

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

ORIGINAL ARTICLE

**VERTEBRAL ARTER V1 VE V2 SEGMENTLERİNİN ANTERİÖR VE POSTERİÖR İSKEMİK İNMELİ
HASTALARDA ANATOMİK VE MORFOLOJİK İNCELENMESİ**

İsmet DEMİRTAŞ¹, Koral Çağlar KUŞ¹, Ayşegül AYRAN¹, Shamil ALİYEV²

¹İstinye Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, İSTANBUL

²İstinye Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik Anabilim Dalı, İSTANBUL

ÖZ

GİRİŞ ve AMAÇ: Vertebral arter (VA)'in çıkış yeri, seyri ve dallanma düzeni ile ilgili anatomik varyasyonları nadirdir. Çalışmamızın amacı anterior ve posterior dolaşım kaynaklı iskemik inmeli hastalarda VA'in çıkış yerinin ve servikal bölümünün morfolojik varyasyonlarını inceleyerek elde edilen sonuçların anatomik, radyolojik ve klinik açıdan önemini vurgulamaktır.

YÖNTEM ve GEREÇLER: Bu çalışmada inmenin meydana geldiği arterlere bağlı olarak, anterior iskemik inme (Aİİ) hastaları (n=188), posterior iskemik inme (Pİİ) hastaları (n=88) ve kontrol grubu (n=154) olmak üzere üç grup belirlendi. Multi-dedektörlü bilgisayarlı tomografi anjiyografisi ve 3D Slicer yazılım programı kullanılarak 430 hasta ve kontrol grubunda yer alan bireyde V1 ve V2'nin morfometrisi retrospektif olarak incelendi.

BULGULAR: Çalışmamızda, sol V1'lerin %95,8'i subklavyen arter'den (SKA) köken alırken bu arterlerin 143'ünün Aİİ'li, 83'ünün Pİİ'li hastalarda ve 145'inin kontrol grubunda yer alan kişilerde olduğu gözlemlendi. Sol VA'lerin kalan %4,2'sinin arkus aorta'dan (AA) ayrıldığı görüldü. Çalışmamızda sağ VA'lerin geçmiş oldukları transvers foramen'lerin (TF) sıklığı sırasıyla C6 (%93,5), C5 (%5,1) ve C4 (%1,4) olarak gözlemlenirken sol VA'lerin geçmiş oldukları TF'lerin sıklığı ise sırasıyla C6 (%93,3), C5 (%4,4), C7 (%1,6), C4 (%0,2), C5-C6 (%0,2) ve C7-T1 (%0,2) olarak tespit edildi. Sağ V2 çapı 3,68 ve sol V2 çapı 3,69 mm olarak bulundu. Mevcut çalışmada sağ dominantlık %22,3 ve sol dominantlık %24,9 idi.

TARTIŞMA ve SONUÇ: Bildiğimiz kadarıyla bu, VA'in morfometrik ve anatomik varyasyonları ile anterior ve posterior dolaşım kaynaklı iskemik inme geçiren hastalar arasında bir ilişki olup olmadığını araştıran ilk rapordur. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler baş ve boyun cerrahlarına ve girişimsel radyologlara, özellikle Türk toplumunda, VA'in değişken anatomisini anlamada ve böylece iyatrojenik yaralanmaların önlenmesinde yardımcı olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Anterior iskemik inme, posterior iskemik inme, vertebral arter, V1 segment, V2 segment.

Yazışma Adresi: Dr. Öğr. Üyesi İsmet Demirtaş, İstinye Üniversitesi Vadi Kampüsü, Ayazağa Mah. Azerbaycan Cad. (Vadistanbul 4a Blok) 34396 Sarıyer, 34396 İstanbul, Türkiye.

Telefon: 0212 481 36 88

E-posta: ismetdemirtas21@gmail.com

Geliş Tarihi: 30.10.2023

Kabul Tarihi: 07.12.2023

Tüm Yazarlar ORCID ID: İsmet Demirtaş [0000-0001-5789-6985](https://orcid.org/0000-0001-5789-6985), Koral Çağlar Kuş [0000-0003-3286-7218](https://orcid.org/0000-0003-3286-7218), Ayşegül Ayrar [0000-0002-6789-1296](https://orcid.org/0000-0002-6789-1296), Shamil Aliyev [0000-0003-2966-3572](https://orcid.org/0000-0003-2966-3572)

Lütfen bu makaleyi şu şekilde atf edin: Demirtaş İ, Kuş KÇ, Ayrar A, Aliyev S. Vertebral arter V1 ve V2 segmentlerinin anterior ve posterior iskemik inmeli hastalarda anatomik ve morfolojik incelenmesi. Türk Beyin Damar Hastalıkları Dergisi 2023; 29(3): 143-153. doi: [10.5505/tbdhd.2023.79836](https://doi.org/10.5505/tbdhd.2023.79836)

ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL EXAMINATION OF VERTEBRAL ARTERY V1 AND V2 SEGMENTS IN PATIENTS WITH ANTERIOR AND POSTERIOR ISCHEMIC STROKE

ABSTRACT

INTRODUCTION: The vertebral artery (VA) rarely exhibits anatomical variations regarding its origin, course, and branching pattern. The aim of our study is to examine the morphological variations of the origin and cervical segment of the VA in patients with ischemic stroke originating from anterior and posterior circulation and to emphasize the anatomical, radiological and clinical importance of the results.

METHODS: In this study, three groups were determined, depending on the arteries where the stroke occurred: anterior ischemic stroke (AIS) patients (n=188), posterior ischemic stroke (PIS) patients (n=88) and control group (n=154). The morphometry of V1 and V2 was retrospectively examined in 430 patients and control groups using multi-detector computed tomography angiography and 3D Slicer software.

RESULTS: 95,8% of the left V1s originated from the subclavian artery, and 143 of these arteries were in patients with AIS, 83 in patients with PIS, and 145 in control group. It was observed that the remaining 4.2% of left VAs originated from the aortic arch, and this observation was consistent with the incidence in previous studies. In our study, the frequency of entry level of right VAs into the transverse foramen (TF) was observed as C6 (93.5%), C5 (5.1%) and C4 (1.4%), respectively. The frequency of entry level of left VAs into the TFs is C6 (93.3%), C5 (4.4%), C7 (1.6%), C4 (0.2%), C5-C6 (0.2%) and C7-T1 (0.2%), respectively. Right and left V2 diameters were found to be 3.68 mm and 3.69 mm, respectively. In the current study, right and left dominances were 22.3% and 24.9%, respectively.

DISCUSSION AND CONCLUSION: The information obtained from this study will assist head and neck surgeons and interventional radiologists in understanding the variable anatomy of the VA and thus preventing iatrogenic injuries, especially in the Turkish population.

Keywords: Anterior ischemic stroke, posterior ischemic stroke, vertebral artery, V1 segment, V2 segment.

