

T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ

Radyoloji Anabilim Dalı

**KALPTE ANATOMİK VARYASYONLAR;
1000 OLGU EŞLİĞİNDE RETROSPEKTİF KORONER
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ANJİOGRAFİ ÇALIŞMASI**

UZMANLIK TEZİ

DR.ERHAN ÇELENK

Tez Danışmanı: Doç.Dr.Menduh Dursun

İSTANBUL 2016

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez danışmanım olarak çalışmam sırasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve değerli bilgilerini paylaşan sayın hocam Doç.Dr. Menduh Dursun'a

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini aktaran, yol gösteren, hoşgörülerini esirgemeyen, değerli hocalarım Prof.Dr.Bülent Acunaş , Prof.Dr. Gülden Acunaş, Prof.Dr. Atadan Tunacı, Prof.Dr. Serra Sencer, Prof.Dr. Arzu Armağan Poyanlı , Prof.Dr.Kubilay Aydın, Prof.Dr.Ensar Yekeler, Doç.Dr.Barış Bakır, Doç.Dr.Artur Salmaslıoğlu ve Yrd.Doç.Dr.Merve Gülbiz Kartal'a

Ayrıca benimle her konuda bilgilerini paylaşan Uzm.Dr. Oğuz Bülent Erol, Uzm.Dr. Ravza Yılmaz, Uzm.Dr. Mesut Bulakçı'ya

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili asistan arkadaşlarıma,eğitimim süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen, birlikte çalışmaktan keyif aldığım kliniğimizin diğer tüm çalışanlarına

İhtiyacım olduğunda düşünmeden yanımda olan hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen dostlarım Gökhan Başalan,Yılmaz Önal, Rifat Arslan ve Ali Aslan Demir'e

Bugünlere gelmemde en büyük fedakarlığı gösteren, sevgilerini ve desteklerini hiç esirgemeyen canım annem Hatice Çelenk ve abilerim Fatih Çelenk, Erman Çelenk'e

Ve son olarak da her zaman yanımda olan eşim İpek Çelenk'e

Teşekkürlerimi sunarım..

SİMGELER VE KISALTMALAR

EKO	Ekokardiyografi
EKG	Elektrokardiyografi
MRG	Manyetik rezonans görüntüleme
ÇKBT	Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
LMCA	Sol ana koroner arter
LAD	Sol ön inen dal
RCA	Sağ koroner arter
LCX	Sol sirkumfleks koroner arter
VSD	Ventriküloseptal defekt
RVOT	Sağ ventrikül çıkış yolu
MPR	Multiplanar Rekonstrüksiyon
MIP	Maksimum İntensite Projeksiyon
SSD	Surface Shaded Display
3D VRT	Üç Boyutlu Volüm Rendering Teknigi
CPR	Curved Planar Reformat
kV	Kilovolt
mAs	Miliamper saniye
mSv	Milisievert
HU	Hounsfield Unit

1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Normal Kalp Embriyolojisi	4
2.1.1. Erken Kardiyak Morfogenez.....	4
2.1.2. Kardiyak Looping (Kardiyak Kıvrılma)	4
2.1.3. Kardiyak Septasyon (Kardiyak Bölünme)	5
2.1.4. Kardiyak Diferansiyasyon (Kardiyak Farklılaşma)	6
2.1.5. Koroner Arter Embriyolojisi	6
2.2. Fetal ve Neonatal Dolaşım	7
2.3. Kalp Anatomisi	8
2.3.1 Genel Anatomi	8
2.3.2. Kalbin odacıkları	10
2.4. Kardiyak döngü	14
2.5. Çok kesitli Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi uygulaması	16
2.5.1. İşlem Öncesi Hasta Hazırlığı.....	16
2.5.2. Nefes Tutma Eğitimi	17
2.5.3. Scout Görüntüleme.....	18
2.5.4. Kalsiyum Görüntüleme.....	18
2.5.5. İntravenöz Kontrast Uygulaması.....	21
2.5.6. Kaynak görüntülerin elde edilmesi ve görüntü rekonstrüksiyonu.....	22
2.5.7. Kardiyak görüntülemede kullanılan görüntüleme planları.....	25
2.5.8 Radyasyon Dozu.....	27
2.5.9. Koroner BT Anjiyografi ve Kardiyak BT Endikasyonları.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	30

4. BULGULAR	31
5. OLGU ÖRNEKLERİ	37
6. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	44
ÖZET	46
SUMMARY	47
REFERANSLAR	48



TABLULAR

Tablo 1. Yaş dağılımı

Tablo 2. Anatomik varyasyonların sayısal dağılımı



ŞEKİLLER ve RESİMLER

Şekil 1. Kardiyak gelişim şematik görüntüsü

Şekil 2. Fetal dolaşım şematik görüntüsü

Şekil 3. Normal EKG şematik görüntüsü

Resim 1. Kontrastsız BT aksiyel seri (Kalsiyum Görüntüleme) görünümleri

Resim 2. Koroner Bt anjiografi zaman-dansite eğrisi

Resim 3. Ventriküllerin iki boşluk, dört boşluk ve kısa eksen görüntüleri

Resim 4. Aort, pulmoner, mitral ve triküspit kapak planları

GRAFİKLER

- Grafik 1.** Cinsiyet dağılımı
- Grafik 2.** Yaş dağılımı
- Grafik 3.** Krista terminalis
- Grafik 4.** İnteratriyal lipomatöz hipertrofi
- Grafik 5.** Östakian valf
- Grafik 6.** Subtebesian poş
- Grafik 7.** Sol atriyal appendiks dolma defekti
- Grafik 8.** Sol atriyal aksesuar appendiks
- Grafik 9.** Sol atriyal divertikül
- Grafik 10.** Moderatör band
- Grafik 11.** İnteratriyal septal flep
- Grafik 12.** İnteratriyal septal anevrizma
- Grafik 13.** Patent foramen ovale
- Grafik 14.** Kapanmış VSD
- Grafik 15.** Aksesuar pulmoner ven

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kalp görüntülenmesinde kullanılan ilk radyolojik yöntem direkt radyografilerdir. Bu görüntüleme yöntemi ile kalbin ve mediasteninin konturları değerlendirilerek kardiyovasküler hastalıklara tanı konulmaya çalışılmıştır. Daha sonra 1960`lı yıllarda kardiyovasküler yapıların görüntülenmesi amacıyla kardiyak kateterizasyon yapılmaya başlanmıştır. Bu yöntemle kalp ve büyük damarların görüntülenmesinin yanı sıra hemodinamiye ilişkin bazı verilerin de elde edilmesi olanaklı olmuştur. Ancak kardiyak kateterizasyonun hem radyasyon içermesi, hem de çeşitli komplikasyonlara yol açabilecek invaziv bir işlem olması nedeniyle, bu inceleme yöntemi günümüzde sadece hemodinamik ölçümlerin şart olduğu ve bunun da ancak girişimsel işlemlerle mümkün olabildiği olgularda uygulanmaktadır (1,2).

Özellikle pediyatrik yaş grubunda direkt grafiden sonra kalp görüntülenmesinde kullanılan yöntemler arasında ilk seçenek ekokardiyografidir (EKO) (3). Bunun nedeni ucuz, yaygın ve noninvaziv bir yöntem olması, kalp anatomisi ve fonksiyonlarının dinamik olarak değerlendirilebilmesidir. Ancak ses dalgalarının kemik ve hava içeren dokuların arkasına geçmemesi, özellikle operasyon sonrasında oluşan granülasyon dokusunun görüntü kalitesini azaltması, ekstrakardiyak vasküler yapıların değerlendirilememesi ve bazı olgularda görülen kompleks anatominin ancak 3 boyutlu görüntüleme ile anlaşılabilmesi bu yöntemin dezavantajlarıdır.

Kalbin kesitsel yöntemlerle değerlendirilmesindeki en önemli güçlük solunum ve kardiyak hareketlerdir. Başlangıçta bu hareketlere bağlı artefaktlar nedeniyle manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) ile yeterli şekilde değerlendirilemeyen kalp yapıları, daha hızlı sekansların geliştirilmesi ve artan dedektör sayısına bağlı olarak günümüzde yüksek çözünürlüklü görüntülerle incelenebilir hale gelmiştir. Bu yöntemlerle erken tanı, tedavi şekline ve zamanına karar verme ve tedavi sonrasında takip önemli ölçüde kolaylaşmıştır.

Konjenital kalp hastalığı olan pediyatrik olgularda tedavi planlaması ve takipte noninvaziv görüntüleme yöntemlerine sıkça gereksinim duyulmaktadır. Ekokardiyografinin yetersiz kaldığı olgularda invaziv olmaması ve radyasyon içermemesi nedeniyle MRG iyi bir alternatif yöntemdir. Özellikle kalp ve vasküler yapıları 3 boyutlu olarak gösterebilmesi, kanın akış hızı ve oluşan basınç gradientlerine yönelik ölçümleri yapabilmesi, odacık hacimlerini ölçerek sistolik-diyastolik fonksiyonları büyük bir doğrulukla saptayabilmesi en büyük avantajlarıdır. MRG'nin kalp görüntülemesinde en büyük dezavantajı koroner damarları yeterince gösterememesidir. Bunun nedeni pediyatrik yaş grubunda koroner damarların çapının belirgin şekilde dar ve küçük olması ve MRG'nin uzaysal çözünürlüğünün bu damarları görüntülemek için yetersiz kalmasıdır. Kapak veya korda tendinea gibi küçük yapıları değerlendirebilmek için de uzaysal çözünürlük yetersiz kalabilir. Ayrıca kardiyak MRG hasta ile iyi bir iletişim gerektirir. Pediyatrik yaş grubunda bu iletişimi kurmak güçtür. Sekiz yaş altındaki çocuklarda sedasyon veya anestezi gerekmektedir. Klips, koil ve stent gibi aygıtlar tanısal etkinliği düşürecek oranda artefaktlara yol açabilir.

