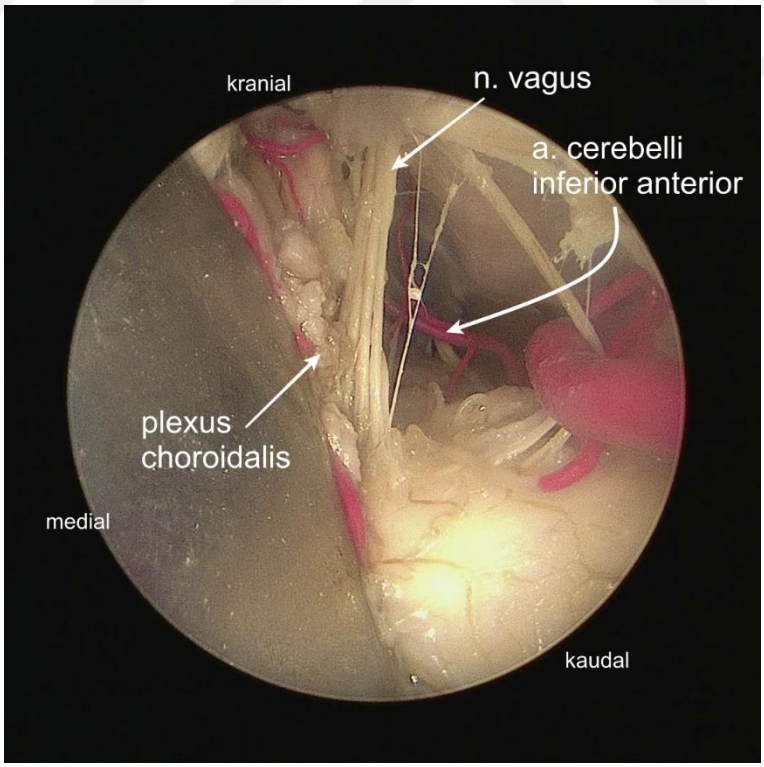
İlk olarak bu örnekler çivili başlığa takılarak pozisyon verildi. Cerrahi örtünmeyi takiben planlanan kraniektomi sınırları kemik üzerinde çizildi ve daha sonra kraniektomi gerçekleştirildi. Dura mater kesilerek asıldı ve laterale ekarte edildi. Daha sonra endoskopik olarak intradural anatomik yapılar incelendi.



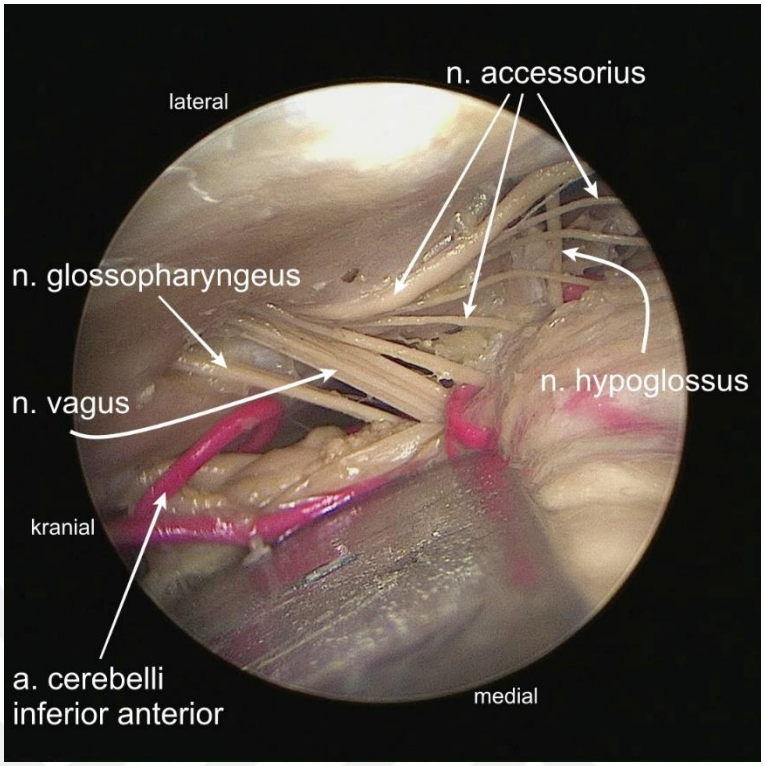
Resim 23. Silikon enjeksiyonlu spesimende dura mater'in kesilerek asılması.



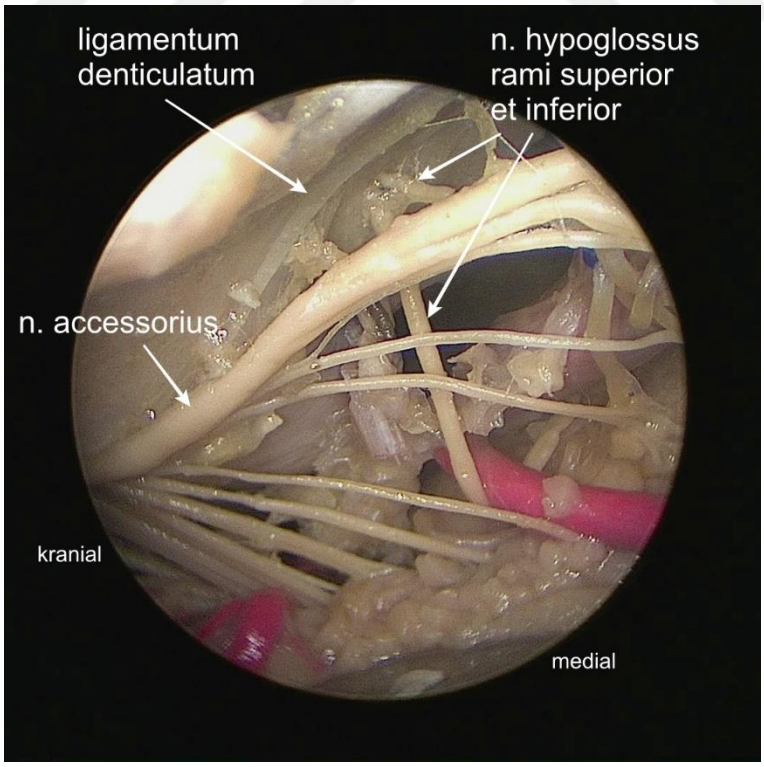
Resim 24. N. accessorius rami spinales ve rami craniales ile ACIP görülmektedir.



