

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**SULKUS ARTERIA VERTEBRALIS VARYASYONLARI
VE
KLİNİK BULGULAR İLE KORELASYONU**

Dr. Fikret Candan ERKMEN

**UZMANLIK TEZİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Meltem ÇETİN**

ISPARTA - 2011

ÖNSÖZ

Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Ana Bilim Dalındaki asistanlık eğitimimiz süresince bize yol gösteren, gelecekteki mesleki hayatımızda bize yardımcı olacak deneyimleri kazanmamızı sağlayan, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığımız, her konuda bilimsel ve manevi desteğini gördüğümüz değerli hocalarım Prof. Dr. Meltem Çetin'e ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kayan'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca üzerimizde emeği olan aramızdan ayrılan değerli hocalarımız Prof. Dr. Orhan Oyar, Doç Dr. Ahmet Yeşildağ, Doç. Dr. Mert Köroğlu ve Uzm. Dr. Bahattin Baykal'a ve tez çalışmamın istatistiksel analizlerinde yardımlarını esirgemeyen hocalarım Doç. Dr. Mustafa Öztürk ve Yrd. Doç. Dr. Yonca Sönmez'e de teşekkürlerimi borç bilirim.

Tüm zorlukları birlikte aştığımız, iyi ve kötü günleri paylaştığımız ve tez çalışmam sırasında desteklerini esirgemeyen asistan arkadaşlarıma sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlık hayatım boyunca birlikte çalıştığımız teknisyen arkadaşlarıma, sekreter arkadaşlarıma, hemşire ve sağlık personeline yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde en büyük paya sahip olan destek, ilgi ve sevgilerini benden esirgemeyen ve hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan sevgili annem ve babama en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Dr. Fikret Candan ERKMEN

ISPARTA - 2010

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Birinci Boyun Omuru (C1, atlas) Anatomisi	2
2.2. Vertebro baziler Sistem Anatomisi	3
2.2.1. Baziler Arter.....	4
2.2.2. Anterior İnförior Serebellar Arter (AİCA).....	4
2.2.3. Posterior Serebral Arter (PCA).....	5
2.3. Arkuat Foramen	5
2.3.1. Arkuat Foramenin Gelişimi	6
2.3.2. Arkuat Foramenin Görüntülenmesi	7
2.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	8
2.4.1. Bilgisayarlı Tomografi Tarihçesi	8
2.4.2. Bilgisayarlı Tomografi'nin Temel Prensipleri.....	10
2.4.3. Multidedektör BT.....	14
2.4.3.1. Gantri Rotasyon Süresi	15
2.4.3.2. Temporal Çözünürlük	15
2.4.3.3. Uzaysal Çözünürlük.....	15
2.4.3.4. Rekonstrüksiyon ve Reformasyonların Oluşturulması	16
2.4.3.4.1. Multiplanar Rekonstrüksiyonlar (MPR)	16
2.4.3.4.2. Maksimum İntensite Projeksiyon (MIP).....	16
2.4.3.4.3. Surface Shaded Display (SSD)	16
2.4.3.4.4. Üç Boyutlu Volüm Rendering Tekniği (3D VRT)	16
2.4.3.5. MDBT'nin Klinik Kullanımda Getirdiği Avantajlar	17
2.5. Arkuat Foramenin Klinik Önemi	17
3. MATERYAL ve METOD	21
4. BULGULAR	23

5. TARTIŞMA ve SONUÇ	27
ÖZET.....	32
SUMMARY	33
KAYNAKLAR	34

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

PİCA	: Posterior inferior serebellar arter
AİCA	: Anterior inferior serebellar arter
PCA	: Posterior serebral arter
BT	: Bilgisayarlı tomografi
MDBT	: Multidedektör bilgisayarlı tomografi
FOV	: Field of View (görüntü alanı)
HU	: Hounsfield Units
PACS	: Picture archiving and communication system
MPR	: Multiplanar Rekonstrüksiyon
VRT	: Volüm Rendering Tekniği
MIP	: Maximum Intensity Projection
SSD	: Surface Shaded Display

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. C1 vertebra üstten bakış.....	2
Şekil 2. C1 vertebra alttan bakış	3
Şekil 3. Sulkus vertebralisin formları	5
Şekil 4. A: Total arkuat foramenin, B: Parsiyel arkuat foramenin lateral servikal grafi görüntüsü.	7
Şekil 5. Kemik yapıda ve lateral grafide kemik köprücük varlığı görülüyor.....	8
Şekil 6. Spiral BT’de tüpün ray üzerinde dönmesi sırasında, masanın da eş zamanlı olarak ilerlemesi gösteriliyor.	9
Şekil 7. X ışınlarının hasta vücudundan geçerek dedektöre ulaşması.	11
Şekil 8. Voksel.	12
Şekil 9. Hounsfield skalası.....	13
Şekil 10. Sulkus vertebralisin üç boyutlu VRT görüntüleri.....	21
Şekil 11. Parsiyel arkuat foramenin üç boyutlu VRT görüntüleri.	25

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Arkuat foramen için kullanılan farklı terminolojiler	6
Tablo 2. Total foramen varlığının kadın ve erkeklere göre dağılımı	24
Tablo 3. Parsiyel foramen varlığının kadın ve erkeklere göre dağılımı.....	25
Tablo 4. Yapılan çeşitli çalışmalarda kullanılan materyaller ve total arkuat foramen görülme sıklığı.	27

1. GİRİŞ

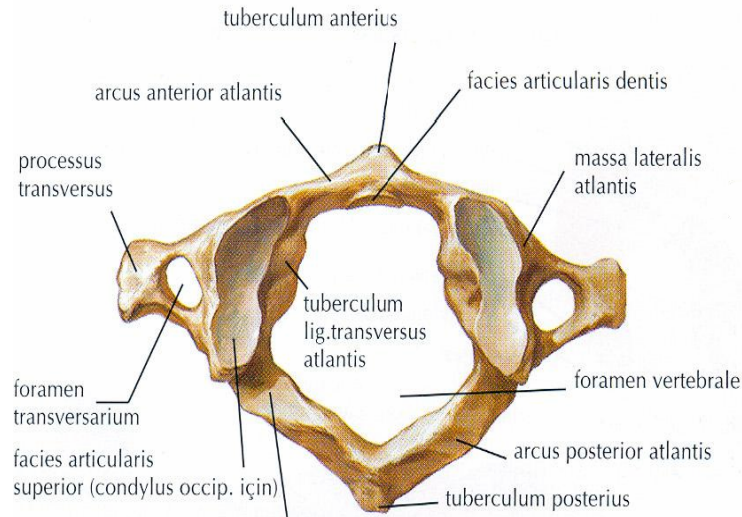
Sulkus arteria vertebralis, C1 vertebra üzerinde bulunan ve vertebral arterin geçtiği oluğa verilen isimdir. Sulkus üzerinde bulunan posterior atlanto-oksipital membranın kemikleşmesi sonucu, içerisinde vertebral arter ve C-1 spinal sinirin arka dalı geçen arkuat foramen oluşur. Arkuat foramen tek ya da iki taraflı, parsiyel ya da total olabilir. Foramen varlığı başın özellikle ekstensiyon ve rotasyon hareketlerinde damara dıştan mekanik basıya neden olabilir. Bu varyasyon vertebro-baziler yetmezlik belirtileri, çeşitli tiplerde baş ağrısı ve akut işitme kaybı ile ilişkilendirilmiştir (1).

Bu çalışmanın amacı normal populasyonda bu varyasyonların sıklığının belirlenmesi, varyasyonlu ve normal olgularda baş ağrısı, baş dönmesi, boyun ağrısı, işitme kaybı, tinnitus gibi semptomların oranlarının karşılaştırılarak varyasyonla klinik semptomlar arasındaki olası bağlantının belirlenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

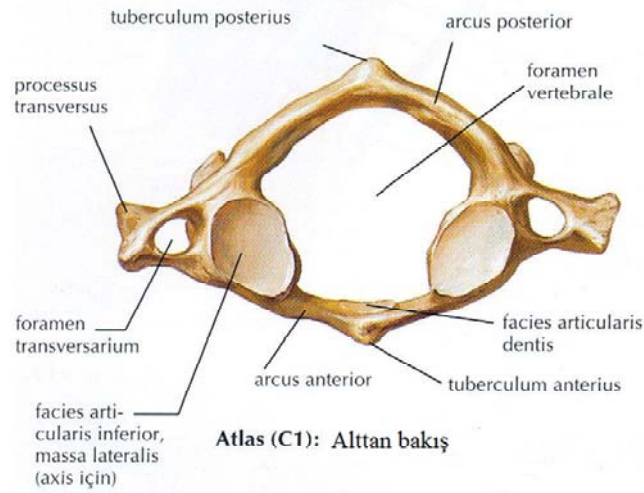
2.1. Birinci Boyun Omuru (C1, atlas) Anatomisi

En önemli özelliği gövde ve spinal çıkıntısının bulunmamasıdır. Gelişimi esnasında korpusu bir alttaki omura(axis) dens adı verilen bir çıkıntı şeklinde yapışır. Atlasın eklem çıkıntılarının bulunduğu kısma massa lateralis atlantis adı verilir. Buradaki eklem yüzlerinden üstteki daha çukurdur ve facies articularis superior adını alır. Buraya oksipital kemiğin kondilleri oturur. Alt eklem yüzüne ise facies articularis inferior denir. Her iki tarafta massa lateralisleri birbirine önden bağlayan kemere arcus anterior atlantis, arkada bağlayan kısma arcus posterior atlantis adı verilir. Arka yüzünde axisin densi ile eklem yapan fovea dentis bulunur. Atlasın dorsal yüzü künttür ve üst eklem yüzünün arkasında arteria vertebralisin geçtiği oluğa sulkus arteria vertebralis adı verilir (2).



sulkus arteria vertebralis
Atlas (C1): Üstten bakış

Şekil 1. C1 vertebra üstten bakış (3)



Şekil 2. C1 vertebra alttan bakış (3)

2.2. Vertebrobaziler Sistem Anatomisi

Vertebral arterler ve major dalları (bazen vertebrobaziler sistem olarak da adlandırılır) asıl olarak spinal kordun üst kesiminin, beyin sapının, serebellumun ve serebrumun oksipital lobunun perfüzyonunu sağlar (4). Küçük farklılıklar dışında medulla, pons, midbrain ve serebellumun tamamının vaskülarizasyonu vertebrobaziler sistem tarafından sağlanır.

A. vertebralis, a. subclavia'nın ilk ve en kalın dalı olup 0.92- 4.09mm çapındadır. Boyun kökünün derininde, arterin arka- üst tarafından çıkar. Yedinci hariç olmak üzere tüm boyun omurlarının for. transversariumlarından geçerek kafa tabanına gelir. Atlasın massa lateralis etrafında arkaya döner ve arcus posteriorun üst yüzündeki sulkus a. vertebralisten geçerek atlanto-oksipital membranı deler ve foramen magnumdan posterior fossaya girer. İntraserebral olarak lateral serebellomedullar sisternanın kenarından geçer ve medulla boyunca anteromedial olarak hypoglossal köklerin hemen altında uzanır ve pontomedullar sulkusta karşı vertebral arter ile birleşip baziler arteri oluşturur. Birleşme yeri klivusun alt kısmındadır (5).

Vertebral arterin dalları; meningeal dallar, arteria spinalis posterior, arteria spinalis anterior, PİCA (posterior inferior serebellar arter), serebellar tonsiller arter ve arteria medullaresi içerir.

Meningeal dallar fossa cranii posteriordaki dura mater ve kemiği besler.

