

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Anatomi Anabilim Dalı**

**KOBAYDA MEDULLA SPİNALİS'İN ÜST
TORAKAL ALT SERVİKAL BÖLGELERİNİN
DAMAR SİSTEMİNİN İNCELENMESİ**

Bahadır Murat DEMİREL

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2005

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Anatomi Anabilim Dalı**

**KOBAYDA MEDULLA SPİNALİS'İN ÜST
TORAKAL ALT SERVİKAL BÖLGELERİNİN
DAMAR SİSTEMİNİN İNCELENMESİ**

Bahadır Murat DEMİREL

Yüksek Lisans Tezi

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Nurettin OĞUZ**

Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2004.02.0122.002)

“Kaynakça gösterilerek tezimden yararlanılabilir.”

Antalya, 2005

Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Anatomi Anabilim Dalı, Anatomi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 29 / 07 / 2005


Tez danışmanı : Prof. Dr. Nurettin OĞUZ
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı



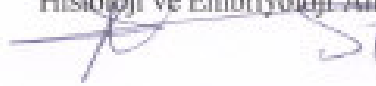
Üye : Prof. Dr. Olcay ÖZKAN
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Yaşar UÇAR
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı



Üye : Doç. Dr. Necdet DEMİR
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı



Üye : Doç. Dr. Cem AÇIKBAŞ
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Nöroşirurji Anabilim Dalı



ONAY: Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/..../2005 tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ramazan DEMİR
Enstitü Müdürü

ÖZET

Medulla spinalis'in üst torakal-alt servikal bölgelerinde oluşabilecek mekanik travmalar veya bası yaratan diğer patolojiler ileri nörolojik hasarlarla sonlanmaktadır. Omuriliğin vasküler yapısı da omurilik yaralanmalarında direkt yada indirekt yollardan yaralanma ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Medulla spinalis'in vasküler beslenmesinin zayıf olduğu alt servikal-üst torakal bölgesinin anatomisinin ortaya konması, bu bölgeye yönelik cerrahi yaklaşımlarda vasküler anatomisinin korunması açısından önem taşımaktadır.

Çalışmamızda kobayda omurilik alt servikal, üst torakal bölgelerinin korozyon kast yöntemi kullanılarak arteriyel dağılımının modelini (kalıbını) oluşturmak amaçlanmıştır. Bunun için çalışmamızda 20 adet erkek kobay kullanıldı. Perfüzyon ve fiksasyon işlemlerinden sonra damar sistemine kast maddesi verildi. Kast maddesinin polimerizasyonundan sonra maserasyon işlemi gerçekleştirildi. Maserasyondan sonra elde ettiğimiz korozyon kast kalıplarını stereomikroskop ile incelenip fotoğraflandı.

Sonuç olarak kobayda medulla spinalis'in üst torakal-alt servikal bölgelerinin damar yapısının farklılıklarla beraber insandaki yapılara benzerlik gösterdiğini bulduk. Çalışmamızda kobayda medulla spinalis'in a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis, a. spinalis posterolateralis ve a. vertebralis tarafından beslendiğini tespit ettik. Medulla spinalis'in alt servikal ve üst torakal bölgesinin arteriyel beslenmesinin medulla spinalis'in diğer bölgelerine göre daha zayıf olduğunu gördük. Bu zayıf beslenmenin kobayda a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis ve a. spinalis posterolateralis arasındaki anastomatik dallar tarafından kompanse edilebileceğini düşünüyoruz. Elde ettiğimiz sonuçların ileriki çalışmalar için araştırmacılara bir kaynak olacağını ve fikir vereceğini, ayrıca üst torakal-alt servikal bölgeye yönelik cerrahi müdahalelere ışık tutacağı kanısındayız.

Anahtar kelimeler: medulla spinalis, damar sistemi, kobay, korozyon kast, kollateral dolaşım, stereomikroskop.

ABSTRACT

Mechanical traumas or pathologies that result compression that occur in upper thoracal and lower cervical part of the spinal cord causes neural deficiencies. It is known that the vascular structure of the spinal cord is associated with spinal cord injuries direct or indirect ways. The vasculaturization of the lower cervical and upper thoracal part of the spinal cord is poor, so that this region is important during surgical procedures in order to preserve vascular structures.

In our study we aim to form the vascular corrosion casts of polyester resin of the upper thoracal-lower cervical region in 20 male adult *Guinea pigs*. After perfusion and fixation of the animals, polyester resin was injected. After polymerization of polyester resin the vascular corrosion casts macerated, then exposed vascular corrosion casts examined by stereomicroscope and photographed.

The vascular structure of the upper thoracal-lower cervical of the spinal cord in *Guinea pigs* resembles that in man. However, important differences exist. In our study we reveal out that the spinal cord of the *Guinea pig* is supplied by a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis, a. spinalis posterolateralis and a. vertebralis. We observed that vascular circulation of the upper thoracal and lower cervical of the medulla spinalis of the *Guinea pig* is poor than the other regions of the spinal cord. This poor circulation in the upper thoracal and lower cervical of the spinal cord can be compansed by small anastomatic vessels between a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis and a. spinalis posterolateralis. We think that our findings can be a source for researchers in the further studies and also can give an idea about the vasculature of this region on humans and can be useful for surgical procedures.

Key words; spinal cord, vascular structure, *Guinea pig*, corrosion cast, collateral circulation, stereomicroscope.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	2
2.1. Medulla spinalis	2
2.2. Medulla spinalis'in Dıştan Görünümü	2
2.3. Medulla spinalis'in İç Yapısı	3
2.4. Medulla spinalis'i Besleyen Damarlar	3
2.4.1. A. vertebralis	4
2.4.2. A. cervicalis ascendens	5
2.4.3. Truncus costocervicalis	5
2.2.4. Aa. lumbales	6
2.2.5. Plexus pialis	6
2.5. Medulla spinalis'in Üst Torakal-Alt Servikal Bölgesinin Klinik Önemi	6
MATERYAL VE METOT	
3.1. Denekler	9
3.2. Deney Öncesi Yapılan Hazırlıklar	9
3.3. Perfüzyon ve Fiksasyon	10
3.3.1. Solüsyonların Hazırlanması	10
3.3.2. Perfüzyon	10
3.3.3. Fiksasyon	11
3.4. Dehidratasyon	11
3.5. Korozyon Kast Maddesi	11
3.6. Maserasyon	11
3.7. Korozyon Kast Kalıplarının İncelenmesi	11

BULGULAR	13
TARTIŞMA	27
SONUÇLAR	31
KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	36

SİMGELER VE KISALTMALAR

A.	: Arteria
Aa.	: Arteriae
AAL	: A. spinalis anterolateralis
AB	: A. basilaris
AIP	: A. intercostalis posterior
APL	: A. spinalis posterolateralis
ARM	: A. radicularis magna
AS	: A. subclavia
ASA	: A. spinalis anterior
ASP	: A. spinalis posterior
AV	: A. vertebralis
C	: Cerebellum
For.	: Foramen
HCl	: Hidroklorik asit
M.	: Musculus
MS	: Medulla spinalis
PA	: A. vertebralis'in pars atlantica'sı
PBS	: Fosfat tamponlu tuz (phosphate buffered saline)
PI	: A. vertebralis'in pars intracranialis'i
PP	: A. vertebralis'in pars prevertebralis'i
Proc.	: Processus
PT	: A. vertebralis'in pars transversaria'sı
PV	: Plexus venosus vertebralis internus anterior

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		Sayfa
2.1.	Medulla spinalis'in, insanda canalis vertebralis içinde arkadan görünüşü	3
2.2.	Medulla spinalis'in insanda arteryel beslenmesi	8
4.1.	Üst servikal bölgede a. spinalis posterior	12
4.2.	Alt servikal bölgede a. spinalis posterior'un seyri sırasında yaptığı deviasyon	13
4.3.	A. spinalis posterior'un segmental seyri	13
4.4.	A. spinalis anterior'un oluşumu	14
4.5.	A. basilaris ve a. spinalis anterior'un oluşumu	15
4.6.	A. vertebralis'in pars cranialis'leri arasındaki anastomatik dal	15
4.7.	A. spinalis anterior'un deviasyonu	16
4.8.	A. spinalis anterior'a paralel uzanan dal ve bu dalın a. spinalis anterior ile birleşimi	16
4.9.	A. spinalis anterior'un kıvrıntılı seyri	17
4.10.	A. spinalis anterolateralis ve a. spinalis anterolateralis ile A. spinalis anterior arasında uzanan anastomatik bir dal	17
4.11.	A. spinalis anterolateralis ve a. spinalis anterolateralis'ten ayrılan medulla spinalis iç kısmını uzanan dallar (rr. medullares)	18
4.12.	A. spinalis posterolateralis'in başlangıcı, pars intracranialis'in dalları tarafından oluşturulan halkasal yapı	18
4.13.	A. spinalis posterolateralis ile a. spinalis posterior arasında uzanan anastomatik dallar	19
4.14.	A. spinalis posterolateralis'den ayrılan rr. medullares	19
4.15.	A. vertebralis'ten ventral ve dorsal rr. radicales'in ayrılışı	20
4.16.	A. intercostalis posterior'dan ayrılan r. radicularis	20
4.17.	Alt torakal bölgenin kanlanması	21
4.18.	A. vertebralis orijinli r. radicularis	21
4.19.	Anastomatik dalların medulla spinalis'in bölgelerine göre durumu	22
4.20.	A. vertebralis'in, a. subclavia'dan kaynaklanması.	23
4.21.	A. vertebralis'in, pars prevertebralis parçasının dik eksen ile yaptığı açısı	24
4.22.	A. vertebralis'in, pars atlantica'sının başlangıç bölümünün dik eksen ile yaptığı açısı	24
4.23.	A. vertebralis'in pars transversaria, pars atlantica ve pars intracranialis parçaları	25
4.24.	A. vertebralis'in çift dal olarak başladığı olgu.	25

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo		Sayfa
3.1.	Deneklerin ağırlık, boy ve deneklere uygulan anesteziik maddenin miktarını ve bu değerlerin ortalamaları	9

GİRİŞ VE AMAÇ

Medulla spinalis, yumuşak vasıfta ve yavaş büyüyen lezyonları kompanse etmesine rağmen, sert yapıda, hızlı ilerleyen lezyonları kompanse edememekte ve ciddi nörolojik bulgu vermektedir. Özellikle torakal bölgede, spinal kanalın hacminin büyük kısmını doldurmakta, etrafında daha az güvenilir, travma ve basıya duyarlı bir alan kalmaktadır. Böylece, bu bölgede oluşabilecek bir bası, ciddi nörolojik kayıp oluşturmaktadır. Üst torakal bölge ise bu dezavantajına ek olarak kollateral kan dolaşımı, diğer medulla spinalis bölgelerine nazaran daha yetersiz olan bir bölgedir (20). Bu nedenle alt servikal-üst torakal bölgede oluşabilecek ufak şiddetle bir travma veya minimal bir bası, hastada ciddi nörolojik bir tablo oluşturabilmektedir (20).

Medulla spinalis'in damarlanmasını bilmek gri ve beyaz cevherin iskemi ve travmaya karşı yanıtını öğrenmek açısından önemlidir. Vasküler yapıların bilinmesi ikincil omurilik zedelenmelerinin gelişiminde ipucu vermektedir (20). Medulla spinalis'in torakal bölgesinin iskemik zedelenmelere karşı diğer bölgelerine göre daha hassas olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (23). Medulla spinalis, direkt ya da indirekt yollardan yaralanabildiği için İskemik doku yaralanmalarının prognozunu anlaşılmaması, medulla spinalis'in kanlanmasının bilinmesi ile mümkündür (12).

Mikroanjyografik teknikler ile elde edilen görüntüler üç boyutlu olmayıp, bu görüntülerde arter ve ven ayrımı net bir şekilde yapılamamaktadır. Korozyon kast tekniği ile üç boyutlu görüntüler elde edilmesi mümkündür (12).

Medulla spinalis'in damarlanması çeşitli deney hayvanları üzerinde çalışılmıştır. Korozyon kast yönteminin, daha önce kobayda medulla spinalis'in damarlanmasını ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmamış olması ve yöntemin vasküler yapıyı en iyi şekilde ortaya çıkarıp detaylı üç boyutlu görüntüler sağlayacak olması bizi bu çalışmayı yapmaya sevk etmiştir.

Çalışmamızda, medulla spinalis'in alt servikal ve üst torakal bölgelerinin arteriyel dağılımının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Elde edilen kalıbın kobayda ve insanda yapılacak olan cerrahi müdahalelere ışık tutacağını düşünmekteyiz.