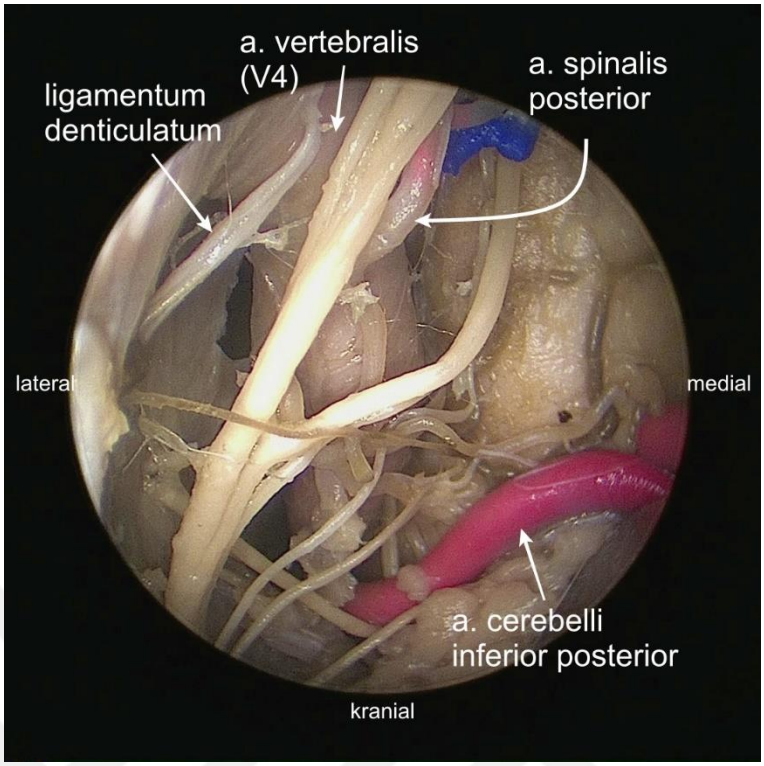
Resim 25. Kaudalden kranial yöne doğru bakıldığında daha yakında ACIP ve daha derinde a. cerebellaris inferior anterior (ACIA) seçilmektedir.



Resim 26. N. glossopharyngeus, n. vagus ve n. accessorius ile beyin kaşığının ucunda ACIA görülmektedir.



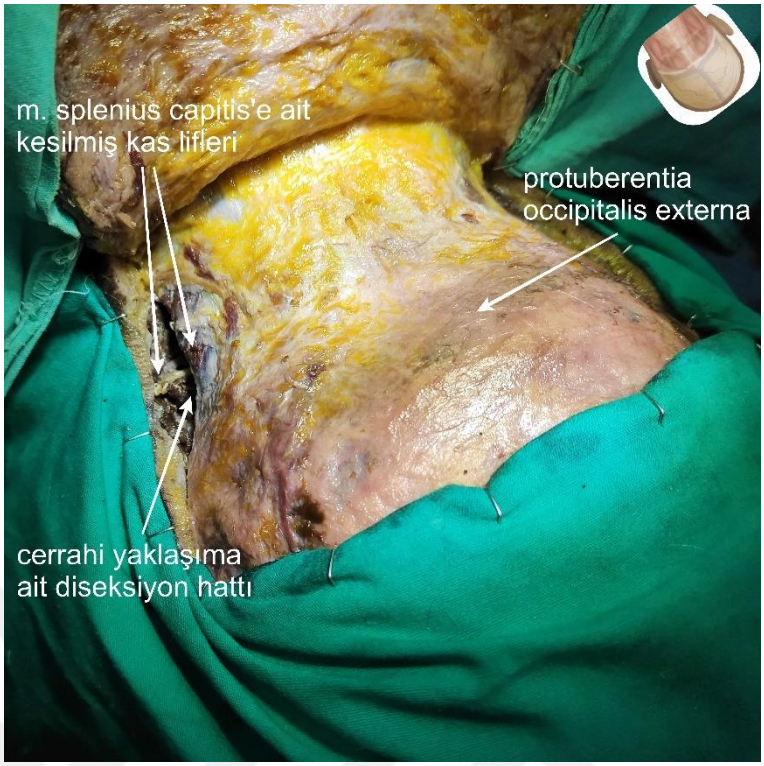
Resim 27. Lig. denticulatum nöronal dokuya göre daha beyaz renkte görünmektedir.



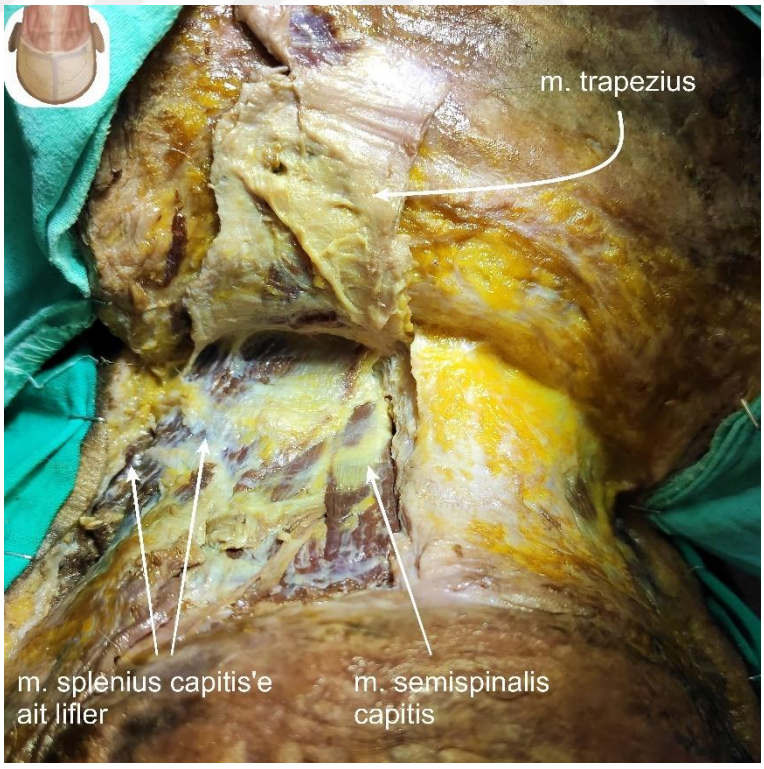
Resim 28. A. vertebralis V4 segmenti ve ondan köken alan ACIP'e ait kaudal halka ile a. spinalis posterior.

4.3. Anatomik Ölçümler

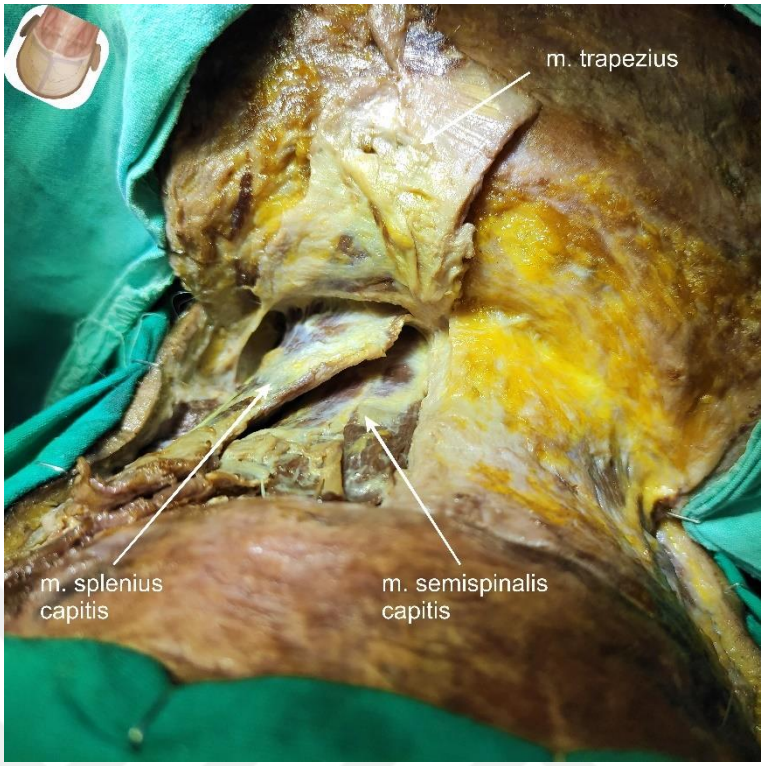
Anatomik ölçümlerin yapılabilmesi için yedi adet bütün kadavra üzerinde cerrahi yaklaşım bilateral olarak tamamlandıktan sonra baş ve vücuda nötral prone pozisyon verildi. İnsizyon hatları birleştirilerek geniş cilt flebi kaldırıldı.