Arteria spinalis posterior medulla oblongatanın yan taraflarında a.vertebralis veya PİCA'dan ayrılır. Spinal kordun posterolateral duvarı boyunca ince damar pleksusları olarak inerler. Medulla spinalisin arka 1/3'ünü besler.

Arteria spinalis anterior, medulla spinalisin ön 2/3'ünü besler.

PİCA vertebral arterin en kalın dalı olup, çıkış yeri çok değişkendir. Serebellum ve medulla oblongatanın arasında seyrederek. Nervus hypoglossusun önünden, nervus accessoriusun, nervus vagusun ve nervus glossopharyngeusun arkasından geçer. Serebellumun alt yüzü ile serebellumun santral çekirdeklerini besler.

Arteria medullares, medulla oblongatada dağılan çok küçük dallardır (5, 6).

2.2.1. Baziler Arter

Her iki tarafın vertebral arterinin bulbusun ön yüzünün üst sınırında ve orta hatta birleşmesiyle oluşur. Ponsun ön tarafındaki sulkus basilaris içinde uzanır. Distalde ponsun üst kenarı seviyesinde iki posterior serebral artere ayrılır.

Baziler arterden anterior inferior serebellar arter, labirintin arter, superior serebellar arter ve posterior serebral arter doğar. Baziler arterin bu büyük dallarının haricinde pons ve mezensefalonu besleyen paramedian ve sirkumferensiyel perforan arterler ile pontin dalları da bulunmaktadır (4, 6).

2.2.2. Anterior İnférieur Serebellar Arter (AİCA)

Baziler arterden doğan ilk büyük daldır. Arkaya ve dışa uzanarak serebellumun ön ve alt kısmını besler. Bir kısım dalları da bulbus ve pons'a gider.

AİCA ile PİCA arasında çok sayıda anastomoz olup; az sayıda superior serebellar arter ile de anastomoz yapmaktadır.

2.2.3. Posterior Serebral Arter (PCA)

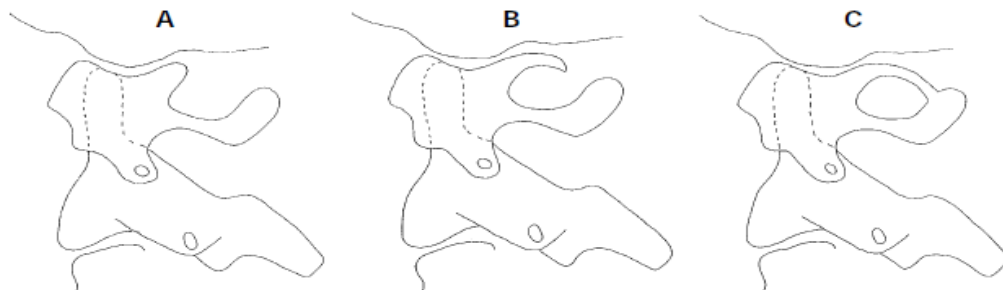
Baziler arterin interpedinküler sisternada ayrılan terminal dalıdır. A. süperior cerebelliden daha kalındır ve ikisi arasından n. oculomotorius geçer. A. süperior cerebelliye paralel olarak dışa doğru uzanırken, a.carotis internadan gelen a.comminicans posterior ile birleşir. Mesencephalon etrafında dolanarak oksipital lobun alt yüzüne gelir. Burada verdiği r.corticalisleri temporal lobun alt-dış ve iç yüzlerini, ayrıca oksipital lobun dış ve iç yüzlerini besler. R. centralis adı verilen dalları talamusun bir kısmı ile lentiform nükleusu, mesencephalonu, corpus pineale ve corpus geniculatum medialeyi besler.

Labirintin arter basiler arter orta kısmından ya da AİCA'dan orijin alıp n. facialis ve n. vestibulocochlearis ile birlikte meatus akustikus internusa girer.

Labirintin arter cochlea ile 7. ve 8. sinir kompleksini besler (4, 5, 6) .

2.3. Arkuat Foramen

Sulkus arteria vertebralis içerisinde vertebral arter ile birlikte venöz yapılar ve 1. servikal spinal sinirin arka dalı geçer. Sulkus üzerinde posterior atlanto-oksipital membran bulunur. Posterior atlanto-occipital membran foramen magnumun posterior kenarı ile posterior atlantal arkusun üst kesimini birbirine bağlar. Bu ligament geniş, ancak ince bir zar şeklinde olup dura ile devam eder (7). Posterior atlanto-oksipital membranın tam ya da eksik kemikleşmesi sonucunda içerisinde vertebral arter geçen tek ya da iki taraflı, tam veya parsiyel arkuat foramen oluşur (1).



Şekil 3. Sulkus vertebralisin formları

A: Normal sulkus vertebralis B: Parsiyel arkuat foramen C: Total arkuat foramen

Vertebral sulkus üzerindeki bu kemik köprücük anomalisini tanımlamak için birçok terim kullanılmıştır. Kimmerle's varyantı ya da Kimmerle's anomalisi literatürde en sık rastlanan terimdir. Diğer eş anlamlıları ise şunlardır: 'foramen sagittale' ve 'foramen atlantoideum posterior' (Loth-Niemirycz, 1916), 'foramen retroarticulare superior' (Brocher 1955), 'canalis vertebralis'(Wolff-Heidegger, 1961), 'retroarticular vertebral arter halkası' (Lamberty & Zivanovic, 1973), 'retroarticular kanal' ve 'retrocondylar vertebral arter halkası' (Mitchell, 1998) (1). Bundan başka sıkça kullanılan Latince küçük posterior köprü manasına gelen 'ponticulus posticus' terimidir ve sulkus vertebralis üzerinde bulunan kemikleşmiş köprüyü tanımlar (7).

Tablo 1. Arkuat foramen için kullanılan farklı terminolojiler(8).

<p>Kimmerle anomalisi/ varyantı/ deformitesi Pontikulus posterior(Pontikulus postikus) Arkuat foramen Pons postikus Foramen atlantoideum posterius Kanalis arteria vertebralis Foramen sagittale Retroartikuler VA ring Süperior retroartikuler foramen Retrokondiler kemik foramen Posterior atlantoid foramen Atlas bridging Posterior glenoid proçes Spikulum</p>

2.3.1. Arkuat Foramenin Gelişimi

Genel olarak doğuşta yoktur ve ilk olarak adolesan dönemde sekonder ossifikasyon merkezlerinde gözlenir (9). Bu anatomik varyasyonun orijini halen bilinmemektedir. Bazı yazarlar bunun konjenital bir özellik olduğunu ileri sürerken; ailesel arkuat foramen anomalisi gözleyen bir takım yazarlar ise bunun genetik bir

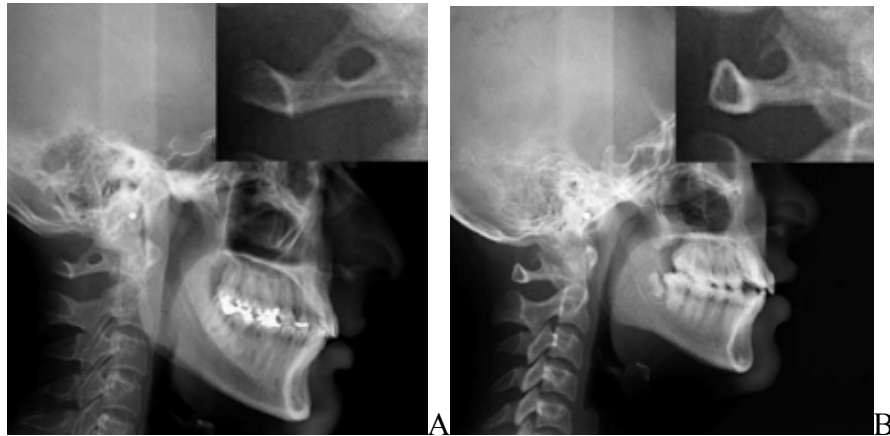
özelliik olduğunu ileri sürmektedir. Bir diğer olası açıklama ise posterior atlanto-oksipital membranın ossifikasyonuna yaşlanma ile birlikte olan eksternal mekanik faktörlerin neden olduğudur (1). Ancak ligamentöz ossifikasyonlar senilite ile ilintili iken; arkuat foramenin sıklığının yaşla birlikte artışı söz konusu değildir (10).

Son olarak da bazı yazarlar arkuat forameni erken primatlarda görülen ve gerileyip kaybolan morfolojik bir fenomen olarak tanımlamaktadırlar (11). Yamamoto 2006 yılında yayınlanan çalışmasında arkuat foramenin erişkin Japon makaklarda normal bir yapı olduğunu belirtmiştir (12).

2.3.2. Arkuat Foramenin Görüntülenmesi

Arkuat foramen varlığı çoğu olguda basit bir lateral servikal grafi ile kanıtlanabilir. Henüz ince bir kemik köprü halinde olanlarsa 3 boyutlu BT ile görüntülenebilir (13).

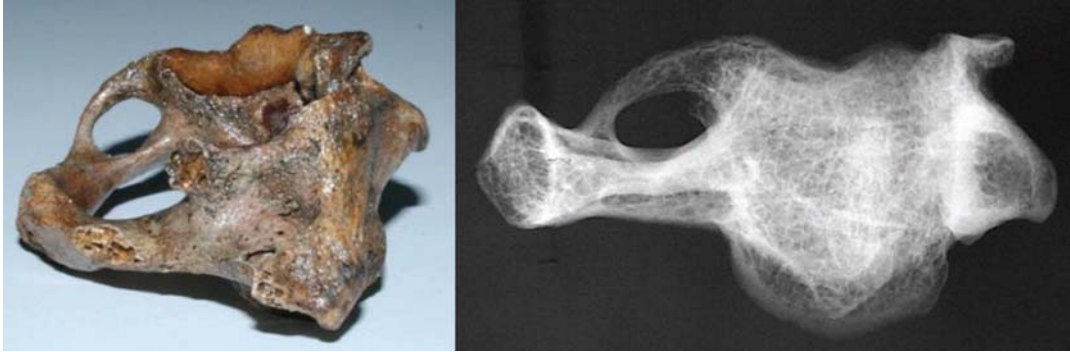
Lateral servikal grafilerde atlanto oksipital bölgenin görüntülenmesi çevre yapılar tarafından; özellikle mastoid kemik tarafından ya da yanlış pozisyon nedeniyle engellenebilir. Servikal grafi ile değerlendirmede foramenin tek ya da çift taraflı oluşu, sağ ya da sol lokalizasyonlu oluşu belirlenemez. Bu nedenlerle foramenin değerlendirilmesinde BT incelemenin duyarlılığı daha yüksektir (10).



şekil 4. A: Total arkuat foramenin, B: Parsiyel arkuat foramenin lateral servikal grafi görüntüsü.

Kim ve arkadaşlarının Kore’de yaptığı bir çalışmada servikal lateral grafi ve üç boyutlu BT görüntüleri ayrı ayrı değerlendirilmişti. Buna göre BT görüntülerle

parsiyel ve total arkuat foramen insidansı % 26 olarak tespit edilirken, direkt grafilerde bu oran %14 olarak bulunmuştu (14).



Şekil 5. Kemik yapıda ve lateral grafide kemik köprücük varlığı görülüyor (14).

2.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

2.4.1. Bilgisayarlı Tomografi Tarihçesi

Tomografi Yunanca ‘tomos’(kesit) ve ‘graphia’(görüntü) kelimelerinden oluşmakta ve kesitsel görüntü anlamına gelmektedir. Bilgisayarın giderek artan teknolojik hızı ile birlikte tomografi de aynı hızla ilerleme göstermektedir. BT, 1963 yılında ilk olarak Allan MacLeod Cormack tarafından teorize edilmiştir. BT ile ilgili ilk başarılı klinik uygulamalar 1967 yılında G. Hounsfield tarafından gerçekleştirilmiş ve 1971 yılında hastane şartlarında uygulanmaya başlanmıştır.