GENEL BİLGİLER

2.1. Medulla spinalis

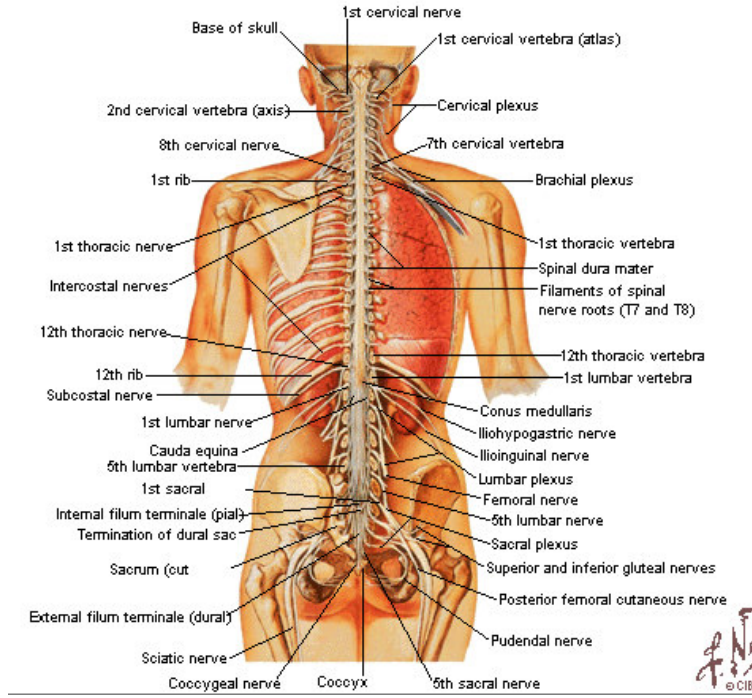
Medulla spinalis, embriyolojik nöral tüpün en az değişikliğe uğrayan ve primitif segmental durumunu erişkinlerde de koruyan bölümdür. Merkezi sinir sisteminin canalis vertebralis içindeki bölümü olan medulla spinalis, insanda ortalama 40-45 cm uzunluğunda, 1 cm çapında ve 30 gr ağırlığındadır. Merkezi sinir sisteminin ancak %2'sini oluşturmasına rağmen, fonksiyonu bu oranla kıyaslanamayacak kadar geniş alanlı ve önemlidir (18, 24, 40).

Medulla spinalis, insanda atlasın üst kenarı hizasında, beynin medulla oblongata (bulbus) bölümü ile birleşir. Koni şeklindeki alt ucu erişkin erkeklerde 1. ve 2. lumbal vertebralar arasındaki discus intervertebralis, kadınlarda ise 2. lumbal vertebranın ortaları veya alt sınırı hizasına kadar uzanır. Koni şeklindeki medulla spinalis'in alt ucuna conus medullaris denilir. Intrauterin hayatın 3. ayına kadar vertebral kanalın tümü boyunca uzanan medulla spinalis, kemik ve sinir dokusunun farklı büyümelerinden dolayı yavaş yavaş yukarı çekilerek, yeni doğan bir bebekte 3. lumbal omur, erişkinlerde de normal hizasına erişir (18, 24, 40).

2.2. Medulla spinalis'in Dıştan Görünümü

Medulla spinalis, tam bir silindir şeklinde olmayıp, önden arkaya biraz basıktır. Üst ve alt ekstremitelere giden (efferent) sinir lifleri hücre gövdelerinin bulunması ve yine her iki ekstremiteden gelen duyuları taşıyan sinir liflerinin (afferent) sinaps yaptıkları sinir hücrelerinin bulunması nedeniyle, servikal ve lumbal bölgelerde iki genişleme görülür. Intumescentia cervicalis denilen birinci genişleme üst ekstremiteler ile ilgilidir. 3. boyun omurundan 2. göğüs omuruna kadar uzanır ve C4-T1 medulla spinalis segmentlerini içerir Intumescentia lumbosacralis denilen ikinci genişleme alt ekstremiteler ile ilgilidir. 9. göğüs omurundan, medulla spinalis'in sonlandığı 1. ve 2. bel omuru hizasına kadar uzanır ve L2-S3 medulla spinalis segmentlerini içerir (18, 24, 40). (Şekil 2.1.)

Medulla spinalis'in ön tarafında ve tam ortada, boylu boyunca uzanan derin yarığa fissura mediana anterior, arkadaki sığ oluğa ise sulcus medianus posterior denilir. Medulla spinalis'in ön-dış ve arka-dış kısımlarında boylu boyunca uzanan daha sığ oluklar bulunur. Spinal sinirlerin ön köklerinin çıktığı ön-dış tarafındaki oluklara sulcus anterolateralis, arka köklerin girdiği arka-dış taraftaki oluklara ise, sulcus posterolateralis denilir. Ayrıca medulla spinalis'in arka yüzünde ve her iki tarafta torakal bölgenin üst yarısı ile servikal bölgenin tümünde sulcus intermedius posterior denilen birer oluk daha bulunur. Sulcus medianus posterior ile sulcus posterolateralis arasında bulunan bu oluklar, fasciculus gracilis'i (içte), fasciculus cuneatus'dan (dışta) ayırır (18, 24, 40).



Şekil 2.1. Medulla spinalis'in insanda canalis vertebralis içindeki duruşu (24).

Medulla spinalis, insanda en büyükleri torakal, en küçükleri de lumbal bölgenin alt yarısı ile sakral bölgede bulunan 33 segmentten oluşur. Bu segmentlerden 8'i boyun bölgesinde (pars cervicalis), 12'si göğüs bölgesinde (pars thoracalis), 5'i lumbal bölgede (pars lumbalis), 5'i sakral bölgede (pars sacralis) ve 3'ü de koksigeal bölgede (pars coccygea) bulunur. Kobayda ise medulla spinalis'in servikal bölgesinde 8, torakal bölgesinde 13, lumbal bölgesinde 5, sakral bölgesinde 5 ve koksigeal bölgede ise 4 segment bulunmaktadır.

2.3. Medulla spinalis'in İç Yapısı

Medulla spinalis'in iç yapısı hem yapı hem de işlevsel olarak farklı iki bölümden oluşur. İç kısımda gri cevher (substantia grisea), bunun dış kısmında ise beyaz cevher (substantia alba) bulunur. Gri cevherin esasını hücre gövdeleri ve myelinsiz lifler, beyaz cevheri de myelinli sinir lifleri ve glia hücreleri oluşturur (18, 24, 40).

2.4. Medulla spinalis'i Besleyen Damarlar

Medulla spinalis, a. vertebralis, a. cervicalis profunda, aa. intercostales posteriores ve aa. lumbales'den gelen spinal dallarla kanlanmaktadır (Şekil 2.2.). Bu dallar a.spinalis anterior ve a.spinalis posterior'u oluşturup; Medulla spinalis boyunca uzanan uzunlamasına anastomatik kanallar oluştururlar. Spinal arterler ventral ve dorsal kökler boyunca ilerleyen ön (a. radicularis anterior) ve arka (a. radicularis posterior) radiküler dallar gönderirler.

A.radicularis anterior'ların çoğu küçük olup, ventral sinir kökünde ya da medulla spinalis'in pial pleksusunda sonlanır. A.radicularis posterior spinal gangliyonu besler (40). Aa. radicales'in bazıları (genellikle 4-9), alt servikal, alt torasik ve üst lumbal bölgelerde yerleşmiş olup, sulcus medianus anterior'a uyacak kadar geniştirler. Bunlar; ince olan yukarıya, geniş olan aşağıya uzanacak şekilde iki dala ayrılır. Bu dallar a.spinalis anterior ile anastomoz yaparak tek yada kısmen çift sulcus medianus anterior yakınlarında uzunlamasına uzanan düzensiz çaplardaki damar(3)ı oluştururlar. A. radicularis anterior'ların en büyüğü olan arteria radicularis magna çıkış seviyesi bakımından farklılıklar gösterir. Alt torakal veya üst lumbal seviyede aortanın bir intersegmental dalından ayrılır. Vakaların %65'inde sol taraftan çıktığı görülmüştür. Bu damar medulla spinalis'e ulaştığı zaman iki dala ayrılır. Bu dallardan birisi a. spinalis anterior'a, diğeri dorsal köklerin ön taraflarında a. spinalis posterior'un dalı ile anastomoz yapmak üzere uzanırlar. Bazen bu damar, medulla spinalis'in alt üçte ikilik kısmını besleyen esas kaynaktır. A.spinalis anterior'un rr. centrales'i, fissura mediana anterior'a girerek, columna grisea ventralis'i, columna grisea dorsalis'in tabanını, nucleus dorsalis ve yakınındaki beyaz madde dahil olmak üzere besler (24, 40).

Medulla spinalis'in dorsolumbosakral kısmının büyük bölümünü Adamkiewicz arteri besler. A. radicularis anterior major da denilen bu arter aa. radicularis anteriores'e göre daha kalın dallar verir (18, 24).

2.4.1. A. vertebralis

A. vertebralis, A. subclavia'nın ilk ve en kalın dalı olup, boyun kökünün derininde ve arterin arka-üst tarafından çıkar. Yedinci hariç olmak üzere tüm boyun omurlarının for. transversarium'larından geçerek kafa tabanına gelir. Atlas'ın massa lateralis'i etrafında arkaya döner ve arcus posterior'un üst yüzündeki sulcus a. vertebralis'den geçerek for. magnum'dan kafa boşluğuna girer. Burada kısa bir seyirden sonra karşı tarafınıki ile orta hatta birleşerek a. basilaris'i oluşturur. Sırasıyla, Pars prevertebralis, Pars transversaria, Pars atlantica, Pars intracranialis olmak üzere 4 bölümde incelenir. A. vertebralis'in sadece ikinci ve dördüncü bölümünden dallar çıkar. Bunlardan ikinci bölümden çıkan rr. spinales (radicales) ile dördüncü bölümden çıkan a. spinalis posterior ve a. spinalis anterior medulla spinalis'i besler (18, 24, 40).

Rr. spinales (radicales): Bu dallar for. intervertebrale'den geçerek canalis vertebralis'e girer ve iki dala ayrılır. Bu dallardan birincisi spinal sinir köklerini takip ederek medulla spinalis ile zarlarında dağılır ve medulla spinalis'i besleyen diğer dallar ile de anastomoz yapar. İkinci dalı tekrar inen ve çıkan dallarına ayrılır ve komşu inen-çıkan dallarla anastomoz yaparak omur gövdelerinin arka yüzlerinde ve pediküllere yakın olarak zincirler oluşturur. Bu zincirlerden ayrılan dallar, periost ve omur gövdelerini besler. Bir kısım da, karşı tarafın aynı isimli dalları ile anastomoz yapar. Bu anastomotik dallardan çıkan ince dallar, üstteki ve alttaki aynı dallarla birleşerek omur gövdelerinin arka yüzlerinde bir ağ oluştururlar (3, 18, 24, 40).

A. spinalis posterior: Medulla oblongata'nın yan taraflarında a. vertebralis veya a. inferior posterior cerebelli'den ayrılır. Radix posterior'un ön tarafında olmak üzere aşağı doğru ilerler ve for. intervertebrale'lerden geçerek gelen r. spinales'leri alır. Her bir a. spinalis posterior dorsal spinal kökün ön ve arkasında uzunlamasına seyreden anastomozlara katılır. Bunlara değişik sayıda ve büyüklükte fakat sayıca aa. radicularis anteriores'ten daha çok sayıda aa. radicularis posteriores katılır(18, 24, 40).

A. spinalis anterior: A. vertebralis'in son bölümünden, a. basilaris yakınından ayrılan ince bir daldır. Her iki tarafın arteri birbirine yaklaşarak bulbos'un ön tarafında aşağı iner ve for. magnum seviyesinde birbirleriyle birleşerek tek arter şeklinde medulla spinalis'in ön yüzünde aşağı uzanır. Aşağıya uzandıkça for. intervertebrale'lerden canalis vertebralis'e giren ince dallar bu arterle birleşirler. A. spinalis anterior, medulla spinalis'in tümü boyunca uzanır ve filum terminale boyunca da, ince bir dal şeklinde devam eder. Bu arter, fissura mediana anterior'da pia mater içinde bulunur (18, 24, 40).

A.spinalis anterior'un santral dalları medulla spinalis'in üçte ikilik bölümünü besler. Üçte birlik kısım ise pial pleksus ve aa. spinales posteriores'in birçok küçük dalları tarafından beslenir (8, 33). Medulla spinalis'in damarlanmasının incelendiği mikroanjiyografik bir çalışmada 1-6 sayıda anterior ve 0-8 sayıda posterior radiküler spinal arter bulunduğu; A.spinalis anterior'un her bir santimetresinden 5-8 sayıda rr. centrales'in çıktığı bildirilmiştir (34).

2.4.2. A. cervicalis ascendens

A. thyroidea inferior'dan ayrılır. M. longus capitis ile m. scalenus anterior arasında ve boyun omurlarının transvers çıkıntılarının ön tüberküllerinin önünde kafa tabanına kadar uzanır. Bir iki dalı for. intervertebrale'den geçerek medulla spinalis'i, zarlarını ve omur gövdelerini besler. A. pharyngea ascendens, a. vertebralis, a. occipitalis ve a. cervicalis profunda dalları ile anastomoz yapar(18, 24, 40).

2.4.3. Truncus costocervicalis

İnsanda a. subclavia'nın arka-üst kısmından çıkar. Arka tarafa doğru kısa bir seyirden sonra, a. cervicalis profunda ve a. intercostalis suprema adı verilen iki dalına ayrılır (18, 24, 40).

A. cervicalis profunda: İnsanda genellikle truncus costocervicalis'den, bazen de doğrudan a. subclavia'dan ayrılır. A. intercostalis posterior'ların dorsal dalları gibi dağılım gösterir. 7. servikal sinirin yukarısında ve 7. boyun omurunun transvers çıkıntısı ile 1. kaburga boynu arasından geçerek arkaya, daha sonra da yukarıya doğru uzanır. A. occipitalis ve a. vertebralis'in dalları ile anastomoz yapar. Bir dalı, 7. boyun omuru ile 1. göğüs omuru arasındaki for. intervertebrale'den geçerek medulla spinalis'i besler (18, 24, 40).