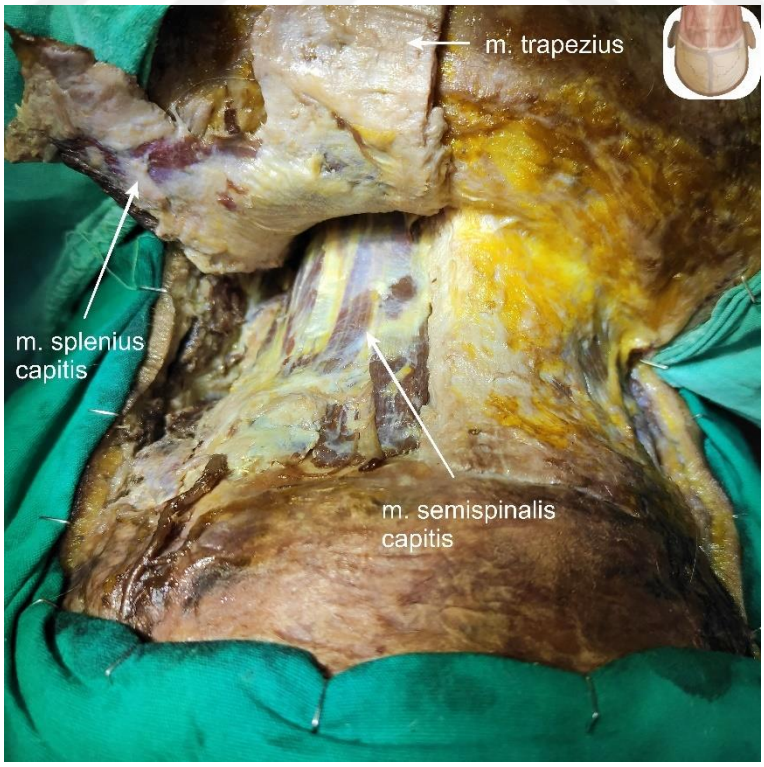
Resim 29. Geniş cilt flebinin kaldırılması.



Resim 30. Prone ve nötral pozisyonda olan kadavra üzerinde sağ m. trapezius diseke edilmiş, derininde m. splenius capitis ve m. semispinalis capitis görülmektedir.

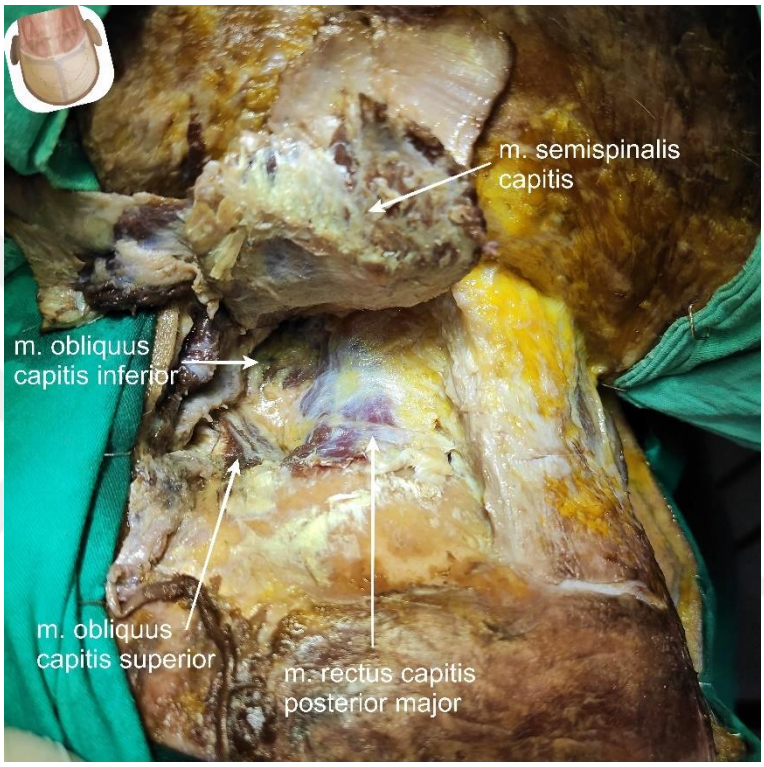


Resim 31. Cilt flebine doğru devrilmiş olan m. trapezius ile diseke edilmiş olan kaslardan lateralde m. splenius capitis, medialde m. semispinalis capitis izlenmektedir.



Resim 32. M. semispinalis capitis görülmektedir.

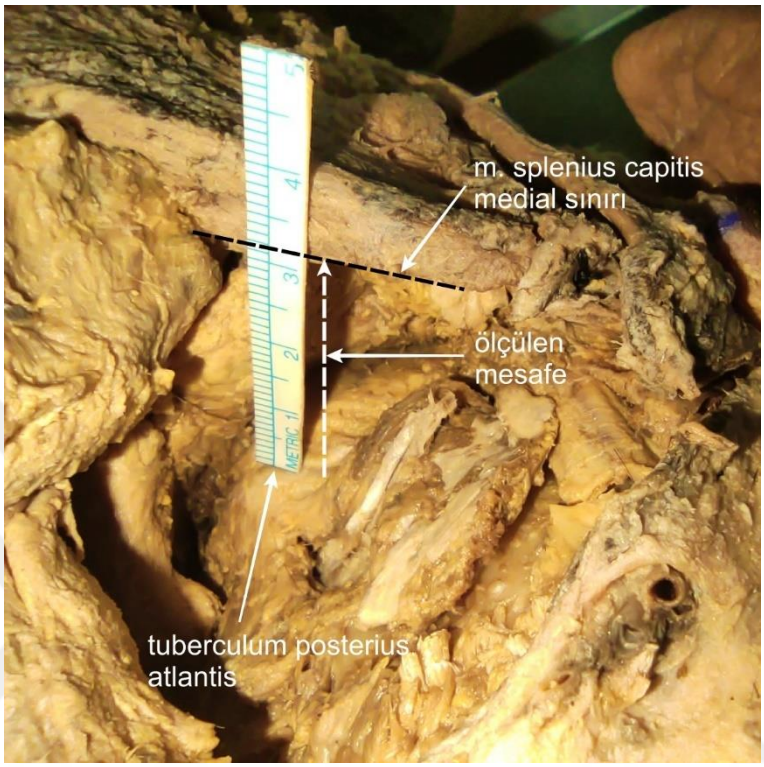
M. semispinalis capitis'in de diseke edilerek LNS'a bağlantı noktasında şerit halinde kas ve fasya bandı bırakılarak kaldırılmasından sonra trigonum suboccipiale'nin sınırlarını oluşturan m. RCPMj, m. obliquus capitis inferior ve m. obliquus capitis posterior'a (daha önce unilateral cerrahi yaklaşım esnasında LNI'dan diseke edilmişti) ulaşıldı. Ayrıca m. RCPMj'un hemen medialinde m. RCPMn.'a ait fasya da seçildi.