Türkiye’de ilk BT Hacettepe Üniversitesinde 1976 yılında kurulmuş ve sadece beyin tetkiki için kullanılmıştır. Başlangıçta bir kesitin çekim ve oluşumu için 20-25 dakika gerekirken günümüzde tüm vücudun görüntülenmesi saniyeler içerisinde tamamlanmaktadır (15).

BT cihazları, geliştirilme ve rutinde kullanılma aşamalarında bir dizi evrim geçirmiş ve daha da geçirmektedir. Geçirdikleri evrime göre BT cihazları 7 jenerasyon altında toplanmaktadır:

Birinci nesil cihazlarda ince bir X ışını ve tek dedektör kullanılıyorken tüp bir derece dönüyor, veri işleniyor ve tekrar bir derece dönüş yapıyordu. Bu işlem tüp ve dedektör 180 derece dönene kadar tekrarlanıyordu. Bu cihazlarda kesit alım süresi oldukça uzundu.

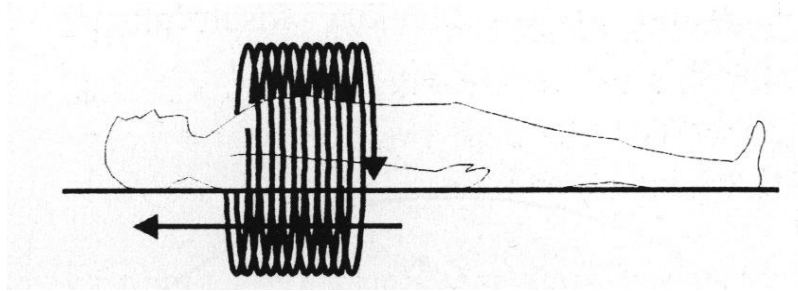
İkinci nesil BT cihazlarında yelpaze şeklinde bir ışın ve tek dedektör yerine lineer dizilmiş birden fazla sayıda dedektör sistemi bulunmaktaydı. Tüp hareketi 10 derecelik açılarla 180 dereceye tamamlanıyordu. Böylece daha hızlı tarama zamanı ve aynı anatominin birden fazla dedektörce izlenmesi sayesinde ayrıntıda artış sağlanmaktaydı.

Üçüncü nesil BT cihazlarında kolime edilmiş yelpaze şeklindeki X-ışını demetinin karşısında ışın demetini gören çok sayıda dedektör kullanılmaktadır. Birinci ve 2. nesil cihazlardan farklı olarak X ışını tüpü ve dedektörler, incelenecek obje etrafında birbirleri ile koordine hareket ederek 360 derecelik bir dönüş gerçekleştirirler.

Dördüncü nesil cihazlarda gantri boşluğunu 360 derece çevreleyen çok sayıda dedektör kullanılmaktadır. Bu cihazlarda dedektörler sabittir ve hasta çevresinde sadece X-ışını tüpü döner.

Beşinci nesil cihazlar ultrafast BT olarak da tanımlanmaktadırlar. Tüp ve dedektör hareketi ortadan kaldırılmıştır. Gantri çok büyük bir X-ışını tüpü haline getirilmiştir. Elektron-beam tomografi olarak da adlandırılan bu sistem özellikle kardiyak çalışmalar için geliştirilmiştir.

Altıncı nesil helikal(spiral) BT'dir. Tüpün devamlı dönmesi sürecinde hasta masası kayar. Tüp tam dairesel döner; ancak hasta masası devamlı kaydığı için X ışını demetinin incelenen vücut bloğunda aldığı yol zorunlu olarak helikaldir.



Şekil 6. Spiral BT'de tüpün ray üzerinde dönmesi sırasında, masanın da eş zamanlı olarak ilerlemesi gösteriliyor.

Yedinci nesil cihazların farkı birden çok dedektör sırası kullanılmasıdır. Yönteme çok dedektör sıralı BT (multidedektör BT, MDCT) adı verilir. Bu sistemde kesit kalınlığını X ışınının kolimasyonu değil dedektör açıklığı belirler. MDBT

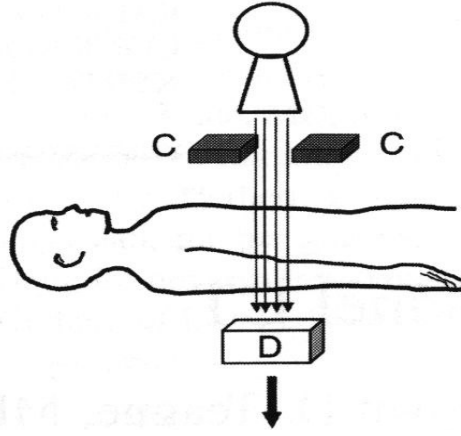
yöntemi ile z-aksındaki (longitudinal aks) çözümüleme artmış, inceleme süresi kısalmış, incelenen hacim artmış ve üretilen X ışınından faydalanma oranı artmıştır.

Günümüzde dedektör sayısı gittikçe artmaktadır. İlk gerçek MDBT 1998 yılında 4 x 1 mm kesitli olarak kullanıma girmiş, bunu 2000'li yıllardan bu yana sırasıyla 8, 16, 32, 64 ve 128 kesitli sistemler izlemiştir (15, 16, 17).

2.4.2. Bilgisayarlı Tomografi'nin Temel Prensipleri

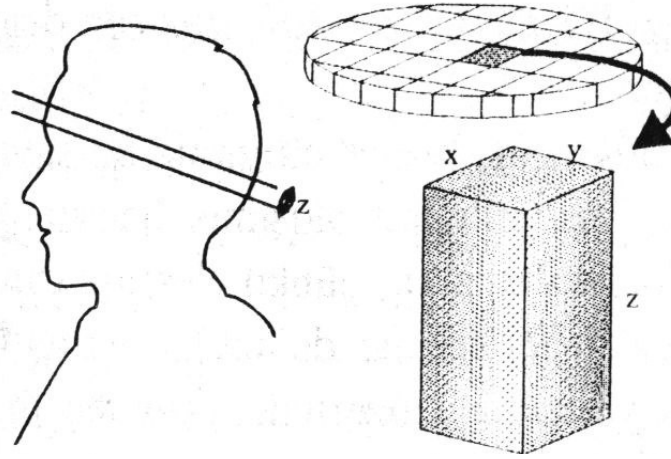
Bilgisayarlı tomografi üç boyutlu vücut bölümlerinden iki boyutlu görüntü oluşturan bir sistemdir. Üç boyutlu bir yapının iki boyutlu görüntüsü oluşturulurken rekonstrüksiyon olarak adlandırılan matematiksel teknikler kullanılır. Başka bir deyişle bilgisayarlı tomografi ile görüntüleme matematiksel işlemler silsilesidir. BT sisteminin primer amacı vücut iç yapılarının iki boyutlu kesitsel görüntüsünü yaratmaktır. Bu amaca bilgisayarlı tomografinin dokular arasındaki süperpozisyonunu ortadan kaldırma ve doku kontrastları arasındaki ufak farklılıkları göstermesindeki yeteneği sayesinde ulaşılmaktadır (16).

BT aygıtında tarayıcı, bilgisayar ve görüntüleme ünitesi olmak üzere 3 bölüm vardır. Tarayıcı, hasta masası ve gantriden oluşur. Gantri içerisinde tüp ve dedektör sistemi bulunur. Masa gantri boşluğu içerisine girip çıkabilir. Her kesit alma işleminden sonra masa bir miktar hareket ettirilir. Bu şekilde hastanın incelenen bölgesinden ardışık kesitler alınabilir. Tüpten çıkan x-ışınları kolime edilerek istenilen kesit kalınlığına eşit kalınlıkta yelpaze şeklinde bir x-ışın demeti gönderilir. Işın demetinin kalınlığı operatör tarafından belirlenir. Hasta vücudundan geçirilen bu x-ışını demeti diğer uçta x-ışınlarına hassas bir dedektör zincirine ulaşır. Dedektörlere ulaşan x-ışınları hasta vücudundan geçerken vücudun değişik dokularında değişen oranlarda zayıflamaya uğrar. Bilgisayar ünitesinde tarayıcı sistemden gelen bilgiler eşliğinde matematiksel işlem ve algoritmalarla x-ışınlarının taradığı alanın her bir noktasının x-ışını zayıflatma değeri hesaplanır. Bu değerlerin saptanmasından sonra görüntüyü oluşturmak oldukça basit bir işlemdir.



Şekil 7. X ışınlarının hasta vücudundan geçerek dedektöre ulaşması. X ışınları vücudun değişik dokularında değişen oranlarda zayıflamaya uğrar.

Bilgisayar ünitesinde tarayıcı sistemden gelen bilgiler, birçok matematiksel işlem ve algoritmalarla değerlendirilip işlenir. Daha sonra bu işlemlerden elde edilen sonuçlar, tarama alanını temsil edecek sayılardan oluşmuş bir haritaya dönüştürülür. Bu işleme rekonstrüksiyon adı verilir. Harita, cihaz üreticilerinin belirledikleri sayıda eleman içerir ve haritanın eleman sayısı örneğin 520X520 gibi ifade edilir. Bu ifade bize haritada alt alta sıralanan 520 çizgi, her bir çizgide 520 eleman olduğunu gösterir. Tarama sonucu elde edilen bilgiler, işte bu eleman sayısı kadar değeri hesaplamak amacı ile kullanılır. Yapılan bir çok matematiksel işlemden sonra artık bilgisayarın belleğinde organizmanın belli bir kesitine ait harita eleman sayısı kadar değer vardır. Bu elemanlardan herhangi birinin sahip olduğu değer, o elemanın organizmada temsil ettiği odağın x-ışınlarını zayıflatma gücüne eşittir. Organizmadaki bu odağın, kesit düzlemine paralel x birim uzunluğunda ve y birim genişliğinde iki boyutu vardır. Bunun yanısıra x-ışını demet kalınlığına eşit derinlik boyutu da olacaktır. Bu durumda, noktasal odağımızı hacim boyutunda ele almamız gerekmektedir. Bu hacme voksel (voxel) adı verilir ve hacim elemanı anlamına gelen İngilizce (volume element) sözcüklerinin kısaltmasından oluşur.



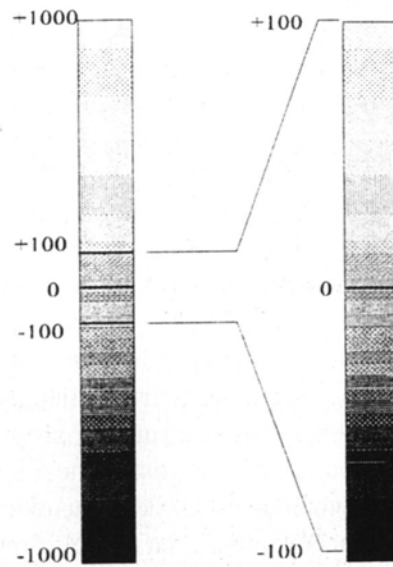
Şekil 8. Voksel. Taranan dokunun kalınlığı x-ışını demet kalınlığına eşittir. Haritadaki her eleman bu kalınlıkta bir doku odağını temsil eder. Dolayısıyla her harita elemanın hacimsel bir boyutu vardır.