A. intercostalis suprema: İnsanda 1. ve 2. kaburga boynunun ön tarafında pleura ile örtülü olarak aşağı iner. 1. interkostal aralıkta a. intercostalis posterior prima ve 2. interkostal aralıkta a. intercostalis posterior secunda dallarını verir. Bunlar aorta'dan ayrılan interkostal arterler gibi uzanır ve dallarına ayrılır. İkinci dal, aortadan ayrılan ilk interkostal arterle anastomoz yapar. A. cervicalis profunda ve A. intercostalis suprema'dan ayrılan rr. dorsales sırta, rr. spianles de medulla spinalis'te dağılır (18, 24, 40).

Aa. intercostales posteriores: İnsanda bunların ilk iki çifti a. subclavia'nın truncus costocervicalis dalından ayrılan a. intercostalis suprema'nın dallarıdır. Geri kalan 9 çifti ise aorta thoracica'nın dallarıdır. A. intercostalis posterior'un dalı olan R. dorsalis, arterin hemen başlangıcından ayrılır. Komşu iki kaburganın arasından geçerek dorsal tarafa doğru uzanır. Daha sonra Foramen intervertebralis'den geçerek canalis vertebralis'e giren r. spinalis dalını verir. Bu dal medulla spinalis'i, zarlarını ve omurları besler (18, 24, 40).

2.4.4. Aa. lumbales

İnsanda ilk 4 bel omurunun üst kenarı hizasında aorta'nın dorsal yüzünden ayrılan 4 çift arter olup, dış tarafa doğru uzanırlar. Bazen daha ince olan 5. çift a. lumbalis, a. sacralis mediana'dan çıkabilir. A. lumbalis'lerin r. dorsalis ve r. spinalis olmak üzere dalları vardır. R. dorsalis, proc. transversus'lar arasında ayrılır ve arka tarafa doğru uzanarak sırttaki kasları, eklemleri ve deriyi besler. R. spinalis ise for. intervertebrale'den canalis vertebralis'e girer. İlk a. lumbalis'den ayrılan r. spinalis conus medullaris'i, diğerleri de cauda equina, medulla spinalis'in zarlarını ve omurları besler (18, 24, 40).

2.4.5 Plexus pialis

Medulla spinalis'in beslenmesinde rol oynayan damarlardan a. radicularis, r. dorsalis ve r. ventralis olarak ayrıldıktan sonra bu dallar a. spinalis anterior ve a. spinalis posterior ile anastomoz yapar. Ayrıca a. spinalis anterior, a.spinalis posterior ve aa. radicales arasında çok sayıda anastomoz bulunmakatdır. Bu anastomozların pia mater üzerinde oluşturduğu düzensiz damar ağına plexus pialis denir (18, 24, 40) (Şekil 2.2.).

2.5. Medulla spinalis'in Üst Torakal-Alt Servikal Bölgesinin Klinik Önemi

Medulla spinalis, yumuşak vasıfta ve yavaş büyüyen lezyonları kompanse etmesine rağmen, sert yapıda, hızlı ilerleyen lezyonları kompanse edememekte ve ciddi nörolojik bulgu vermektedir. Bunun yanında, özellikle torakal bölgede medulla spinalis, spinal kanalın hacim olarak büyük kısmını doldurmakta, etrafında daha az güvenilir, travma ve basıya duyarlı bir alan kalmaktadır. Böylece, bu bölgede oluşabilecek bir bası ciddi nörolojik defisit oluşturmaktadır. Üst torakal bölge ise bu dezavantajına ek olarak kanlanan, kollateral kan dolaşımı diğer medulla spinalis bölgelerine nazaran daha yetersiz olan bir bölgedir. Bu nedenle alt servikal-üst torakal bölgede

oluşabilecek ufak şiddetle bir travma veya minimal bir bası hastada ciddi nörolojik bir tablo oluşturur (20).

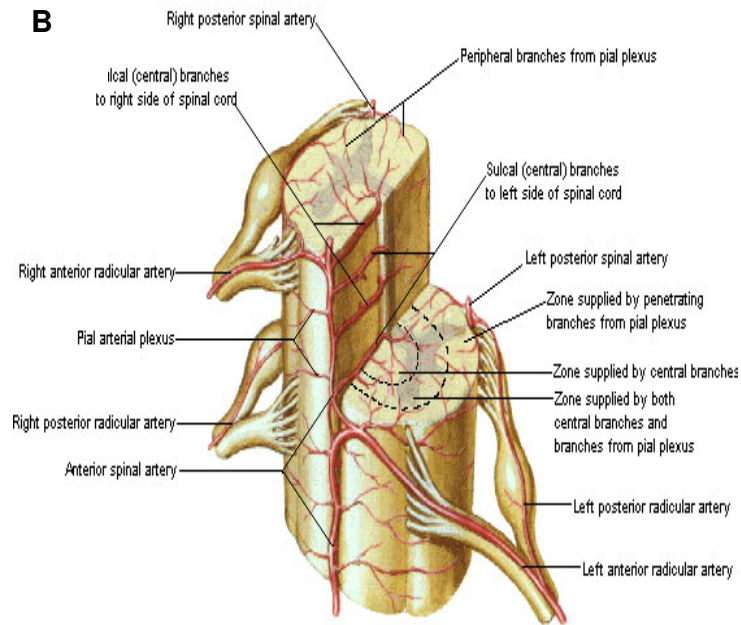
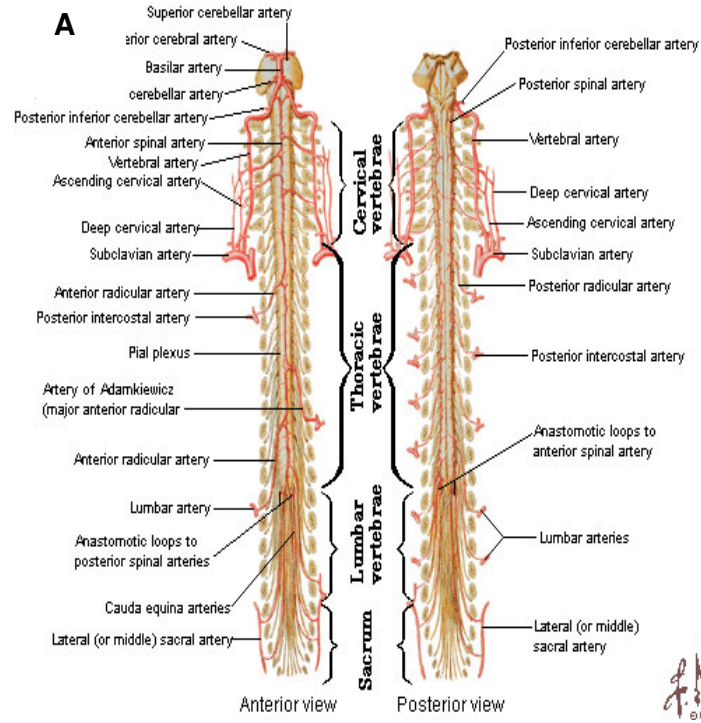
Medulla spinalis'in damarlanmasını bilmek, gri ve beyaz cevherin hassasiyetinden dolayı önemlidir. Vasküler yapıların bilinmesi ikincil omurilik zedelenmelerinin gelişiminde ipucu vermektedir (20). Medulla spinalis'in torakal kısmının iskemik zedelenmelere karşı Medulla spinalis'in diğer bölgelerine göre daha hassas olduğunu birçok araştırmacı tarafından vurgulamıştır (23).

Damar tıkanmasına bağlı olarak oluşabilecek omurilik hasarları gibi patolojik olayların etkisini anlamamızda omuriliğin kanlanmasının önemli bir yeri vardır. Omuriliğin vasküler yapısı, omurilik yaralanmalarında direkt yada indirekt yollardan yaralanma ile ilişkilidir (12). Ratlarda yapılan çalışmalarda, ezi ile omurilik hasarı yapılan bölgelerde neredeyse hiç damarlanma görülmemiştir (13). Fakat Tator ve arkadaşları (30) ratlarda yaptıkları çalışmada, çok şiddetli omurilik zedelenmelerinde bile a. spinalis anterior gibi geniş damarların görünür kaldığını vurgulamışlardır. Koyanagi ve arkadaşları (14) ileride yapılabilecek damar çaplarını da kapsayan çalışmaların, vasküler sebepli travmatik omurilik hasarlarında görülen ikincil hasarları anlamamıza yardımcı olacağını vurgulamıştır.

Maliszewski ve arkadaşlarının (19) kadavralar üzerinde yaptıkları bir çalışmada 252 aa. radicularis anteriores'in a. spinalis anterior'a ve 525 aa. radicularis posteriores'in a. spinalis posterior'a bağlandığı tespit etmişlerdir. Ayrıca bu bölgede beş tıklı damar bulunmuş, bu damarlardan dördü, Adamkiewicz arteri de dahil olmak üzere aa. radicularis anteriores olup, diğeri ise a. vertabralis'in dalı olan ilk a. spinalis'tir. Sonuçlara göre etkili bir kollateral dolaşımın oluşabileceği söylenebilir.

Medulla spinalis'in damarlanması pekçok denek üzerinde çalışılmıştır. Özellikle bu çalışmalar rat üzerinde yapılan çalışmalardır. Bunun dışında tavşan (29), köpek (29), kedi (23, 29), orangutan'da (29) medulla spinalis'in damarlanması çalışılmıştır. Literatür taramalarımız sırasında kobay'ın medulla spinalis'inin damarlanması ile ilgili sadece bir çalışma (29) tespit edilmiştir. Bu çalışmada çeşitli deney hayvanları ile insan arasında medulla spinalis damarlanması yönünden karşılaştırma yapılmıştır.

Korozyon kast yöntemi boşluklu yapıların incelenmesi için kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu yöntemin ucuz, kolay uygulanabilir ve fazla teçhizat gerektirmemesi pekçok araştırmacı tarafından kullanılmasına olanak sağlamıştır. Yöntem, damar içine madde enjeksiyonu sonrası dokuların masere edilmesi prensibine dayanır. Kobayda medulla spinalis'in damarlanmasını ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmamış olması ve yöntemin vasküler yapıyı en iyi şekilde ortaya çıkarıp detaylı üç boyutlu görüntüler sağlayacak olması bizi bu çalışmayı yapmaya sevk etmiştir.



Şekil 2.2. Medulla spinalis'in arteryel beslenmesi.

A- Ekstrensik arterler,

B- İntrensik arterler ve pleksus pialis (24).

MATERYAL ve METOT

3.1. Denekler

Çalışmamızda deney hayvanı olarak 20 adet (850-1150 gr) erkek kobay kullanıldı. Projede kullanılan kobaylar, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Ünitesi'nde yeterli sayıda denek bulunmamasından dolayı Refik Saydam Hıfzıssıhha Enstitüsü'ne bağlı Serum Çiftliği'nden temin edildi, bakımı ise Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Denekler, her bir kafeste 10 adet olmak üzere, iki adet kafese rastgele dağıtıldı. Denekler standart laboratuvar yemleri ve çeşitli sebzelerle beslendi. Denekler, suyu yedikleri besin maddelerinden aldıkları için deneklere herhangi bir su verme işlemi uygulanmamıştır.

Tablo 3.1. Deneklerin ağırlık, boy, en ve deneklere uygulanan anestezi maddenin miktarını ve bu değerlerin ortalamaları.

Denek no	Ağırlık (gr)	Boy (cm)	Anestezi (ml)
1	940	28,5	4,7
2	870	27	4,4
3	1060	31	5,3
4	930	28	4,7
5	880	27,5	4,4
6	990	30	5,0
7	860	27	4,3
8	970	28	4,9
9	850	27	4,3
10	1010	30	5,1
11	930	29,5	4,7
12	920	29	4,6
13	890	28	4,5
14	1150	33	5,8
15	970	29,5	4,9
16	880	28	4,4
17	990	30	5,0
18	980	30	4,9
19	1120	32	5,6
20	940	29,5	4,7
Ortalama	956,50	29,1	4,8

3.2. Deney Öncesi Yapılan Hazırlıklar

Deney öncesi hayvanların ağırlıkları ve boy ölçümleri yapıldı (Tablo 1). Deneklere, 5 ml/kg olacak şekilde intraperitoneal yolla ürethan verilerek anestezi işlemi gerçekleştirildi (15). Anestezi işleminden sonra hayvanların toraks bölgesi traşlandı. Daha sonra orta hatta olacak şekilde, boynun alt tarafından karnın üst tarafına kadar bir kesi uygulandı ve böylece denek

torakotomi (12) işlemine hazır hale getirildi. Proc. xiphoideus nirengi noktası alınarak düz bir makas yardımıyla torakotomi yapıldı. Torakotomi işlemi sırasında kesilen damarlardan daha sonra verilecek olan kast maddesinin dışarı kaçışını önlemek amacıyla bu kanayan yerler klemp kullanılarak kapatıldı. 5 hayvanda aynı amaca yönelik olarak elektrokoter (15) uygulandı. Torakotomi işleminin tamamlanmasından sonra perikard bir makas yardımıyla açıldı ve daha sonra aorta ascendens çevresindeki doku temizlendi. Aorta ascendens ve truncus pulmonalis birbirinden ayrılarak, aorta ascendens 3/0 ipek suture kullanılarak askıya alındı. Ardından 14 numara katater yardımıyla kalbin sol ventrikülünden girilerek aorta ascendens'e ulaşıldı ve kateterin geri çıkmasını önlemek amacıyla 3/0 ipek suture kullanılarak tespit edildi. Deneklerde kanın drenajının sağlanması için sağ atrium kesildi. Böylece hayvanlar perfüzyon ve fiksasyon işlemlerine hazır hale getirildi.