GİRİŞ VE AMAÇ

Vertebral arter (VA), subklavyen arter (SKA)'in ilk bölümünün üst-arka kısmından ayrılır ve bu arterin en kalın dalıdır. Sağ ve sol VA'ler boyunun iki tarafında anatomik olarak 4 segmente ayrılırlar; SKA'den köken alıp C6'ya kadar olan birinci kısmı (V1, prevertebral), C6'nın transvers foramen (TF)'inden geçip C1'ya kadar VA'nın ikinci kısmı (V2, servikal), C1'nin TF'inden foramen magnum (FM)'un duramater seviyesine kadar olan üçüncü kısmı (V3, suboksipital) ve FM'dan kraniyum içinde seyrederek pontomedüller sınıra kadar olan dördüncü kısmı (V4, intrakraniyal) (1,2). VA ve verdiği ana dalları vertebroziler sistem (VBS) olarak da adlandırılmaktadır ve bu sisteme ait ana dallar beynin posterior dolaşımını sağlar. Anterior dolaşımı ise internal karotid arter'in ana dalları oluşturmaktadır (3). VA'ler, anterior dolaşımın yetersiz kaldığı tıkaçıcı tip damar hastalıklarında sirkulus arteriosus serebri (Willis poligonu) aracılığı ile beynin diğer bölümlerine kollateral dolaşım sağlarlar (4).

VA'in çıkış yeri, seyri ve dallanma düzeni ile ilgili anatomik varyasyonları nadirdir (5). Anormal VA'in tanınmaması, arteriyovenöz fistüller, psödoanevrizma, oklüzyon, VA diseksiyonu, serebral iskemi ve hatta ölüm gibi katastrofik

komplikasyonlara yol açabilir (6). Örneğin, arkus aorta (AA) orijinli VA'in prevertebral kısmı kemik tarafından daha az korunur ve bu nedenle ameliyat sırasında kazara yırtılabilir. AA orijinli sol VA'in prevertebral bölümünün üst kısmı, bir prevertebral kas olan longus colli'nin altına gizlenmiştir. AA orijinli sol VA, servikal processus transversus (PT)'ların korumasından yoksun olduğundan, anterior servikal dekompresyon ve füzyon operasyonu gibi boyun cerrahisi sırasında longus colli bölündüğünde pratik olarak güvenli değildir. VA'in hasar görmesi, VBS'i besleyen kanın yetersizliğine yol açabilir. Bu durum ciddi nörolojik bozukluklar, bilinç kaybı ve bazen solunum ve kardiyovasküler bozukluklarla sonuçlanabilir. Bu nedenle boyun cerrahisi, AA cerrahisi ve non-invaziv vasküler prosedürler sırasında bu tür anatomik varyasyonların insidansı bilinmeli ve ameliyat öncesi dikkate alınmalıdır (7).

V1 ve V2 segment varyasyonlarının belirlenmesi, klinik bulguların etiolojisinin araştırılması, endovasküler girişim işlemlerinin planlanması, servikal sinir bloklajlarının uygulanması açısından hayati önem taşımaktadır. V2 segmentindeki çap, kan akış hacmi ve arter

dominantlığındaki değişiklikler, boyun bölgesindeki herhangi bir invazif işlem esnasında ciddi risk oluşturabilir (8). Bu sebeple VA varyasyonlarının insidansının ortaya konması, özellikle VA stenozu ve anevrizmalarının tedavisinde uygulanan endovasküler vertebroplasti ameliyatlarında, cerrahlar için kritiktir. VA'in servikal bölümünün varyasyonlarının, enfarktüsler, arteriovenöz malformasyonlar ve geçici iskemik ataklar gibi ciddi hastalıkların patogeneğinde önemli bir etkisi olduğu gösterildi (9). Ayrıca VA, servikal bölümde normal olmayan bir akış gösterir. Kranioservikal bileşke, C1 ve C2 vertebraları itibarıyla hemodinamik ve anatomik yönden karmaşık bir yapıdır. VA'in servikal bölümünün morfolojisinin daha iyi açıklanması, cerrahilere farklı yaklaşımlar sunarak bu bölgenin ameliyatlarının daha güvenilir bir biçimde uygulanmasını da sağlayacaktır (10).

Çalışmamızın amacı anterior ve posterior dolaşım kaynaklı iskemik inmeli hastalarda VA'in çıkış yerinin ve servikal bölümünün morfolojik varyasyonlarını inceleyerek elde edilen sonuçların anatomik ve radyolojik önemini vurgulamaktır. Bununla birlikte, elde edilen veriler kullanılarak ilgili arteriyel beslenme alanının cerrahi açıdan yeniden yorumlanmasına katkıda bulunmaktadır.

YÖNTEM VE GEREÇLER

Çalışma popülasyonu: Çalışmamızda, multi-dedektörlü bilgisayarlı tomografi anjiyografisi (MDBTA) ve 3D Slicer (version 4.10.2) yazılım programı kullanılarak 430 hasta ve kontrol grubunda yer alan birey retrospektif olarak incelendi. MDBTA görüntüleri İstinye Üniversitesi Gaziosmanpaşa Hastanesi Radyoloji Bölümü veri tabanından Ocak 2018 ile Ocak 2023 tarihleri arasında elde edildi. Anjiyografi görüntüleri anterior (Aİİ) veya posterior iskemik inme (Pİİ) ve kontrol grubunda yer alanlar olmak üzere toplamda 186 (%43,3) kadın ve 244 (%56,7) erkek hastadan oluştu. Tüm gruplardaki hastaların ortalama yaşı $65,27 \pm 14,6$ (yaş aralığı: 20–96) yıl olarak bildirildi.

Bu çalışmada inmenin meydana geldiği arterlere bağlı olarak, Aİİ hastaları (n=188), Pİİ hastaları (n=88) ve kontrol grubu (n=154) olmak üzere üç grup belirlendi. Ekstrakraniyal VA bölümlerinin net bir şekilde görülebildiği ve intrakraniyal arterlerde vaskülitin bulunmadığı

MDBTA görüntüleri tercih edildi. Uzman bir radyolog, dahil etme kriterlerini dikkate alarak görüntüleri inceledi ve karar verdi. Kontrol grubundaki kişiler, iskemi şüphesi sebebiyle BTA istenip herhangi bir bulgusu olmayan kişiler arasından seçildi.

İncelenen görüntüler, İstinye Üniversitesi Gaziosmanpaşa Hastanesi Radyoloji Bölümü'nde bulunan Picture Archiving Communication Software (PACS) sistemi kullanılarak analiz edildi. Toplam 500 üç boyutlu (3B) yeniden yapılandırılmış görüntü incelendi ve bu hastaların 70'i dışlandı. VA veya baziler arter (BA) diseksiyonu, kardiyemboli, VA yokluğu, karotid arterde cerrahi veya oklüzyon ve VA'e dair cerrahi geçiren hastalar çalışma dışı bırakıldı. Ayrıca eksik veri ve rezolüsyonu kötü olan görüntüler de çalışmaya dahil edilmedi.

Görüntüleme protokolü ve rekonstrüksiyonu: Görüntülerin incelenmesi, 128 kesitli multi dedektörlü bir BT tarayıcıda (Somatom Definition AS+ Erlangen, Almanya) sıralı tarama protokolüyle gerçekleştirildi: 120 kVp, 35 mAs, ışın kolimasyonu 128x0,6 mm, gantry dönüş süresi 0,33 s, kesit kalınlığı 0,6 mm ve yeniden yapılandırma aralığı 0,6 mm. İşlem sırasında 70 mL iyonik olmayan iyotlu kontrast infüze edilerek 40 mL salin verildi ve çift güçlü enjektör (Medex flowSens, Geubert ABD) aracılığıyla hastanın antekubital venine (4 mL/sn) enjekte edildi.