Görüntüleme biriminde harita elemanlarının her birine sahip oldukları rakamsal değerlere bakılarak gri skaladan bir renk kodu verilir. Haritamız bilgisayar ekranında, harita elemanlarının tek tek gri tonlarda renklendirilmelerinden sonra, siyahtan beyaza dek değişen noktacıklar içeren bir resme dönüştürülür. Bilgisayar ekranında gördüğümüz resim, aslında renkle kodlanmış harita elemanlarından meydana gelen bir çok noktacıktan oluşmaktadır. İşte resmin en küçük elemanı olan bu noktacıklara piksel, resimdeki piksel sayısını belirten, noktacıkların ve çizgilerin birleşiminden oluşan örgüye de matriks (256X256, 520X520 gibi) adını veriyoruz. Piksel (pixel) İngilizce’de resim elemanı (picture element) anlamına gelen sözcüklerin kısaltılmasından oluşmuştur.

BT’de her bir vokselde hesaplanan x-ışını zayıflatma değerini standart bir değer ile belirtmek amacıyla Hounsfield skalası olarak adlandırılan bir referans sistemi kullanılmaktadır. Hounsfield skalasında x-ışını atenuasyon değerleri -1000 ve 1000 arasında 2000 birim içerisinde sınıflandırılmıştır. Bu skalaya göre suyun atenuasyon değeri sıfır, kemik gibi çok yoğun oluşumlar için bu değer 1000, hava için -1000 olarak kabul edilmiştir. Yağ dışındaki yumuşak dokular 30-100 arasında atenuasyon değerine sahipken, yağ dokusu BT’de -60 ile -200 arasında değerler alır. Bilgisayar ekranında izlediğimiz görüntü aslında renkle kodlanmış bir harita olduğuna göre, bu haritanın renklendirme kriterlerini değiştirerek görüntü üzerinde değişiklikler yapabiliriz. Bu, pencereleme (windowing) dediğimiz bir işlemle

kolayca yapılabilir. İnsan gözü 20 adet gri tonu ayırt edebilir. Pencerelemeden amaç, siyahtan beyaza dek değişen bir spektrumda yaklaşık 20 tonu ayırt edebilen bir insan gözünün Hounsfield skalasındaki -1000, +1000 aralığında istediği oluşumları seçmesini sağlamaktır. Sistem x-ışını zayıflatma (attenüasyon) değeri en yüksek piksellere beyaz rengi atar, azalan değerleri giderek daha koyu gri tonlarla renklendirir ve en düşük değerleri siyaha boyar.

Elimizdeki gri tonlarla tüm skalayı boyamak istersek 2000 HÜ'lik bir spektrumda her bir 100 ünite için bir gri ton kullanılacak demektir. Bu da hemen hemen tümü 30-100 HÜ aralığına düşen yumuşak dokuların birbirinden ayırt edilememesinde yol açacaktır. Bu nedenle, gri renk skalasının oluşumların birbirinden ayırt edilmesini kolaylaştıracak şekilde kullanılması gerekmektedir.



Şekil 9. Hounsfield skalasında gri tonların dağılımını -1000 siyah renkle temsil edilirken, +1000 beyazdır. Gözümüz yaklaşık 20 gri tonu birbirinden ayırt edebilir. Bu nedenle aynı renk skalasını -100, +100 arasındaki HÜ değerlerini renklendirmek için kullandığımız

Pencereleme işleminde birisi pencere genişliği 'window width' diğeri de pencere seviyesi 'window level' olmak üzere ayarlanabilen iki parametre vardır. Pencere genişliği görmek istediğimiz oluşumların HÜ değerlerini içine alıp ilgilenmediklerimizi dışarıda bırakacak şekilde seçilen bir Hounsfield skalası bantıdır. Bu durumda sadece seçtiğimiz bant içerisinde kalan HÜ değerleri gri bir

renk tonu alırken bandın dışında kalan HÜ değerleri ya beyaz ya da siyah renk ile boyanırlar. Pencere seviyesi ise seçtiğimiz pencere genişliğinin orta noktasıdır. Örnekleyecek olursak -50, +150 arasındaki oluşumları iyi göstermek istersek, bu durumda pencere genişliğinin 200 HÜ, pencere seviyesinin ise orta noktası olan +50 HÜ olması gereklidir. Görüldüğü gibi parametrelerin bu şekilde seçilmesiyle her bir 10 ünite için ayrı bir gri ton kullanılacağından, x-ışınını birbirinden farklı zayıflatan doku ve oluşumların (-50 ve + 150 arasındaki) farklı bir renk değeri ile temsil edilme şansları artacaktır. Diğer taraftan 50 HÜ altında kalan değerlerin tümü siyah, +150 HÜ üzerindeki tüm değerler ise beyaz görülecektir. Yukarıdaki örnekten de anlaşılacağı gibi pencere seviyesi ve genişliği, farklı organ ve oluşumları incelemek için oldukça yararlı bir işlev görmektedir. Bu ayarların istenilen organ ve oluşumların en iyi görüntülenebilecekleri şekilde seçilmeleri halinde, inceleme optimal yapılacaktır. Seçilen ayarlamalarda bazı oluşumların tam siyah ya da tam beyaz renklerle gösterilmesi nedeniyle izlenememeleri söz konusu olabilecektir. Pencerelemenin en güzel örneği, akciğer parankim incelemesi yapılırken mediastinal oluşumların ayrıntılarının kaybolması, ya da tam tersine mediastinal oluşumlar için ayarlanmış pencere değerlerinde, akciğer parankim ayrıntılarının izlenememesidir (18).

Görüntüleme alanı ($FOV=Field\ of\ View$) BT kesitini oluşturan görüntü alanının genişliğini gösteren bir parametredir. İncelenecek olan objenin boyutuna göre seçilir. FOV büyütüldükçe, sabit olan matris içindeki piksellerin boyutları genişleyeceğinden görüntünün geometrik çözülmesi (rezolüsyonu) azalacaktır.

2.4.3. Multidedektör BT

MDBT tüm vücut inceleme süresini 30 sn'nin altına indirmiştir. Milimetrenin altında kalınlıklarda kesitler olarak yüksek çözünürlük içeren çok kaliteli görüntüler elde edilmesini sağlamıştır. Tek dedektörlü (kesitli) BT konvansiyonel spiral BT olarak adlandırdığımız cihazlardır. Bunlarda her gantri dönüşünde tek kanallık görüntü bilgisi elde edilir. Burada pitch'den de söz etmek gerekir. Pitch; 360 derece rotasyon süresince olan masa hareket miktarının tek kesit kalınlığına oranı veya 360 derece rotasyon süresince olan masa hareket miktarının toplam ışın demeti genişliğine (total beam width) oranı olarak hesaplanmaktadır. Birinci tanımlama

spiral tomografiler, ikinci tanımlama MDBT'ler için daha uygun olmaktadır. Tek dedektörlü BT'de örneğin pitch 1 ise (kesit kalınlığı ile masa hareketinin mesafesi aynı demektir) 48 kesitlik bilgi elde etmek için gantrinin 48 defa dönmesi gerekir. Tek dedektörlü BT'de bir dönüş 1 sn'de tamamlandığı için böyle bir tarama için 48 sn.'ye gereksinim vardır. Kesit kalınlığı kolimatörler arasındaki mesafedir. Genellikle 1-10 mm arasında değişir. MDBT'de tek dedektör yerine birden fazla sıralı dedektör vardır. Her gantri dönüşünde böylece birden fazla kanaldan kesit bilgisi gelmiş olur. Bu sayede tek dedektörlü BT'de 48 sn'de yapılan işlem, 4 dedektörlü BT'de 12 sn'de yapılır hale gelir. Eğer dedektör sayısı artarsa bu zaman daha da kısalmır (19).

2.4.3.1. Gantri Rotasyon Süresi

Gantri rotasyon süresinin 1 sn'nin altına inmesi hareket artefaktlarını belirgin olarak azalttığı gibi aynı süre içinde daha geniş anatomik bölgelerin taranabilmesi olanağını doğurmuş ve longitudinal (z eksen) çözünürlüğü de artırmıştır. Özellikle kardiyak incelemelerde hareket artefaktlarından doğan dezavantajları minimuma indirger.

2.4.3.2. Temporal Çözünürlük

Temporal çözünürlük görüntü rekonstrüksiyonu için gerekli tarama verilerinin elde edilmesi sırasında harcanan zamandır ve bu süre gantri rotasyon süresinin yarısına eşittir.

2.4.3.3. Uzaysal Çözünürlük

Uzaysal çözünürlük komşu objeleri ayırt edebilme yeteneğidir ve voksel boyutunun bir fonksiyonudur. Vokselin boyutu pikselin yüzeyi ile kesit kalınlığının çarpımına eşittir. Pikselin yüzey alanını ise FOV (görüntü alanı) ve matris boyutu etkiler. Piksel boyutu FOV küçültülerek düşürülebilir. Kesit kalınlığı voksel hacmini belirleyen bir diğer faktördür. Kesit kalınlığı arttıkça uzaysal çözümleme düşer (16, 17, 18).

2.4.3.4. Rekonstrüksiyon ve Reformasyonların Oluşturulması

Tüm olgularda aksiyel plandaki kaynak görüntülerin tamamının değerlendirilmesi mutlaka gereklidir. Ancak çoğunlukla iki boyutlu aksiyel imajları 3D anatomik görüntüler olarak hayal etmek, özellikle radyolog olmayanlar için zordur. Bununla birlikte özel bilgisayar yazılımları ile ‘multiplanar reformasyon (MPR)’, ‘Surface shaded display (SSD)’, ‘maximum intensity projection (MIP)’ veya ‘volume rendering tekniği (VRT)’ yöntemleri ile iki veya üç boyutlu, değişik planlarda görüntüler oluşturulabilir. Bu görüntüler aksiyel plandaki görüntülerin incelenmesinde gözden kaçan ayrıntıların saptanmasında yardımcı olabilir. Ayrıca klinisyenler patolojinin kafada daha kolay canlandırılması nedeniyle bu görüntüleri tercih etmektedir.

2.4.3.4.1. Multiplanar Rekonstrüksiyonlar (MPR)

MPR’da yapılar koronal, sagittal ya da bu iki plana göre değişik açılardaki planlarda, kesitsel olarak gösterilir. Reformat planının dışındaki yapılar vizüalize edilmez.

2.4.3.4.2. Maksimum İntensite Projeksiyon (MIP)

MIP yönteminde incelenen volüme giren en parlak vokseller seçilerek görüntü oluşturulur. MIP’te belirli volüm içerisinde farklı lokalizasyondaki voksellerden tek bir düzlemde iki boyutlu görüntüler elde edilir.

2.4.3.4.3. Surface Shaded Display (SSD)

SSD yönteminde eşik değerleri seçilerek belirli atenüasyona (HU) sahip voksellerden bilgi elde edilir. Elde edilen hacim bilgisi yüzey bilgisine çevrilerek objelerin üç boyutlu yüzey görüntüleri oluşturulur.

2.4.3.4.4. Üç Boyutlu Volüm Rendering Tekniği (3D VRT)

Bu teknikte öncelikle segmentasyon yapılır. İlgilenilen objenin HU numarası belirlenir. Voksellerde bu değer varsa 1, yoksa 0 kabul edilir. Böylelikle elimizde

sadece ilgilenilen yapının vokselleri kalır. İlgilendiğimiz yapı segmente edildikten sonra bilgisayar programı segmente verileri belirlenen açılardan reforme eder (17).

2.4.3.5. MDBT'nin Klinik Kullanımda Getirdiği Avantajlar

ÇKBT'deki yenilikler tarama hızında artış, gantri rotasyon süresinin kısılması, kesit kalınlığında azalma, x-ışınından yararlanma faktöründe (X-ray utilization factor) artış olarak parametrelere yansımıştır.