3.3. Perfüzyon ve Fiksasyon

3.3.1. Solusyonların Hazırlanması

1 litre PBS hazırlamak için NaCl'den 8 gr, Na₂HPO₄'den 1.115 gr, KCl'den 0.2 gr ve KH₂PO₄'den 0.2 gr hassas terazide tartıldı ve balon jøjeye alındı. Tartım işleminden sonra bir miktar distile su eklenerek tartılan maddelerin çözülmesi sağlandı. Maddelerin tamamen çözülmesinden sonra tekrar distile su ilave edilerek hacim 1 litreye tamamlandı. 1-2 dakika bekledikten sonra pH ölçümü yapıldı ve pH'ın 7.2-7.5 aralığında olması sağlandı. Hazırlanan PBS filtre kağıdı kullanılarak süzüldü. Bu sayede PBS içerisinde artefakt olarak sorun yaratabilecek maddelerden arındırılmış oldu. Hazırlanan PBS'ler birer litrelik serum şişeleri içersine kondu ve üzerine pH ve tarih yazılarak etiketlendi ve +4 °C'de muhafaza edilerek kullanıma hazır hale getirildi (15).

%10'luk formaldehit solusyonunun hazırlanması için %37'lik formaldehit öncelikle filtre kağıdı yardımıyla süzüldü. Süzülen konsantre formaldehiti % 10'luga seyreltmek için konsantre 270 ml formaldehite 730 ml PBS eklenildi. Fiksasyon için hayvanın büyüklüğüne bağlı olarak 500-1000 ml fiksatif kullanıldı (12, 15, 25).

3.3.2. Perfüzyon

Perfüzyon işlemi sırasında ilk olarak damar sistemi içerisinde kanın pıhtılaşmasını engellemek amacıyla 10 ml serum fizyolojik içersine 500 ünite (IU) heparin eklendi ve Aorta ascendens'e takılan kateterden ağır ağır enjekte edildi. Hazırlanan PBS'lere 20 ünite (IU)/ml olacak şekilde heparin ilave edildi. Şişeler serum askılarına asılarak ve denekten yaklaşık 120 cm yukarıda olacak şekilde yerleştirilerek perfüzyonun yer çekim kuvveti ile yapılması sağlandı (12).

Perfüzyon işlemi sırasında damar sistemine hava gitmemesine dikkat edildi. Bunun için perfüzyon işlemine başlamadan önce serum seti içersinde hava kabarcıklarının kalmamasına özen gösterildi. Perfüzyon işleminin tamamlandığı, sağ atrium'dan perfüzyon sıvısının berrak bir şekilde geldiğinin

görülmesiyle anlaşıldı. Bu işlem sırasında herbir denek için 1-1.5 litre arasında perfüzyon solüsyonu harcandı.

3.3.3. Fiksasyon

Perfüzyon işlemini takiben fiksasyon basamağına geçildi. Fiksatif olarak %10'luk formaldehit (15) kullanıldı.

3.3.4. Dehidratasyon

Damar içerisindeki suyun uzaklaştırılması için kast maddesinin enjekte edilmesinden önce 50 ml aseton manüel olarak dakikada 4-5 ml olacak şekilde enjekte edildi.

3.3.4. Korozyon Kast Maddesi

Korozyon kast maddesi olarak Takilon ve Mercox Corrosion Cast Kit (12, 13, 23, 25) olmak üzere iki farklı madde kullanıldı. Takilon enjekte edilecek olan hayvanlara dehidratasyon işlemi uygulanırken, Takilon sıvısı (methyl methacrylate), katalizör (benzoil peroxide) ile 40:1 oranında 50 ml ve 40:2 oranında 50 ml olacak şekilde karıştırıldı. Dehidratasyon işleminin ardından hazırlanan korozyon kast maddesi aorta ascendens'e yerleştirilen kateterden 50'lik enjektör ile önce 40:1 oranında hazırlanan kast maddesi, bunu takiben de 40:2 oranında hazırlanan kast maddesi enjekte edildi.

Mercox Corrosion Cast Kiti, 500 g Mercox resin ve 50 g katalizör içermektedir. Ayrıca kırmızı (Mercox CL-2R), mavi (Mercox CL-2B) ve şeffaf (Mercox CL-2C) olmak üzere kitin üç farklı rengi bulunmaktadır. Korozyon kast maddesinin enjeksiyonununun tamamlandığını, enjeksiyonun sonuna doğru sağ atrium'dan kast maddesinin gelmesi ile maddenin sistemik dolaşımı tamamladığı anlaşıldı (12, 13, 15).

3.3.5. Maserasyon

Korozyon kast maddesinin verilmesinden sonra, kast maddesinin polimerizasyonunu hızlandırmak için hayvanlar sıcak su bulunan bir kap içerisinde bir gün bekletildi. Daha sonra, hayvanların derisi, iç organları, alt ve üst ekstremiteleri kesilerek uzaklaştırıldı. Ayrıca maserasyon işlemini hızlandırmak ve etkisini arttırmak için kaburgalar uzaklaştırılarak sadece columna vertebralis bırakıldı. Maserasyon işlemini gerçekleştirmek üzere saf HCl kullanıldı. Saf HCl'te bırakılan materyaller üç gün bekletildi ve gün aşırı maserasyon solüsyonları tazelendi (12, 15). Maserasyon işleminin tamamlanmasından sonra elde edilen kalıplar musluk suyu altında nazikçe yıkandı ve muhafaza için % 10'luk formaldehit (15) içeren kapalı kaplara konuldu.

3.3.6. Korozyon Kast kalıplarının incelenmesi

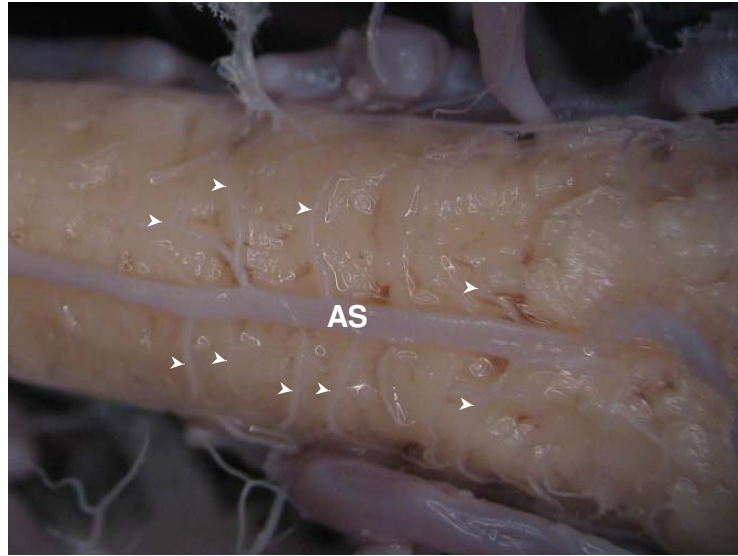
Elde edilen kalıplar Deney Hayvanları Ünitesi bünyesinde bulunan stereomikroskopta (Zeiss, Stemi 1100) incelendi ve fotoğraflandırıldı.

Denekler üzerinde yapılan tüm işlemler, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Deney Hayvanı Bakım ve Kullanım Kurulu'nun belirlediği etik kurallara uygun olarak gerçekleştirildi.

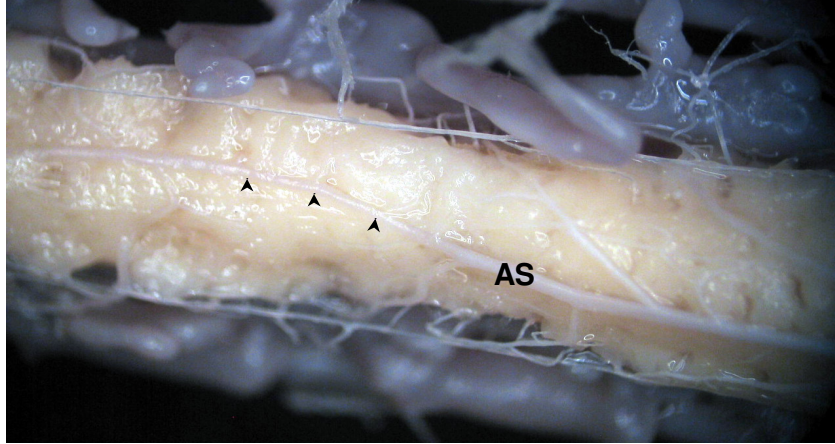
BULGULAR

Kobay medulla spinalis'ini besleyen damarlar, korozyon kast kalıbı çıkarılarak incelendi. Kobayda medulla spinalis'in, longitudinal olarak uzanan a. spinalis posterior, a. spinalis anterior, a. spinalis posterolateralis ve a. spinalis anterolateralis ile bunlar arasında uzanan anastomatik dallar tarafından beslendiğini tespit ettik.

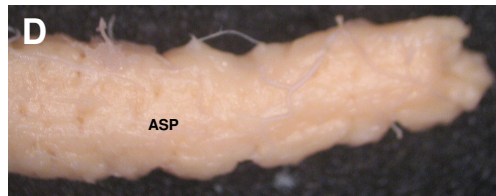
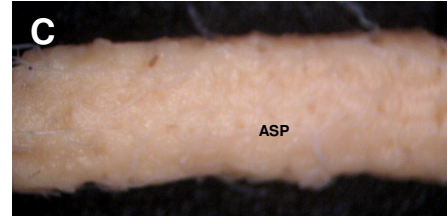
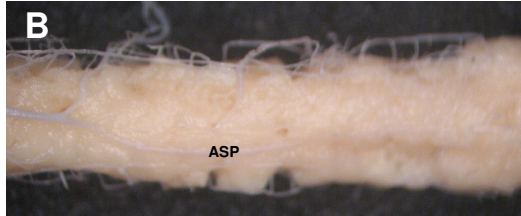
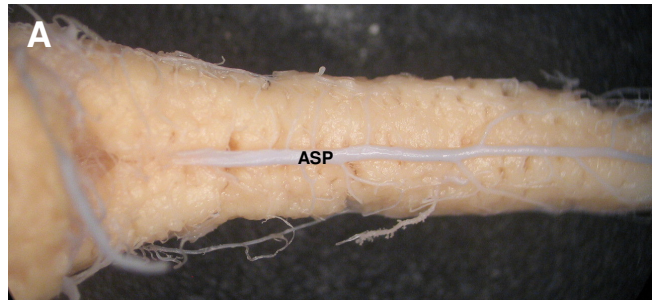
Tüm deneklerde, a. inferior posterior cerebelli kaynaklı ve sulcus medianus posterior boyunca uzanan tek bir A. spinalis posterior'un var olduğu gözlemlendi. A. spinalis posterior'dan pial pleksus'u oluşturmak üzere ayrılan dallar gözlemlendi. Bu dalların tüm deneklerde a. spinalis posterolateralis ile anastomoz yaptığı tespit edildi (Şekil 4.1.). A. spinalis posterior'un seyri sırasında deviasyon gösterdiği tespit edildi (Şekil 4.2.). A. spinalis posterior'dan ayrılan dalların tüm deneklerde medulla spinalis'in üst segmentlerinden alt segmentlerine doğru gittikçe azaldığı gözlemlendi. Bu dallara en çok üst servikal segmentlerde rastlanırken, en az ise torakal segmentlerde görüldü (Şekil 4.3.).



Şekil 4.1. Üst servikal bölgede a. spinalis posterior. **ASP:** A. spinalis posterior, **>:** A. spinalis posterior'dan ayrılan anastomatik dallar.

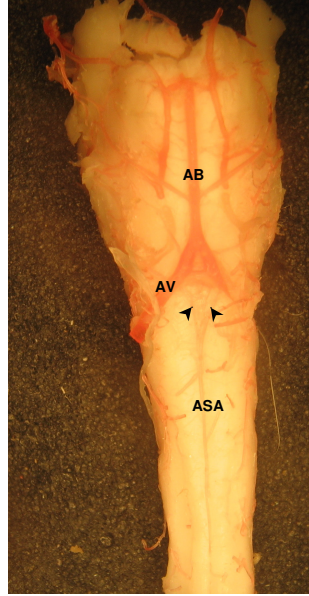


Şekil 4.2. Alt servikal bölgede a. spinalis posterior'un seyri sırasında yaptığı deviasyon.
ASP: A. spinalis posterior, **>**: A. spinalis posterior'un deviasyon gösterdiği kısım.