Hastaların ve kontrol grubunda yer alan bireylerin 3B bilgisayarlı tomografi anjiyografi görüntülerini analiz etmek için 3D Slicer (versiyon 4.10.2) yazılım programı (<https://www.slicer.org>) kullanıldı. DICOM formatındaki tüm görüntüler kullanılan yazılım programına yüklendi. DICOM görüntüleri üzerinde, 3B görüntü rekonstrüksiyonu ve görüntünün hacimsel biçimlendirilmesi gerçekleştirildi. Ölçüm aşamasında 3B görüntü dışında diğer üç plandan da ölçümler gerçekleştirildi.

Aşağıdaki parametreler kullanılarak ölçümler gerçekleştirildi:

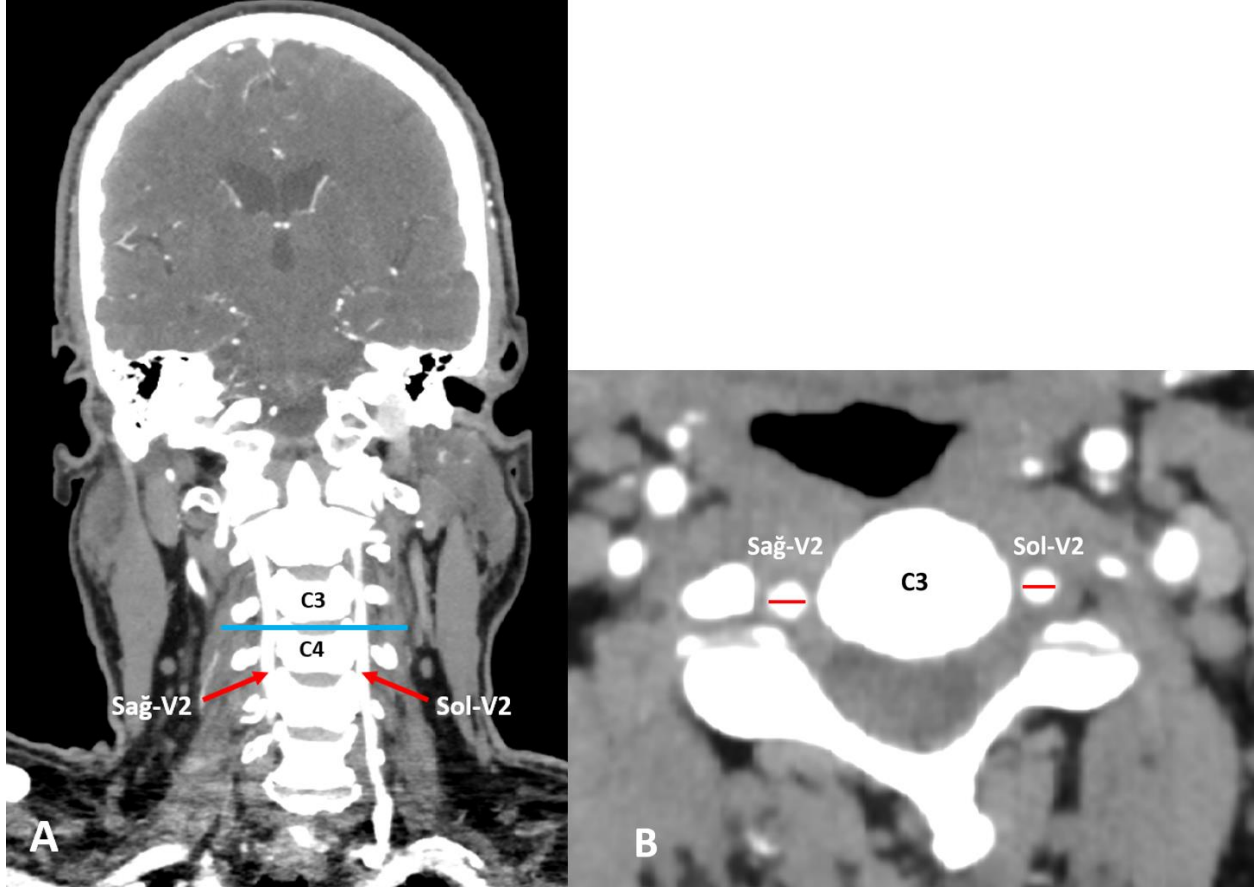
- 1) V2 çap: Sağ ve sol VA'lerin ikinci bölümünün çapı ölçüldü. Bu amaçla multiplanar rekonstrüksiyon üzerinde koronal düzlemde C3 ve C4 segmentleri belirlendi ve aralarından geçen transvers düzlem görüldü. Ardından aksiyal kesitlerde sağ ve sol VA'lerin iç lümen çapları ölçüldü (Şekil 1) (11).
- 2) V2 dominantlık: Sağ-V2 ve Sol-V2 çap farkı 0,4

mm ve üzerinde olan olgularda baskın taraf belirlendi. Çapı büyük olan V2, dominant V2 olarak adlandırıldı. Her iki VA'in çapı benzer olduğunda veya VA'ler arasındaki fark belirgin olmadığında, simetrik olarak adlandırıldılar (Şekil 1) (8).

3) V1'lerin çıkış yeri: 3B rekonstrüksiyon üzerinde VA'ler takip edildi ve başlangıç yerleri belirlenerek

kaydedildi (Şekil 2) (5).

4) VA'lerin ilk giriş yaptığı TF seviyesi: VA, çıkış yerinden itibaren multiplanar rekonstrüksiyon üzerinde aksiyal kesitlerde ve 3B rekonstrüksiyon üzerinde takip edildi. Sağ ve sol tarafta VA'lerin ilk girdikleri TF'in servikal vertebra seviyesi kaydedildi (Şekil 3) (12).