- 1) İncelemenin daha kısa sürede bitirilmesi uzun süre nefes tutulamaması sonucu oluşan artefaktları gidermiştir.
- 2) Travmalı hastaların ve çocuk hastaların incelenmesi kolaylaşmıştır.
- 3) BT anjiyografi uygulamalarında çığır açılmıştır. Örneğin; pulmoner emboli hastalarında daha önce yapılamayan subsegmental arterlerin değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Bunun dışında koroner anjiyografi dahil olmak üzere her türlü anjiyografik işlem gerçekleştirilebilir.
- 4) Multifazik incelemeler yapılabilir.
- 5) Akciğer parankiminde yerleşen nodüllerin değişik algoritmalarla saptanması ve volümetrik ölçümleri yapılabilir.
- 6) Tarama hızının artması kontrast madde miktarının daha az kullanılmasını sağlamaktadır (15, 16, 17, 18).

2.5. Arkuat Foramenin Klinik Önemi

Arkuat foramen lateral servikal grafilerde ya da servikal bölgeyi içine alan tomografi incelemelerinde rastlantısal olarak görülür. Hastaların büyük bir çoğunluğu asemptomatik olmakla birlikte arkuat foramen varlığının baş ve boyun ağrıları, vertigo, bulantı, kusma, denge kaybı, görme, yutma, duyma problemleri gibi klinik semptomlara neden olabildiği belirtilmektedir (9). Ancak bu anatomik varyasyonun klinik önemi henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır.

Vertebral arterin osseöz bir ark olan arkuat foramenden geçişi özellikle başın ve boynun rotasyon, fleksiyon ve ekstensiyon hareketleri esnasında arteriyel kan akımında değişikliğe neden olur. Bu olay periarteriyel sempatik plexus üzerinde

basınç etkisine yol açar. Arteriyel akımdaki bu disturbans geçici vertebro-baziler yetmezlik sendromuna ve/veya benzer bir durum olan Barre-Lieou sendromuna neden olur. N'eri-Barr'e sendromu olarak da bilinen bu durum üçüncü ve dördüncü servikal vertebranın travmatik veya osteoartritik dejenerasyonları sonucu özellikle de 5. ve 8. kranial sinir nükleuslarının etkilenmesi ile oluşan semptomlar bütünüdür (1). Bu semptomlar boyun ağrısı, oksipital odaklı baş ağrısı, tinnitus, görme bozuklukları, uyku hali, yüzde vazomotor bozukluklar, tekrarlayan yutma ve fonasyon bozuklukları, depresyon ve anksiyete atakları yanı sıra hafıza ve dikkat güçlüğü gibi örneklenebilir (8, 20). Arkuat foramen de aynı bölgelere bası yaparak tipik bir Barre Lieou sendromu kliniği oluşturabilir (21).

Kemik halkanın vertebral artere doğrudan basısı ise vertebrobaziler yetersizlik sendromuna yol açar. Vertebrobaziler yetersizlik sendromu; vertebral arterin kan akımındaki azalmaya paralel olarak ortaya çıkar. Baş ağrısı, bulantı, kusma, görme kaybı, vertigo, senkop görülebilecek bulgulardır. Barsukov arkuat forameni olan bir hastada dijital subtraksiyon anjiyografi(DSA) incelemesi ile arkuat foramenin beyin sapında dolaşım bozukluğuna neden olabileceğini göstermiştir (20).

Sun ve arkadaşları 1985-1989 yılları arasında tek taraflı ve bilateral arkuat forameni olan ve aynı zamanda vertebrobaziler yetmezlik bulguları olan 69 hastada foramen eksizyonu ve sempatektomi uygulamışlar ve semptomların gerilediğini bildirmişlerdir (22).

Arkuat foramenin yaptığı vertebral arter basısının neden olduğu Barre Lieou sendromu ile ilgili ilk birkaç vaka sunan Tatlow ve Bammer; arkuat foramenin cerrahi eksizyonu sonucu vertebral arter dekompresyonu ile belirtilerin hafiflediğini bildirmişlerdir (23).

1995 yılında Lİ ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada vertigoya neden olan foramen varlığı saptanan 11 hasta opere edilmiştir. Hastalar 3-6 yıl boyunca izlenmiş ve sonuçlar yüz güldürücü olarak bildirilmiştir (24).

Arkuat foramen varlığı çeşitli tipte baş ağrıları ile de ilişkilendirilmiştir. Bazı araştırmacılar bu varyasyonun migren hastalarında daha sık görüldüğünü saptamıştır (10). Migren; yoğunluğu, sıklığı ve süresi değişken, tekrarlayan zonklayıcı baş ağrısı atakları olarak tanımlanır. Ataklar başlangıçta genellikle tek taraflıdır ve sıklıkla

iştahsızlık, bazen de bulantı ve kusma eşlik eder ve yaygın migren ya da aurasız migren olarak adlandırılır. Bazıları ise ağrıdan önce gelen duyuşsal, motor ve duyuş durum bozuklukları ile ilişkilidir ve ‘klasik migren’ ya da ‘auralı migren’ olarak adlandırılır. Migren ile arkuat foramen arasındaki olası korelasyonun, kemikleşmiş posterior atlanto-occipital membranın varlığının dura mater üzerinde geçici baskısıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Yine aynı çalışmada incelenen 8 epilepsili hastanın 5’inde arkuat foramen görülmesi arkuat foramenin epilepsi etyolojisinde de rol oynayabileceğini akla getirmiştir (10).

Bazı araştırmacılar ise arkuat foramenin servikojenik baş ağrısına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Servikojenik baş ağrısı temel olarak unilateral bir baş ağrısıdır. Başlangıçta epizodik, daha sonra dalgalanma gösteren kronik bir hal alabilir. Boyun lokalizasyonunu gösteren semptom ve bulgular zorunludur. Bunlar boyun hareketlerinin genişliğinde daralma, atağın mekanik presipitasyonla ya da boyun hareketi ile başlaması temel özellikleridir. Bulantı, fotofobi/fonofobi, zonklayıcı karakter, baş dönmesi, bulanık görme ve yutma zorluğu gibi özellikler olabilir ama baskın değildir. Servikojenik baş ağrısının önemli özelliklerinden birisi her zaman aynı tarafta olması ve taraf değiştirmemesidir. Buna karşın auralı migrenlilerin tümü, aurasız migrenlilerin ise tamamına yakınında taraf değiştirme önemli bir olgudur. Beyin sapında C1-C2’den gelen sinirler ile trigeminal nükleusun yakın ilişkisi yıllardır bilinmektedir (Kerr prensibi). Servikojenik baş ağrısının nöroanatomik temelini; beyin sapında ilk üç servikal sinir ve nükleus kaudalisin reseptif alanlarının yanısıra, trigeminal sinirin nosiseptif afferentlerinin yaklaşmasının oluşturduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca C1-C3 köklerinden innerve olan yapılar da servikojenik baş ağrısına yol açabilirler. Ağrı üst 3 servikal segmentin ligamanları, eklemleri, kasları ve hatta dura, posterior fossa ve vertebral arterlerinden kaynaklanabilir(25, 26). Tanı için lidocain ile büyük oksipital sinir ve/veya C2 sinirinin ağrıyan tarafta blokajı ile ağrının geçici süre ortadan kalkması şarttır (27).

Yine yapılan bir çalışmada arkuat foramenin kronik gerilim tipi baş ağrısı ve nörosensoryal işitme kaybına neden olabileceği belirtilmiştir(1, 28). Gerilim tipi baş ağrılarının tipik belirtileri kafanın her iki tarafında da sürekli ağrı, boyun kaslarında gerginlik ve gözlerin arkasında basınç hissidir. Kadınları erkeklere göre daha çok etkiler.

Roy W. Sweat ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada parsiyel ve total arkuat forameni olan 189 hastada en sık karşılaşılan şikayetler sırasıyla sırt ağrısı, baş ağrısı, vertigo, diplopi, boyun ağrısı, kalça ve bacak ağrısı olarak bildirilmiştir(29).

Split ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada arkuat forameni olan hastalarda baş ağrısı karakteri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmaya göre varyasyonlu olguların % 50'sinde oksipitalden vertekse yayılan ağrı en sık görülen ağrı çeşidi olmuştur. %26,7 oranında boyundan oksiputa ve vertekse yayılan ağrı ve %11 oranında alın bölgesinde ağrı diğer sık görülen ağrı çeşidi olarak rapor edilmiştir (28).

Bu anatomik varyasyon ve akut işitme kaybı arasındaki olası bağlantı da incelenmiştir. Bu bağlantı serviko-oksipital bileşkedeki fonksiyonel bir bozukluk, hipermobil veya hipomobil atlanto-oksipital eklemlerle ilişkili olabilir(30, 31).

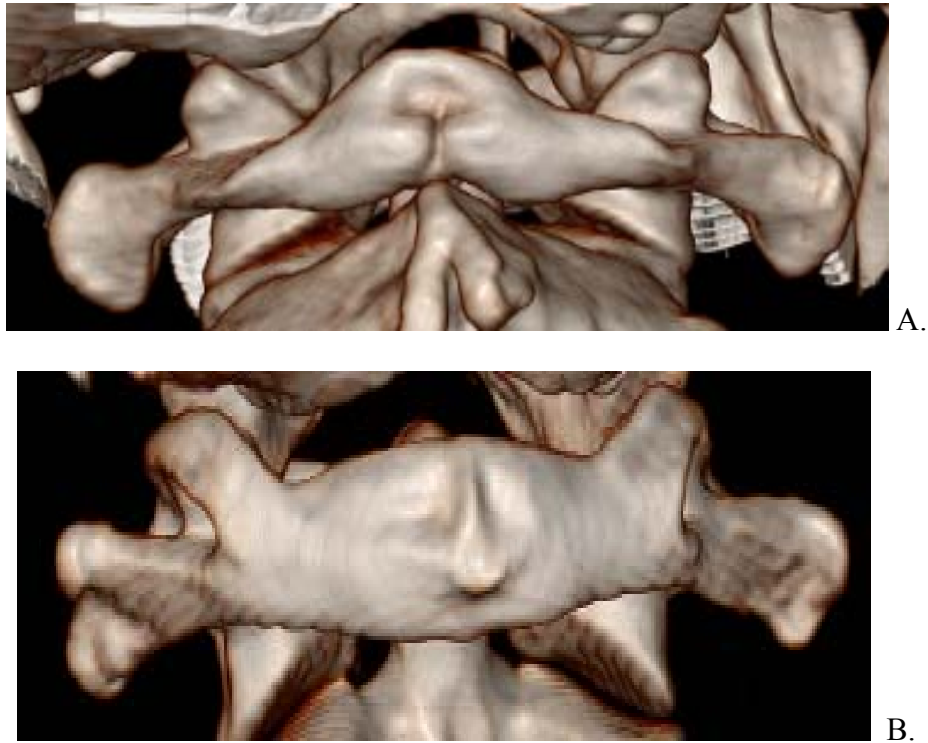
Ayrıca, kraniovertebral bileşkeyi ilgilendiren operasyonların planlaması sırasında foramen varlığı veya yokluğunun önemli olabileceğini düşündüren çeşitli çalışmalar vardır. Kraniovertebral bileşkeye yönelik posterior yaklaşımda, lateral disseksiyon ve C1 laminektomi ya da atlasın lateral massının vidalanması gibi diğer stabilizasyon prosedürleri sırasında foramen varlığının önceden bilinmesi önemlidir (1, 32). Arkuat foramen varlığı da dahil bölgenin spesifik anatomisinin önceden bilinmesi operasyonlar sırasında vertebral arter yaralanma riskini azaltır(13).