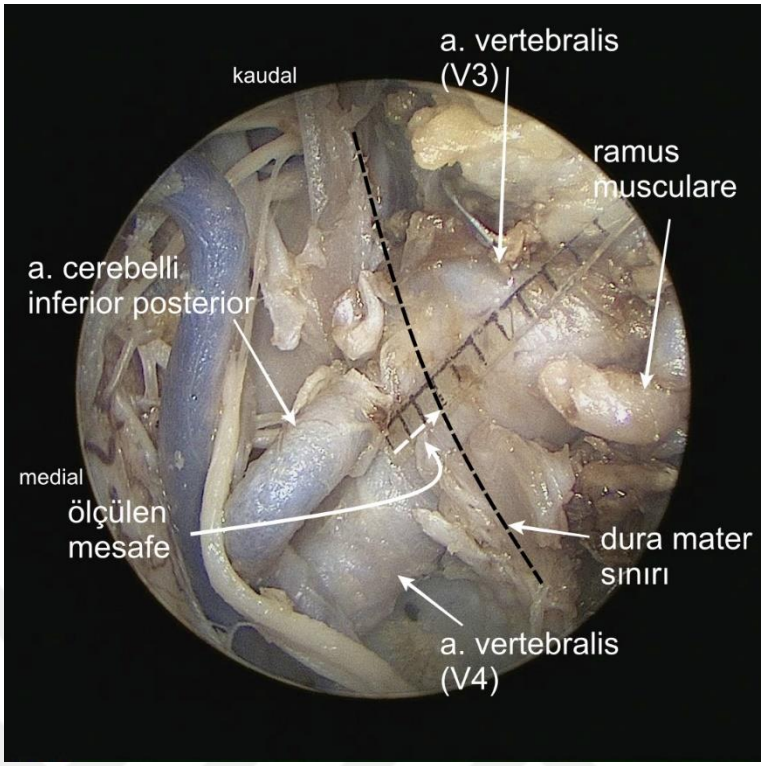
Resim 33. M. trapezius, m. splenius capitis ve m. semispinalis capitis'in diseke edilerek kaldırılması sonrası kadavra üzerinde suboksipital bölge derin grup kasları ve LNI görülmektedir (derin bölge kaslarının üzerini örtmüş olması ve fotoğrafın çekim açısı nedeniyle daha önceden gerçekleştirilmiş olan kraniektomi, bu fotoğrafta net seçilememektedir.).

Kas diseksiyonlarının gerçekleştirilmesi sonrası bilateral olarak yüzeyel ve derin gruptaki her bir kas ayrı ayrı tanımlanmış oldu. Ek olarak kemik yapılar üzerinde Tuberculum posterius atlantis, Proc. transversus atlantis, Proc. mastoideus, Inion ve LNI ortaya konuldu. Daha sonra anatomik ölçümler gerçekleştirildi. Tuberculum posterius atlantis- M. splenius capitis arası en kısa mesafe ile Tuberculum posterius atlantis - M. semispinalis capitis lateral sınırı arası en kısa mesafe ölçümleri

gerçekleştirilirken ilgili kasların uzaysal olarak ilgili kemik yapı ile aynı düzlemde yer almamaları nedeniyle kaslar diseksiyon esnasında bırakılan kas bandına tekrar süture edildi ve akabinde ölçümler yapıldı.



Resim 34. Tuberculum posterius atlantis - M. splenius capitis medial sınırı arası en kısa mesafenin ölçülmesi.



Resim 35. ACIP'in a. vertebralis'ten çıkış noktasının a. vertebralis'in dura mater'e giriş yaptığı noktaya olan uzaklığının ölçülmesi.

Tarif edilen diseksiyonlar sonrası anatomik belirteçlere göre yapılan ölçümler Tablo 1'de özetlenmiştir. ACIP'in a. vertebralis'ten köken aldığı segmenti 14 diseksiyon sahasının tamamında (%100) V4 intradural segmentiydi.

Tablo 2. Gerçekleştirilen anatomik ölçümler.

Anatomik Ölçümler				
Parametreler (mm)	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Nasion- İnion arası mesafe	377,31	34,06	343,50	450,20
İnion- Opisthion arası mesafe	48,60	7,19	33,70	57,80
Her iki meatus acusticus externus arası mesafe	374,97	13,13	357,20	399,60

Tuberculum posterius atlantis- Proc. transversus atlantis arası mesafe	51,50	6,16	43,70	59,50
Proc. transversus atlantis - Proc. mastoideus arası mesafe	21,86	3,22	16,90	27,10
Tuberculum posterius atlantis- Proc. mastoideus arası mesafe	55,68	3,43	52,00	64,60
Proc. transversus atlantis - İnion arası mesafe	87,74	5,98	76,90	95,40
Tuberculum posterius atlantis- İnion arası mesafe	58,60	8,03	43,60	68,70
Tuberculum posterius atlantis- M. splenius capitis medial sınırı arası en kısa mesafe	40,41	6,04	24,40	47,10
İnion- M. splenius capitis insersiyosunun en medial noktası arası en kısa mesafe	41,41	12,34	20,10	58,20
Tuberculum posterius atlantis- M. semispinalis capitis lateral sınırı arası en kısa mesafe	45,01	5,99	37,60	54,00
M. RCPMj'un arcus posterior atlantis'i kestiği nokta- proc. transversus atlantis arası en kısa mesafe	34,43	7,76	18,30	44,20
M. splenius capitis'in cerrahi alandaki kraniokaudal doğrultudaki uzunluğu	50,62	7,62	38,70	64,20
M. obliquus capitis superior'un uzunluğu	50,73	4,38	43,30	60,20

A. occipitalis'in çapı (Sulcus a. occipitalis'in çıkışında)	3,04	,95	1,10	4,30
ACIP çıkış noktası- A. vertebralis'in dura mater'i deldiği nokta arası mesafe	16,03	3,70	3,50	21,30
A. vertebralis V3 segmentinin çapı	7,44	2,46	3,10	11,30
İnsizyon uzunluğu	55,02	9,86	40,50	83,60
İnsizyon- Helix'in superior noktası arası mesafe	26,83	8,52	5,00	38,00
İnsizyon- Helix'in posterior noktası arası mesafe	17,05	4,33	11,00	27,20
İnsizyon- Orta hat arası mesafe	80,50	11,44	61,50	108,10

5. TARTIŞMA

FM'ye yönelik cerrahi girişimler bölgenin kompleks nörovasküler anatomisi nedeniyle cerrahlar için güç girişimler olmuştur. Bu kompleks anatomi, perioperatif komplikasyonlar gerçekleşmesi halinde hastalarda ciddi klinik tablolar yaratma potansiyeline neden olur. Bu bölge cerrahisinde geniş bir insizyon ve cilt flebi, kraniektomi ile beraber bazı olgularda kranioservikal bileşkede iatrojenik instabiliteye sebep olabilecek kondilektomi ve C1 hemilaminektomi basamakları da uygulanabilmektedir. FM cerrahisinde mevcut patolojiye göre anterior cerrahi yaklaşımlar yer alsa da sıklıkla posterior cerrahi yaklaşımlar kullanılır.