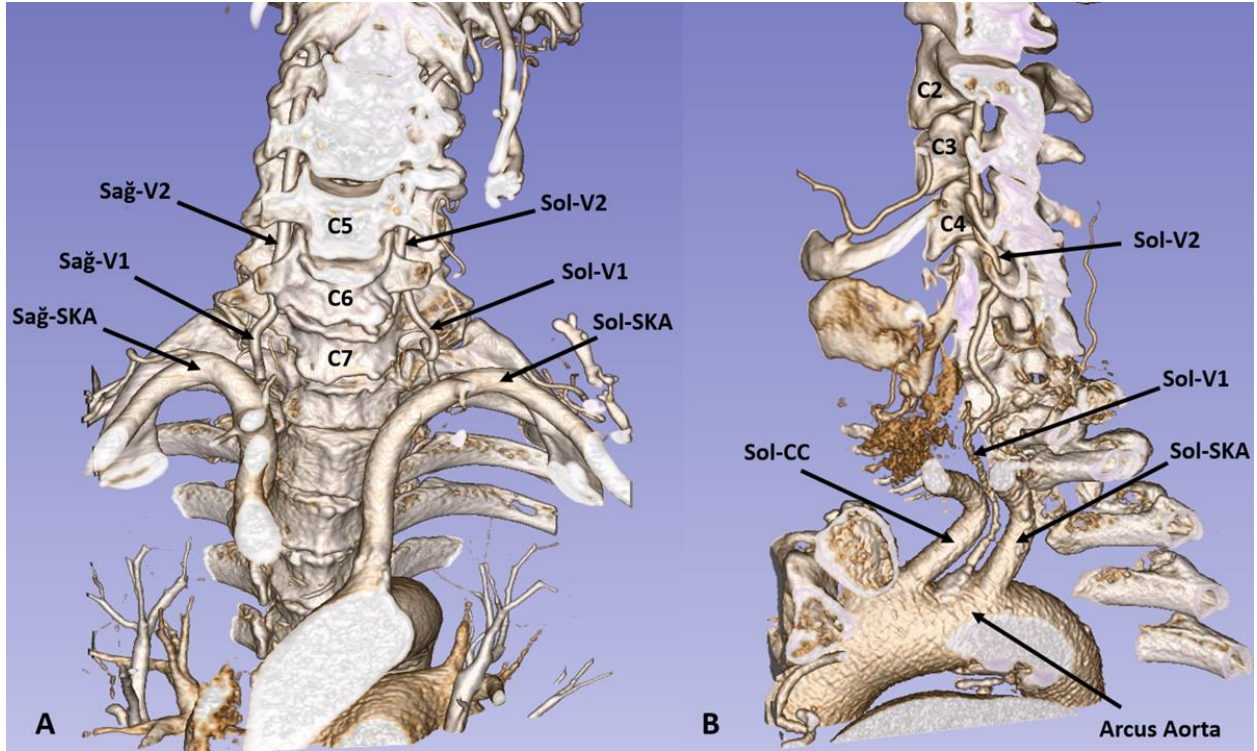


Şekil 1. VA çap ölçümünün multiplanar rekonstrüksiyon üzerinde gösterimi. A. Koronal düzlem. Mavi çizgi, C3 ve C4 vertebralarının arasından geçen aksiyal düzlemi temsil etmektedir ve bu düzlem üzerinde çap ölçümü yapılmaktadır. B. Aksiyal düzlem. Kırmızı çizgiler, Sağ-V2 ve Sol-V2 çap ölçümünü temsil etmektedir. Sağ-V2: Sağ VA'in ikinci bölümü. Sol-V2: Sol VA'in ikinci bölümü.

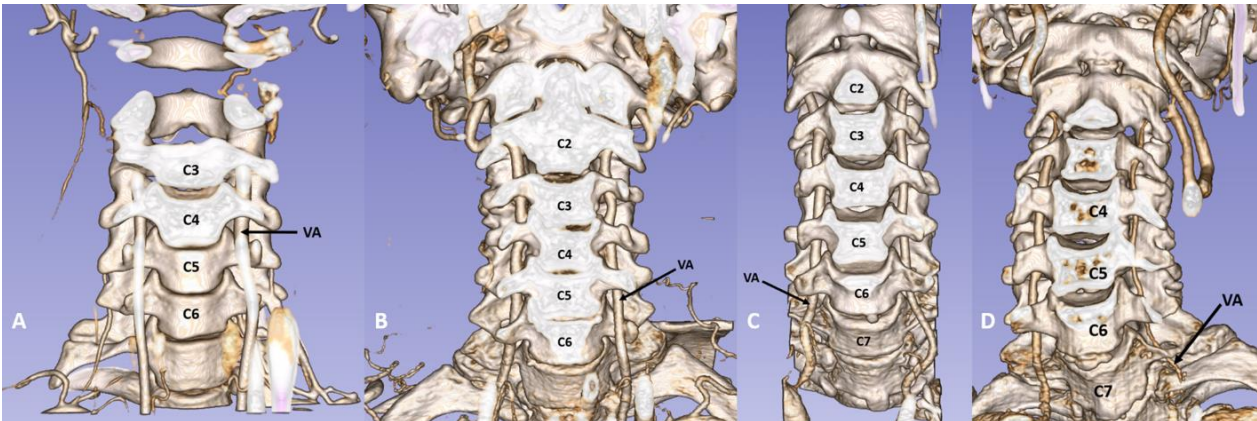
İstatistiksel analiz: Verilerin analizinde Statistical Package for Social Sciences 25 (SPSS, v.25) (IBM Corp., Armonk, New York, USA) programı kullanıldı. İlk aşamada sürekli verilerin ortalama, ortanca, standart sapma, minimum ve maksimum analizleri yapıldı. Kategorik verilerde ise sayı ve yüzdeler hesaplandı. İkinci aşamada normallik dağılımlarına Kolmogorov Smirnov ile bakıldı. Buna göre Aİİ, Pİİ ve kontrol grupları arasında sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi ve kategorik verilerin karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanıldı. Kadın

ve erkek cinsiyet grupları arasında sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U Testi ve kategorik verilerin karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanıldı. Anlamlılığın hangi gruptan kaynaklandığı post hoc analiz (Tamhane's T2 testi) ile belirlendi. Anlamlılık %95 güven aralığında ve $p < 0,05$ olarak değerlendirildi.

Etik onay: Bu çalışmanın protokolü Helsinki Deklarasyonu Etik Standartları'na uygun şekilde gerçekleştirilmiş ve İstinye Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Tarih: 01.07.2022, Sayı: 3/2022.K-59).



Şekil 2. VA çıkış yeri ve seyri için 3B rekonstrüksiyon üzerinde gösterimi. A. Sağ ve sol VA'lerin SKA'den köken aldıkları ve C6 seviyesinde TF'lerden geçtikten sonra servikal bölgede seyrettikleri gözlemlenmektedir. B. Sol VA'nin AA'tan köken aldığı ve C5 seviyesinde TF'den geçerek servikal bölgede ilerlediği gözlemlenmektedir. Sağ-V1: Sağ VA'nin birinci bölümü, Sağ-V2: Sağ VA'nin ikinci bölümü, Sol-V1: Sol VA'nin birinci bölümü, Sol-V2: Sol VA'nin ikinci bölümü, Sağ-SKA: Sağ subklavyen arter, Sol-SKA: Sol subklavyen arter, TF: transvers foramen, Sol-CC: Sol arteria carotis communis.



Şekil 3. VA'nin ilk girdiği TF seviyesi. A. Sağ ve sol VA'lerin ilk olarak C4 seviyesinde TF'dan geçtiği görülmektedir. B. Sağ VA'nin C6 ve sol VA'nin C5 seviyesinde TF'dan geçtiği görülmektedir. C. Sağ ve sol VA'lerin ilk olarak C6 seviyesinde TF'dan geçtiği görülmektedir. D. Sağ VA'nin C6 ve sol VA'nin C7 seviyesinde TF'dan geçtiği görülmektedir. VA: Vertebral arter, TF: transvers foramen.