3. MATERYAL ve METOD

Çalışmaya Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümüne Mayıs 2010 - Ekim 2010 tarihleri arasında çeşitli ön tanılarla başvurarak tetkikleri yapılmış olan 719 hasta alındı. Hastaların tetkikleri retrospektif olarak incelendi. Tetkiklerin 54'ü karotis BT anjiyografi, 246'sı servikal vertebra BT, 154'i boyun BT, 265'i paranasal sinüs BT idi. Tüm tetkikler C1 vertebrayı tam olarak içeriyordu.

Karotis BTA ve boyun BT tetkikleri non- iyonik İV kontrast madde ile, servikal ve paranasal sinüs BT'ler kontrast madde verilmeden yapılmıştı.

BT incelemeleri 128 kesit BT cihazı (Definition AS, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) ile yapıldı. İmajlar 1 mm kesit kalınlığı ile alındı. Bütün imajlar PACS (picture archiving and communication system) ortamında tekrar değerlendirildi. Aksiyel görüntüler kemik pencerede incelendi. Her olguda MPR ve VRT rekonstrüksiyonlar yapıldı. Görüntüler arkuat foramen varlığı açısından dikkatlice incelendi. Her iki tarafta foramenin varlığı, parsiyel ya da total oluşu belirlendi.



Şekil 10. Sulkus vertebralisin üç boyutlu VRT görüntüleri. A: Her iki tarafta normal sulkus vertebralis görülüyor. B: Her iki tarafta total arkuat foramen görülüyor.

Bilateral total foramen görülen 48 vakadan 18'i kronik hastalık(malignite, diabet gibi), baş ağrısına neden olabilecek kronik sinüzit tanısı veya hipertansiyon hastalığı, travma sonucu baş ve boyunda yaralanma ve boyunda yaygın dejeneratif osteofitik değişiklikler nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Kalan 30 hasta ilk grubumuzu oluşturdu. İkinci grup tek taraflı total foramen görülen hastalardan seçildi. Tek taraflı foramen görülen toplam 61 hastadan yine yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı 20 hasta çalışma dışı kaldı. 41 hastadan ilk gruptakilere benzer yaş ve cinsiyet grubundan 30 hasta seçildi. Üçüncü grup arkuat foramen bulunmayan hastalar arasından ilk gruba yaş ve cinsiyet bakımından benzer hastalardan randomize olarak oluşturuldu. Gruplar baş ağrısı, boyun ağrısı, baş dönmesi, tinnitus, senkop atağı, işitme kaybı, epilepsi gibi semptomlar açısından sorgulandı. Baş ağrısı şikayeti belirten hastalar sorgulanarak baş ağrısı karakterleri migren ve diğer baş ağrıları olarak sınıflandırıldı. Gruplar arasında klinik bulgular açısından farklar değerlendirildi.

İstatistiksel değerlendirme bilgisayar ortamında 'SPSS For Windows (sürüm 15.0)' programı kullanılarak Mann-Whitney U testi ile yapıldı. P değeri 0.05'ten küçük olduğunda fark istatistiksel olarak anlamlı olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Toplam 719 vakanın 296'sı kadın(%41,2), 423'ü erkekti(%58,8). Vakaların yaş ortalaması 46,51 (18-99) idi.

Vakaların 48'inde bilateral total foramen tespit edildi. 21 vakada sağda tek taraflı, 37 vakada solda tek taraflı total foramen varlığı görüldü. Toplam 69 vakada sağda, 85 vakada solda total foramen görüldü. Solda total foramen 1,2 kat fazla saptandı.

Total foramen toplamda 106 vakada tespit edildi. Total foramen varlığı oranı % 14,74 olarak hesaplandı.

Bilateral ve tek taraflı total arkuat forameni olan 106 hastanın 74'ü erkek (%69,8), 32'si kadındı (%30,1). Total foramen erkeklerde % 17,49, kadınlarda %10,8 oranında saptandı. Total foramenin erkeklerde görülmesi istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu ($p=002$).

Tek taraflı total arkuat forameni olan hastaların % 68,9'u, bilateral arkuat forameni olan hastaların % 70,8'i erkekti. Tek taraflı ve iki taraflı total foramen bulunan hastalarda cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p<0,05$).

Bilateral total foramen varlığı tüm vakaların % 6,67'sine, sağda tek taraflı foramen vakaların % 2,92'sine, solda tek taraflı foramen varlığı vakaların % 5,14'üne tekabül ediyordu. Arkuat foramenin solda daha fazla görülmesi istatistiksel olarak anlamlı bulundu($p<0,05$).

296 kadın vaka içinde 14 vakada bilateral, 6 vakada sağda tek taraflı, 12 vakada solda tek taraflı total foramen mevcuttu.

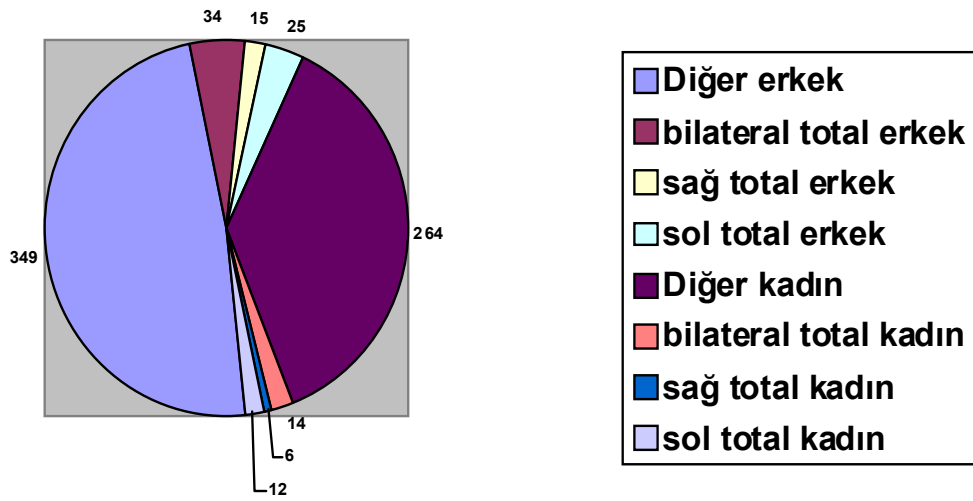
Tüm kadınlar içerisinde bilateral total foramen varlığı % 4,72, sağda tek taraflı foramen varlığı % 2,02, solda tek taraflı foramen varlığı % 4,05 olarak bulundu.

423 erkek vaka içerisinde 34 vakada bilateral, 15 vakada sağda tek taraflı, 25 vakada solda tek taraflı total foramen mevcuttu.

Tüm erkekler içerisinde bilateral total foramen varlığı % 8.03, sağda tek taraflı foramen varlığı % 3,54, solda tek taraflı foramen varlığı % 5,91 olarak bulundu.

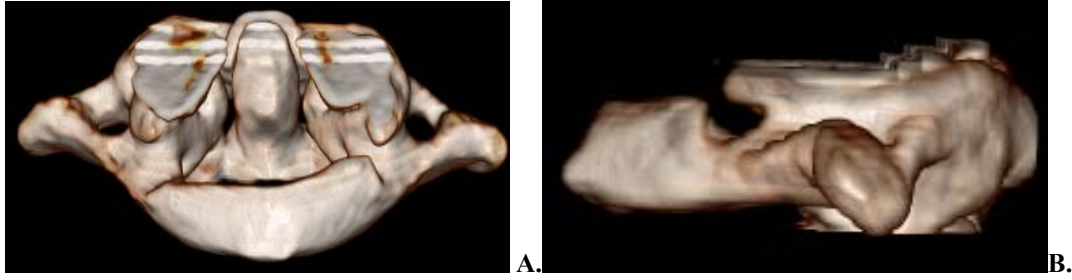
Tablo 2. Total foramen varlığının kadın ve erkeklere göre dağılımı

	bilateral	sadece sağda	sadece solda	toplam
Kadın	14	6	12	32
Erkek	34	15	25	74
Toplam	48	21	37	106



Tüm hastaların yaş ortalaması 46,51, sağ ve/veya sol total foramen bulunan 106 hastanın yaş ortalaması 46,9, bilateral foramen bulunan hastaların yaş ortalaması 46,9 olarak hesaplandı. Total arkuat foramenin görülme olasılığının yaş ile anlamlı farklılık göstermediği kabul edildi.

Her iki tarafta parsiyel foramen bulunan vaka sayısı 39 (25 erkek, 14 kadın) olarak tespit edildi. Bu sayılar erkeklerin %5,91'ine, kadınların % 4,72'sine isabet ediyordu. Sağda parsiyel foramen 88 hastada, solda parsiyel foramen 91 hastada mevcuttu.



Şekil 11. Parsiyel arkuat foramenin üç boyutlu VRT görüntüleri. A: Sağ tarafta normal sulkus vertebralis, sol tarafta parsiyel arkuat foramen. B: Parsiyel arkuat foramenin lateral VRT görüntüsü.

Sağda parsiyel foramen bulunan hastaların 19’unda(11 erkek, 8 kadın) aynı zamanda solda total foramen, solda parsiyel foramen bulunan hastaların 12’sinde(8 erkek, 4 kadın) sağda total foramen bulunmaktaydı. Sadece sağda parsiyel foramen varlığı 30 (15 erkek, 15 kadın) vakada, sadece solda parsiyel foramen varlığı 40 (25 erkek, 15 kadın) vakada saptandı. Toplamda 140 hastada parsiyel foramen mevcuttu(%19,47). Kadınların %18,9’unda, erkeklerin % 19,85’inde parsiyel foramen görüldü. Parsiyel foramenin görülme sıklığı cinsiyet ile anlamlı farklılık göstermedi. Yine sağ ile sol arasında da anlamlı farklılık yoktu.

Tablo 3. Parsiyel foramen varlığının kadın ve erkeklere göre dağılımı

	Bilateral	Yalnız sağda	Sağ Pars.+Sol total	Yalnız Solda	Sol Pars.+Sağ total	Toplam
Kadın	14	15	8	15	4	56
Erkek	25	15	11	25	8	84
Toplam	39	30	19	40	12	140

Klinik semptomlar açısından incelenmek üzere oluşturulan üç grup arasında yaş ve cinsiyet bakımından farklılık yoktu. Birinci grubun yaş ortalaması 34,06, ikinci grubun yaş ortalaması 34.06 ve üçüncü grubun yaş ortalaması 34,4 olarak hesaplandı. Her üç grupta da 10 kadın, 20 erkek hasta mevcuttu. Bu grupların yaş ortalaması 719 hastanın yaş ortalamasına göre oldukça düşüktü. Bunun sebebi kronik hastalıkları olduğu için çalışma dışı bırakılan vakaların yaşlarının daha yüksek olması idi.

İlk grupta 12 hastada(6 kadın, 6 erkek), ikinci grupta 7 hastada(4 kadın, 3 erkek), üçüncü grupta 8 hastada(4 kadın, 4 erkek) baş ağrısı şikayeti saptandı. Baş ağrısı şikayeti ilk grupta sayıca fazla olmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı($p=0,329$).

Baş ağrısı şikayeti olan hastalardan ilk grupta 4 hastada(2 kadın, 2 erkek), ikinci grupta 2 hastada(2 kadın), üçüncü grupta 3 hastada(2 kadın, 1 erkek) migren tanısı mevcuttu. Migren tanısı olan hasta sayısı da ilk grupta diğerlerine göre fazlaydı; ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı($p=0,69$).

Boyun ağrısı ilk grupta 3 erkek hastada, ikinci grupta 1 kadın hastada, üçüncü grupta 3 erkek hastada saptandı. Gruplar arasında anlamlı istatistiki fark saptanmadı($p=0,538$).

Baş dönmesi şikayeti belirten hasta sayısı ilk grupta 5(3 erkek, 2 kadın), ikinci grupta 2(2 erkek), üçüncü grupta ise 2(2 kadın) idi. Bilateral foramen görülen grupta baş dönmesi şikayeti sayısal olarak iki gruptan da fazlaydı. Ancak istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı($p=0,329$).