Pediyatrik kardiyovasküler görüntülemede göğüs radyografisi ve transtorasik ekokardiyografiye yardımcı olan ve algoritmada üçüncü sırada yer alan kardiyak MRG'nin çok sayıda avantajlarına karşın bazı sınırlılıklarının da bulunması nedeniyle pediyatrik kardiyak incelemelerde kesitsel görüntülemeye gereksinim duyulduğunda diğer bir seçenek de BT'dir. Çok kesitli BT (ÇKBT) sistemlerin klinik kullanıma sunulmasından sonra BT, kardiyak görüntülemede kullanılmaya başlanmıştır. ÇKBT ile temporal rezolüsyon artmıştır ve bir gantri dönüşünde taranan alanın genişlemesiyle artan hız, çocuklarda sedasyon gerekliliğini belirgin oranda azaltmaktadır. Son zamanlarda kullanılmaya başlanan 256 ve 320 kesitli BT cihazlarında kardiyak tarama zamanının 1 sn'nin altına inmesi nefes tutma gereğini bile ortadan kaldırmıştır (4).

Yukarıda sıralanan avantajlarına rağmen kardiyak BT tetkikinin en büyük dezavantajı içerdiği iyonize radyasyondur. Çocukların iyonize radyasyona erişkinlerden daha duyarlı olduğu ve radyasyona bağlı malignite gelişme riskinin çocuklarda daha fazla olduğu bilinmektedir. Bu nedenle çocuklarda kardiyak BT tetkiki endikasyonu konulurken oldukça seçici olunması gerekmektedir (4,5). Pediyatrik olgularda tiroid bezi ve meme dokusu için bizmut tabanlı koruyucular kullanılmalıdır.

Konjenital kardiyak lezyonların değerlendirilmesinde EKO'ya ek katkılar sağlayan kardiyak BT anjiyografinin temel endikasyonları; siyanotik kalp hastalıklarında (Fallot tetralojisi ve pulmoner atrezi gibi) pulmoner arterlerin anatomik olarak değerlendirilmesi, anormal çıkışlı koroner arterlerin saptanması, kompleks konjenital kalp hastalıklarında ekstrakardiyak anatominin değerlendirilmesi ve postoperatif anatominin değerlendirilmesidir. Çocuklarda koroner arterlerde en sık görülen patolojiler koroner arter çıkış anomalileri, fistüller ve Kawasaki hastalığı olan olgularda görülen anevrizma ve daralmalardır. ÇKBT tüm bu patolojileri göstermede hem ekokardiyografi hem de MRG`den üstündür.(6) Ayrıca septum defektleri, kardiyak anomaliler, aort patolojileri (anevrizma, diseksiyon, koarktasyon), pulmoner arter ve ven patolojileri ÇKBT ile gösterilebilmektedir. Fonksiyonel değerlendirme yapılarak duvar ve kapak hareketleri görülebilmekte, atım hacmi ve ejeksiyon fraksiyonu belirlenebilmektedir. İçerdiği iyonize radyasyon nedeniyle ekokardiyografi ve MRG'ye göre daha az tercih edilmekle birlikte, doz azaltma yöntemleri ve uygun teknik parametreler sayesinde seçilmiş olgularda etkin bir görüntüleme yöntemidir (1,6).

Kalbin anatomik varyasyonları yanlış tanıya neden olabilmektedir.Bu çalışmada retrospektif olarak incelenen 1000 olguda kalbin anatomik varyasyonları incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

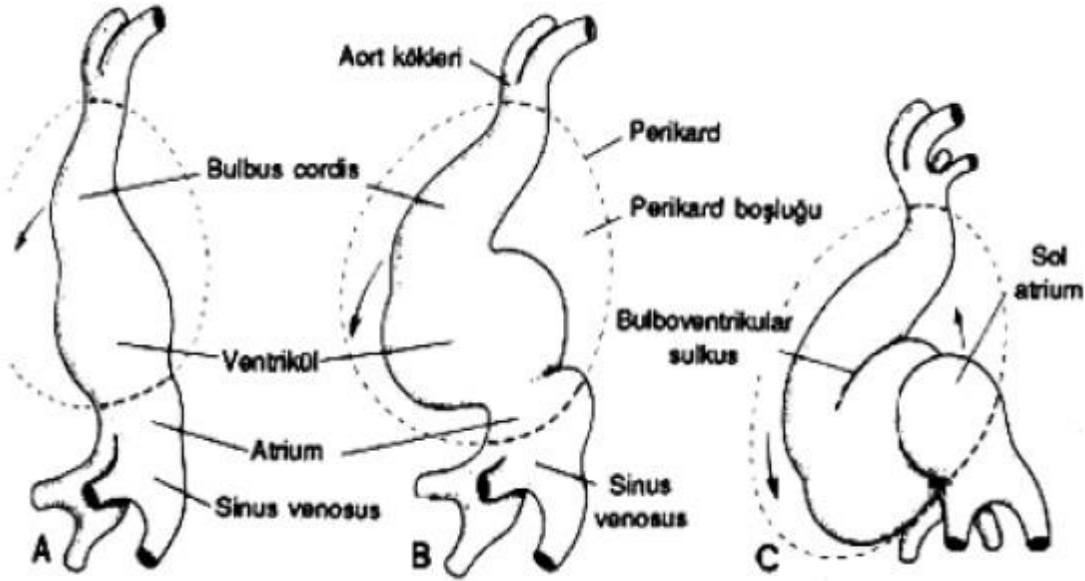
2.1. Normal Kalp Embriyolojisi

2.1.1. Erken Kardiyak Morfogenez

Kalp, gelişim sırasında oluşan ve işlev gösteren ilk organdır. İnsan embriyosunun damar sistemi 3. haftanın ortasında belirir. Bu zamana dek beslenme yalnızca difüzyon ile sağlanır. İlk saptanabilen öncü kalp hücreleri embriyonun santral aksının her iki yanına yerleşmiş anjiyogenetik hücre kümeleridir (7). Bu hücre grupları gebeliğin 18. gününde bir çift kardiyak tüpü ve 22. gününde de kardiyak tüpler birleşerek primitif kalp tüpünü meydana getirirler (8). Primitif kalp tüpü içerisinde kraniyal bölgeler ventrikülleri, kaudal bölgeler de atriyumları oluştururlar. Bu arada epikardiyal hücreler ve nöral krestten köken alan premiyokardiyal hücreler, kalp tüpünün olduğu bölgeye doğru göçlerine devam ederler. Embriyonik kalp, 20-22. günlerde gelişmiş kalptekine benzer şekilde kasılmaya başlar. Primitif kalp tüpünde bulunan sinus venosus ve atriyum, primitif ventrikül, bulbus kordis ve trunkus arteriozusun matür kalpte sırasıyla sağ ve sol atriyum, sol ventrikül, sağ ventrikül, aorta ve pulmoner artere denk gelmektedir. 4. ile 7. haftalar arasında kalp dört boşluklu yapısına kavuşur (7).

2.1.2. Kardiyak Looping (Kardiyak Kıvrılma)

Ortalama 22-24. günlerde kardiyak tüp bilinmeyen biyomekanik etkiler nedeniyle ventrale ve sağa doğru hareket etmeye başlar (7) (Şekil 1). Kardiyak kıvrılma gelecekte sol ventrikül devamlılığını sinus venosus (ileride sol ve sağ atriyum) yardımı ile sağlarken, sağ ventrikül sağa doğru yer değiştirir ve daha sonra aorta ve pulmoner arterin geliştiği trunkus arteriozusun ile devam eder. Bu gelişim evreleri çift çıkışlı sağ ventrikül, çift girişli sol ventrikül, çift çıkışlı sol ventrikül ve çift girişli sağ ventrikül oluşumunu açıklayabilmektedir (8). Kardiyak kıvrılma embriyoda sağ-sol asimetrisinin görüldüğü ilk bulgudur. Bu dönemdeki defektler ciddi kardiyak malformasyonlara neden olmaktadır.



Şekil 1

2.1.3. Kardiyak Septasyon (Kardiyak Bölünme)

Kıvrılma tamamlandığında kalbin dış görünümü tek bir tüp halinde ve matür kalbe benzer şekildedir. Ortak atriyum primitif ventriküle (sol ventrikül) atrioventriküler kanal yolu ile; primitif ventrikül ise bulbus kordise (sağ ventrikül) bulboventriküler foramen yolu ile bağlanır. Bulbus kordisin distal parçası trunkus arteriyozusa çıkım segmenti (konus) sayesinde bağlanır.

Kardiyak septasyon 26. günde endokardiyal yastık, atrioventriküler ve konotrunkal bileşkeler tarafından oluşturulur (7). Atrioventriküler kanalın tam septasyonu endokardiyal yastığın füzyonu ile meydana gelir. Atrioventriküler kapak dokusunun çoğu ventriküler miyokardiyumdan oluşur. Bu oluşum asimetric olduğundan triküspit kapak anulusu mitral kapak anulusuna göre daha apikal yerleşimlidir. Bu iki kapağın fiziksel olarak bölünmesi atrioventriküler septumu oluşturur. Septasyonun hiç oluşmaması atrioventriküler kapak defektlerinin oluşmasına neden olur (9). Septasyonun kısmen olması ise kapaklardan birinin ventriküler miyokardiyumdan tam ayrılamamasına ve olası Ebstein anomalisinin gözlenmesine neden olur (8).

Atriyum bölünmesi 30. günde septum primumun endokardiyal yastığa doğru büyümesi ile olur. Kalan deliğe ostiyum primum denir. Endokardiyal yastıklar daha sonra

birleşirler ve septum primumu oluştururlar. Bu da atriyoventriküler kanalın sağ ve sol segmente ayrılmasını sağlar. Septum primumun posteriyor bölgesi açılarak ostiyum sekundum oluşur. Böylece fetal venöz dönüş önce sağ atriyuma oradan da sol atriyuma geçer. Septum primum üzerine flap çevrilir ve foramen ovale oluşur. Bunun sonucu olarak vena kava inferior akımının foramen ovale yoluyla sol ventriküle doğru yönlendirilmesi sağlanmış olur (8).