Çalışmamızda hedeflenen lezyonlar Bruneau ve George sınıflamasına göre intradural kompartmanda, dural bağlantısı lig. denticulatum'a göre lateral veya anteriorda yerleşimli ve a. vertebralis'e göre yukarıda yerleşmiş olan lezyonlara yöneliktir (35). Bunun nedeni insizyon ve kas diseksiyonunun cerrahi yaklaşıma C1 hemilaminektominin dahil edilmesini sağlayabilecek kadar kaudale uzanmıyor olması ve insizyonun lateralde yerleşmiş olmasıdır. 14 diseksiyonda insizyon uzunluğu ortalama 55,02 mm olarak saptanmıştır. İnsizyon planımızda insizyon alt sınırı proc. transversus atlantis hizası olarak belirlenmiştir. İhtiyaç halinde a. vertebralis'e göre aşağıda yerleşmiş olan lezyonlara ulaşım amacıyla bu alt sınırın kaudale doğru uzatılarak modifiye edilmesi tarif ettiğimiz cerrahi yaklaşıma kolaylıkla uygulanabilir. Bu tarz bir cerrahide ek olarak C1 hemilaminektomi uygulanması gerekebileceği için insizyonun bizim çalışmamızda yapılana göre bir miktar daha mediale yerleştirilmesi uygun olacaktır.

Literatürde foramen magnum'a yönelik endoskopi destekli posterior cerrahi yaklaşımlar ile ilgili çalışmalar olmakla birlikte bunların sayısı fazla değildir. Ayrıca bu çalışmaların çoğunluğu anatomik çalışmalardan ve az sayıda hasta içeren vaka takdimlerinden oluşmaktadır (36, 37, 38, 39, 40, 41). Bu durum, bölgeye yönelik endoskopi destekli cerrahinin uygulanabilirliğinin ve güvenliğinin değerlendirilmesinin, bu konuda daha fazla sayıda çalışma yapılmasının gerekliliğini göstermektedir.

Literatürde bu konuda yapılan ilk çalışmalardan olan ve Hayashi ve ark. tarafından yapılan çalışmada araştırmacılar bizim çalışmamıza benzer şekilde formaldehit ile

fikse edilmiş kadavralar kullanmışlardır. Klasik far lateral yaklaşım insizyonu kullanmış, C1 hemilaminektomi ve condylus occipitalis'in posteromedial kısmının drillenmesi işlemlerini uygulamışlardır. Daha sonra mikroskobik görüntü altında 0° ve 30° açılı endoskop optikleri kullanmışlardır. Bu çalışmada yazarlar üç adet koridor belirlemişlerdir. Bunlar: rostralde n. hypoglossus, medialde beyin sapı ve lateralde n. accessorius tarafından sınırlanan alt koridor; rostralde n. glossopharyngeus ve n. vagus, medialde beyin sapı, lateralde dura mater ve kaudalde n. hypoglossus tarafından sınırlanan orta koridor; rostralde n. facialis ve n. vestibulocochlearis, medialde cerebellum, lateralde dura mater ve kaudalde n. glossopharyngeus ve n. vagus tarafından sınırlanan üst koridor. Bu tanımlara göre endoskop optiği ile alt koridordan ilerlendiğinde a. vertebralis ve canalis nervi hypoglossi'nin ön yüzüne ulaşılır. Optik orta koridordan ilerletildiğinde her iki a. vertebralis, a. basilaris, a. spinalis anterior ve beyin sapının ön yan yüzü görülebilir. Optik üst koridordan ilerletildiğinde ise a. basilaris, ACIA izlenir (36). Bizim çalışmamızda insizyonun lineer olması sebebiyle horizontal düzlemde endoskop optiğine medial yönde fazla açı verilemedi. Bu nedenle yazarlar tarafından orta koridorda görüleceği belirtilen kontralateral a. vertebralis, a. basilaris ve a. spinalis anterior izlenemedi.

Komatsu ve ark. 10 adet taze kadavra üzerinde yaptıkları çalışmada proc. mastoideus'un 1,5 cm posterioruna 3 cm uzunluğunda lineer bir insizyon yaparak derin kat suboksipital bölge kaslarına ulaşmışlar ve daha sonra diseksiyona endoskop ile devam etmişlerdir. Çalışmada 0° ve 30° açılı endoskop optikleri kullanmışlar ve çift elli çalışma için endoskop tutucudan yararlanmışlardır. Endoskop aşamasına geçildikten sonra m. obliquus capitis ve m. rectus capitis posterior major kaslarını kemikten ayırarak sahadan uzaklaştırmışlardır. Suboksipital kraniektominin yanında far lateral yaklaşımın transkondilar, suprakondilar ve parakondilar varyantlarını, ayrıca C1 hemilaminektomiyi kadavralar üzerinde endoskopik olarak uygulamışlardır. Yaklaşım sonucu kraniokaudal aksta n. vestibulocochlearis ve n. facialis'ten n. cervicales C2 rami dorsalis'e kadar görünüm sağladıklarını; ek olarak FM anterolaterali, fissura cerebellomedullaris ve ventriculus quadratus'a da ulaştıklarını belirtmişlerdir (37). Bizim çalışmamızda kullanılan kadavralar formaldehit ile fikse edilmiş olan kadavralardı. Endoskop destekli kısım sadece 0° açılı endoskop optiği ile uygulandı. Bu sebeplerden ötürü çalışmamızda uvula cerebelli, for. Magendie ve

ventriculus quadratus gibi medialde yerleşimli anatomik yapılar gözlenemedi. Buna rağmen 2013 yılında yayınlanmış bu çalışma ile beraber bizim çalışmamız, endoskopi desteği ile bu bölge cerrahisinin uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Bu iki çalışma arasında ulaşılabilen cerrahi alanların farklılık göstermesi, açılı endoskop optiği kullanmanın faydalı olabileceğini göstermektedir.

2014 yılında üç boyutlu endoskop kullanarak yaptıkları çalışmada Anichini ve ark. 10 adet kadavra üzerinde far lateral yaklaşım için klasik at nalı şeklinde insizyon kullanmışlardır. Dura mater'in açılışı sonrası 0° açılı üç boyutlu endoskop ile diseksiyonlara devam etmişlerdir. İkisi kranial ve biri spinal toplamda üç adet kompartman tanımlamışlardır (38). Tanımladıkları bu kompartmanlardan spinal kompartman, bizim çalışmamızda C1 hemilaminektomi işlemi uygulanmadığı için görülememektedir. Ancak çalışmamız kısa lineer bir insizyondan minimal invaziv yaklaşımın olanaklı olduğunu göstermesiyle öne çıkmaktadır.