Zaman zaman senkop atağı geçirdiğini ifade eden ilk grupta 2(1 kadın, 1 erkek), ikinci grupta 2(2 erkek), üçüncü grupta 1 kadın hasta mevcuttu. Yine bu grupta da anlamlı farklılık yoktu($p=0,809$).

İlk grupta işitme kaybı olan 1 kadın hasta, ikinci grupta 2 erkek hasta vardı. Üçüncü grupta işitme kaybı şikayeti belirten hasta olmadı. Tinnitus ise ilk grupta 2 erkek hastada, üçüncü grupta sadece bir erkek hastada mevcuttu. Bu semptomlar açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi.

Her üç grupta da epileptik nöbet tarifleyen hasta saptanmadı.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Arkuat foramen çeşitli klinik durumlar için yapılan radyolojik incelemelerde tesadüfen saptanan, çok da nadir olmayan bir varyasyondur. Hastalar genel olarak asemptomatiktir. Bu anatomik varyasyonun klinik önemi halen net olarak saptanmamış olmakla birlikte literatürde arkuat foramen varlığının baş ve boyun ağrıları, vertigo, bulantı, kusma, denge kaybı, görme, yutma, duyma problemleri gibi klinik semptomlarla bağlantı olabileceğini bildiren az sayıda çalışma mevcuttur.

Literatürde arkuat foramen insidansı, kadın ve erkeklerde görülme oranları ile ilgili birbirinden çok farklı sonuçlar bulunmaktadır.

Tablo 4. Yapılan çeşitli çalışmalarda kullanılan materyaller ve total arkuat foramen görülme sıklığı (11, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39).

Çalışma	Materyal	İnsidans
Pyo, 1959	Radyografi	12.6
Romanus, 1964	Radyografi	14.3
Lamberty, 1973	Kemik spesmenler	15
Lamberty, 1973	Radyografi	7.5
Başoğlu, 1983	Kemik spesmenler	9.5
David M. 1991	Radyografi	13.5
Mitchell, 1998	Kemik spesmenler	9.8
Malas, 1998	Radyografi	2.6
Hasan, 2001	Kemik spesmenler	3.4
Kavaklı,2004	Kemik spesmenler	12.8
Krishnamurthy, 2007	Kemik spesmenler	8.33
Yong Jae Cho, 2009	3D BT	15.5

Çalışmamızda total foramen varlığını(sağ, sol ve bilateral) % 14,74 oranında tespit ettik. Bu sonuç birçok çalışmaya göre yüksekti. Örneğin M.A. Malas ve arkadaşlarının yaptığı 1000 lateral servikal grafinin değerlendirildiği bir çalışmada total foramen oranı % 2,6 olarak bulunmuştu. Bu çalışmaya göre total foramen

varlığı erkeklerde, parsiyel foramen varlığı ise kadınlarda anlamlı olarak yüksekti (37). Yine ülkemizde yapılan başka bir çalışmada E. Unur ve arkadaşları servikal grafilerde total foramen oranını % 5,1 olarak tespit etmişti (39).

Bu çalışmalarda insidansın bizim çalışmamıza oranla düşük olmasının nedeni çalışmaların servikal grafilerle yapılmış olması olabilir. Kenya'da yapılan bir otopsi çalışmasında ise bu oran %14,7 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmaya göre foramen görülme olasılığı sağda sola oranla ve kadınlarda erkeklere oranla daha fazla idi (40). Kavaklı ve arkadaşlarının kemik spesmenlerle yaptığı çalışmada total arkuat foramen insidansı %12 olarak saptanmıştı (34). Yine kemik spesmenlerle İngiltere'de yapılan bir çalışmada bu oran % 15 idi. Aynı çalışmanın lateral servikal radyografilerle yapılan bölümünde bu oran sadece % 7,58 bulunmuştu (36). Yunanistan'da yapılan bir çalışmada ise kemik spesmenlerde total arkuat foramen görülme oranı % 10,23 olarak bildirilmişti (41). Çalışmamızda arkuat foramenin görülme oranının bazı çalışmalara göre yüksek çıkması öncelikle çalışmamızın BT ile yapılmış olması olabilir. Lateral servikal grafilerde atlanto oksipital bölgenin görüntülenmesi çevre yapılar tarafından; özellikle mastoid kemik tarafından ya da yanlış pozisyon nedeniyle engellenebilir. Servikal grafiler ile yapılan çalışmalarda arkuat foramenin görülmesinin daha güç olması bu düşük sonuçlara neden olabilir. Otopsi ve kemik spesmenlerle yapılan çalışmalarda bizim çalışmamızla benzer sonuçlar elde edilmesi de BT'nin bu varyasyonu değerlendirmede daha etkin bir yöntem olduğunu göstermektedir. Nitekim Kore' de 200 hastanın 3-D BT görüntülerinin incelenerek yapıldığı bir çalışmada arkuat foramen insidansı bizim çalışmamıza benzer olarak % 15,5 oranında saptanmıştı (32).

Çalışmamızda total foramen varlığı erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu. Bir çok çalışmada total foramen varlığı erkeklerde yüksek olarak bulunmuştu (37, 42, 43). Bir çalışmada ise kadınlarda yüksek olarak rapor edilmişti (40). Bazı çalışmalarda ise cinsiyet açısından anlamlı farklılık saptanmamıştı (38, 39, 44).

Çalışmamızda parsiyel foramen varlığının cinsiyet ile ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı. Ancak literatürde bir çalışmada parsiyel foramen varlığı kadınlarda anlamlı olarak yüksek rapor edilmişti (43).

Parsiyel foramenin görülme sıklığı literatürde oldukça geniş bir aralıktadır. Çalışmamızda bu oranı % 19,5 olarak saptadık. Şili’de yapılan asemptomatik olguları içeren servikal radyografilerle yapılan çalışmada parsiyel foramen insidansı %10.1 olarak bildirilmiştir (42). Çakmak ve arkadaşlarının yine servikal lateral grafiyle yaptığı çalışmada parsiyel foramen % 6.25 oranında görülmüştü (31). Kavaklı ve arkadaşlarının kemik spesmenlerle yaptığı çalışmada bu oran % 9,3’tü (34). Lamberty ve Zivanovic’in yine kemik spesmenlerle yaptıkları çalışmada parsiyel foramen oranı % 21,6 olarak saptanmıştı (36). Yunanistan’da kemik spesmenlerle yapılan bir çalışmada bu oran % 24,4 olarak belirtilmişti (41)

Wright ve arkadaşları arkuat foramen ile aurasız migren arasında önemli bir korelasyon bildirmişlerdi. Bu çalışmanın amacı migren ve servikojenik baş ağrısı olan kişilerde arkuat foramen sıklığını araştırmak ve baş ağrısı olmayan grupla karşılaştırmaktı. Kiroprakti (chiropractic: omuriliğin düzenlemesi için elle yapılan tedavi) kliniğine ilk kez başvurarak servikal grafi çekilen hastalar çalışmaya alınmış, hastalar auralı migren, aurasız migren, servikojenik baş ağrısı ve sadece boyun ağrısı şikayeti olanlar olmak üzere kategorilere ayrılmıştı. Sonuçta auralı ve aurasız migreni olan hastalarda ve servikojenik baş ağrısı olan hastalarda arkuat foramen insidansı sayısal olarak fazla bulunmasına rağmen; sadece aurasız migren hastalarında bu fark istatistiksel olarak yüksek bulunmuştu (9).

Bizim çalışmamızda ise semptomların bir çoğu (baş ağrısı, senkop, vertigo) özellikle bilateral total forameni olan hastalarda sayısal olarak fazla bulunmasına rağmen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Bu sonuç çalışma grubumuzun az sayıda hasta içermesinden kaynaklanmış olabilir. Daha uzun bir süreçte, daha fazla hasta ile yapılacak çalışmalarda bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunabilir.

Wright ve arkadaşlarının kiropakti kliniğine başvuran hastalarla yaptıkları çalışmaya rastlantısal olarak dahil edilen 8 epilepsili hastanın 5’inde total arkuat foramen saptanmıştı. Bu tesadüfi sonuç arkuat foramen ile epilepsi arasında bir bağlantı olabileceği şeklinde yorumlanmıştı. Ancak bizim çalışma gruplarımızın hiçbirinde epilepsi tarifleyen hasta olmadı.

Kronik hastalıklara bağılı çalışma dışı bırakılan hastaların daha ileri yaşta olması nedeniyle hasta grubumuzun yaş ortalaması düştü. Hastaların daha genç yaşta olması da arkuat foramen görülen ve görülmeyen hastaların yakınmalarında anlamlı fark olmamasına neden olmuş olabilir. Yaşlanma ile ortaya çıkan dejeneratif iskelet değişiklikleri ve ateroskleoz; arkuat foramenin neden olduğu semptomları arttırıyor olabilir.

Wright ve arkadaşlarının yaptığı ve aurasız migren hastalarında arkuat foramen insidansının anlamlı olarak yüksek bildirildiği çalışmada hasta grubunun yaş ortalaması 46 olarak saptanmıştı (10). Bu çalışmada hasta yaş ortalamasının çalışmamıza oranla yüksek olması klinik semptom görülme olasılığını arttırmış olabilir.

Çakmak ve arkadaşlarının yaptığı benzer bir çalışmada arkuat foramen varlığı ile baş ağrısı, baş dönmesi, omuz ve kol ağrısı, boyun ağrısı ve lakrimasyon gibi klinik semptomlar arasındaki ilişki irdelenmişti. Bu çalışmada total foramen bulunan hastalarla parsiyel foramen bulunan hastalar karşılaştırılmıştı. Lakrimasyon dışındaki tüm semptomlar total forameni olan hastalarda anlamlı yüksek bulunmuştu (31). Bu çalışmaya 29 ile 79 yaş arasındaki hastalar dahil edilmişti ve yaş ortalaması 49,5 olarak bildirilmişti. Bu çalışmada da hasta yaş ortalamasının çalışmamıza oranla yüksek olması klinik semptom görülme olasılığını arttırmış olabilir.

Wright ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da, Çakmak ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da servikal bölgede dejeneratif - osteofitik değişikliği olan hastaların çalışma dışı edildiğine dair bir bilgi yoktu. Bizim çalışmamızda bu hastaların çalışma grubu dışında bırakılmış olması da semptomların bu çalışmalara oranla daha düşük çıkmış olmasını açıklayabilir.

Şili'de yapılan, asemptomatik hastalarda arkuat foramen insidansının araştırıldığı bir çalışmada hasta yaş ortalaması 18,44 olarak bildirilmişti (42) . Bu hastalarda total arkuat foramen insidansı % 9,2, parsiyel arkuat foramen insidansı % 10,1 olarak saptanmıştı. Bu hasta grubunun daha genç yaştaki hastalardan oluşuyor olması da yine arkuat foramene bağılı semptomların görülme olasılığının yaşla ve yaşlanma ile birlikte ortaya çıkan değişikliklerle birlikte arttığını destekleyebilir.

Ayrıca çalışmanın retrospektif olarak yapılması ve hastalarla yüz yüze görüşme imkanının olmaması da çalışmamızı sınırlandırmıştır.