Ventrikül bölünmesi yaklaşık 25. günde endokardiyumun primitif ventrikül ve bulbus kordise doğru tomurcuklanması ile oluşur. Ventriküler septal defekt (VSD), gelişmekte olan interventriküler septumun herhangi bir bölgesinde oluşabilir (7, 8). Konotrunkal septum çıkış bölgesi atriyoventriküler yastıklarına benzer şekilde kardiyak jelden oluşmuştur. Kardiyak jel füzyona uğrayarak spiral septum oluşur. Bu sayede ileride pulmoner arter ön taraftan sağ ventriküle, aorta ise sol ve arkadan sol ventriküle bağlanır. Bu gelişim sırasındaki bozukluklardan dolayı konotrunkal ve aort arkı anomalileri (trunkus arteriyozus, fallot tetralojisi, pulmoner atrezi, çift çıkışlı sağ ventrikül ve kesintili arkus aorta) oluşur (8).

2.1.4. Kardiyak Diferansiyasyon (Kardiyak Farklılaşma)

Erken embriyonun potansiyel hücrelerinin spesifik hücre dizilerine bağlı duruma geldiği olay diferansiyasyon olarak adlandırılır. Prekardiyak mezodermal hücreler, kalbe spesifik kontraktıl elemanların, düzenleyici proteinlerin, reseptörlerin ve iyon kanallarının katkısı ile matür kardiyak kas hücrelerine farklılaşırlar. Kontraktıl protein miyozinin ekspresyonu bilateral kalp primordiyalarının kaynaşmasından önce, kardiyak gelişimin erken bir evresinde meydana gelir.

2.1.5. Koroner Arter Embriyolojisi

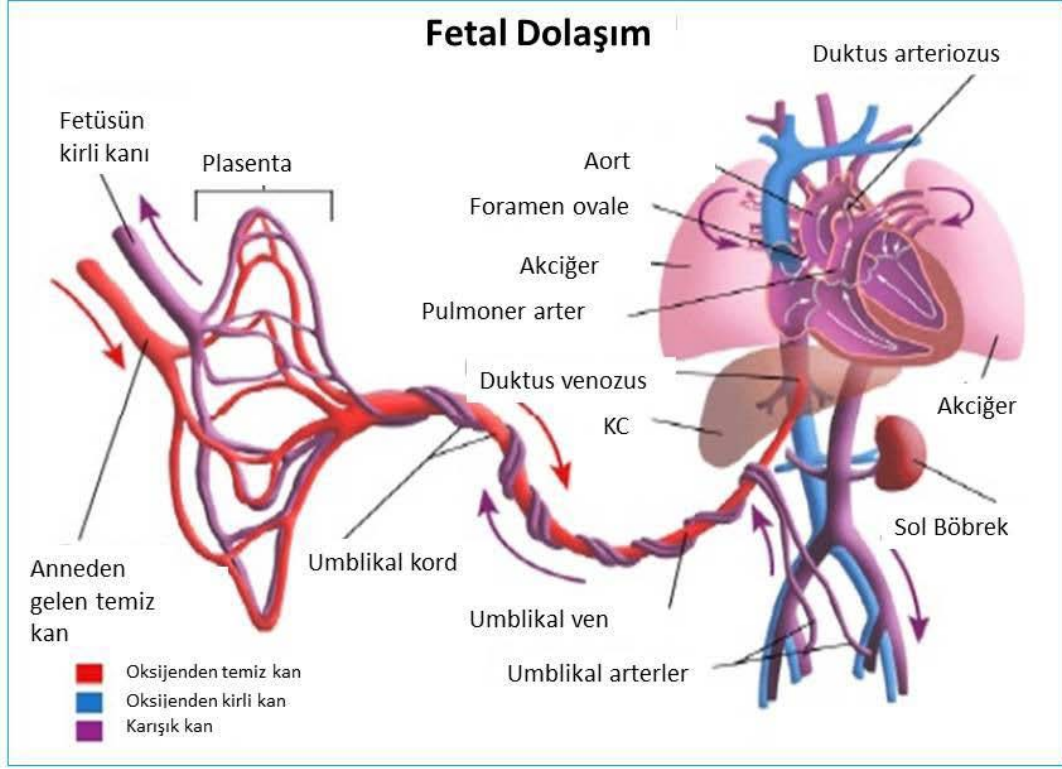
Embriyoda kalbin vasküler sistemi üç bölümden meydana gelir. Dördüncü haftada intertrabeküler boşluktan ilk bölüm gelişir. Orta kardiyak venden altıncı haftada sinüs venosus oluşur. Bulbus kordisin tomurcuklanmasıyla koroner arterler meydana gelir. Sağ koroner arterdeki tomurcuklanma pulmoner konus, sağ ventrikül ve sağ apendiks arasındaki sulkusa doğru uzanır. Bu seyir boyunca sağ ve sol ventriküle musküler dallarını verir. Sol koroner arter ise aortadan tomurcuklanır. İnterventriküler sulkusa geniş dallar verir. Sol atriyoventriküler sulkusa sirkumfleks arteri verir. Ana koroner arterlerden çıkan dallar miyokarda penetre olarak intertrabeküler boşlukta anastomozlar yaparlar (7).

2.2. Fetal ve Neonatal Dolaşım

Akciğerler, fetal yaşam süresince fonksiyon yapmadıklarından ve karaciğer sadece kısmen fonksiyonel olduğundan fetus kalbinin akciğerlere ve karaciğere fazla kan pompalamasına gerek yoktur. Toplam fetal kardiyak output'un %65'i inen aorta ile plasentaya döner; kalan %35'i ise fetal organ ve dokulara dağılır (8). Bu nedenle fetal dolaşım özgül bir anatomik sistemle erişkinden oldukça farklı bir şekilde çalışır.

Plasentadan umbilikal venle dönen kanın bir bölümü hepatik venlere ve karaciğerin portal sistemine yönelirken, yarıdan fazlası duktus venosus aracılığıyla vena kava inferiorya açılarak vücudun alt tarafından gelen venöz dolaşım ile birleşir (9). Sağ atriyuma giren kanın yaklaşık %4'ü sağ atriyum içerisinde krista dividensin yönlendirmesi ile foramen ovaleden geçerek sol atriyuma girer. Bu nedenle, plasentadan gelen iyi oksijenlenmiş kan kalbin sağ tarafına değil, sol tarafına geçerek sol ventrikülden özellikle baş ve üst ekstremitelerin damarlarına pompalanır. Vena kava inferior kanının %6'lık diğer kısmı ise sağ atriyumda, vena kava superior ve koroner sinüs kanı ile birleşerek triküspit kapaktan sağ ventriküle girer. Sağ ventrikülden pulmoner arterlere pompalanır. Alveollerin sıvı ile dolu olması ve pulmoner arteriollerdeki konstriksiyon nedeniyle bu kanın ancak %10 kadarı akciğeri kanlandırır. Geri kalan %90 ise duktus arteriosus yoluyla inen aortaya ve iki umbilikal arterle plasentaya yönelir (10,11) (Şekil 2).

Doğumu izleyen ilk değişiklik, plasentada kan akımının kesilmesidir. Bu da doğumla sistemik dolaşımda direncin iki katına çıkmasına, aorta, sol ventrikül ve sol atriyum basıncının artmasına neden olur. İkinci olarak, akciğerlerin genişlemesi sonucu, pulmoner vasküler direnç çok azalır. Pulmoner vasküler direncin yüksek düzeyden, düşük erişkin düzeyine inmesi ilk 2-3 gün içerisinde olur (11). Solunumun başlaması ile hipoksi ortadan kalkar ve vazodilatasyon gelişir. Bu da pulmoner arter basıncını, sağ ventrikül ve sağ atriyum basıncını azaltır. Sol atriyumdaki basınç artışı, sağ atriyumdaki basınç azalması sonucunda kan fetal hayattakinin zıt yönünde sol atriyumdan sağ atriyuma akar. Bunun sonucu olarak foramen ovalenin üzerine flep tarzındaki kapakçık kapanır ve buradan geçiş engellenmiş olur. Normal bir bebekte doğumdan sonra birkaç saat ile birkaç gün arasında değişen bir sürede duktus arteriosus açık kalır. Genelde 10-15. saatte fizyolojik kapanma, 1-8. günlerde fonksiyonel kapanma, 1-4 ay içinde anatomik kapanma gerçekleşir (8) (Şekil 2).



Şekil 2

İntrauterin dönemde pulmoner basınç sistemik basınçtan daha yüksek olduğundan sağ ventrikül duvar kalınlığı sol ventriküle eşit veya daha fazla olabilir. İlk bir yıl içerisinde iki ventrikül duvar kalınlıkları eşittir. Fakat daha büyük çocuklarda sol ventrikül duvar kalınlığı her zaman sağdan fazla olmalıdır. Benzer şekilde sol ventrikülün hacmi sağdan daima fazladır. Atriyum büyüklükleri yaklaşık olarak eşittir (1).