Bir başka kadavra çalışmasında Mingdong ve ark. tam endoskopik olarak trigonum musculi rectus capitis posterior aracılığıyla benzer bir cerrahi yaklaşım uygulamışlardır. Ancak bu çalışmada farklı olarak 5 cm uzunluğunda paramedian yerleşimli bir insizyon sonrası m. semispinalis capitis insize edilmiş ve musculi rectus capitis posterior'un tanımlanması için endoskopik olarak diseksiyona devam edilmiştir. Kaslar tanındıktan sonra m. RCPMj ve m. RCPMn'a ait os occipitalis üzerindeki kas liflerinin bir kısmı endoskopik olarak uzaklaştırılmıştır. Daha sonra suboksipital kraniektomi, C1 hemilaminektomi, condylus occipitalis ve tuberculum jugulare'nin drillenmesi işlemlerini uygulamışlardır. Bu yaklaşım ile intradural bölgede alt kranial sinirler, ACIP ve a. vertebralis'e, aynı zamanda orta hatta her iki tonsilla cerebelli, for. Magendie ve ventriculus quadratus'un alt çatısına ulaşıldığını belirtmişlerdir. Ventriculus quadratus ile ilişkili yapıları 45° açılı endoskop optiği ile görüntülemişlerdir (39). Çalışmamızdan farklı olarak orta hatta daha yakın olan bir insizyon kullanılan bu çalışmada m. semispinalis'in insize edildiği görülmektedir. m. splenius capitis'e göre daha hacimli olan bu kasın cerrahi esnasında kesilmesi, alanda daha fazla intraoperatif kanamaya neden olabilir. Ancak insizyonun paramedian yerleşimli olması, çalışmamızın aksine orta hatta ulaşımı kolaylaştırmaktadır.

Anatomik çalışmaların hepsinde bu tarz endoskopik bir yaklaşım ile ilgili belirtilen bir dezavantaj, özellikle minimal invaziv yaklaşımlarda, cerrahi alanın dar olması ve nörovasküler yapıların birbirlerine yakın olarak seyretmesi nedeniyle kullanılan endoskop optiğinin bu yapılara zarar verme riskinin bulunmasıdır. Özellikle Hayashi ve ark. (36) yaptığı çalışmada belirtilen koridorlar aracılığıyla daha derinde yerleşen anatomik yapılara ulaşmak canlı cerrahide risk oluşturmaktadır. Bizim tecrübemizde de optik 4.0 mm çapında olmasına rağmen nörovasküler yapılara zarar verilmemesi için ekstra çaba gösterilmiştir. Fakat bu risk Komatsu ve ark. çalışmasında kullandıkları gibi endoskop sabitleyici aparatların kullanımı ile en aza indirilebilir (37).

Baldauf ve ark. canalis nervi hypoglossi ile ilişkili kistik bir lezyona yönelik cerrahide endoskop desteğinden faydalanmışlardır. Klasik far lateral yaklaşımı takiben dura mater'in açılışı sonrası 0° ve 30° açılı optikler kullanarak cerrahiyi gerçekleştirmişlerdir (40). Hanakita ve ark. 2018 yılında yayınladıkları vaka takdiminde clivus'tan kranioservikal bileşkeye kadar uzanan kordoma vakasında endoskopik endonazal yaklaşımı takiben endoskopi destekli far lateral yaklaşımı tercih etmişlerdir. İki cerrahi aşama arasında bir aylık süre bırakmışlardır. Cerrahinin ikinci aşamasında endoskopi desteğinin far lateral yaklaşımda mikroskop ile görülemeyen kör noktalara ulaşımı ve bu noktalarda kalan tümörün çıkarılmasını sağladığını belirtmişlerdir (41).

Diseksiyonların tamamında suboksipital kraniektomi ile beraber kısmi kondilektomi de uygulandı. Kondilektomi sınırı lateralde canalis condylaris hizası olarak belirlendi ve anteriorda canalis nervi hypoglossi hizasına gelinmeden önce duruldu. Bu ön sınır da condylus occipitalis'in yaklaşık olarak 1/3 posterioru veya daha azı olacak şekildedir. Vishteh ve ark. yaptıkları biyomekanik çalışmada condylus occipitalis'in unilateral olarak %50 veya daha fazla oranda rezeksiyonunun anlamlı derecede hipermobiliteye sebep olduğunu belirtmişlerdir (42). Seoane ve ark. a. vertebralis ve ACIP anevrizması olan 56 hastadan oluşan çalışmalarında far lateral yaklaşım ile cerrahi gerçekleştirmişler, ancak vakalarda kondilektomi uygulamamışlardır. Anevrizma hastalarından oluşan bu hasta serisinde kondilektomi yapılmadan da cerrahi koridorun yeterli olduğunu belirtmişlerdir (43). Ancak literatürde kondilektomi uygulanmadan far lateral cerrahi yapılan hastalar ile ilgili

çalışmalar sık değildir. Çalışmamızda kadavralar üzerinde uygulanan kondilektomi oranı %50'nin altındaydı. Medial-lateral doğrultuda cerrahi alanın genişliğinin fazla olmaması nedeniyle her diseksiyonda kondilektomi uygulandı.

Yaptığımız anatomik ölçümlerde atlas ve os occipitale'yi beraber olarak değerlendiren (örneğin proc. transversus atlantis – inion arası mesafe) farklı ölçümler yer almaktadır. Ölçümler standardizasyonun sağlanması açısından kadavra vücudu ve başı nötralde prone pozisyondayken gerçekleştirilmiştir. Literatürde her iki kemiğe ait noktalar arasında ölçümlerin gerçekleştirildiği bir çalışma bulunamamıştır. Bu açıdan çalışmamız kranioservikal bileşkenin morfometrik olarak değerlendirilmesinde literatüre katkı sağlamaktadır. Aynı kemik üzerindeki ölçümler ise literatürde sıklıkla ilgili anatomik yapıların izdüşümleri üzerinden yapılmıştır (44, 45). Ayrıca yapılan güncel çalışmalar bilgisayarlı tomografi bulguları üzerinden ve pedikül vidası cerrahisine yönelik ölçümlere yoğunlaşmaktadır (46, 47). Yaptığımız cerrahi simülasyonun hedeflediği patolojiler itibariyle tercih ettiğimiz ölçümlerin buna yönelik ölçümler olmasını amaçladık. Biz ölçümleri yaparken izdüşümler yerine iki anatomik nokta arasında doğrudan ölçüm yapmayı tercih ettik. Bunun nedeni ise cerrahi pratikte karşılaşılan cerrahi alanda izdüşümler üzerinden değil, iki nokta arasında planlama yapılmasıdır. Ölçümlerimizde Tuberculum posterius atlantis- M. splenius capitis medial sınırı arası en kısa mesafe ortalama 40,41 mm, Tuberculum posterius atlantis - M. semispinalis capitis lateral sınırı arası en kısa mesafe ortalama 45,01 mm bulunmuştur. Bölgeye yönelik minimal invaziv bir cerrahinin hasta bazında uygulanabilirliğinin daha ileri araştırılması için kadavralarda yaptığımız bu ölçümlere ek olarak suboksipital bölge kaslarının ciltten derine doğru kalınlıklarının ölçümünün yapılması, aynı kadavralar üzerinde cerrahi yaklaşım simüle edilerek elde edilebilen kraniektomi alanlarının bilgisayarlı tomografi ve nöronavigasyon sistemleri yardımıyla ölçümü ve bunlar arasındaki olası bir korelasyonun hesaplanması önerilebilir.