Sonuç olarak arkuat foramen, literatürde sıklığı değişen oranlarda bildirilen, pek çok farklı semptomla bağdaştırılan çok da nadir görülmeyen bir varyasyondur. Bu varyasyonun klinik semptomlarla ilişkisi bu güne kadar net olarak ortaya koyulabilmiş değildir. Klinik semptomlarla varyasyon arasındaki olası ilişkinin daha kapsamlı çalışmalarla araştırılması gerekmektedir. Semptomlarla ilişkisi kesin olarak kanıtlanamamış olsa da bu varyasyonun varlığının kraniovertebral bileşkeyi ilgilendiren operasyonların planlaması aşamasında bilinmesi gerektiği kesindir. Kraniovertebral bileşkeye yönelik posterior yaklaşımda, lateral disseksiyon ve C1 laminektomi ya da atlasın lateral massının vidalanması gibi diğer stabilizasyon prosedürleri sırasında foramen varlığının önceden bilinmesi operasyonlar sırasında vertebral arter yaralanma riskini azaltacaktır.

ÖZET

Sulkus Arteria Vertebralis Varyasyonları ve Klinik Bulgular ile Korelasyonu

Pontikulus postikus olarak da bilinen Kimmerle anomalisi birinci servikal vertebranın(atlas) yaygın bir varyasyonudur. Vertebral arter ve C-1 spinal sinirin arka dalını içeren sulkus arteriovertebralis üzerinden geçen posterior atlanto-oksipital membranın kısmi veya tam kemikleşme ürünüdür. Bu varyasyon vertebro-baziler yetmezlik belirtileri, çeşitli tiplerde baş ağrısı ve akut işitme kaybı ile ilişkilidir. Biz çalışmamızda sulkus veretbralis ile ilgili varyasyonların Türk toplumunda araştırılmasını amaçladık. Baş ve boyun ağrısı, baş dönmesi, kulak çınlaması, işitme kaybı gibi hasta şikayetleri; yaş ve cinsiyet ile parsiyel ve total foramen varlığı arasındaki ilişkiyi değerlendirdik. Hastanemize Mayıs 2010 – Ekim 2010 tarihleri arasında çeşitli nedenlerle başvuran 18- 99 yaş aralığında 719 hastanın MDBT görüntüleri retrospektif olarak incelendi. Arkuat foramen varlığı ve tipi açısından görüntüler değerlendirildi. Komplet tip atlasın süperior artiküler parçası ile posterior arka arasındaki kemik köprücük olarak tanımlandı. Süperior artiküler fasetten dorsal arkusa doğru uzanan aşık kemik spikül ise parsiyel tipi olarak kabul edildi. Total foramen toplamda 106 vakada tespit edildi. Total foramen varlığı oranı % 14,74 olarak hesaplandı. Vakaların 48'inde(%6,67) bilateral total foramen tespit edildi. 21 vakada(%2,92) sağda tek taraflı, 37 vakada(%5,14) solda tek taraflı total foramen varlığı görüldü. Bilateral total forameni olan 30 hasta, tek taraflı total forameni olan 30 hasta ve total foramen görülmeyen 30 hastadan oluşan üç grup oluşturuldu. Gruplar arasında baş ağrısı, baş dönmesi, boyun ağrısı, kulak çınlaması gibi semptomlar açısından karşılaştırma yapıldı. Gruplar arasında semptomlar açısından istatistiki olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

Anahtar kelimeler: Sulkus arteria vertebralis, arkuat foramen, pontikulus postikus.

SUMMARY

Variations of Sulcus Arteria Vertebralis and Correlation with Clinical Symptoms

Kimmerle's anomaly also known as ponticulus posticus is a common anatomical variation of the atlas, the first cervical vertebra. It is the product of the complete or incomplete ossification of the posterior atlanto-occipital membrane over the vertebral artery groove resulting in the formation of a foramen (arcuate foramen) containing the vertebral artery and the posterior branch of the C-1 spinal nerve. This variation has been associated with vertebro-basilar insufficiency symptoms, various types of headaches, and acute hearing loss. We aimed to search the variations related to the sulcus arteriae vertebralis which is on the first cervical vertebrae in Turkish population. Age, gender and complaints of the patients, headache, neck pain, vertigo, tinnitus, hearing loss in relation to the presence of bony complete or incomplete arcuate foramen were evaluated. We retrospectively reviewed 719 3-D CT scanning digital images of consecutive patients between eighteen and ninety-nine years of age who had visited our hospital various problems from May 2010 to October 2010. They were carefully inspected by a radiologist for the presence and types of arcuate foramen. Complete type was defined as clear bony bridge between the superior articular process and the posterior arch of the atlas. Partial type was considered as partial posterior ponticulus which was noted as a distinct bony spicule extending from the superior articular facet overhanging the dorsal arch. Analysis of 719 3-D CT scan images revealed ponticulus posticus on unilateral and bilateral in 106 patients; consist of 14,74%. The ponticulus was bilateral in 48 patients (6,67%); on the right side alone in 21 patients (2,92%); and on the left side alone in 37 patients (5,14%). We get 3 groups. The first group consist of 30 patients with bilateral complete arcuate foramen, the second group consist of 30 patients with unilateral arcuate foramen and the third group consist of control patient without arcuate foramen. These groups compared for clinical symptoms as headache, servical pain, vertigo, tinnitus. There was no significant difference in symptoms between the three groups.

Keywords: Sulcus arteriae vertebralis, arcuate foramen, ponticulus posticus.

KAYNAKLAR

1. Koutsouraki, et al., Kimmerle's anomaly as a possible causative factor of chronic tension-type headaches and neurosensory hearing loss: case report and literature review. *Int J Neurosci*, 2010. 120(3): p. 236-9.
2. Arıncı K, *Anatomi*. 1997. 1: p. 77.
3. Netter, *İnsan Anatomisi Atlası*. 5.baskı ed. 2010, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
4. Crossman A. R., *Gray's Anatomy*. 39 ed. *The Anatomical Basis of Clinical Practice*, ed. S. S. Vol. Chapter 17. 2005: Section 2. 298.
5. Snell, *Klinik Nöroanatomisi*. İngilizce 4. baskıdan çeviri. 2000, İstanbul Nobel Tıp Kitabevleri.
6. Arıncı K, *Anatomi*. 2 ed. Vol. 2. 1997, Ankara: Güneş Kitabevi. 51-53.
7. Williams PL and LH, *Gray's Anatomy*. 37 ed. 1989, Edinburgh.
8. Tubbs, et al., Foramen arcuale: anatomical study and review of the literature. *J Neurosurg Spine*, 2007. 6(1): p. 31-4.
9. K. E. Cushing, et al., Tethering of the vertebral artery in the congenital arcuate foramen of the atlas vertebra: a possible cause of vertebral artery dissection in children. *Dev Med Child Neurol*, 2001. 43(7): p. 491-6.
10. Wight, Osborne and Breen, Incidence of ponticulus posterior of the atlas in migraine and cervicogenic headache. *J Manipulative Physiol Ther*, 1999. 22(1): p. 15-20.
11. Hasan M, Posterolateral tunnels and ponticuli in human atlas vertebrae. *J Anat*, 2001. 199(Pt 3): p. 339-43.
12. Yamamoto A., Ontogenetic change and geographical variation of atlas bridging in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Anthropological Science*, 2006. 114.
13. Senoglu, et al., The effect of posterior bridging of C-1 on craniovertebral junction surgery. *J Neurosurg Spine*, 2006. 5(1): p. 50-2.
14. Kim, et al., Prevalence and Morphologic Features of Ponticulus Posticus in Koreans: Analysis of 312 Radiographs and 225 Three-dimensional CT Scans. *Asian Spine J*, 2007. 1(1): p. 27-31.
15. TRD, *Temel Radyoloji Fiziği*, ed. P. Balcı. 2005, İzmir.
16. Baykal B., *Bilgisayarlı Tomografi Fiziği*. 1. ed, ed. G. U.K. 2003, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
17. Tuncel, *Klinik Radyoloji*. 2. ed. 2007, Bursa: Nobel&Güneş Tıp Kitabevi.
18. Kaya T, *Temel Radyoloji tekniği*. 3. baskı ed. 1997: Güneş-Nobel.
19. Adapınar, *Temel Radyoloji Tekniği*. 3. baskı ed, ed. T. Kaya. 1997: Güneş-Nobel.
20. Barsukov and Grishin, [The vertebrobasilar blood circulation of the brain in the presence of Kimmerle's anomaly]. *Voen Med Zh*, 1991(6): p. 42-5.
21. Limousin, Foramen arcuale and syndrome of Barre-Lieou. Its surgical treatment. *Int Orthop*, 1980. 4(1): p. 19-23.
22. Sun, [Foramen arcuale and vertigo]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 1990. 28(10): p. 592-4, 636-7.

23. Tatlow WF, Syndrome of vertebral artery compression. *Neurology* 1957.
24. Li, Li and Sun, [Operative treatment for cervical vertigo caused by foramen arcuale]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 1995. 33(3): p. 137-9.
25. Erdine, Servikojenik Baş Ağrıları. Baş, boyun, bel ağrıları Sempozyum Dizisi, 2002. 30: p. 85-90.
26. İnan N., Cervicogenic headache: Pathophysiology, diagnostic criteria and treatment. *Ağrı*, 2005.
27. Biondi, Cervicogenic headache: a review of diagnostic and treatment strategies. *J Am Osteopath Assoc*, 2005. 105(4 Suppl 2): p. 16S-22S.
28. Split and Sawrasewicz-Rybak, Character of headache in Kimmerle anomaly. *Headache*, 2002. 42(9): p. 911-6.
29. Sweat R.W, The Ponticulus Posticus. *Today's Chiropractic*, 1987. September/October.
30. Bernal Sprekelsen, Hormann and Weh, [Sudden hearing loss and the cranio-cervical junction]. *An Otorrinolaringol Ibero Am*, 1990. 17(4): p. 353-68.
31. Cakmak, et al., Arcuate foramen and its clinical significance. *Saudi Med J*, 2005. 26(9): p. 1409-13.
32. Young, et al., The ponticulus posticus: implications for screw insertion into the first cervical lateral mass. *J Bone Joint Surg Am*, 2005. 87(11): p. 2495-8.
33. J.Mitchell, The incidence and dimensions of the retroarticular canal of the atlas vertebra. *Acta Anat (Basel)*, 1998. 163(2): p. 113-20.
34. Kavakli, et al., Variants and deformities of atlas vertebrae in Eastern Anatolian people. *Saudi Med J*, 2004. 25(3): p. 322-5.
35. Krishnamurthy, et al., Arcuate foramen of atlas: incidence, phylogenetic and clinical significance. *Rom J Morphol Embryol*, 2007. 48(3): p. 263-6.
36. Lamberty and Zivanovic, The retro-articular vertebral artery ring of the atlas and its significance. *Acta Anat (Basel)*, 1973. 85(1): p. 113-22.
37. Malas M.A., Sulcus Arteriae Vertebralis Variations on Atlas. *T Klin J Med Res* 1998. 16.
38. Pyo and Lowman, The ponticulus posticus of the first cervical vertebra. *Radiology*, 1959. 72(6): p. 850-4.
39. Unur E., Radiographic incidence of complete arcuate foramen in Turkish population. *Erciyes Tıp Dergisi*, 2004. 26.
40. Karau, et al., Anatomy and prevalence of atlas vertebrae bridges in a Kenyan population: An osteological study. *Clin Anat*, 2010. 23(6): p. 649-53.
41. Paraskevas, et al., Gross morphology of the bridges over the vertebral artery groove on the atlas. *Surg Radiol Anat*, 2005. 27(2): p. 129-36.
42. Schilling, Ponticulus posticus on the Posterior Arch of Atlas, Prevalence Analysis in Asymptomatic Patients. *Int. J. Morphol.*, 2010. 28.
43. Stubbs, The arcuate foramen. Variability in distribution related to race and sex. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1992. 17(12): p. 1502-4.
44. Cho, Radiological analysis of ponticulus posticus in Koreans. *Yonsei Med J*, 2009. 50(1): p. 45-9.