2.3. Kalp Anatomisi

2.3.1 Genel Anatomi

Kalp orta mediastende yer alan musküler yapıda bir organdır. Sağda ve solda akciğerlerin mediastinal yüzleri, altta diyafram, önde sternum, kıkırdak kostalar, timus

artıkları, kısmen akciğerler, arkada özefagus ile komşudur. Kalbin apeks kordis denilen bir tepesi, basis kordis denilen bir tabanı, dört yüzü ve dört kenarı vardır. Kalbin tepesi öne ve sola doğru, tabanı ise arkaya, sağa ve biraz da yukarı doğru uzanır. Mediastende ikinci interkostal aralıktan beşinci interkostal aralığa kadar sol tarafa doğru oblik bir seyir gösterir. Genç bireylerde daha vertikal yerleşimli iken yaşlılarda diyaframın üzerine uzanım gösteren daha horizontal bir pozisyonda görülür. Kalp, perikard adı verilen çift yapraklı zar ile sarılmıştır. Kalbin en dışında bulunan sıkı bağ dokudan oluşan fibröz perikard, kalbi diyafram gibi komşu organlara bağlar. Fibröz perikardiyumun iç yüzeyini ise iki yapraklı (pariyetal ve viseral) seröz perikardiyum oluşturur. Pariyetal seröz tabaka, büyük damarlara yapışma yerlerinde katlanarak viseral parça ile devam eder. Viseral perikard, kalbin yüzeyinde epikardiyum ismini alır. Perikardiyum pariyetal ve viseral yaprakları arasında kalp hareketini kolaylaştırıcı normalde 20-50 ml kadar perikardiyal sıvı vardır. Drenajı pariyetal perikard aracılığı ile duktus torasikusa ve sağ lenfatik duktus aracılığı ile sağ plevral boşluğa olmaktadır. Bu sıvı seröz tabaka tarafından salgılanır ve emilir. Epikardiyal ve perikardiyal kesimlerde bireylere göre değişen miktarlarda yağ bulunur. Atriyoventriküler (AV) ve interventriküler oluklar yağın en çok bulunduğu kesimlerdir.

Kalbin üçte biri mediasten orta hattının sağ yarısında, üçte ikisi ise sol yarısında yerleşmiştir. Kalbin sternokostal yüzeyinin büyük bölümü sağ atriyum ve sağ ventrikül tarafından oluşturulmaktadır. Bu iki yapı birbirinden AV oluk ile ayrılmaktadır. AV oluk veya koroner sulkus, AV bileşkede yer almakta olup sağ koroner arter (RCA), sol sirkumfleks arter (LCX) ve koroner sinüsü içerir. Bu oluk arka yüzde devamlı olmasına rağmen ön yüzde pulmoner trunkus ile kesilmiştir. Pulmoner trunkusun arkasında aortanın başlangıcı bulunmaktadır. Pulmoner trunkusun sağ akciğere giden dalı pulmonalis dekstra, sol akciğere giden ana dalı ise pulmonalis sinistradır. Sağ atriyuma superiyor vena kava ve inferiyor vena kava, sol atriyuma ise ikişer adet sağ ve sol pulmoner venler açılmaktadır. Bu yüzde ayrıca sol ventrikülün küçük bir parçası ile kalbin tabanında pulmoner trunkus ve sol atriyum arasından başlayarak kalp tepesinin sağ tarafına doğru uzanım gösteren anteriyor interventriküler oluk bulunmaktadır. Bu oluk aynı zamanda septum interventrikülaenin kalbin ön yüzündeki izdüşümüdür ve sol anteriyor desandan arter (LAD) ile büyük kardiyak veni içerir. Sternokostal yüzün perikard aracılığıyla korpus sterni, sternokostalis kası ve 6. kosta ile komşuluğu bulunmaktadır. Kalbin diyafragmatik yüzü diyafram üzerine oturmuştur. Bu yüzün büyük bir kısmını sol ventrikül, az bir kısmını ise sağ ventrikül oluşturmaktadır. Bu iki yapı

birbirinden posteriyor interventriküler oluk ile ayrılmakta olup bu olukta posteriyor desandan arter (PDA) ile orta kardiyak ven bulunmaktadır. Küçük kardiyak ven kalbin sağ inferiyor yüzünde uzanır ve koroner sinüse boşalır. Ayrıca sağ atriyumun inferiyor yüzeyi (inferiyor vena kava açılım yeri) de bu bölgededir. Kalbin diyafragmatik yüzü karaciğer ve mide ile komşudur.

Kalbin tabanı, büyük oranda sol atriyum tarafından oluşturulmaktadır. Sol atriyum 4 adet pulmoner ven aracılığıyla oksijenize kanı alır ve aorta ile sistemik dolaşıma pompalar. Bu bölgede sağ atriyumun küçük bir parçası da yer almaktadır. Kalbin tepe kesimi sol ventrikül tarafından oluşturulur (12).

2.3.2. Kalbin odacıkları

Kalp, sağ atriyum, sağ ventrikül, sol atriyum ve sol ventrikül olmak üzere dört odacıktan oluşur. Sağ ventrikül kalbin en önde yerleşen kesimidir. Pulmoner trunkus ise en önde yerleşen vasküler yapıdır. Atriyumların duvarları ventriküllere göre daha incedir. Duvar yapıları miyokardiyum adı verilen kas tabakasından meydana gelmektedir. Miyokardiyum dış yüzü seröz perikard, iç yüzü ise endokard adı verilen epitelyum tabakası ile kaplıdır (12).

2.3.2.1. Atriyumların genel yapısı

Atriyumlar kalbin tabanında bulunan ve vasküler yapılardan gelen kanın ventriküllere geçişini sağlayan boşluklardır. Sağ ve sol olmak üzere iki tanedir. Atriyumların öne doğru olan uzantılarına atriyal apendiks adı verilir. Apendikte bulunan trabeküle kas demetleri pektinat kaslar olarak adlandırılır. Sağ atriyumu sağ ventrikül ile birleştiren açıklığa sağ AV orifis; sol atriyumu sol ventrikül ile birleştiren açıklığa ise sol AV orifis denir. Sol atriyum sağ atriyumdan daha küçük orifise sahiptir (Şekil 3). İki atriyumu birbirinden ayıran bölmeye interatriyal septum adı verilmekte olup interatriyal ve atrioventriküler bölümlerden oluşur. İnteratriyal septumda fetal dönem boyunca açık olan foramen ovale yer alır. Atriyal septumun atrioventriküler bölümü majör musküler ve minör membranöz parçalardan oluşur, sağ atriyumu sol ventrikülden ayırır(12).

Sağ atriyum: Süperior vena kava, inferiyor vena kava ve sinüs venozusdan gelen kan sağ atriyuma boşalmaktadır. Terminal oluk; sağ atriyumun epikardiyal tarafındaki lipomatöz oluk olup, atriyumun iç yüzeyindeki krista terminalise karşılık gelmektedir (13). Krista terminalis, sinoatriyal nod ile sinoatriyal nod arterinin terminal kısmını içermekte olup, sağ atriyumun sinüs venozus parçası ile atriyal apendiksi birbirinden ayırmaktadır (Resim 1a) (13). Sağ atriyum apendiks tabanı sol atriyal apendikse göre daha geniş olup, piramit şeklinde bir yapı iken, sol atriyum apendiksi parmak şeklindedir (Resim 1b) (13). Östakian valf; sağ atriyum ile inferiyor vena kava arasında olup, intrauterin dönemde kanın foramen ovaleye doğru yönlendirilmesinden sorumludur (Resim 1c). Bu valv tipik olarak östakian çıkıntısının medialine yapışarak, oval fossa ile koroner sinüs arasında bir sınır oluşturmaktadır (13). Tebesian valf; koroner venöz sinüsün sağ atriyuma giriş yerinde bulunmakta ve kanın koroner sinüse reflüsünü engellemektedir (13). Triküspit kapak; sağ atriyumu sağ ventrikülden ayırır ve üç kapakçıktan (anteriyor, posteriyor ve septal) oluşur. Mitral kapak direkt aortik kapakla devamlılık gösterirken, triküspit kapak pulmoner arterden krista supraternalis olarak adlandırılan musküler bir sırt ile ayrılmaktadır. Mitral kapaktan farklı olarak, triküspit kapak interventriküler septum ile direk bağlantılıdır (13).

Sol atriyum: Sol atriyum; venöz parça, vestibül ve apendiksdan oluşmaktadır. Posteriyordaki venöz komponentine sağ ve sol, süperior ve inferiyor pulmoner venler boşalmaktadır. Pulmoner venlerin sol atriyuma katılma şekillerinde varyasyonlarla oldukça sık olarak karşılaşılmaktadır. Sol atriyumun iç yüzeyi oldukça düz olmakla birlikte, tübüler şekilli ve sol atriyumun süperolateralinde yer alan apendiksi trabekülasyonlar içermektedir. Sol atriyal apendiks içinde yer alan pektinat kaslar tipik olarak sağ atriyal apendikte bulunanlardan daha küçüktür (13). Mitral kapak sol atriyumu sol ventrikülden ayırmakta ve beş komponentten oluşmaktadır. Bunlar; mitral anülüs, 2 kapakçık, 2 komisür, 2 papiller kas ve korda tendineadır (13). Anülüs miyokard içine gömülmüş, eyer şeklinde fibröz bir halkadır. Anülüs, mitral kapakçıklara dayanak oluşturmakta ve aortik anulus ile devamlılık göstermektedir. Mitral kapak, anteriyor ve posteriyor olarak iki kapakçıktan oluşur. Korda tendinealar, mitral kapakçıklar ile anterolateral ve posteromedial papiller kasları birbirine bağlayan fibröz yapılardır (13).

2.3.2.2. Ventriküllerin genel yapısı

Ventriküller, koroner sulkustan kalbin tepesine kadar olan kısmı meydana getirirler. Sağ ve sol olmak üzere iki tanedir. İki ventrikülü birbirinden ayıran bölmeye interventriküler septum denir. İnterventriküler septumun kalbin tepesinde yer alan kısmı kalındır, buraya musküler parça adı verilir. Atriyumlara doğru yükseldikçe incelen kısmına ise membranöz parça denir. Sol ventrikül içi basıncın daha yüksek olmasından dolayı interventriküler septum sağ ventriküle doğru konveksite gösterir ve buna bağlı olarak sağ ventrikülün aksiyal kesiti yarım ay şeklinde, sol ventrikülün aksiyal kesiti ise daire şeklindedir. Sağ ventrikül kanı akciğerlere, sol ventrikül kanı tüm vücuda pompalar. Bu nedenle sol ventrikülün miyokard tabakası daha kalındır. Normalde sol ventrikül serbest duvarının ve müsküler interventriküler septumun kalınlığı, sağ ventrikül serbest duvar kalınlığının üç katıdır. Sol ventrikül diyastol sonu duvar kalınlığı yaklaşık 10 mm' dir (14).