BULGULAR

Çalışmaya alınan kişilerin sosyo-demografik bilgileri, çalışma gruplarına ilişkin dağılımları ve VA'nin vasyasyonel özellikleri Tablo 1'de verildi. Araştırmaya alınan kişilerin %43,3'ünün kadın, %56,7'sinin erkek olduğu gözlemlendi. Çalışmaya

alınan kişilerin ortalama yaşı $65,27 \pm 14,6$ (dağılım: 20-96) yıl olduğu görüldü. Grup dağılımlarına göre %43,7'sinin Aİİ, %20,5'inin Pİİ ve %35,8'inin kontrol grubuna sahip olduğu tespit edildi.

Grupların normal dağılımına Kolmogorov-

Table 1. Çalışmaya alınan kişilerin sosyo-demografik bilgileri, çalışma gruplarına ilişkin dağılımları ve VA'in vasyasyonel özellikleri.

Özellikler		Ortalama değer ±Ss	Min-max (med)
Yaş		65,27±14,69	20-96 (67)
Sağ-V2 çap		3,68±0,65	2-6 (3,6)
Sol-V2 çap		3,69±0,62	2-6 (3,6)
		n	%
Gruplar	Anterior iskemik inme hastaları	188	43,7
	Posterior iskemik inme hastaları	88	20,5
	Kontrol grubu	154	35,8
Cinsiyet	Kadın	186	43,3
	Erkek	244	56,7
	Subklavyen	428	99,6
Sağ-VA çıkış yeri	Arkus aorta	1	0,2
	Diğer	1	0,2
	Subklavyen	412	95,8
Sol-VA çıkış yeri	Arkus aorta	18	4,2
	C4	6	1,4
	C5	22	5,1
Sağ-VA TF	C6	402	93,5
	C4	1	0,2
	C5	19	4,4
Sol-VA TF	C5-C6	1	0,2
	C6	401	93,3
	C7	7	1,6
	C7-T1	1	0,2
V2 dominantlık	Sağ	96	22,3
	Sol	107	24,9
	Simetrik	227	52,8
TOPLAM		430	100,0

Smirnov ile bakıldı ve grupların normal dağılmadığı görüldü. Yaş ile gruplar karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel anlamlı farklılık saptandı ($p<0,001$). Bu anlamlılığın hangi gruptan kaynaklandığına bakıldığında anlamlılığın Aİİ grubundan ($67,9\pm 12,7$; 25-93 [70]) ve Pİİ grubundan ($68,1\pm 12,1$; 43-91 [69]) kaynaklandığı belirlendi. Gruplar ile cinsiyet değişkeni karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel anlamlı farklılık saptandı ($p=0,008$). Bu anlamlılığın Pİİ grubundan kaynaklandığı belirlendi (Tablo 2).

Total bütün gruplardaki Sağ-V2 çap ve Sol-V2 çap değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ($KW=1,148$; $p=0,237$). V2 dominantlık ile yaş, gruplar ve cinsiyet değişkenleri karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). V2 dominantlığı ile Sağ-V2 çap değerleri karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel anlamlı farklılık saptanırken ($p<0,001$); bu anlamlılığın sağ taraftaki dominantlıktan kaynaklandığı belirlendi. V2 dominantlığı ile Sol-V2 çap değerleri karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel anlamlı farklılık saptanırken ($p<0,001$); bu anlamlılığın sol taraftaki dominantlıktan kaynaklandığı belirlendi. V2 dominantlığı ve Sol-V2 çap değerleri arasında

ilişki saptanmazken, V2 dominantlığı ve Sağ-V2 çap değerleri arasında negatif yönde çok zayıf ilişki saptandı ($r=-0,167$). V2 dominantlığı ile Sağ-VA çıkış yeri, Sol-VA çıkış yeri, Sol-VA TF, Sağ-VA TF karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Yine tüm gruplar ile Sol-VA çıkış yeri, Sağ-VA çıkış yeri, Sol-VA TF, Sağ-VA TF, Sol-V2 çap, Sağ-V2 çap, V2 dominantlık parametreleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Cinsiyete göre sonuçların dağılımı ve karşılaştırılması Tablo 3'te yer almaktadır. Buna göre Sol-V2 çap ($p=0,041$) ile cinsiyet arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptandı (Tablo 3).

TARTIŞMA VE SONUÇ

İskemik serebrovasküler inme, anterior veya posterior dolaşım kaynaklı olabilir ve genellikle emboli, hemodinamik bozulma veya küçük damar tıkaçıcı hastalığına bağlı gelişebilir (13). Anterior ve posterior dolaşımdaki iskemik olaylar aynı semptomlara neden olabileceğinden, bölgenin yalnızca klinik semptomlara ve bulgulara dayanarak tanımlanması çoğu zaman zor, hatta imkansızdır (14). Tüm iskemik inmelerin yaklaşık

Tablo 2. Gruplara göre parametrelerin ayrı ayrı değerlendirilmesi.

Özellikler		Gruplar			Test değeri
		Aİİ hastaları	Pİİ hastaları	Kontrol grubu	p
Yaş	Ortalama değer±Ss	67,9±12,7	68,1±12,1	60,3±16,8	21,530
	Min-max (med)	25-93 (70)	43-91 (69)	20-96 (62)	<0,001*
Sağ-V2 çap	Ortalama değer±Ss	3,68±0,63	3,68±0,59	3,69±0,71	0,144
	Min-max (med)	2-6 (3,6)	2-5(3,6)	2-6(3,6)	0,931*
Sol-V2 çap	Ortalama değer±Ss	3,66±0,57	3,63±0,55	3,7±0,72	3,898
	Min-max (med)	2-6 (3,5)	2-5(3,5)	2-6 (3,8)	0,142*
Cinsiyet	Kadın	80	27	79	9,742
	Erkek	108	61	75	0,008**
Sağ-VA çıkış yeri	Subklavyen	187	88	153	1,792
	Arkus aorta	1	0	0	0,408**
	Diğer	0	0	1	
Sol-VA çıkış yeri	Subklavyen	143	83	145	3,524
	Arkus aorta	4	5	9	0,172**
Sağ-VA TF	C4	4	0	2	0,895
	C5	7	5	10	0,639**
	C6	177	83	142	
Sol-VA TF	C4	0	0	1	3,182
	C5	7	3	9	0,204**
	C5-C6	1	0	0	
	C6	177	82	142	
	C7	3	3	1	
V2 dominantlık	C7-T1	0	0	1	
	Sağ	45	19	32	1,982
	Sol	41	20	46	0,159**
	Simetrik	102	49	76	

*Kruskal Wallis testi; **Ki kare testi; p<0,05

Tablo 3. Cinsiyete göre sonuçların dağılımı ve karşılaştırılması.