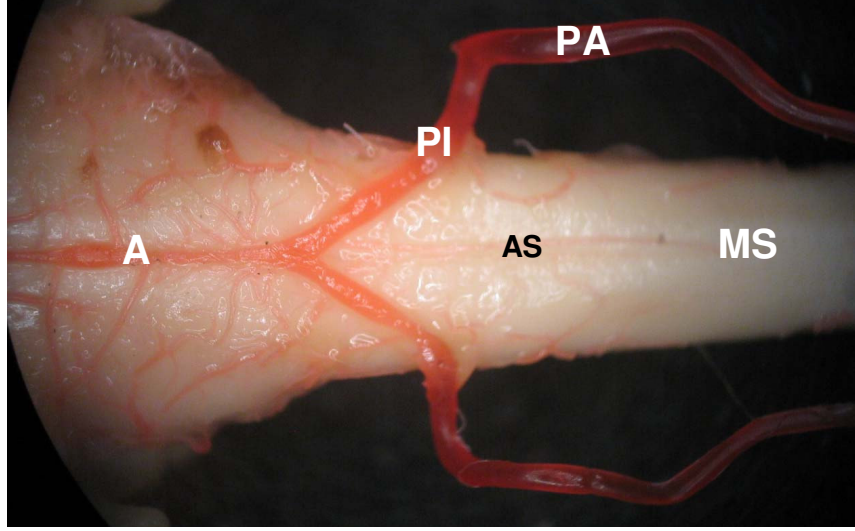


Şekil 4.3. A. spinalis posterior'un segmental seyri.
A- Üst servikal segmentler, **B-** Alt servikal segmentler,
C- Üst torakal segmentler, **D-** Alt torakal segmentler,
ASP: A. spinalis posterior.

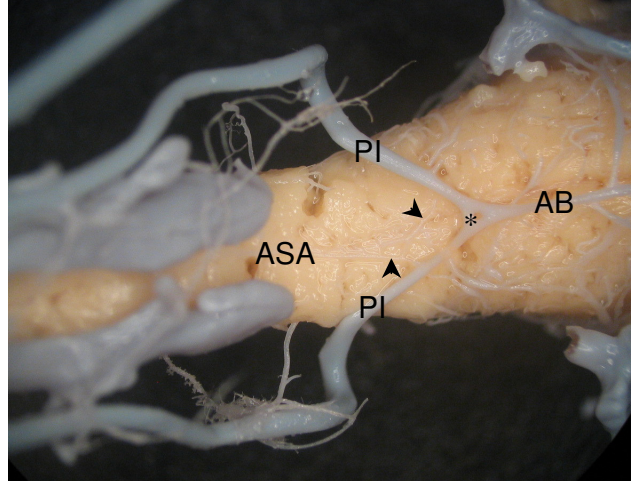
Kobayda a. spinalis anterior'un, tüm deneklerde sağ ve sol taraftaki A. vertebralis'den ayrılan dalların birleşmesi ile oluştuğu gözlemlendi (Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.). Bir olguda (% 5), a. basilaris'i oluşturmadan hemen önce, pars intracranialis'ler arasında uzanan bir birleştirici dal görüldü (Şekil 4.6.). A. spinalis anterior'un, plexus venosus vertebralis internus anterior'un altında fissura mediana anterior'a yerleşmiş olarak aşağıya uzandığı tespit edildi. A. spinalis anterior'un da a. spinalis posterior gibi orta hattın deviasyon yaptığı % 85 olguda (17 denek) tespit edildi. Olguların birisinde ise bu deviasyonun diğer deneklerdekine oranla bariz bir biçimde fazla olduğu görüldü (Şekil 4.7.). Bir olguda medulla spinalis'in üst servikal seviyelerinde, A. anterolateralis'ten ayrılan ve birkaç segment boyunca A. spinalis anterior'a eşlik eden bir dala rastlandı. Bu dalın kısa bir seyirden sonra A. spinalis anterior'a katıldığı gözlemlendi (Şekil 4.8.). % 15 olguda (3 denek) ise A. spinalis anterior'un üst servikal segmentler seviyesinde kıvrıntılı bir şekilde ilerlediği saptandı (Şekil 4.9.).



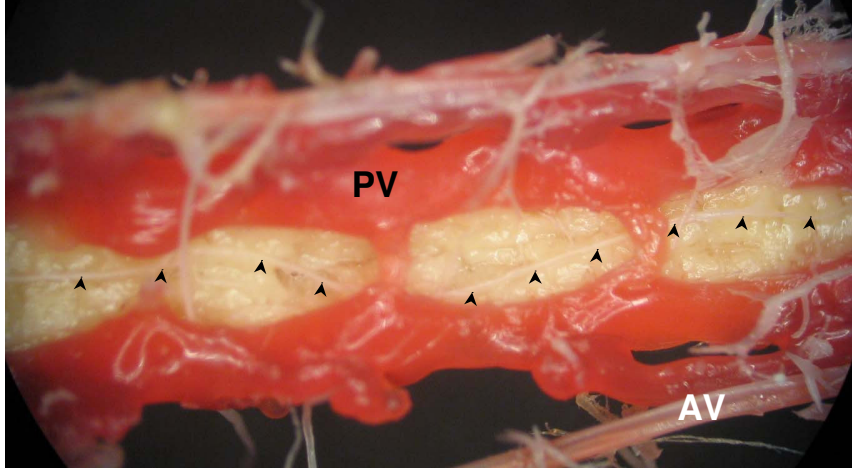
Şekil 4.4. A. spinalis anterior'un oluşumu. **AB:** A. basilaris, **ASA:** A. spinalis anterior, **AV:** A. vertebralis, **>:** A. spinalis anterior'u oluşturan dallar.



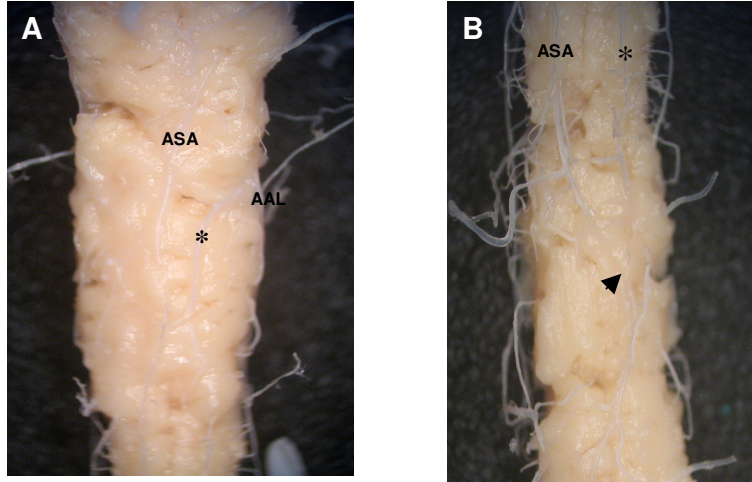
Şekil 4.5. A. basilaris ve a. spinalis anterior'un oluşumu. **AB:** A. basilaris, **ASA:** A. spinalis anterior, **PA:** A. vertebralis'in pars atlantica'sı, **PI:** A. vertebralis'in pars intracranialis'i, **MS:** Medulla spinalis.



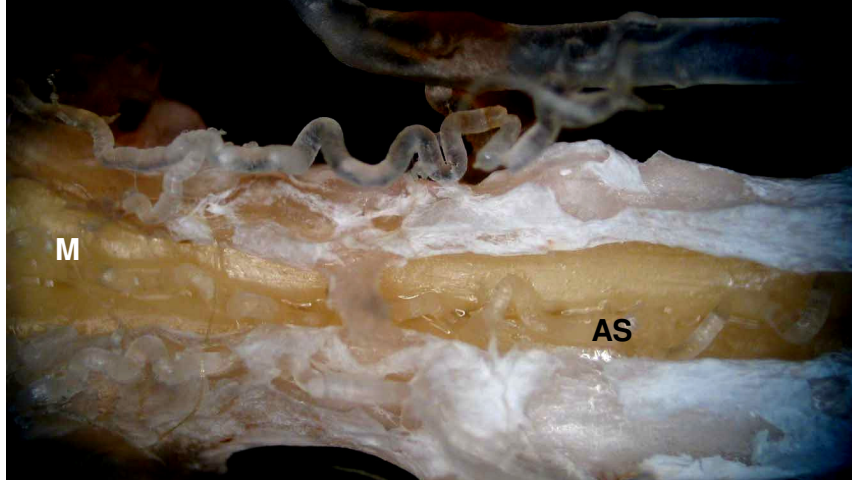
Şekil 4.6. A. vertebralis'in pars intracranialis'leri arasındaki anastomatik dal. **AB:** A. basilaris, **ASA:** A. spinalis anterior, **PI:** A. vertebralis'in pars intracranialis'i, **>**: A. spinalis anterior'u oluşturan dallar, *****: PI arası birleştirici dal.



Şekil 4.7. A. spinalis anterior'un deviasyonu. **AV:** A. vertebralis, **PV:** plexus venosus vertebralis internus anterior, **>:** A. spinalis anterior'un seyri.

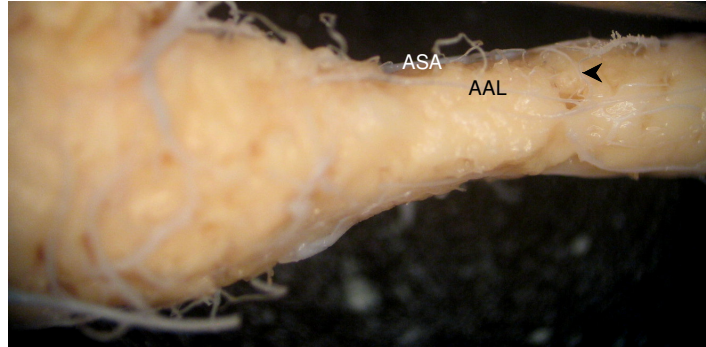


Şekil 4.8. A. spinalis anterior'a paralel uzanan dal ve bu dalın A. spinalis anterior ile birleşimi. **A-** A. spinalis anterior'a paralel uzanan dalın A. spinalis anterolateralis'ten ayrılışı, **B-** A. spinalis anterior'a paralel uzanan dalın A. spinalis anterior ile birleşimi **ASA:** A. spinalis anterior, **AAL:** A. spinalis anterolateralis, *****: A. spinalis anterior'a paralel uzanan dal, **>:** Bu dalın A. spinalis anterior'la birleşimi.

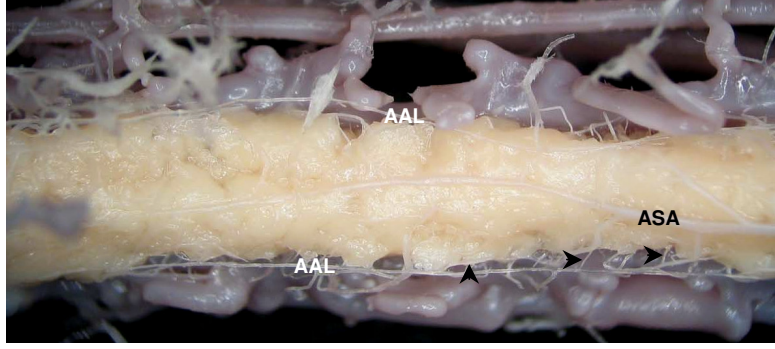


Şekil 4.9. A. spinalis anterior'un kıvrıntılı seyri. **ASA:** A. spinalis anterior, **MS:** Medulla spinalis.

Kobayda bilateral olmak üzere ve tüm medulla spinalis boyunca longitudinal olarak uzanan a. spinalis anterolateralis'leri tespit ettik. A. spinalis anterolateralis'ten de pial pleksus'a ve medulla spinalis'in içine giden rr. medullares dallarını gözlemledik. Ayrıca a. spinalis anterolateralis ile a.spinalis anterior arasında uzanan anastomatik dalların bulunduğunu saptandı (Şekil 4.10. ve Şekil 4.11.).

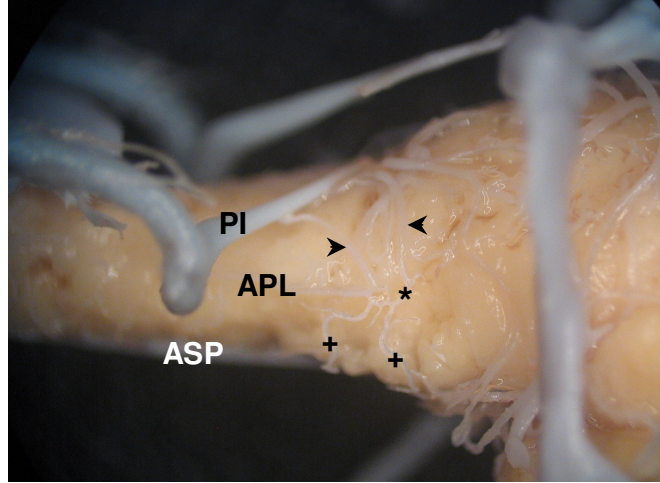


Şekil 4.10. A. spinalis anterolateralis ve A. spinalis anterolateralis ile A. spinalis anterior arasında uzanan anastomatik bir dal. **AAL:** A. spinalis anterolateralis, **ASA:** A. spinalis anterior, **>:** A. spinalis anterolateralis ile a. spinalis anterior arasında uzanan anastomatik dal.

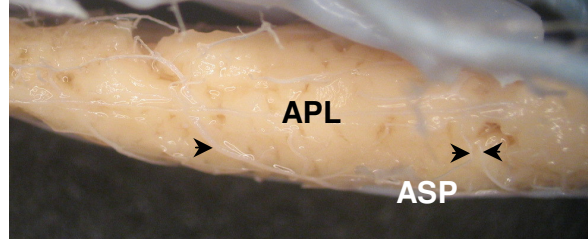


Şekil 4.11. A. spinalis anterolateralis ve A. spinalis anterolateralis'ten ayrılan medulla spinalis iç kısmını uzanan dallar (aa. centrales). **AAL:** A. anterolateralis, **ASA:** A. spinalis anterior, **>:** A. anterolateralis'ten ayrılan rr. centrales.