Sağ ventrikül: Kalbin sternokostal yüzeyinin büyük bölümünü (2/3'ünü) meydana getirir. Sağ ventrikülün değerlendirilmesinde ilk basamak morfolojik sağ ventrikülün doğru olarak tespit edilmesidir. Sağ ventrikül sol ventriküle göre daha kompleks bir geometrik şekle sahip olup, sol ventrikülün etrafını kısmen sarmaktadır. Sağ ventrikülün kompleks geometrisi sağ ventrikülün "inflow" ve "outflow" komponentlerinin iki boyutlu düzlemde, aynı anda görüntülenmesini zorlaştırmaktadır (13). Sağ ventrikül bir arka-alt giriş bölümü ile, bir ön-üst çıkış bölümünden oluşmuştur. Triküspit kapak aracılığıyla sağ atriyum ile sağ ventrikül; pulmoner kapak aracılığıyla ise sağ ventrikül ile pulmoner trunkus birbirine bağlanır. Sağ ventrikül trabekülasyonu sol ventriküle göre daha fazla olup, duvarı daha incedir. Sağ ventrikül apikal kesimi karakteristik olarak, yoğun trabekülasyon göstermekte ve septomarginal bantlar içermektir (13). Sağ ventrikülün ayırt edici özelliklerinden biri olan moderatör band (septomarginal trabekülasyon ya da trabeküla septomarginalis olarak da adlandırılır) interventriküler septumdan anterior papiller kasın tabanına uzanır (Resim 1d). Moderatör band, His demeti olarak da adlandırılan atriyoventriküler demetin sağ dalını içermektedir, ayrıca majör olarak sol koroner arteriyel sistemden beslenmekle birlikte, sağ koroner arteriyel sistem ile sol sistem arasında potansiyel kollateral bağlantıları içermektedir (13). Sağ ventrikülün konusu ya da musküler infundibulumu olarak adlandırılan ve düz bir yapıda olan komponenti, pulmoner kapağın hemen inferiyöründe yer alır ve sağ ventrikülün pulmoner artere doğru olan çıkış yolunu (RVOT) oluşturur (13).

Triküspit kapak, endokardiyal katlantıdan köken alan fibröz yapıda, anterior, septal ve inferiyor olmak üzere üç ayrı kapakçıktan oluşmaktadır. Tabanları kalbin iskelet sistemine bağlı olup, uç kesimleri de korda tendineaya bağlıdır. Korda tendinea ise bu yapıları papiller kaslara bağlar. Ventrikül kontraksiyonu sırasında papiller kaslar da kasılarak bu kapakçıkların atriyumlar içerisine prolabe olmasını engellemektedir. Pulmoner kapak, sağ, sol ve anterior olmak üzere üç ayrı yarım ay şeklinde kapakçıktan oluşmaktadır. Ana pulmoner arter, normalde asendan aortun anteriorunda ve solundadır. Pulmoner kapak ise aort kapağına göre daha posteriyorda bulunur (Resim 2) (14). Ventrikül sistolü sırasında bu kapakçıklar akım yönünde pulmoner arter duvarına doğru açılırken, diyastolde ise pulmoner arter proksimal kesiminden geri dönen kan nedeniyle kapanarak kanın sağ atriyum içerisine kaçmasını engellerler.

Sol ventrikül: Kalbin tepesini, sol kenarını ve diyafragmatik yüzünü oluşturur. Sol ventrikül kalın duvarlı olup, sağa göre daha az trabekülasyon içermektedir. Sol ventrikül içinde anterior ve posterior olmak üzere 2 adet papiller kas mevcut olup, bu kaslar direkt ventriküler miyokardiyumla bağlantılıdır (13).

Sol ventrikül, sol ventrikül çıkış yolu (LVOT) vasıtasıyla aort kapağı ve sonrasında aortaya bağlanmaktadır (Resim 1d). AV kanal yoluyla da sol atriyumla ilişkilidir. AV kanalda bulunan mitral kapak iki adet kapakçıktan oluşmuştur. Biri önde diğeri arkada yerleşimlidir. Triküspit kapak ile benzer bir yapıdadır. Aort kapağı sağ, sol ve nonkoroner kapakçık olarak adlandırılan 3 kapakçıktan oluşmaktadır. Morfolojik olarak pulmoner kapağına benzer özelliktedir, ancak üç kapakçığı daha kalın yapıdadır. Mitral kapakla fibröz devamlılık göstermekte olup, bu özellik kompleks konjenital kalp hastalıklarında sol kalp boşluk ve kapaklarının sağdan ayırt edilmesine yardımcı olmaktadır (13). Aort kapakçıklarının arkasında bulunan aort duvarı dışa doğru bombeleşerek valsava sinüslerini oluşturur. Ön aortik sinüsten RCA, arka aortik sinüsten ise sol ana koroner arter (LMCA) çıkmaktadır (13).

Aort: Asendan tranvers ve desandan segmentlere sahiptir (Şekil 3). Asendan aort sol ventrikülden ayrılır. Proksimal bölgesine aortik kök denir ve aort kapağı, anulus ve valsava sinüslerini içerir. Asendan aort innominat arterin başlangıcına kadar devam eder. Aortik ark innominat arterin başlangıç noktasından başlayıp ligamentum arteriyosuma kadar uzanır. Buradan innominat arter, sol karotid ve sol subklaviyan arterler köken alır. Aortik arkusun distal parçasının sol subklaviyan arterden sonraki bölümüne aortik istmus adı verilir. Aortik arkus genellikle solda bulunur. Desandan (inen)

aort ligamentum veya duktus arteriosus seviyesinden başlar ve proksimal bölgesi sıklıkla dilate görünür. İnterkostal ve bronşiyal arterler desandan aortun dallarıdır.

Pulmoner arterler: Ana pulmoner arter sağ ventrikül çıkış yolundan ayrılmaktadır. Aortun sol ve posteriyorundan dolanıp sağ ve sol pulmoner arterler olarak ikiye ayrılır (Şekil 3). Sol pulmoner arter sağa göre daha kısa daha yukarıda ve daha posteriyor yerleşimlidir. Sağ pulmoner arter ise asendan aortun, superiyor vena kava (SVC) ve sağ üst pulmoner venöz damarın arkasından dolanır. Sağ ve sol pulmoner arterler asendan ve desandan dallara ayrılırlar. Pulmoner arterin dalları her iki akciğerde de bronşiyal dallanmayı takip ederek ilerler, fakat özellikle üst loblarda varyasyonlar görülebilir.

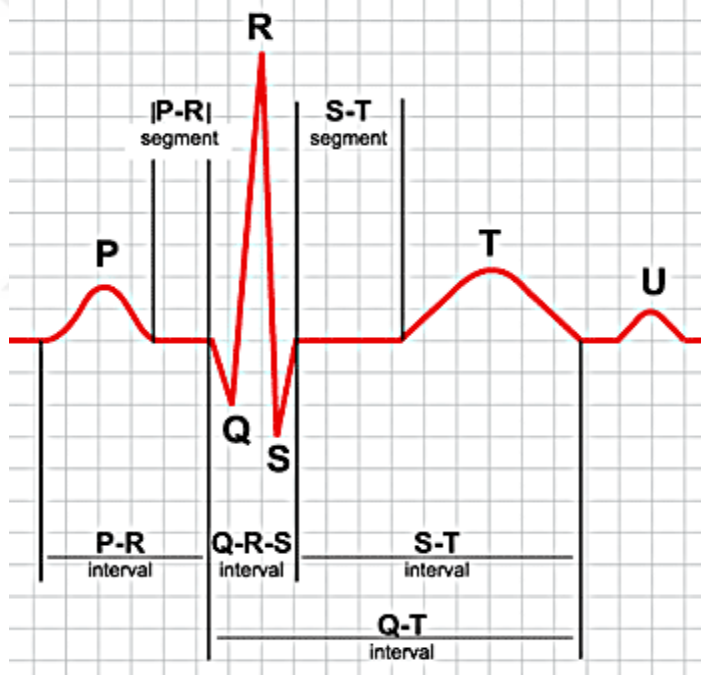
Pulmoner venler: Pulmoner venler normalde sol atriyuma drene olurlar (Şekil 3). Sağ orta ve üst lobun venleri sağ süperiyor pulmoner veni oluşturmak üzere birleşir. Sol süperiyor pulmoner ven sol üst lobun venöz kanını taşır. Sağ ve sol inferiyor pulmoner venler sağ ve sol alt lobların venöz kanını taşır (14).

2.4. Kardiyak döngü

Bir kalp atımı sırasında kalpte meydana gelen elektriksel ve mekanik (basınç ve volüm değişiklikleri) değişikliklere kardiyak döngü adı verilir. Her döngü SA düğümünden spontan oluşan aksiyon potansiyeli ile başlar. Bir kardiyak döngü içerisinde ventriküllerin kan ile dolduğu diyastol adı verilen kalbin gevşeme periyodu ve bunu takiben bu kanın atıldığı sistol adı verilen kalbin kasılma periyodundan oluşur. Kalp kası uyarılması için sinirsel uyarı gereksinimi olmayan, kendi uyarılarını kendisi oluşturabilme özelliği olan bir kastır.

Kalp kası otonom sinir sisteminin etkisi altındadır, ancak bu etki kalpteki uyarıları başlatma değil, kalbin kendiliğinden oluşturduğu kasılmayı düzenleyici niteliktedir. Normal kalp atımı frekansı erişkinde ortalama dakikada 70 adet iken yenidoğanda bu değer ortalama 130'dur. SA düğümünden çıkan her bir aksiyon potansiyelinin kalp kasında yayılması sırasında oluşan depolarizasyon ve repolarizasyon sırasındaki potansiyel değişimlerini vücut yüzeyine yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile grafi olarak kayıt yöntemine elektrokardiyografi, elde edilen kayıtlara elektrokardiyogram (EKG), kayıt yapılan alete de elektrokardiyograf adı verilmektedir. EKG de her kalp atımının karşılığı olan P, Q, R, S, T, U dalgalarından oluşmuş bir kompleks görülür (Şekil 4).