Özellikler		Cinsiyet		Test değeri
		Kadın	Erkek	p
Sağ-VA çıkış yeri	Subklavyen	185	244	*1,312; 0,252
	Arkus aorta	1	0	
Sol-VA çıkış yeri	Subklavyen	180	232	*0,752; 0,386
	Arkus aorta	6	12	
Sağ-VA TF	C4	4	2	*-0,381; 0,703
	C5	9	13	
	C6	173	229	
Sol-VA TF	C4	1	0	*-1,642; 0,101
	C5	10	9	
	C5-6	1	0	
	C6	172	229	
	C7	1	6	
Sağ-V2 çap	C7-T1	1	0	
	Ortalama değer±Ss	3,67±0,65	3,7±0,65	**0,209; 0,648
	Min-max (med)	2-5(3,63)	2-6(3,71)	
Sol-V2 çap	Ortalama değer±Ss	3,76±0,65	3,63±0,60	**4,187; 0,041
	Min-max (med)	2-6(3,67)	2-5(3,59)	
V2 dominantlık	Sağ	37	60	*5,328; 0,069
	Sol	54	48	
	Simetrik	95	136	

Ss: standart sapma; med: median; min: minimum; max: maximum; *Ki Kare testi; **Mann Whitney U Testi; p<0,05 (V2 dominantlığı: Pozitif sayılar sağ dominantlığı, negatif sayılar sol dominantlığı temsil etmektedir.)

%20-30'unu oluşturan Pİİ etiyojisi, klinik özellikler ve prognoz açısından Aİİ'lerden farklılık gösteren çeşitli prezentasyonlara sahip olabilir (15). V1 ve V2 morfolojisinin posterior veya anterior iskemik inme için bir risk faktörü olup olmadığı belirsizliğini koruyor (3). Pİİ'li hastalarla

ilgili yayınlanmış çok sayıda rapor mevcutken (3,14-16,17), anterior veya posterior iskemik inmesi olan hastaları karşılaştıran çalışmalar azdır ve bunları V1 ve V2'deki morfolojik değişikliklerle karakterize etmek için hiçbir girişimde bulunulmamıştır.

VA'in morfolojik varyasyonlarının, ateroskleroz, enfarktüs ve geçici iskemik inme gibi birçok patolojik durum için etiyolojik bir faktör olduğu bilinmektedir (10). V1 ve V2 segment proksimal kesitlerindeki VA varyasyonlarının belirlenmesi, klinik bulguların etiyolojisinin araştırılması, endovasküler girişim işlemlerinin planlanması, servikal sinir blokajlarının araştırılması açısından hayati önem taşımaktadır (8). Servikal omurga ameliyatları sırasında VA yaralanmasının görülme sıklığı normal anatomide %0,3 ile %8,2 arasında değişmektedir (6). Bununla birlikte, VA'in anormal seyri, anterior servikal dekompresyon ameliyatı sırasında nörolojik hasar veya ölümle sonuçlanabilecek ciddi komplikasyonlara neden olabilir (5). Yine arterin V2 segmentinin çapındaki, kan akış hacmindeki ve arter dominantlığındaki değişiklikler boyun bölgesine yapılacak herhangi bir invazif işlem için ciddi risk oluşturabilir (8).

VA'in kökeni, AA dallarının embriyonal gelişiminin bozulması sonucu sıklıkla farklı varyasyonlar gösterir (18). AA kaynaklı VA kemik tarafından daha az korunur ve bu nedenle ameliyat sırasında kazara yırtılabilir (7). AA'tan kaynaklanan VA en sık solda görülür ve bulunma sıklığı %2,4 ile %6,9 arasında değişir (5,7,8,12,18-22). Bizim çalışmamızda, sol V1'lerin %95,8'i SKA'den köken alırken bu arterlerin 143'ünün Aİİ'li, 83'ünün Pİİ'li hastalarda ve 145'inin kontrol grubunda yer alan bireylerde olduğu gözlemlendi. Sol VA'lerin kalan %4,2'sinin AA'tan ayrıldığı ve önceki çalışmalardaki insidansla uyumlu olduğu görüldü. Yamaki ve ark.'na göre, sol VA'in bu anormal kökeni, sol V1'in muhtemelen 4. brankial arterin AA'nın üst duvarı ile birleşmesiyle açıklanabilir (22). Sol VA'in AA'dan doğrudan köken alması, sol VA'de kan akışını arttırıyor gibi görünmektedir (5). Sağ VA'nın anormal aortik kökeni genellikle nadirdir ve %0,6 ile %0,19 arasında değişir (19,22). Olgularımızda, sağ VA'lerin %99,6'sı SA'den köken alırken bunların 187'si Aİİ'li, 88'i Pİİ'li hastalarda ve 153'ü kontrol grubunda yer alan bireylerde tespit edildi. Literatür ile uyumlu olarak, sadece %0,2'sinin AA'tan çıktığı belirlendi. VA'in anormal V1 segment kökeninin serebral hemodinamik farklılığa neden olma olasılığı ve AA'tan dallanan VA olgularında yüksek kan basıncına bağlı kayma gerilmesi riski klinik yansımalar sırasında akılda tutulmalıdır (8). AA veya alt boyun bölgesinin cerrahisi sırasında VA'in orijinindeki varyasyon ve

anormal proksimal seyri tehlikeli olduğundan, cerrahlar bu varyasyonların farkında olmalıdır (12).

V2 segmentinin VA'deki standart anatomik yerleşimi, C6'dan C2'ye kadar TF içerisinde yer alır ve VA PT tarafından korunur (11). V2 segmentinin TF giriş seviyesindeki farklılıkları kemik tarafından korunmayan arterin hasar görmesine neden olabilir (8). C5-C3'ten TF'e giren VA'ler TF'nin önünden geçtiği için ön boyun cerrahisi sırasında tehlikeyedirler ve üçüncü TF'e giriş, boyun rotasyonu sırasında VA'in diseksiyonu veya tıkanması için bir risk faktörü olabilir (12). VA, TF'e C6 dışındaki seviyelerden girebilir ve V2 segmentine normal giriş insidansı %90 ila 95 arasında değişir (5,11,12,23,24). Çalışmamızda sağ VA'lerin geçmiş oldukları TF'lerin sıklığı sırasıyla C6 (%93,5), C5 (%5,1) ve C4 (%1,4) olarak gözlemlendi. 188 Aİİ'li hastadan 4'ünde C4'ten, 7'sinde C5'ten, 177'sinde C6'dan geçerken, 88 Pİİ'li hastadan 5'inde C5'ten ve 83'ünde C6'dan geçtiği görüldü. Sol VA'lerin geçmiş oldukları TF'lerin sıklığı ise sırasıyla C6 (%93,3), C5 (%4,4), C7 (%1,6), C4 (%0,2), C5-C6 (%0,2) ve C7-T1 (%0,2) olarak tespit edildi. İskemik inmeli hastalarda C4 ve C7-T1 TF'lerinden geçen V2 tespit edilemedi. VA, Aİİ'li hastaların 7'sinde C5'ten, 1'inde C5-C6'dan, 177'sinde C6'dan ve 3'ünde C7'den geçerken, Pİİ'li hastaların 3'ünde C5'ten, 82'sinde C6'dan ve yine 3'ünde C7'den geçerken belirlendi. V2'nin TF'de olağan dışı görülme sıklığı %5,1 ila 10 arasında değişmektedir ve C5 TF'indeki VA girişi en yaygın giriş bölgesi olduğu bilinmektedir (5,11,12,23-25). Mevcut çalışmada da hem kontrol grubunda yer alan bireylerde hem inmeli hastalarda literatür ile uyumlu veriler elde edildi. Daha önceki bazı raporlarda olağandışı V2 girişinin çeşitli yönleri değerlendirilmiş olsa da (5,11,20,22), iskemik inmeli hastalarda bu durum ilk defa belgelenmiştir.