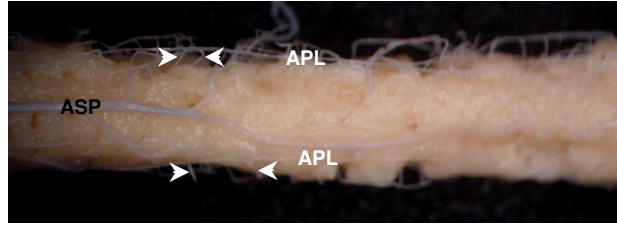
A. spinalis anterolateralis'lerin olduğu gibi bilateral ve tüm medulla spinalis boyunca uzanan a. spinalis posterolateralis'leri tespit ettik. A. spinalis posterolateralis, % 85 olguda (17 denek) A. vertebralis'in pars intracranialis'den, % 15 olguda ise (3 denek) pars intracranialis'in oluşturduğu halkadan kaynaklanmaktadır (Şekil 4.12.). Bu yapıyı, anlatım kolaylığı için halkasal olmasından dolayı a. spinalis anularis olarak isimlendirdik. A. spinalis posterolateralis ile a. spinalis posterior ve a. spinalis anterolateralis arasında uzanan anastomotik dallar tespit ettik (Şekil 4.13.). Ayrıca a. spinalis posterolateralis'ten ayrılan rr. medullares'i de gözlemledik (Şekil 4.14.).



Şekil 4.12. A. spinalis posterolateralis'in başlangıcı, pars intracranialis'in dalları tarafından oluşturulan halkasal yapı. **APL:** A. spinalis posterolateralis, **ASP:** A. spinalis posterior, **PI:** A. vertebralis'in pars intracranialis'i, **>:** Pars intracranialis'in halkasal yapıyı oluşturan dalları, *****: Halkasal yapı, **+**: Halkasal yapıdan A: spinalis posterior'a uzanan dallar.



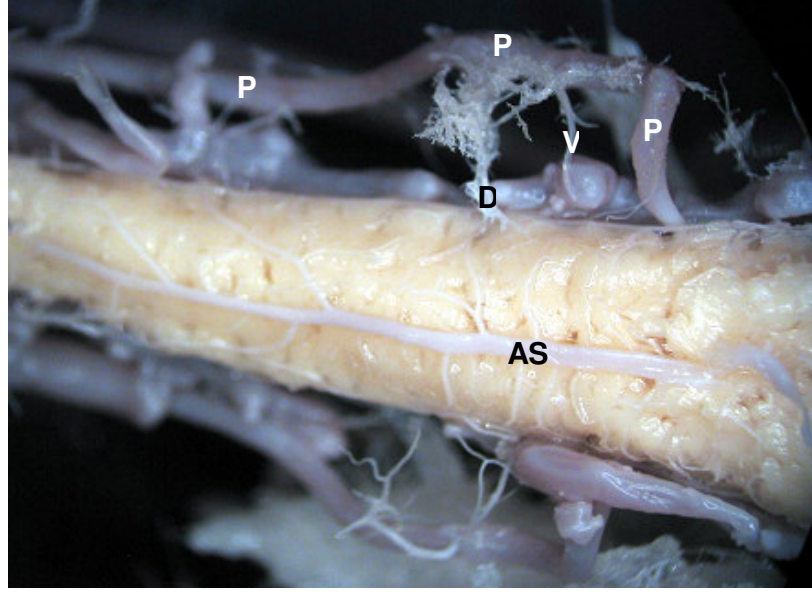
Şekil 4.13. A. spinalis posterolateralis ile a. spinalis posterior arasında uzanan anastomatik dallar. **APL:** A. spinalis posterolateralis, **ASP:** A. spinalis posterior, **>:** A. spinalis posterolateralis ile a. spinalis posterior arasındaki anastomatik dallar.



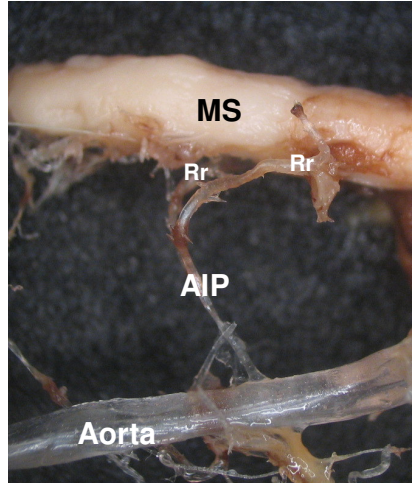
Şekil 4.14. A. spinalis posterolateralis'den ayrılan rr. medullares. **APL:** a. spinalis posterolateralis, **ASP:** A. spinalis posterior, **>:** A. spinalis posterolateralis'den ayrılan rr. medullares.

Kobayda, A. vertebralis'den ayrılan rr. radicales'in ventral ve dorsal kökler halinde ayrı ayrı ayrıldığı gözlemlendi (Şekil 4.15 ve Şekil 4.18.). Aa. intercostalis posteriores'dan ayrılan r. radicularis'ler ise bilateral olarak lateralden medulla spinalis'e ulaşmaktadır (Şekil 4.16.). Kobayda a. radicularis magna'ya deneklerin tümünde alt torakal bölgede rastlanmıştır (Şekil 4.17.).

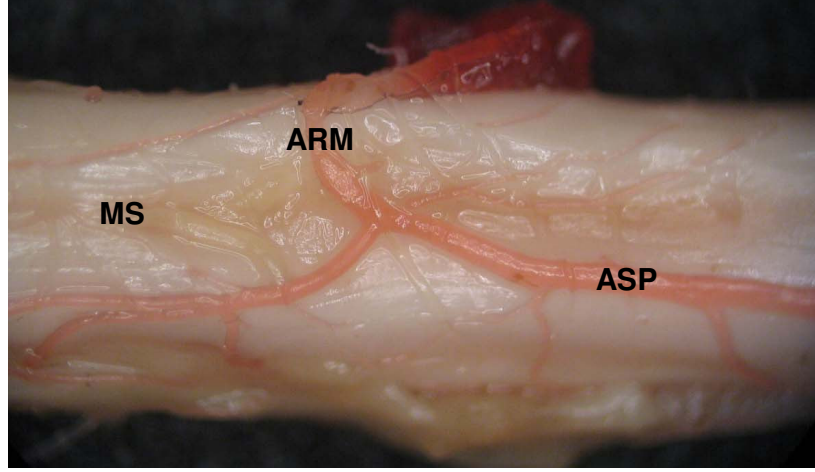
Medulla spinalis'i besleyen a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis ve a. spinalis posterolateralis'ler arasındaki anastomatik dallara bakıldığında üst servikal bölgede diğer bölgelere göre daha yoğun, alt servikal ve üst torakal bölgelerde ise daha seyrek olarak bulunduğu gözlemlendi (Şekil 4.19)



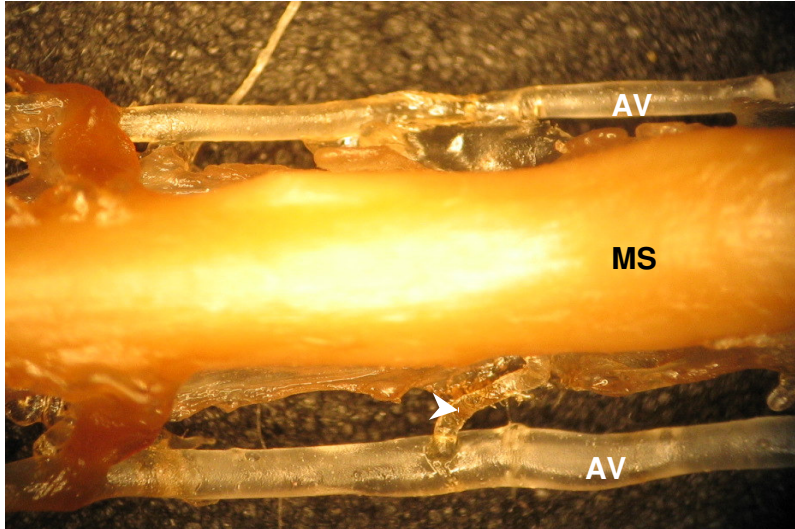
Şekil 4.15. A. vertebralis'ten ventral ve dorsal rr. radicales'in ayrılışı. **ASP:** A. spinalis posterior, **PA:** A. vertebralis'in pars atlantica'sı, **PI:** A. vertebralis'in pars intracranialis'i, **PT:** A. vertebralis'in pars transversaria'sı.



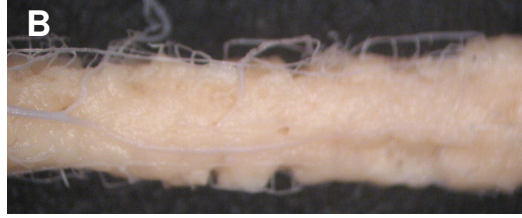
Şekil 4.16. A. intercostalis posterior'dan ayrılan r. radicularis. **AIP:** A. intercostalis posterior, **MS:** Medulla spinalis, **Rr:** R. radicularis.



Şekil 4.17. Alt torakal bölgenin kanlanması. **ARM:** A. radicularis magna, **ASP:** A. spinalis posterior, **MS:** Medulla spinalis.

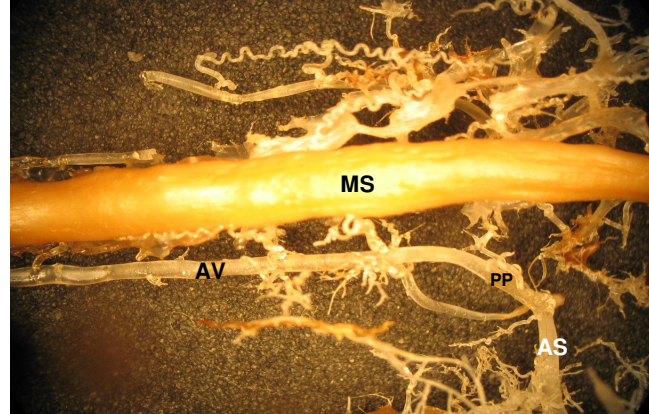


Şekil 4.18.: A. vertebralis orijinli r. radicularis. **AV:** A. vertebralis, **>:** R. radicularis.

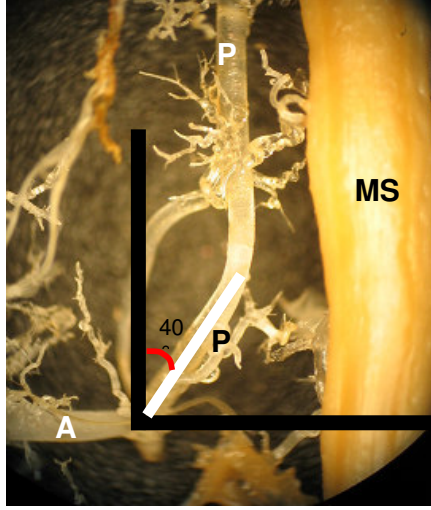


Şekil 4.19. Anastomatik dalların medulla spinalis'in bölgelerine göre durumu.
A- Üst servikal bölge,
B- Alt servikal bölge,
C- Üst torakal bölge,
D- Alt torakal bölge.

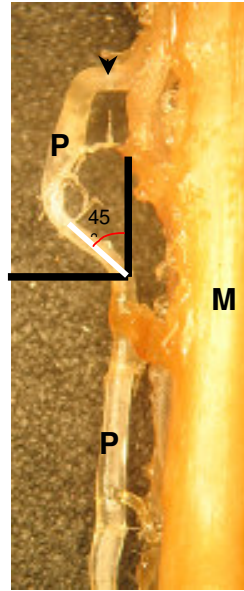
Kobayda, a. vertebralis, a. subclavia'dan 19 olguda bilateral olarak tek dal halinde ayrıldığı saptandı (Şekil 4.20.). 1 olguda, sağ tarafta a. subclavia'dan tek kök halinde başladıktan hemen sonra iki dala ayrıldığı ve bu dalların bir halka yaptıktan sonra tekrar birleştiği; sol tarafta ise a. subclavia'dan çift kök halinde çıktığı ve bu köklerin halka yaptıktan sonra birleşerek a. vertebralis sinistra'yı oluşturduğu saptandı (Şekil 4.24.). Tüm olgularda, a. vertebralis'in boyun omurlarının foramen transversarium'larından geçerek cranium'un tabanına kadar uzandığı tespit edildi (Şekil 4.21.). A. vertebralis'in seyri sırasında pars prevertebralis, pars transversaria, pars atlantica ve pars intracranialis olmak üzere dört bölümden oluştuğu gözlemlendi. Tüm olgularda pars prevertebralis'in yaklaşık 40 derecelik bir açıyla içe doğru uzandığı daha sonra pars transversaria olarak devam ettiği gözlemlendi. Pars transversaria ise başlangıç yerinde medulla spinalis'ten uzak, pars atlantica'ya yaklaştığı bölümde ise medulla spinalis'e daha yakın bir seyir izlediği saptandı. Pars atlantica ise pars transversaria'nın bir devamı şeklinde olup, pars transversaria ile aralarında yaklaşık 45 derecelik bir açı olacak şekilde ilerlediği gözlemlendi. Pars atlantica'nın bu şekilde olan dirsek bölümünden sonra longitudinal bir parça ile devam ettiği, ve daha sonra tekrar bir dirsek yaparak pars intracranialis ile devam ettiği gözlemlendi. A. vertebralis'in pars atlantica parçasının üst tarafında bulunan bu dirseğin ise hemen hemen transvers bir seyir izlediği gözlemlendi (Şekil 4.22.). Pars atlantica'nın bu longitudinal parçası, pars transversaria da olduğu gibi alt kısımlarda medulla spinalis'ten uzak, üst kısımlarda ise medulla spinalis'e daha yakın bir yerleşim gösterdiği tespit edildi(Şekil 4.23.).