P dalgası, atriyumlarda depolarizasyonun yayılımı sırasında tespit edilir ve bu dalgadan sonra atriyal kontraksiyon oluşur. Ortalama 0.16 sn sonra QRS kompleksi görülür ve bu da ventriküler depolarizasyonu yansıtır. Bu dalga kompleksi ventriküler kontraksiyonu başlatır. Ventriküler T dalgası ventriküler repolarizasyonu temsil ederken, ventrikül kasındaki ard potansiyeller ya da purkinje liflerin repolarizasyonunu U dalgası gösterir. PR aralığı, atriyal depolarizasyonun başlangıcından ventriküler depolarizasyonun başlangıcına dek geçen iletim zamanını; QT Aralığı, ventriküler sistolün toplam süresini; ST segmenti ise ventriküler depolarizasyonun bitmesi ile repolarizasyonun (T dalgası) başlaması arasındaki aralığı gösterir. Atriyumlara ait ileti bozuklukları P dalgasında, ventriküllere ait olan bozukluklar ise QRS kompleksi ve T dalgasında değişikliklere neden olmaktadır (19)



Şekil 3

2.5. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi koroner anjiografi uygulaması

Koroner sirkülasyonun normal ve varyant anatomi ile anomalilerin bilinmesi koroner arter değerlendirilmesi için gereklidir. 1998 yılından itibaren Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi'nin (ÇKBT) tanıtılmasıyla Kardiyak Bilgisayarlı Tomografi koroner arterlerin değerlendirilmesi için majör rol oynamaya başlamıştır (20). ÇKBT Koroner Anjiografi tetkiki üç veya dört basamakta uygulanmaktadır. Sekanslar kullanılan ekipmana göre bazı değişiklikler gösterebilse de genel olarak aynıdır. İlk olarak kontrastsız imajın nereden elde edilmesi gerektiğine karar vermek amacıyla scout imaj alınır. Çekim yapılacak alan belirlendikten sonra kalsiyum skorlama için kontrastsız kardiyak BT görüntüleri alınır. Daha sonra az miktarda kontrastın antekubital venden aortik köke geliş zamanını saptamak amacıyla ön çekim yapılır ve ardından son olarak kontrastlı kardiyak BT uygulanır.

Kısaca basamaklar aşağıdaki gibidir:

1. Bir veya birkaç planda scout görüntüleme,
2. Kontrastsız kardiyak BT görüntüleme,
3. Zamanlama görüntüleme (yeni cihazlarda bunu yapmaktan kaçınılabilir.)
4. Kontrastlı BT anjiogram.

2.5.1. İşlem Öncesi Hasta Hazırlığı

İyi kalitede, artefaktan arınmış bir görüntü için hasta hazırlığı çok önemlidir. Tetkik öncesi hasta en az 4 saat katı gıda almamalıdır. Bu, kontrast madde enjeksiyonunu takiben oluşabilecek bulantıyı azaltır. Hastaların dehidrate kalmaması için sıvı alımı kısıtlanmamalıdır. Ancak, kalp hızını artırmaması için kafein almaması önerilir. Hastanın rahatlatılıp anksiyetesini azaltmak tetkik sırasında kooperasyonu sağlamak için çekim öncesi hasta teknik hakkında bilgilendirilmeli, kontrast madde enjeksiyonu sonrası sıcaklık hissi olabileceği ve tetkik sırasında hareket etmemesi ve iyi nefes tutması gerektiği net olarak anlatılmalıdır. Ayrıca, tetkik sırasında hastanın rahatlığı için işlem öncesi mesanesini boşaltması önerilir (21,22).

İşleme başlamadan önce hastanın inceleme sırasında stabil sinüs ritmine sahip olması gerekmektedir. Bu elektrokardiyografik (EKG) tetikleminin tanısal imaj kalitesi için çok

önemlidir. Bu yüzden önemli aritmisi olan (atriyal fibrilasyon, prematür atriyal ve ventriküler atımlar gibi) hastalar bu değerlendirilmeye dahil edilemezler. Özellikle problematik aritmiler, iki imaj arasında görüntü boşlukları oluşmasına yani işlemin efektif değerlendirilememesine yol açmaktadırlar. Sinüs ritminin yanısıra tanısal görüntü elde etmek için hastanın kalp atışının 60/dk'nın altında olması gerekmektedir. Bu sebeple günümüzdeki ÇKBT'ler de bile temporal rezolüsyon bir miktar sınırlamalara neden olmakta ve bunu en aza indirmek amacıyla işlem öncesinde hastaların kalp atışını düşürmek için beta bloker ajanlarla premedikasyon yapılmaktadır. Bunun için çoğunlukla iki yaklaşım kullanılmaktadır. Birinci yaklaşım bir hafta boyunca hergün premedikasyon uygulamaktır. Hastalarda herhangi bir kontrendikasyon olmadığı müddetçe her hastaya 50-100 mg metoprolol vermektir. Eğer işlemin hemen öncesinde kalp atışı 75/dk'nın üzerinde ise ek olarak IV beta bloker (esmolol 500mg/kg veya etoprolol 5 mg) verilebilmektedir. Alternatif olarak kalp atışı 70/dk'nın üzerinde olan hastalara oral beta blokerde kullanılabilir. Bazı gruplarca uygulanan, işlemden 24 saat önce 50-75 mg atenolol kullanılması, farmakolojistlere göre etkisizdir çünkü atenololün yarı ömrü 6-7 saattir ve FDA'in (Food and Drug Administration) bir gün önce beta bloker kullanımını onaylamasına rağmen, bu uygulamanın 24 saat kapsamı çok düşüktür. Bu nedenle işlemden 30-60 dk önce oral olarak metoprolol verilmesi fizyolojik olarak daha efektiftir. Bazı gruplar koroner vazodilatasyonu sağlamak için işlemden hemen önce sublingual nitrogliserin kullanımını önermektedir (21,22).

Her görüntüleme modalitesinde olduğu gibi, BT anjiogramların görüntü kalitesi daima makalelerde görüldüğü gibi mükemmel değildir. Hastaların obezite, yeterli nefes tutamama ve aritmi gibi sorunları görüntü kalitesini etkilemekte ve artefaktlara yol açmaktadır. Bu sebeple işlem öncesi hastada bu gibi görüntü kalitesini etkileyecek durumların tespiti ve gerekli önlemlerin alınması önemlidir (23).

2.5.2. Nefes Tutma Eğitimi

Nefes tutma BT anjiografi işlemi boyunca en çok dikkat edilmesi gereken basamaktır. 16 kesitli BT'lerde 30 sn'nin (saniye) üzerinde iken 64 kesitli BT'lerin gelişi ile bu süre 10-12 sn'nin altına inmiştir. Hızlı görüntülemenin kazancı solunum artefaktının daha az olduğu artefaktsız net görünümün sağlanmasıdır. Solunum artefaktını tipik görünümü akordiyona benzer şekilde görüntünün katmanlar halinde içeri ve dışarı basamaklar şeklinde kayması olarak izlenmektedir. Bu sebeple hastaya işlem öncesi

nefes tutma egzersizi yapılmalıdır (21,22). Scout imajlar inspirasyon esnasında nefes tutarken alınır. Böylece hastaya işlem öncesi ne derece nefes tutması gerektiği anlatılabilmektedir.

2.5.3. Scout Görüntüleme

Scout imajlar kontrastsız planar tomogramlardır. (akciğer X-Ray benzeri, tüm akciğer anteroposterior projeksiyonu) Bu, akciğer X-ray'in benzeri şekilde anteroposterior ve lateral görüntüler şeklinde planlanabilir. BT operatörleri, scout imajları sonraki inceleme volümünü belirlemek için kullanmaktadır. Bu kullanıcıya trakeal bifürkasyon veya kontrastsız incelemenin başlayacağı sol ana koroner arteri işaretlemek gibi anatomik lokalizasyonlar hakkında fikir sahibi olmak amacıyla kullanılmaktadır (24).

2.5.4. Kalsiyum Görüntüleme

Kalsiyum görüntülemeye scout imajlarda tespit edilen sol ana koroner arterin üst seviyesinden başlanmalıdır ki bu düzey hastanın nefes tutma derinliğine göre değişebilmektedir. Eğer hasta beklenenden daha derin nefes alıp tutar ise, kalp daha aşağıya yer değiştirecek ve dataset daha yüksekte başlayacaktır. Bu kalbin en üst düzeyini görmemizde sorun oluşturmaz ama sıklıkla sağ koroner arterin distalini ve posterior desenden arterin görüntü alanımızdan çıkmasına neden olabilmektedir. Aynı şekilde eğer hasta kardiyak BT işlemi boyunca daha yüzeysel nefes alıp tutar ise, kalp beklenenden daha yüksekte yer alacak ve kalbin en üst düzeyi görüntü alanımıza giremeyecektir. Çekim sırasında hata yapılabilen bir konu ise, sol ana koroner arterin koroner arter sisteminin en superiorunda yer aldığı düşünülmesidir. Bu genellikle doğru bir kanı olmakla birlikte, bir kısım vakada sol anterior desenden arter, sol ana koroner arterden ayrıldıktan sonra yukarıya doğru kavis yaparak, sol ana koroner arter kökeninin 6-8 mm üzerine kadar çıkabilmektedir. Bu nedenle görüntülemeye sol ana koroner arterin en az 10 mm üzerinden başlanması önerilmektedir (24).

İlk olarak kalsiyum skoru tespit edilir. Bunun incelenmesi sırasında kollimasyon 2.5 mm (milimetre), tarama zamanı 250 msn (milisaniye), tüp voltajı 120 kV (kilovolt), tüp akımı 165 mAs (miliamper saniye) şeklindedir. Bundan sonra küçük test bolusları kullanılarak sirkülasyon zamanı yani asendan aortada ilgili alandaki zaman-dansitesi, kontrast bolusunu (3ml/sn ile 15 ml) takiben birbirini izleyen ardışık imajlarla saptanmaktadır. Bu seviyede kullanılan değerler kollimasyon 0.5-1 mm, tarama zamanı 180-250 ms, masa hareketi 1.5 mm/rotasyon, tüp voltajı 120 kV, tüp akımı 260-300 mAs.