Cerrahi yaklaşımın küçük bir insizyondan yapılıyor olması postoperatif dönemde yara yeri ile ilgili olası komplikasyonların önüne geçilebilmesi için yardımcı bir etkendir. Bizim çalışmamızda kullanılan insizyon uzunluğu ortalama 55,02 mm'dir ve pratikte bu bölge cerrahilerinde kullanılmakta olan insizyonlara göre daha kısa bir insizyondur. Kısa bir lineer insizyon ile suboksipital bölge kasları olabildiğince az

miktarda manipüle edilerek postoperatif dönemde ağrı ve yara yeri komplikasyonlarının azalabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada insizyon planı proc. mastoideus'tan yaklaşık 2 cm medialde olacak şekildeydi. Diseksiyonlar sonrası yapılan ölçümlerde de insizyonların kulak helix'inin posterior izdüşümünden ortalama 17,05 mm medialde olduğu saptanmıştır. Tarif ettiğimiz lineer insizyonun mediale taşınmadan sadece kaudale doğru uzatılması durumunda C1 hemilaminektomi yapılmasına olanak sağlayacak yeterli alan, a. vertebralis V3 segmentinin cerrahi saha önünde kalacağı gerekçesiyle, bulunmayacaktır.

Bu yaklaşımda horizontal düzlemde cerrahi alan dardır. Her ne kadar m. splenius capitis'in altında a. occipitalis görülecek olsa da böyle bir açılışta arteri koruyarak laterale ekarte etmek zordur. Bu nedenle a. occipitalis'in korunmasının gerekli olduğu ekstrakranial-intrakranial by-pass gerekebilecek bir cerrahide tarif ettiğimiz yöntem uygun olmayabilir. Ayrıca kaudalde sınırın arcus posterior atlantis düzeyinde kalması ve a. vertebralis V3 segmentinin dura mater'i deldiği noktada cerrahi görüş alanının kısıtlı olması nedeniyle V3 segment üzerindeki hakimiyet düşüktür. Yine medial sınırın orta hattan uzakta kalması nedeniyle özellikle fossa cranii posterior'da ödem olduğu vakalarda cisterna cerebellomedullaris posterior'a (cisterna magna) ulaşım zor olacağından liquor cerebrospinalis drenajı yetersiz kalabilir.

Tarif edilen yaklaşımın olası diğer bir dezavantajı m. splenius capitis'in kesilmesine bağlı olarak postoperatif ağrı ile m. obliquus capitis superior'un bağlantı yerinden ayrılmasına bağlı kas atrofisi gelişmesi ihtimalidir. Ancak yine de kas diseksiyonu pratikteki yaklaşımlara göre daha az düzeydedir. Cerrahi yaklaşımın uygun patolojiye sahip hastalarda kullanılması ile elde edilecek hasta serilerinde olası postoperatif komplikasyonların değerlendirilmesi mümkün olabilir.

Çalışmamızda toplam 7 adet kadavra üzerinde 14 cerrahi yaklaşım uygulanmıştır. Her yaklaşımda hedeflenen nöroanatomik yapılara ulaşılmıştır. Fakat bu tarz bir çalışmada yaklaşım sonrası yapılan kraniektomi alanının ölçülebilmesinin ve kraniektominin sağladığı cerrahi koridorun pratikte uygulanmakta olan yöntemlerle karşılaştırmasının da önemli olacağı kanaatindeyiz. Farklı bir çalışmada kadavralara

veya kullanılabilecek spesimenlere bilgisayarlı tomografi çekilerek bu ölçümlerin gerçekleştirilmesi ve diğer cerrahi yaklaşımlarla karşılaştırma yapılması önerilebilir.

6. SONUÇ

Gerek bölge lezyonlarının daha geç tanı alarak daha büyük boyutlara ulaşması, gerekse bölgenin karmaşık anatomik yapısı nedeniyle foramen magnum lezyonlarının cerrahi yönetimi çoğu cerrah için zorlayıcıdır. Bize göre bu bölgede özellikle tümör cerrahisi ve vasküler cerrahiye başlamadan önce cerrahların kadavra üzerinde çalışma yapmaları, cerrahi yaklaşımın tecrübe edilmesi ve anatominin üç boyutlu olarak algılanması açısından önem arz etmektedir.

Çalışmamız göstermiştir ki planlanan insizyon ve cerrahi basamaklar foramen magnum posterolateraline erişime olanak sağlamaktadır. Diseksiyonlarda a. vertebralis'in V3 ve V4 segmentleri, ACIP ve alt kranial sinirler rahatlıkla ortaya konulmuştur. İntradural aşamada endoskopun kullanımı ile bu yapılar daha yakından ve farklı açılarda görülebilmiştir. Endoskop optiğinin kranial yönde derine ilerletilmesiyle foramen magnum'a göre kranialde yer alan meatus acusticus interna, n. facialis ve n. vestibulocochlearis de izlenebilmiştir. Ayrıca ihtiyaç halinde istenirse insizyonun aşağı yönde uzatılması ve mediale doğru taşınması ile C1 hemilaminektomi işlemi de uygulanabilir hale gelmektedir.

Endoskopun farklı açılarda ve farklı derinliklerde iyi bir ışıklandırma ile görüş sağlaması büyük bir avantajdır. Endoskop destekli yaklaşımlarda endoskop tutucu aparatların ve bükülebilir endoskop optiklerinin gelecekte kullanımı foramen magnum posterolateraline yönelik minimal invaziv cerrahi yaklaşımların önünü açacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Sarat Chandra P, Jaiswal AK, Mehta VS: Foramen magnum tumors: A series of 30 cases. Neurol India 2003; 51:193-6.
2. Heros RC: Lateral suboccipital approach for vertebral and vertebrobasilar artery lesions. J Neurosurg 1986; 64(4):559–562.
3. Sen CN, Sekhar LN: An extreme lateral approach to intradural lesions of the cervical spine and foramen magnum. Neurosurgery.1990; 27 (2):197–204.
4. Hallopeau H: Note sur deux faits de tumeur de mesocephale; communiqués à la Société de Biologie. Gaz Med (Paris) 1874; 3 (2):111–112.
5. Frazier CH, Spiller WG: An analysis of fourteen consecutive cases of spinal cord tumor. Arch Neurol Psychiatry. 1922; 8(5):455–501.
6. Elsberg C, Strauss I: Tumors of the spinal cord which project into the posterior cranial fossa. Report of a case in which a growth was removed from the ventral and lateral aspects of the medulla oblongata and upper cervical cord. Arch Neurol Psychiatry. 1929(21); 261–273.
7. Yasargil M, Mortara R, Curic M: Meningiomas of basal posterior cranial fossa. In: H K, ed. Advances and Technical Standards in Neurosurgery. Vienna: Springer-Verlag; 1980; 1–115.
8. George B, Lot G, Velut S, Gelbert F, Mourier KL: French language Society of Neurosurgery. 44th Annual Congress. Brussels, 8–12 June 1993. Tumors of the foramen magnum. Neurochirurgie. 1993; 39 Suppl 1:1–89.
9. Heros RC: Lateral suboccipital approach for vertebral and vertebrobasilar artery lesions. J Neurosurg. 1986; 64(4):559–562.
10. Bruneau M., George B: Foramen magnum meningiomas: detailed surgical approaches and technical aspects at Lariboisière Hospital and review of the literature. Neurosurg Rev. 2008; 31:19–33.
11. Jin SW,Sim KB,Kim SD: Development and Growth of the Normal Cranial Vault : An Embryologic Review. J Korean Neurosurg Soc. 2016 May;59(3):192-6.