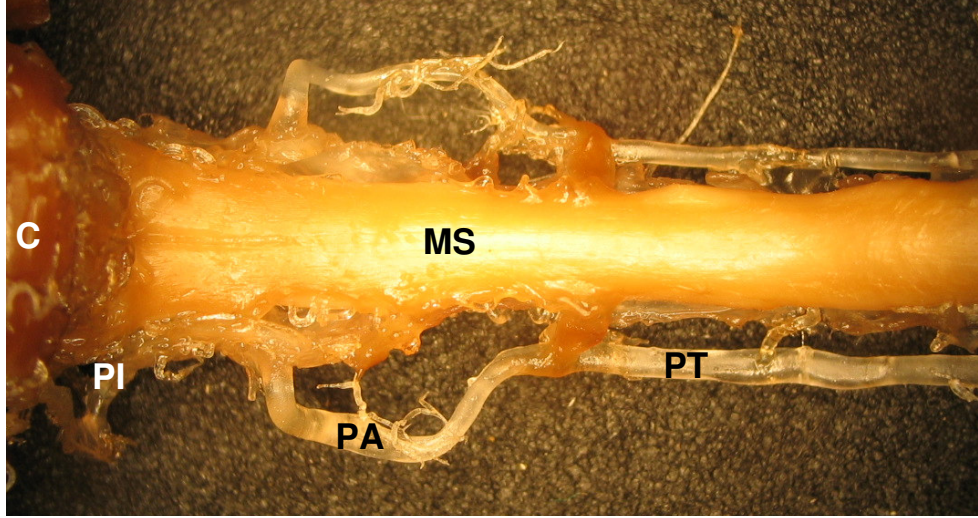
Şekil 4.20. A. vertebralis'in, a. subclavia'dan kaynaklanması. **AS:** A. subclavia, **AV:** A. vertebralis, **MS:** Medulla spinalis, **PP:** A. vertebralis'in pars prevertebralis'i.



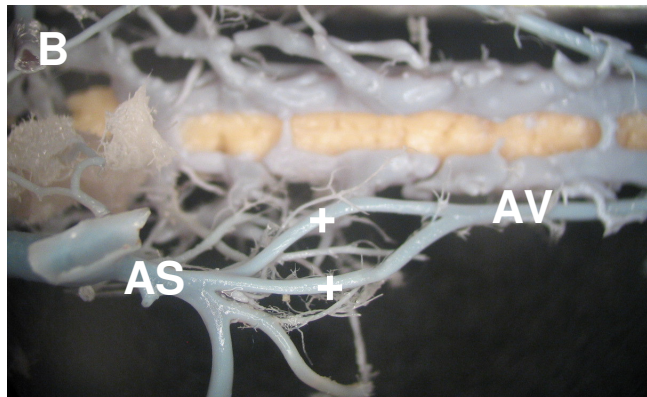
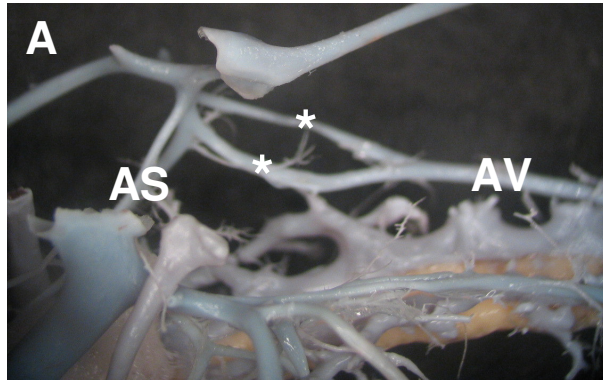
Şekil 4.21. A. vertebralis'in, pars prevertebralis parçasının dik eksen ile yaptığı açı **AS**: A. subclavia, **MS**: Medulla spinalis, **PP**: A. vertebralis'in pars prevertebralis'i, **PT**: A. vertebralis'in pars transversaria'sı.



Şekil 4.22. A. vertebralis'in, pars atlantica'sının başlangıç bölümünün dik eksen ile yaptığı açı **PA**: A. vertebralis'in pars atlantica'sı, **PT**: A. vertebralis'in pars transversaria'sı, **MS**: Medulla spinalis, **>**: dirsekten sonraki bölümünün transvers seyri.



Şekil 4.23.: A. vertebralis'in, pars transversaria, pars atlantica ve pars intracranialis parçaları. **C:** cerebellum, **PA:** A. vertebralis'in pars atlantica'sı, **PI:** A. vertebralis'in pars intracranialis'i, **PT:** A. vertebralis'in pars transversaria'sı, **MS:** Medulla spinalis.



Şekil 4.24. A. vertebralis'in çift dal olarak başladığı olgu. **A-** Sol a. vertebralis, **B-** Sağ a. vertebralis. **AS:** A. subclavia, **AV:** A. vertebralis, *****: Ayrı ayrı ayrılan dallar, **+**: Tek kökten ayrılan dallar.

TARTIŞMA

Tveten'a göre medulla spinalis'in vasküler anatomisi ile ilgili yapılan ilk çalışmalar 19. yüzyıla kadar dayanır ve bu konunun öncüleri Duret, Adamkiewicz ve Kadyi adlı araştırmacılar (37). Daha sonraki yıllarda yayınlanan çalışmalar da bu konunun öncülerinin tanımladığı bulguları doğrulamıştır. Bu çalışmaların büyük bir bölümü kadavra diseksiyonu veya renkli maddelerin damar içine enjekte edilmesi sonrası elde edilen gözlemlere dayanmaktadır. Deney hayvanlarına ait medulla spinalis'in damarlanması ile ilgili ilk çalışmalar 20. yüzyıl'ın ortalarına dayanmaktadır. Woollam ve Millen (41) rat medulla spinalis'inin damarlanması ile ilgili çalışmalar yapmış ve insan medulla spinalis'inin damarlanmasına benzer bulgular elde etmişlerdir ve bu bulgular daha sonraları yapılan çalışmalar ile doğrulanmıştır (2, 29). Bunun yanı sıra Fried ve arkadaşları maymun medulla spinalis'inin damarlanması ile ilgili çalışmalar yapmışlardır (7). Bu çalışmalar sonucunda maymun'da medulla spinalis'in servikal bölgesinin damar yapısının insan medulla spinalis'in vasküler mimarine benzerlik gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Medulla spinalis'in vasküler mimarinin ortaya çıkarılması amacıyla çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Konu ile ilgili en eski yöntem, Medulla spinalis'i izole ettikten sonra yapıyı besleyen damarları izole ederek ince damarları ortaya çıkarmaya çalışmışlardır fakat bunun zor bir çalışma olduğu açıktır. Tveten bu yöntemin medulla spinalis'i besleyen damarların gerçek orijini ve seviyesi hakkında doğru bilgi veremeyebileceğini bildirmiştir (35). Daha sonraları radyografi ve mikroanjyografi gibi modern teknikler çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılmıştır(10, 34). Bu yöntemlerin dışında rutin uygulama olarak kabul edilen bir teknik ise damar içine madde enjeksiyonu sonrası dokuların masere edilmesi prensibine dayanan corrosion cast yöntemidir. Bu yöntemin ucuz, kolay uygulanabilir ve fazla teçhizat gerektirmemesi pekçok araştırmacı tarafından kullanılmasına olanak sağlamıştır.

İnsanda medulla spinalis'in a. vertebralis, a. cervicalis profunda, aa. intercostalis, aa. lumbales ve bu arterlerin dalları tarafından beslendiği birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (3-6, 8, 10, 17, 18, 20, 24, 27, 28, 31-34, 37, 38, 40, 41). Sıçanda medulla spinalis'in a. spinalis posterior, a. spinalis anterior, a. cervicalis ascendens, truncus costocervicalis, aa. intercotslalis, aa. lumbales ve bu damarların dalları tarafından beslendiği ortaya konulmuştur (1, 9, 12, 21, 22, 36, 38). İnsan ve sıçan haricinde kedi (23, 29), köpek (29), orangutan (29) ve şempanzede (29) medulla spinalis'in damarlanması çalışılmıştır. Biz de çalışmamızda kobayda medulla spinalis'in, a. spinalis posterior, a. spinalis anterior, a. spinalis anterolateralis, a. spinalis posterolateralis, a. vertebralis ve bu damarların dalları tarafından beslendiğini saptadık.

İnsanda iki adet a. spinalis posterior bulunduğunu birçok araştırmacı rapor etmiştir. Turnbull ve arkadaşları bu damarların küçük fakat beslenmede önemli damarlar olduğunu ve bu damarların insanda a. vertebralis yada a. posterior inferior cerebelli'den kaynaklandığını ve iki a. spinalis posterior arasında uzanan küçük dalların, a. spinalis posterior'dan pial pleksus'u oluşturmak üzere ayrılan dalların bulunduğunu vurgulamıştır (34). Tveten ise bu damarların servikal bölgede a. cervicalis ascendens'den kaynaklandığını belirtmiştir (35). Koyanagi ve arkadaşları sıçanda bilateral olarak medulla spinalis boyunca a. spinalis posterior'ların uzandığını ve bu damardan medulla spinalis gri cevherine uzanan birçok dalın bulunduğunu bildirmiştir (12). Naka ve arkadaşları kedi üzerinde yaptıkları bir çalışmada sulcus posterolateralis yerleşimli bir tane a. spinalis posterior'a rastlamışlar ve bu dalın a. spinalis anterior'dan daha küçük çaplı olduğunu ve medulla spinalis'in beyaz cevherinde dağılan çok sayıda küçük dallar verdiğini belirtmişlerdir (23). Çalışmamızda kobyada sulcus medianus posterior'a yerleşmiş tek bir a. spinalis posterior olduğunu tespit ettik. Arterin, a. posterior inferior cerebelli'nin bir dalı olduğu ve seyri sırasında deviasyon gösterdiğini tespit ettik. Bu dalın da insanda olduğu gibi pial pleksus'a katılan dallar verdiğini gözlemledik.

Tveten a. spinalis anterior'un insanda a. vertebralis'ten kaynaklandığını belirtmiştir (35). Turnbull a. spinalis anterior'un oluşumunun Tveten ve arkadaşları gibi, a. vertebralis'ten ayrılan dallar tarafından oluşturulduğunu bildirmiş fakat bir olguda, bu dalların alt servikal (C5) segmentler hizasında birleştiğini, bu durumun sanki birkaç segment boyunca iki a. spinalis anterior varmış gibi görüldüğünü rapor etmiştir (34). Çalışmamızda bir olguda çift a. spinalis anterior'a rastladık. Bu durumun Turnbull ve arkadaşlarının belirttiği gibi bir olgu olup olmadığını anlamak için damarın nereden kaynaklandığı incelendiğinde, Turnbull ve arkadaşlarının bulgusundan farklı olarak, bu iki a. spinalis anterior'dan sol taraftakinin, a. spinalis anterolateralis'ten, sağ taraftakinin ise normal şekilde a. vertebralis'ten kaynaklandığı görüldü.

Çalışmamızda kobayda a. spinalis anterior ve posterior'a ek olarak bilateral ve longitudinal olarak uzanan a. spinalis anterolateralis ve posterolateralis'lerin varlığını tespit ettik. Yapılan literatür taramasında bu arterlerin varlığına insanda ve diğer deney hayvanlarında rastlanılmamıştır.

Tveten radiküler arterlerin ilk kez Adamkiewicz tarafından tanımlandığını ve bu arterlerin medulla spinalis'in servikal bölgesindeki en önemli besleyici damar olduğunu bildirmiştir (35). Tveten, insanda a. vertebralis'ten ayrılan r. radicularis'in, küçük dallar halinde spinal sinirlerin ve ganglionların kökünde dağıldığını rapor etmiştir (35). Yine aynı çalışmada 5 olguda medulla spinalis'in servikal bölgesinin sadece a. vertebralis'ten ayrılan bu r. radicularis'ler tarafından beslendiğini belirtmiştir (35). Gillilan ise medulla spinalis'in arterleri ile ilişkide olan radiküler arterlerin hiçbir dalının bulunmadığını ve spinal sinir köklerinin beslenmesi ile ilgili olmadığını bildirmiştir (8). Bunun yanı sıra bazı yazarlar (11, 43) medulla spinalis'in servikal bölgesinin beslenmesinin A. vertebralis'in pars intracranialis'ten ayrılan spinal arterler tarafından yapıldığını tanımlamışlardır. Gillilan, medulla spinalis'in alt servikal bölgesinde radiküler

arterlerin A. subclavia'nın bir dalından kaynaklandığını, A. vertebralis'in tıkalı olduğu durumlarda ise, karşı tarafın A. vertebralis, A. carotis interna ve C7 ve C8 spinal sinir köklerini besleyen radiküler arterler tarafından beslendiğini bildirmiştir (8). Tveten r. radicularis'lerin medulla spinalis'in servikal bölgesini besleyen önemli arterler olduğunu vurgulamıştır (35). Çalışmamızda kobayda, Tveten, Turnbull ve arkadaşlarının çalışmalarındaki bulgulara benzer şekilde, rr. radicales'in servikal bölgede a. vertebralis'ten, torakal bölgede ise a. intercostalis posterior'lardan kaynaklandığını gördük.