Bunun akabinde taramada kullanılan parametreler; 0.375 pitch, 333-500 ms rotasyon zamanı, 120 kV ve 300 mAs (25). Pitch değeri, masa hızının kollimatör genişliğine bölünmesi sonucu hesaplanır. Yeni BT sistemlerinde daha ince kesit kalınlıkları ve kollimasyon ile daha küçük pitch değerleri elde edilebilmektedir. Bu da koroner anatominin daha iyi görüntülenmesine izin vermektedir.

Kalsiyum görüntüleme için alınan kontrastsız görüntüler bize kardiyak anatomi hakkında çok fazla bilgi vermektedir (Resim 2). Koroner arterlerin kontrastsız yüksek rezolusyonlu görüntülenmesinin, kontrastlı imajları tamamlayan birkaç avantajı bulunmaktadır. Örneğin kontrastlı görüntülerde kalsiyum, metal ve kontrast, beyaz görünmektedir. Bu nedenle bazı zamanlarda kalsiyumu kontrastın dansitesinden ayırmak güçtür. Bu ayrımı kontrastlı ve kontrastsız imajları karşılaştırarak rahatça yapabilmekteyiz. Kalsiyum, kontrastsız koroner arterlere göre oldukça dens yani beyaz izlenmektedir ve bunu kontrastsız imajlarda başka bir şey ile karıştırmak oldukça güçtür. Aynı şekilde bu görüntüleme metal klipsleri ve stentlerin tam lokalizasyonlarını belirlemede çok yararlıdır (26).

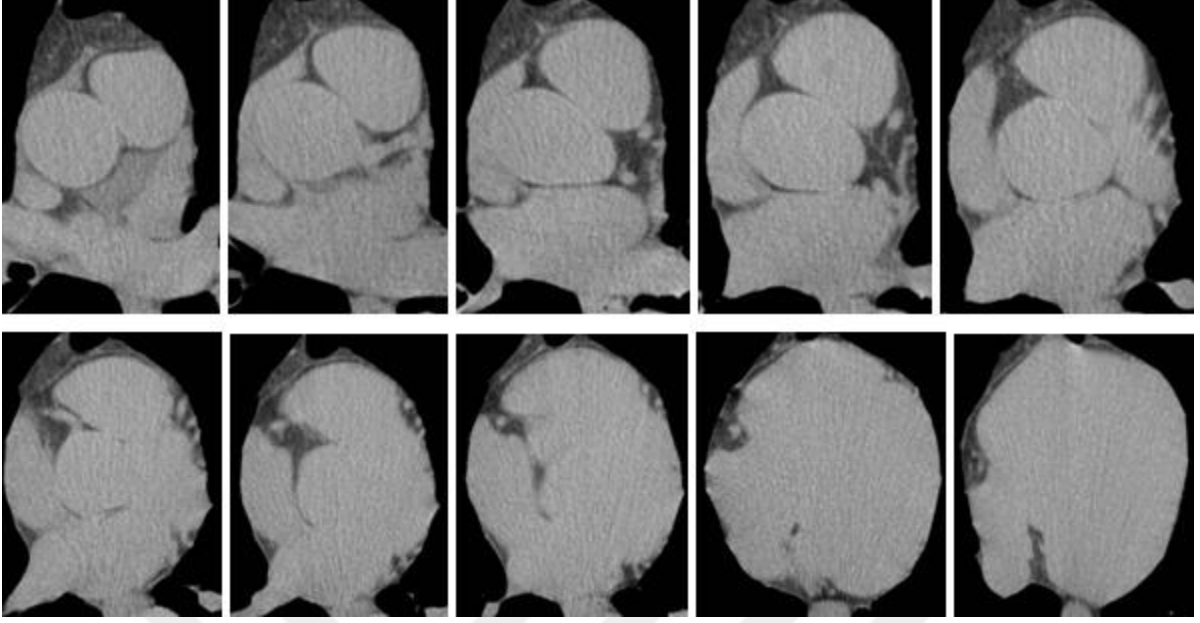
Koroner arter kalsifikasyonu ile koroner arterlerin aterosklerozisi ve luminal obstruksiyonu arasındaki ilişkiyi kanıtlayan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (27). Kalsifikasyonlar normal damar duvarında bulunmaz ve ateroskleroz varlığı ile ilişkilidir. Bu önemi ve ilişkisi nedeniyle BT anjiogramın tamamlayıcısı olan kalsiyum görüntülemenin dört önemli noktası vardır. Birinci nokta; koroner anatominin inceleme sırasında tam kapsanması için en üst ve en alt sınırların tanımlanmasıdır. Kalsiyum görüntüleme ile radyasyon dozu arasındaki bağlantı beklenenin aksine çalışmanın toplam radyasyon dozunu azaltmaktadır. Sadece ilgilenilen alanın taraması ve kalbin tabanında taramanın tam olarak nerde durdurulacağını bilmesi hastaya yüksek radyasyon verilmesini engellemektedir. Anatomik lokalizasyon için kullandığımız scout imajlar bize sadece diyaframı göstermekte; koroner damarlanmanın en alt sınırını doğru olarak gösterememektedir. Kalsiyum görüntüleme için alınan 2 boyutlu aksiyel imajlar ise bize tarama alanının anatomisi için istediğimiz yeterli ve doğru tanımlamayı yapmamıza olanak sağlamaktadır.

İkinci nokta; koroner kalsiyum görüntülemenin yüksek negatif prediktif değerinin olmasıdır. Yani skoru ≥ 0 olan hastalar %99'un üzerinde normal veya obstruktif patolojisi olmayan koroner arterlerin varlığı ile ilişkilidir (28). Haberl ve ark. tarafından yapılan çalışmada normal koroner anjiograma sahip 220 kadında, koroner arter kalsiyum skoru ≥ 0 bulunmuş yani negatif prediktif değeri %100 saptanmıştır. Bu nedenle kalsiyum skoru

çok düşük veya ≤ 0 olan özellikle suboptimal çalışmalarda yüksek derece obstruktif hastalığın bulunması durumunda bu bulgunun doğruluğu için şüpheli davranmalıyız (29).

Üçüncü nokta ise; yüksek kalsiyum skoru obstruktif plakların yorumlanmasında zorluklara neden olabilir. Kalsiyum, lümen görüntülenmesini zorlaştırabilmekte bu nedenle yüksek skorlar BT anjiyografide düşük sensitiviteye neden olabilmektedir (30). Bazı çalışmalar önemli stenozları kaçırma şansının arttığını belirtmek için katı kalsiyum skoru limitleri koymuştur.(29,31). Bazı çalışmalar nondiagnostik skoru 1000'in üzeri olarak belirlenirken, bir kısmı da daha düşük kalsiyum yüklerinin sensitiviteyi azalttığını belirtmiştir (32,33). Schermund ve ark. göre devam eden iki seviyede dens kalsifikasyonlar gösteriliyor ise bu lümenin yarısından çoğunun değerlendirilmesini güçleştirir ve bu segment nondiagnostik koroner arter segmenti adını alır. Bu nedenle muhtemel spesifik kalsiyum skor limiti yoktur ve herhangi bir spesifik alandaki dens kalsifikasyonlar bazı sorunlara neden olabilmektedir (34). Bu durum özellikle 16 kesitli ÇKBT için olup, 64 kesit ve üstünde bu sorun daha az indirgenebilmiştir. Bu problem imaj manipulasyonlarıyla belli ölçüde giderilebilmekte ama hiçbir ii istasyonunda kalsifikasyonları çalışmanın diagnostik değerini azaltmadan çıkarabilecek program şu an için bulunmamaktadır.

Son olarak; artan kalsiyum yükü ile aterosklerozis arasında bir ilişki vardır. Rumberger ve ark. rastgele seçilen otopsi kalplerde, EBBT (Elektron Beam Bilgisayarlı Tomografi) kullanılarak ölçülen kalsiyum skorları ile direkt histolojik plak alanları ve lümen stenoz yüzdelerini karşılaştırmıştır. Bu çalışma, EBBT ile ölçülen total alanın kalsiyum skoru ile total alanın histolojik koroner arter plağının doğru orantısı ve artan kalsifikasyon düzeyinin artan obstruktif hastalık görülmesi ile ilişkisini ortaya koymuştur (35). Yani bunların sonucunda akılda tutulması gereken pozitif kalsiyum testinin, aterosklerozis ve artan kardiyovasküler risk anlamına geldiğidir. BT anjiyografi luminal hastalığı göstermede başarısız olsa bile, çalışma kalsiyum skoru üzerinden yorumlanabilmektedir. Bu nedenle kalsiyum görüntüleme bir miktar işlem süresinin uzamasına ve radyasyon dozunun az miktarda artmasına neden olmasına rağmen kardiyak BT görüntülemeye önemli ve anlamlı bir yere sahiptir.



Resim 1. Kontrastsız BT aksiyel seri (Kalsiyum Görüntüleme) görüntüleri.

2.5.5. İntravenöz Kontrast Uygulaması

BT anjiyografide amaç, intravenöz kontrast madde enjeksiyonunu takiben arteriyel kontrastlanma süresince koroner arterleri görüntülemektir. Antekubital vene 18 veya 20 gauge, 3cm'lik katater yerleştirilir. Diğer enjeksiyon yerleri; eksternal juguler ile el ve dirsekteki diğer venlerdir. El üzerindeki küçük venler, genellikle akış hızına bağlı ekstrevasyona neden olabilmesi ve gecikme zamanının tipik 15-18 sn'den daha fazla uzamasından dolayı tercih edilmemektedir. Yeni ÇKBT sistemlerde zamanlama görüntülemesine (timing scan) ihtiyaç azalmaktadır. Toplamda Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografilerde ortalama 100-150 ml (mililitre) non iyonik kontrast madde otomatik enjektörler kullanılarak 3-4 ml/sn hızda antekubital venden intravenöz yolla verilmekte, 64 kesitli BT'lerde ise bu kontrast ihtiyacı 60-80 ml'ye kadar düşmektedir (36,37).