12. Bernard S,Loukas M,Rizk E,Oskouian RJ,Delashaw J,Tubbs RS: The human occipital bone: review and update on its embryology and molecular development. Childs Nerv Syst. 2015 31:2217–2223.
13. Shapiro R,Robinson F, Embryogenesis of the human occipital bone. Am J Roentgenol. 1976;126: 1063-1068.
14. Matsumura G,England MA,Uchiumi T,Kodama G, The fusion of ossification centres in the cartilaginous and membranous parts of the occipital squama in human fetuses. J Anat. 1994 Oct; 185(Pt 2): 295–300.
15. Sampson, H.M., JL; Henryson, GL: Atlas of the Human Skull. 2nd ed. 1991: Texas A&M University Press.
16. Rhoton, A.L., Jr. Osseous Relationships. Neurosurgery, 2007; 61: S4-65 - S4-84.
17. Funaki, T., et al.: Focal transnasal approach to the upper, middle, and lower clivus. Neurosurgery, 2013; 73(2 Suppl Operative): ons155-90; discussion ons190-1.
18. Rhoton, A.L., Jr.: The Foramen Magnum. Neurosurgery, 2000; 47(3): S155-S193.
19. Rhoton, A.L., Jr.: Jugular Foramen. Neurosurgery, 2000; 47(3): S267-S285.
20. de Oliveira E, Rhoton AL Jr, Peace DA: Microsurgical anatomy of the region of the foramen magnum. Surg Neurol 1985; 24:293–352.
21. Matsushima T, Rhoton AL Jr, Lenkey C: Microsurgery of the fourth ventricle: Part 1—Microsurgical anatomy. Neurosurgery 1982; 11:631–667.
22. Lister JR, Rhoton AL Jr, Matsushima T, Peace DA: Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery. Neurosurgery 1982; 10:170–199.
23. Newton TH: The anterior and posterior meningeal branches of the vertebral artery. Radiology 1968; 91:271–279.
24. Newton TH, Mani RL: The vertebral artery, in Newton TH, Pons DG (eds): Radiology of the Skull and Brain. St. Louis, C.V. Mosby, 1974, vol 2, book 2, pp 1659–1709.
25. Margaretten I: Syndromes of the anterior spinal artery. J Nerv Ment Dis 1923; 58:127–133.

26. Huang YP, Wolf BS: Veins of the posterior fossa, in Newton TH, Potts DG (eds): Radiology of the Skull and Brain. St. Louis, C.V. Mosby, 1974, vol 2, book 3, pp 2155–2219.
27. Matsushima T, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Peace DA: Microsurgical anatomy of the veins of the posterior fossa. J Neurosurg 1983; 59:63–105.
28. Katsuta T, Rhoton AL Jr, Matsushima T: The jugular foramen: Microsurgical anatomy and operative approaches. Neurosurgery 1997; 41:149–202.
29. Winn HR. Youmans Neurological Surgery. Philadelphia: Saunders, 2011.
30. Keiper G. Dural sinus thrombosis and pseudotumor cerebri: unexpected complications of suboccipital craniotomy and translabyrinthine craniectomy. J Neurosurg. 1999; 91:192-197.
31. George B, Dematons C, Cophignon J. Lateral approach to the anterior portion of the foramen magnum. Application to surgical removal of 14 benign tumors: technical note. Surg Neurol. 1988;29(6):484-90.
32. Lanzino G, Paolini S, Spetzler RF. Far-lateral approach to the craniocervical junction. Neurosurgery. 2005;57(4 Suppl):367-71; discussion-71.
33. Menezes AH, Traynelis VC, Gantz BJ. Surgical approaches to the craniovertebral junction. Clin Neurosurg. 1994; 41:187-203.
34. George B, Lot G, Boissonnet H: Meningioma of the Foramen Magnum: A Series of 40 Cases. Surg Neurol. 1997: 47:371-379.
35. Bruneau M, George B. Classification system of foramen magnum meningiomas. J Craniovertebr Junction Spine. 2010;1(1):10-7.
36. Hayashi N, Cohen AR. Endoscope-assisted far-lateral transcondylar approach to the skull base. Minim Invasive Neurosurg. 2002 Sep;45(3):132-5.
37. Komatsu F, Komatsu M, Di Ieva A, Tschabitscher M. Endoscopic far-lateral approach to the posterolateral craniovertebral junction: an anatomical study. Neurosurg Rev. 2013 Apr;36(2):239-47; discussion 247.
38. Anichini G, Evins AI, Boeris D, Stieg PE, Bernardo A. Three-dimensional endoscope-assisted surgical approach to the foramen magnum and craniovertebral junction: minimizing bone resection with the aid of the endoscope. World Neurosurg. 2014 Dec;82(6):e797-805.

39. Mingdong W, Fernandez-Miranda JC, Mathias RN, Wang E, Gardner P, Wang H. Fully Endoscopic Minimally Invasive Transrectus Capitis Posterior Muscle Triangle Approach to the Posterolateral Condyle and Jugular Tubercle. J Neurol Surg B Skull Base. 2017 Oct;78(5):359-370.
40. Baldauf J, Junghans D, Schroeder HW. Endoscope-assisted microsurgical resection of an intraneural ganglion cyst of the hypoglossal nerve. J Neurosurg. 2005 Nov;103(5):920-2.
41. Hanakita S, Labidi M, Watanabe K, Froelich S. A Staged Strategy for Craniocervical Junction Chordoma with Combination of Endoscopic Endonasal Approach and Far Lateral Approach with Endoscopic Assistance: Case Report. J Neurol Surg B Skull Base. 2018 Oct;79(Suppl 4):S371-S377.
42. Vishteh AG, Crawford NR, Melton MS, Spetzler RF, Sonntag VK, Dickman CA. Stability of the craniovertebral junction after unilateral occipital condyle resection: a biomechanical study. J Neurosurg. 1999 Jan;90(1 Suppl):91-8.
43. Seoane P, Kalb S, Clark JC, Rivas JC, Xu DS, Mendes GAC, Preul MC, Zabramski JM, Spetzler RF, Nakaji P. Far-Lateral Approach Without Drilling the Occipital Condyle for Vertebral Artery-Posterior Inferior Cerebellar Artery Aneurysms. Neurosurgery. 2017 Aug 1;81(2):268-274.
44. Poodendan C, Suwannakhan A, Chawalchitiporn T, Kasai Y, Nantasenamat C, Yurasakpong L, Iamsaard S, Chaiyamoon A. Morphometric analysis of dry atlas vertebrae in a northeastern Thai population and possible correlation with sex. Surg Radiol Anat. 2023 Jan 5.
45. Degno S, Abrha M, Asmare Y, Muche A. Anatomical Variation in Morphometry and Morphology of the Foramen Magnum and Occipital Condyle in Dried Adult Skulls. J Craniofac Surg. 2019 Jan;30(1):256-259.
46. Lee CK, Tan TS, Chan CYW, Kwan MK. Surgical Morphometry of C1 and C2 Vertebrae: A Three-Dimensional Computed Tomography Analysis of 180 Chinese, Indian, and Malay Patients. Asian Spine J. 2017 Apr;11(2):181-189.
47. Rocha R, Safavi-Abbasi S, Reis C, Theodore N, Bambakidis N, de Oliveira E, Sonntag VK, Crawford NR. Working area, safety zones, and angles of approach for posterior C-1 lateral mass screw placement: a quantitative

anatomical and morphometric evaluation. J Neurosurg Spine. 2007 Mar;6(3):247-54.