Servikal bölgenin beslenmesinde A. vertebralis'in büyük öneminin olduğunun bilinmesine karşılık, diğer ana damarlardan gelen ventral, dorsal veya her iki yönden gelen dallar tarafından beslenir (18, 24, 40). Tveten medulla spinalis'in servikal bölgesinin 1.-3. segmentlerinin damarlanmasının A. vertebralis tarafından, 4.-6. segmentlerinin A. vertebralis ya da A. cervicalis ascendens tarafından, 7. servikal-1. torakal segmentlerinin ise truncus costocervicalis tarafından beslendiğini rapor etmiştir (35). Bu raporun aksine Chakravorty 6. servikal segmentin a. vertebralis tarafından beslenirken, 7. ve 8. servikal segmentlerin ise truncus costocervicalis'ten orijin alan a. radicularis'ler tarafından beslendiğini bildirmiştir (3). Tveten alt servikal bölgede geniş bir radiküler arter olduğunu ve bu arterin 6. veya 7. servikal spinal sinir köküne eşlik ettiğini fakat bu arterin her zaman truncus costocervicalis'ten ayrılmadığını rapor etmişlerdir (35). Fried ve arkadaşları ise maymun medulla spinalis'inde truncus costocervicalis'in servikal bölgenin beslenmesini sağlayan ana damar olduğunu saptamışlardır (7). Çalışmamızda kobay medulla spinalis'in servikal bölgesinin beslenmesinde a. vertebralis ve a. spinalis posterior'un daha etkin rol aldığını düşünüyoruz.

Medulla spinalis'i besleyen ekstraspinal arterler arasındaki anastomozlar birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (16, 35, 39). Viraswami a. vertebralis, a. cervicalis ascendens ve a. cervicalis profunda gibi arterler arasındaki anastomozların önemini belirtmiştir (39). Bu damarlardan herhangi birinde görülecek bir tıkanmanın diğer damarlar tarafından kompanse edilebileceği hem klinik (16) hem de deneysel (16, 39) çalışmalar ile ispatlanmıştır. Tveten, iki a. vertebralis'in a. basilaris, aa. radicularis ve aa. spinalis ile direkt olarak bağlantıda olduğunu, bunun yanı sıra diğer boyun arterleri ile indirekt bir bağlantının da olduğunu rapor etmiştir (35).

Birçok araştırmacı medulla spinalis'in servikal, torakal ve lübo-sakral bölgelerine ait segmental damarların, canalis vertebralis'in hem içinde hem de dışında tüm kanal boyunca uzanan anastomotik zincirler oluşturarak birleştiğini rapor etmiştir. Lazorthes'e göre medulla spinalis'in orta torakal bölgesinde (T4-T7) bu anastomozlar çok küçük ve az sayıdadır (17). Zulch de orta torakal bölgedeki bu küçük ve az sayıdaki anastomozlar nedeni ile bu bölgenin iskemik bir hasara karşı kısmen hassas olduğunu vurgulamıştır (42). Buna karşılık Tveten, Jellinger'in yapmış olduğu çalışmalarda medulla spinalis'in alt servikal ve üst torakal segmentlerinin hemodinamik hasarlara ve lezyonlara daha çok maruz kaldığını söylediğini belirtmiştir (35).

Pekçok araştırıcı kapiller düzeyin daha üstünde bulunan arteryel anastomozların medulla spinalis'in parenkimasında bulunmadığını kabul etmişlerdir. Buna karşın Fazio ve Agnoli fissura mediana anterior'un derinleri ile medulla spinalis boyunca uzanan longitudinal anastomotik kanallar arasında damarların bulunduğunu ve medulla spinalis segmentinin sağ ve sol yarılarının bu merkezi arterlerin dalları ile bağlantılı olduğunu iddia etmişlerdir (6). Roll ve Clemens ise medulla spinalis'in beslenmesinde arteriovenöz anastomozların varlığını bildirmiş ve bu anastomozların medulla spinalis'in kanlanması rolü olduğunu rapor etmişlerdir (4, 26). Torr segmental arterlerin hasarlanması durumunda medulla spinalis'in dolaşımının bozulduğunu ve buna bağılı olarak iskemik myelopatinin oluştuğunu ve bu iskemik myelopatinin ise diğere damarları etkileyerek durumu daha da ağırlaştırabileceğini bildirmiştir (32).

Çalışmamızda kobayda medulla spinalis'in a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis, a. spinalis posterolateralis ve a. vertebralis tarafından beslendiği bulundu. Medulla spinalis'in alt servikal ve üst torakal bölgesinin arteriyel beslenmesinin medulla spinalis'in diğere bölgelerine göre daha zayıf olduğu görüldü. Bu zayıf beslenmenin kobayda a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis ve a. spinalis posterolateralis arasındaki anastomatik dallar tarafından kompanse edilebileceğini düşünürüz.

SONUÇLAR

Medulla spinalis'in damarlanması çeşitli deney hayvanları üzerinde çalışılmıştır. Korozyon kast yönteminin, daha önce kobayda medulla spinalis'in damarlanmasını ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmamış olması ve yöntemin vasküler yapıyı en iyi şekilde ortaya çıkarması nedeni ile kobayda elde edilen bulguların hem deneysel çalışmalara hem de insanda yapılacak olan cerrahi müdahalelere ışık tutacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kobayda medulla spinalis'in a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis, a. spinalis posterolateralis ve a. vertebralis tarafından beslendiğini tespit ettik. Medulla spinalis'in alt servikal ve üst torakal bölgesinin arteriyel beslenmesinin medulla spinalis'in diğer bölgelerine göre daha zayıf olduğunu gördük. Bu zayıf beslenmenin kobayda a. spinalis anterior, a. spinalis posterior, a. spinalis anterolateralis ve a. spinalis posterolateralis arasındaki anastomatik dallar tarafından kompanse edilebileceğini düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Braithwaite JL (1954) The morphology of the collateral circulation following complete interruption of the abdominal aorta in the rat. *J Anat*, 88:204.
2. Brightman MW (1956) Comparative anatomy of the spinal cord vasculature. *Anat Rec*, 124:264.
3. Chakravorty BG (1971) Arterial supply of the cervical spinal cord (with special reference to the radicular arteries). *Anat Rec*, 170:311-29.
4. Clemens HJ (1966) Beitrage des Morphologen zum problem der spinalen Mangeldurchblutung. *Verh Dtsch Kongr inn Med*, 72:1059.
5. Djindjian R (1969) Arteriography of the spinal cord. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*, 107:461-78.
6. Fazio C, Agnoli A (1970) The vascularization of the spinal cord. Anatomical and pathophysiological aspects. *Vasc Surg*, 4:245.
7. Fried LC, Doppman JL, Di Chiro G (1970) Direction of blood flow in the primate cervical spinal cord. *J Neurosurg*, 33:325-30.
8. Gillilan LA (1958) The arterial blood supply of the human spinal cord. *J Comp Neurol*, 110:75-103.
9. Greene EC (1959) *Anatomy of the rat*. ed., Hafner Publishing Co., New York.
10. Hassler O (1966) Blood supply to human spinal cord. A microangiographic study. *Arch Neurol*, 15:302-7.
11. Henson RA, Parsons M (1967) Ischaemic lesions of the spinal cord: an illustrated review. *Q J Med*, 36:205-22.
12. Koyanagi I, Tator CH, Lea PJ (1993) Three-dimensional analysis of the vascular system in the rat spinal cord with scanning electron microscopy of vascular corrosion casts. Part 1: Normal spinal cord. *Neurosurgery*, 33:277-83.
13. Koyanagi I, Tator CH, Lea PJ (1993) Three-dimensional analysis of the vascular system in the rat spinal cord with scanning electron microscopy

of vascular corrosion casts. Part 2: Acute spinal cord injury. *Neurosurgery*, 33:285-91.

14. Koyanagi I, Tator CH, Theriault E (1993) Silicone rubber microangiography of acute spinal cord injury in the rat. *Neurosurgery*, 32:260-8.
15. Lametschwandtner A, Lametschwandtner U, Weiger T (1990) Scanning electron microscopy of vascular corrosion casts--technique and applications: updated review. *Scanning Microsc*, 4:889-940.
16. Lazorthes G, Bastide G, Santini JJ, Zadeh O, Burdin P (1966) La vascularization artérielle de la moelle cervicale; étude des suppléances. *Rev Neurol*, 115:1055.
17. Lazorthes G, Poulhes J, Bastide G, Roulleau J, Chancholle AR (1958) [Arterial vascularization of the spine; anatomic research and applications in pathology of the spinal cord and aorta.]. *Neurochirurgie*, 4:3-19.
18. Malcolm B, Carpenter JS (1989) *Human Neuroanatomy*. ed., WB Saunders Company, pp:707-712.
19. Maliszewski M, Ladzinski P, Aleksandrowicz R, Majchrzak H, Bierzynska-Macyszyn G, Wolanska-Karut J (1999) Occlusion of radicular arteries - reasons, consequences and anastomotic substitution pathways. *Spinal Cord*, 37:710-6.
20. Mautes AE, Weinzierl MR, Donovan F, Noble LJ (2000) Vascular events after spinal cord injury: contribution to secondary pathogenesis. *Phys Ther*, 80:673-87.
21. Moffat DB (1957) The development of the hindbrain arteries in the rat. *J Anat*, 91:25.
22. Moffat DB (1961) The development of the anterior cerebellar artery and its related vessels in the rat. *Amer J Anat*, 108:17.
23. Naka Y, Itakura T, Nakai K, Nakakita K, Imai H, Okuno T, Kamei I, Komai N (1987) Microangioarchitecture of the feline spinal cord. Three-dimensional observation of blood vessel corrosion casts by scanning electron microscopy. *J Neurosurg*, 66:447-52.
24. Netter FH (1985) *The CIBA Collection of Medical Illustrations Volume I: Nervous System*. ed., Ciba-Geigy, New York, pp:64-66.
25. Rodriguez-Baeza A, Reina-De La Torre F, Ortega-Sanchez M, Sahuquillo-Barris J (1998) Perivascular structures in corrosion casts

of the human central nervous system: a confocal laser and scanning electron microscope study. *Anat Rec*, 252:176-84.

26. Roll D (1958) Über die arterien der pars caudalis des menschlichen rückenmarks und das vorkommen arterio-venöser anastomosen im Strongebiet der A. redicularis magna. *Gerenbaurs Morph Jb*, 99:
27. Romanes GJ (1965) The Arterial Blood Supply of the Human Spinal Cord. *Paraplegia*, 59:199-207.
28. Somogyi B, Undi F, Kausz M (1973) Blood supply of the spinal ganglion. *Morphol Igazsagugyi Orv Sz*, 13:191-5.
29. Soutoul JH, Gouaze A, Castaing J (1964) [the Spinal Cord Arteries of Experimental Animals. 3. Comparative Study of the Rat, Guinea-Pig, Rabbit, Cat, Dog, Orang-Outang, Chimpanzee, with Man and Fetus.]. *Pathol Biol (Paris)*, 12:950-62.
30. Tator CH, Fehlings MG (1991) Review of the secondary injury theory of acute spinal cord trauma with emphasis on vascular mechanisms. *J Neurosurg*, 75:15-26.
31. Tator CH, Koyanagi I (1997) Vascular mechanisms in the pathophysiology of human spinal cord injury. *J Neurosurg*, 86:483-92.
32. Torr JBD (1957) The arterieal supply of the foetal spinal cord. *A Anat (London)*, 91:576.
33. Torr JBD (1957) The blood supply of the human cord. MD Thesis, University of Manchester.
34. Turnbull IM, Brieg A, Hassler O (1966) Blood supply of cervical spinal cord in man. A microangiographic cadaver study. *J Neurosurg*, 24:951-65.
35. Tveten L (1976) Spinal cord vascularity. I. Extraspinal sources of spinal cord arteries in man. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*, 1F:1-16.
36. Tveten L (1976) Spinal cord vascularity. II. Extraspinal sources of spinal cord arteries in the rat. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*, 17:167-79.
37. Tveten L (1976) Spinal cord vascularity. III. The spinal cord arteries in man. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*, 17:257-73.
38. Tveten L (1976) Spinal cord vascularity. IV. The spinal cord arteries in the rat. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*, 17:385-98.

39. Viraswami V (1965) The effect of vascular occlusion on the chromatolytic cycle in the spinal ganglia of the rabbit. *Acta Anat (Basel)*, 62:528-38.
40. Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Ferguson MWJ (1995) *Gray's Anatomy*. 38. baskı ed., Churchill-Livingstone, Philadelphia, pp:1218-1219.
41. Woollam DH, Millen JW (1955) The arterial supply of the spinal cord and its significance. *J Neurochem*, 18:97-102.
42. Zulch KJ (1954) [Deficient circulation in the border zone of the two vascular regions as a cause of hitherto unexplained injuries of the spinal cord.]. *Dtsch Z Nervenheilkd*, 172:81-101.
43. Zulch KJ (1962) Réflexions sur la physiopathologie des troubles vasculaires médullaires. *Rev Neurol*, 106:632.

ÖZGEÇMİŞ

17.02.1980 tarihinde İzmit'te doğdu. İlk öğrenimini Kütahya Atatürk İlkokulu, orta öğrenimini Kütahya Ali Güral Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2002 yılında Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden mezun olduktan aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Yüksek Lisans Programına başladı. Halen Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı'ndan araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.