Servikal omurga cerrahisi sırasında servikal pedikül vidalarının kullanımı ancak VA'in genellikle TF'de bulunmadığı C7'de yapıldığında güvenlidir. Bununla birlikte, insanların küçük bir kısmında VA, C7'nin TF'inde bulunur. Bu gibi durumlarda, Wallenberg sendromu gibi çeşitli nörolojik bozukluklara yol açabilecek VA hasarı riski artabilmektedir (26,27). Bu nedenle iyatrojenik hasarı ve buna bağlı komplikasyonları önlemek için hastanın anatomisinin ameliyat öncesi tam olarak anlaşılması önemlidir (20,23). Spesifik olarak, C7'de VA girişinin yaygınlığı %0,8

ile 5,4 arasında değişmektedir (23,24). Uchino ve ark.'nın (12) çalışmasında bu oran (C7) %1 iken, Kim ve ark.'nın (11) yaptıkları çalışmada %6,7 olduğu görüldü. Mevcut çalışmada, büyük çoğunluğu iskemik inmeli hastalarda olmak üzere (6/7), %1,6 olarak bulundu.

Sol VA'in AA'tan çıktığı durumlarda, TF'e girişi genellikle normalden daha yukarıda olur (C5 veya C4) ve posterior serebral dolaşımdaki iske mi ile birlikte kompresyon ve azalmış akış olasılığı daha yüksektir (7,8,20). Bu gibi durumlar aynı zamanda anterior servikal cerrahi sırasında iyatrojenik damar yaralanması riski daha yüksek olan transpediküler fiksasyon veya diğer omurga ameliyatlarında da önemlidir ve preoperatif görüntüleme de tespit edilebilir (18). AA kökenli sol VA'nın en yaygın TF giriş seviyesi, %2,5-4,5'lik bir insidansla C5 olarak bilinmektedir (8,12,22). Çalışmamızda, sol VA'lerin AA'tan ayrıldıktan sonra Aİİ hastalarında %1,06'sı C5 ve %0,53'ü C7 TF'den geçerken, Pİİ hastalarında ise %1,13'ü C5-C6 ve %2,26'sı C7 TF'den geçtiği görüldü.

Arterin V2 segmentinin çapındaki, kan akış hacmindeki ve arter baskınlığındaki değişiklikler, boyun bölgesindeki herhangi bir invaziv prosedür için ciddi risk oluşturabilir (8). Sureka ve ark.'nın çalışmasında V2'nin C3 düzeyindeki çapı sağda $3,3\pm 0,6$ mm ve solda $3,4\pm 0,6$ mm (27), Özdemir ve ark.'nın incelemesinde V2 çapı sağda $3,2\pm 0,6$ mm, solda $3,4\pm 0,5$ mm (4) ve Yaprak ve ark.'nın raporunda V2 çapı sağ taraf için 3,5 mm, sol taraf için 3,6 mm olarak bulundu (8). Çalışmamızda sağ V2 çapı $3,69\pm 0,71$ ve sol V2 çapı $3,7\pm 0,72$ mm olarak bulundu. Kontrol grubunda yer alan bireylerde ve iskemik inmeli hastalarda sağ-V2 çap ve sol-V2 çap değerleri karşılaştırıldığında ilginç bir şekilde istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı. Bu, Kim ve ark.'nın sağ VA çapı ortalama değerinin sol VA çapından daha büyük olduğu rapor dışında (11), ortalama VA çapı genellikle sol tarafta sağ tarafa göre daha büyük olan diğer çalışmalar ile uyumlu değildi. Bu durumun iskemik inme ile olan bağlantısının daha büyük örneklem kullanılarak araştırılması değerli olacaktır.

VA dominantlığı, VA'in sık görülen bir konjenital varyasyondur ve genel olarak VA çapının her iki tarafı arasında anlamlı fark bulunması olarak tanımlanır. Zhu ve ark., inme ile VA dominantlığı arasında doğrudan bir bağlantı olduğu sonucuna varmıştır (3). Bazı endovasküler işlemler için dominant VA'in bilinmesi gerekir

(17). Mevcut çalışmada sağ dominantlık %22,3 (Aİİ'lilerde %23,9, Pİİ'lilerde %21,6 ve kontrol grubunda yer alan bireylerde %20,8), sol dominantlık %24,9 (Aİİ'lilerde %21,8, Pİİ'lilerde %22,7 ve kontrol grubunda yer alan bireylerde %29,9) ve simetrik olma durumu %52,8 (Aİİ'lilerde %54,3, Pİİ'lilerde %55,7 ve kontrol grubunda yer alan bireylerde %49,3) olarak gözlemlendi. İlgili tüm çalışmaların çoğunluğu sol taraf baskınlığını göstermesine rağmen, bu eğilimin nasıl oluştuğu henüz kimse tarafından bilinmemektedir (4,8,21,25,27). Literatürde bildirilen VA dominantlığı prevalansındaki farklılık etnik kökene, ölçüm yerine ve metodolojiye bağlanabilir (17). Çalışmamızda, soldaki değer sağa göre bir miktar yüksekti, fakat istatistiksel bir anlamlılık göstermedi. Zhu ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, VA dominantlığının posterior dolaşım enfarktüsü riskini artırdığını düşündüklerini belirtirler (3). Biz böyle bir sonuca kesin olarak ulaşamadık. Buna rağmen, VA dominantlığının serebral iskemik inme riski üzerindeki rolü daha kapsamlı çalışmalarda tartışılmalıdır.

Çalışmamızın bir takım sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak bu çalışma retrospektiftir ve yalnızca bilgisayarlı tomografi anjiyografisini içermektedir. Bu nedenle VA'in morfolojik deformasyonları ile inme arasında bildirilen patofizyolojik ilişkiyi doğrulamak için geniş serili prospektif bir çalışmaya ihtiyaç duyulabilir. İkincisi, hastaların risk faktörleri bizim için mevcut değildi; bu nedenle bunları bulgularımızla karşılaştıramadık. Üçüncüsü, çalışmanın tek merkezli yapısı, VA varyasyonlarının görülme oranını etkileyebilecek seçim yanlılığına yol açmış olabilir. Son olarak, çalışmamızın örnekleme iskemik inme ile VA'deki geometrik değişiklikler arasındaki ilişkileri analiz etmek için yeterince büyük değildi. Gelecekteki çalışmalar örneklem boyutunu genişletmeye çalışmalıdır. Bu sınırlamalara rağmen sonuçlarımız klinik öneme sahip olabilir.

Bildiğimiz kadarıyla bu, VA'in morfometrik ve anatomik varyasyonları ile anterior ve posterior dolaşım kaynaklı iskemik inme geçiren hastalar arasında bir ilişki olup olmadığını araştıran ilk rapordur. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler baş ve boyun cerrahları ve girişimsel radyologlar başta olmak üzere ilgili bölge üzerinde çalışan diğer klinik ve pre-klinik branş hekimlerine, özellikle Türk toplumunda, VA'in değişken anatomisini anlamada ve böylece iyatrojenik yaralanmaların

Demirtaş ve ark.

önlenmesinde yardımcı olacaktır. Daha büyük gruplarla yapılacak detaylı prospektif bir çalışma, V1 ve V2 morfolojisi ile anterior veya posterior iskemik inme arasındaki daha ileri patofizyolojik ve nedensel ilişkilerin belirlenmesinde yararlı olabilir.

KAYNAKLAR

1. Abd el-Bary TH, Dujovny M, Ausman JI. Microsurgical anatomy of the atlantal part of the vertebral artery. *Surg Neurol* 1995; 44(4): 392-400.
2. Siclari F, Burger IM, Fasel JH, et al. Developmental anatomy of the distal vertebral artery in relationship to variants of the posterior and lateral spinal arterial systems. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007; 28(6): 1185-1190.
3. Zhu W, Wang YF, Dong XF, et al. Study on the correlation of vertebral artery dominance, basilar artery curvature and posterior circulation infarction. *Acta Neurol Belg* 2016; 116(3): 287-293.
4. Özdemir ST, Yıldız C, Cankur NŞ. Sağlıklı popülasyonda vertebral arter sisteminin renkli dupleks Doppler ultrasonografi ile değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2002; 28(3): 95-99.
5. Magklara EP, Pantelia ET, Solia E, et al. Vertebral artery variations revised: origin, course, branches and embryonic development. *Folia Morphol (Warsz)* 2021; 80(1): 1-12.
6. Li T, Yin YH, Qiao GY, et al. Three-dimensional evaluation and classification of the anatomy variations of vertebral artery at the craniovertebral junction in 120 patients of basilar invagination and atlas occipitalization. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 2019; 17(6): 594-602.
7. Woraputtaporn W, Ananteerakul T, Iamsaard S, et al. Incidence of vertebral artery of aortic arch origin, its level of entry into transverse foramen, length, diameter and clinical significance. *Anat Sci Int* 2019; 94(4): 275-279.
8. Yaprak F, Ozer MA, Govsa F, et al. Variations of the extracranial segment of vertebral artery as a bleeding risk factor. *Surgical and radiologic anatomy* 2021; 43(10): 1735-1743.
9. Cokkeser Y, Naguib MB, Kizilay A. Management of the vertebral artery at the craniocervical junction. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 133(1): 84-88.
10. Kavitha S, Shastri D. Hypoplasia of Fourth Part of Vertebral Artery and Its Clinical Significance. *J Microsc Ultrastruct* 2021; 10(2): 81-84.
11. Kim JT, Lee HJ, Kim JH, et al. Quantitative analysis of unusual entrance of the vertebral artery into the cervical foramen (V2 segment) and its clinical implications. *European Spine Journal* 2016; 25(12): 4188-4194.
12. Uchino A, Saito N, Takahashi M, et al. Variations in the origin of the vertebral artery and its level of entry into the transverse foramen diagnosed by CT angiography. *Neuroradiology* 2013; 55(5): 585-594.
13. Akar ZC, Dujovny M, Slavin KV, et al. Microsurgical anatomy of the intracranial part of the vertebral artery. *Neurol Res* 1994; 16(3): 171-180.
14. Markus HS, van der Worp HB, Rothwell PM. Posterior circulation ischaemic stroke and transient ischaemic attack: diagnosis, investigation, and secondary prevention. *Lancet Neurol* 2013; 12(10): 989-998.
15. Mehndiratta M, Pandey S, Nayak R, et al. Posterior circulation ischemic stroke-clinical characteristics, risk factors, and subtypes in a north Indian population: A prospective study. *Neurohospitalist* 2012; 2(2): 46-50.
16. Katsanos AH, Giannopoulos S. Increased risk for posterior circulation ischaemia in patients with vertebral artery hypoplasia: A systematic review and meta-analysis. *Eur Stroke J* 2017; 2(2): 171-177.
17. Omotoso BR, Harrichandparsad R, Satyapal KS, et al. Radiological anatomy of the intracranial vertebral artery in a select South African cohort of patients. *Sci Rep* 2021; 11(1): 12138.
18. Vujmilović S, Spasojević G, Vujnović S, et al. Variability of the vertebral artery origin and transverse foramen entrance level-CT angiographic study. *Folia Morphol (Warsz)* 2018; 77(4): 687-692.
19. Phukan P, Saikia B, Sarma A, et al. Retrospective study of normal variations in vertebral artery on computed tomography angiography with special emphasis on relevant embryology. *Cureus* 2023; 15(4): e38063.
20. Lin CY, Liu YS, Chen YC, et al. Variations in the origin and course of the extracranial vertebral artery on multidetector computed tomography angiography. *Iranian Journal of Radiology* 2018; 15(2): e61623.
21. Tardieu GG, Edwards B, Alonso F, et al. Aortic arch origin of the left vertebral artery: An anatomical and radiological study with significance for avoiding complications with anterior approaches to the cervical spine. *Clin Anat* 2017; 30(6): 811-816.
22. Yamaki K, Saga T, Hirata T, et al. Anatomical study of the vertebral artery in Japanese adults. *Anat Sci Int* 2006; 81(2): 100-106.
23. Hong JT, Park DK, Lee MJ, et al. Anatomical variations of the vertebral artery segment in the lower cervical spine: analysis by three-dimensional computed tomography angiography. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33(22): 2422-2426.
24. Bruneau M, Cornelius JF, Marneffe V, et al. Anatomical variations of the V2 segment of the vertebral artery. *Neurosurgery* 2006; 59(1 Suppl 1): ONS20-4.
25. Kim C, Lee SH, Park SS, et al. A Quantitative comparison of the vertebral artery and transverse foramen using CT angiography. *J Clin Neurol* 2012; 8(4): 259-264.
26. Rawal JD, Jadav HR. Anatomical study of variation of vertebral artery entering the foramen transversarium of cervical vertebrae. *National Journal of Medical Research* 2012; 2(2): 199-201.
27. Sureka B, Mittal MK, Mittal A, et al. Morphometric analysis of diameter and relationship of vertebral artery with respect to transverse foramen in Indian population. *Indian J Radiol Imaging* 2015; 25(2): 167-72.

Türk Beyin Damar Hastalıkları Dergisi 2023; 29(3): 143-153

Etik Bilgiler

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma İstinye Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Tarih: 01.07.2022, Sayı: 3/2022.K-59).

Onam: Yazarlar retrospektif bir çalışma olduğu için olgulardan imzalı onam almadıklarını beyan etmişlerdir.

Telif Hakkı Devir Formu: Yazarlar tarafından Telif Hakkı Devir Formu imzalanmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Hakem değerlendirmesinden geçmiştir.

Yazar Katkı Oranları: Cerrahi ve Tıbbi Uygulamalar: İD, KÇK, AA, SA. Konsept: İD, SA. Tasarım: İD, KÇK. Veri Toplama veya İşleme: SA, AA. Analiz veya Yorum: İD, AA. Literatür Taraması: KÇK, AA, AS. Yazma: İD, KÇK.

Çıkar Çatışması Bildirimi: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.