Kontrast madde intravenöz bölgeden, sağ taraf dolaşımına sonrasında sol ventriküle ve koroner arterlere ulaşır. Kontrast sol tarafa ulaştığında görüntülemeye başlanmalıdır. Optimum görüntü için görüntülemenin ne kadar hızlı olduğundansa, gecikme zamanının uygun ayarlanması önemlidir. Çoğu çalışma pulmoner damarlardan santral aortaya geçiş yani transit zamanın hastaya göre çok geniş bir aralıkta değişebildiğini göstermektedir. Zaman görüntüleme (timing scan), enjeksiyon tarafından

asendan aortaya kontrastın geçiş süresinin yani transit zamanının doğru tespiti için kullanılmaktadır. Bu sekans tek kesitten belirli zaman intervalinde (her 1-2 sn) tekrarlanan görüntüler sonucu oluşmaktadır. Görüntü, kontrastın transit zamanının belirlenmesi için asendan aortanın aynı noktasından yapılmaktadır. Asendan aortaya yerleştirilen ilgili alan prekursurnden belirli aralıklarla yapılan lmlerde zaman-dansite eğrisinin pik yaptığı en yüksek opasifikasyonun izlendiği zamana kadar geçen süre bize gecikme zamanını yani kontrastın transit zamanını verir (Resim 2). Bu gecikme zamanı kontrast enjeksiyonunun başlamasından BT anjiogram görüntülemenin başlamasına kadar geçen, beklenmesi gereken süreyi belirler. Tipik transit zamanı 15-18 sn'dir. Küçük bir çalışma grubunda gecikme zamanı 12-15 sn arasında bulunurken, bir diğerinde 40 sn'e kadar uzamaktadır (38). Bu surenin uzamasını düşük ejeksiyon fraksiyonu, zayıf kardiyak output ve pulmoner hastalıklar neden olabilmektedir. Taşikardi ve yüksek kardiyak output ise bu süreyi kısaltabilmektedir.



Resim 2 Asendan aortaya yerleştirilen ilgili alan prekursurnden belirli aralıklarla yapılan lmlerde zaman-dansite eğrisinin pik yaptığı en yüksek opasifikasyonun izlendiği zamana kadar geçen surenin hesaplanması.

2.5.6. Kaynak görüntülerin elde edilmesi ve görüntü rekonstrüksiyonu

Aksiyel kaynak görüntüler, kalp hareketinin en az olduğu diyastolde rekonstrükte edilir. Kalp döngüsünün hangi fazında olduğu eş zamanlı olarak kaydedilen bir EKG trasesi ile anlaşılabilir. Bu iki şekilde yapılabilmektedir: Prospektif EKG tetiklemeli ve

retrospektif EKG kapılı görüntüleme. Retrospektif EKG kapılı görüntülemelerde, görüntüleme sırasında eş zamanlı bir EKG trasesi elde edilmektedir. Daha sonra bu traseye göre R dalgasından sonra belli bir süre zarfında (diyastolde) elde edilen görüntüler, rekonstrüksiyon için toplanır. Prospektif EKG tetiklemeli yöntemde, tetikleme sinyali hastanın eş zamanlı olarak elde edilen EKG trasesine bağlıdır ve bir R dalgasından belli bir süre sonra genellikle diyastolde taramaya başlanır. Prospektif EKG tetiklemeli yöntemde diyastolde belirlenen tarama dilimi dışında X ışını verilmez. Böylece hasta dozu retrospektif EKG kapılı görüntülemeye oranla daha düşük olur. Kardiyak BT'de %40 ve %80 arasında %10'luk artışlarla yapılan rekonstrüksiyonların uygun olduğu tespit edilmiştir (40). Kopp ve ark. (2002) sağ koroner arterin en iyi erken diyastolde R-R intervalinin %40'lık bölümünde, sirkumfleks arterin döngünün ortasında ve sol anterior desandan arterin R-R intervalinin %60-70'lik bölümünde görüntülendiğini bildirmişlerdir (39). İzovolümetrik gevşeme periyodu kalbin en hareketsiz dönemlerinden biridir ve EKG trasesinde T dalgasının son kısmına karşılık gelmektedir. Kantarcı ve ark. (2000) yaptığı çalışmada, %40-90 arasında R-R intervalinin her %10'luk parçasında segmenter rekonstrüksiyonlar elde edilerek, bu rekonstrüksiyonların en iyisi ile izovolümetrik gevşeme periyoduna karşılık gelen rekonstrüksiyon penceresindeki görüntüler basamak artefaktı yönünden karşılaştırılmış ve sonuçla izovolümetrik gevşeme döneminde elde edilen görüntülerin görüntü kalitesi bakımından çok sayıdaki rekonstrüksiyonların en iyisine yakın olduğu bulunmuştur (41).

Tüm olgularda aksiyel plandaki kaynak görüntülerin tamamının değerlendirilmesi mutlaka gereklidir. Bununla birlikte özel bilgisayar yazılımları ile 'multiplanar rekonstrüksiyon (MPR)', 'Surface shaded display (SSD)', 'maximum intensity projection (MIP)' veya 'volume rendering tekniği (VRT)' yöntemleri ile iki veya üç boyutlu, değişik planlarda görüntüler oluşturulabilir (45,46). Bu görüntüler aksiyel plandaki görüntülerin incelenmesinde gözden kaçan ayrıntıların saptanmasında yardımcı olabilir. Ayrıca klinisyenler patolojinin kafada daha kolay canlandırılması nedeniyle bu görüntüleri tercih etmektedir.

Multiplanar Rekonstrüksiyonlar (MPR): MPR'da damarlar, koronal, sagittal ya da bu iki plana göre değişik açılardaki planlarda, kesitsel olarak gösterilir. Reformat planının dışındaki damar ve yapılar vizüalize edilmez.

Maksimum İntensite Projeksiyon (MIP): MIP yönteminde incelenen volüme giren en parlak vokseller seçilerek görüntü oluşturulur. MIP'te belirli volüm içerisinde farklı

lokalisasyondaki voksellerden tek bir düzlemde iki boyutlu görüntüler elde edilir. Damar duvarındaki kalsifikasyonu lümendeki kontrast maddeden en iyi ayıran tekniktir (47).

Surface Shaded Display (SSD): SSD yönteminde eşik değerleri seçilerek belirli atenüasyona (Hounsfield Units) sahip voksellerden bilgi elde edilir. Elde edilen hacim bilgisi yüzey bilgisine çevrilerek objelerin üç boyutlu yüzey görüntüleri oluşturulur. Bu yöntem en az kullanılan yöntemdir. Küçük çaplı damarların görüntülenmesinde yalancı stenoz ve oklüzyon gibi durumlar ortaya çıkabilir. Yani eşik değere göre görüntü değişir (48).

Üç Boyutlu Volüm Rendering Tekniği (3D VRT): Koroner arteryal ağacın 3D gösterimi için kullanılan en yaygın teknoloji volüm rendering tekniğidir. Çoğunlukla iki boyutlu aksiyel imajları 3D anatomik görüntüler olarak hayal etmek, özellikle radyolog olmayanlar için zordur. 3D postprosesing genellikle tortiyöz koroner arterlerin komplike anatomilerinin gösterimi ve bilgisinin taşınımında kullanılan güncel bir yöntemdir (49,50).

Hem 3D volüm çevirim (örneğin MIP, VRT) hem de 3D yüzey çevirim (SSD), VOI (ilgilenilen volüm)'yi tanımlayan ve onu 3D imajda temsil edilmemesi gereken yapılardan ayırdeden bir işleme (segmentasyon) gereksinim duyar. Çevirimde hangi yapıların katılacağı veya dışlanacağını kontrol amacıyla data kümesinin manüplasyon işlemine tabi tutulmasına kurgulama (editing) denir. Pozitif editing 3D imajda kalmasını istediğimiz, negatif editing ise uzaklaştırmak istediğimiz yapıları işaretleme işlemidir. Segmentasyon için optimum eşik değeri, bir yapıyı gerçek tam büyüklüğünde belirleyen değerdir. Segmentasyona uğratılacak volümü tanımlamak için bir eşik değer ya da BT sayıları aralığı kullanılır bu işleme threshold tekniği denir. Threshold azaltıldığında daha çok voksel gösterilen objeye iştirak edeceğinden obje çap-hacmi artar. Bu durum parsiyel volüm etkisini kompanse edip daha küçük objelerin daha gerçekçi tanımlanmasını sağlayabilir. Threshold arttırıldığında daha az sayıda voksel obje gösterimine gireceğinden objenin görülen çap-hacmi azalır. Bu, düşük attenuasyonlu yapıların süperimpozisyonunu elimine edebilir ama yalancı darlık görünümü gibi artefaktları arttırır (51).

Curved Planar Reformat (CPR): Bu gösterim, özellikle kalsifiye yapıda tek bir damarın incelenmesinde kullanılan bir tekniktir. CPR tekniğinde kullanıcı farklı referans imajları kullanarak reformat planı elde etmektedir. Günümüzde CPR görüntüleri oluşturan otomatik, yarı-otomatik yazılım programları kullanılmaktadır (51,52,53).

2.5.7. Kardiyak görüntülemelerde kullanılan görüntüleme planları

Vücut standart olarak aksiyal, koronal ve sagittal olmak üzere üç anatomik düzlemde incelenir. Bununla birlikte kalbin hiçbir vücut ortogonal düzlemine uymayan kendine özgü bir yerleşim eksenine sahiptir. Kalbin kendi düzlemleriyle vücudun standart düzlemleri aynı ekseninde yer almaz. Birbirlerini oblik olarak keserler (Resim 3,4).

Kardiyak görüntülemelerde genel radyolojide alışık olunan aksiyal, sagittal, koronal görüntü planlarının yanı sıra, kalbin kendisine özgü görüntüleme planları kullanılmaktadır. Ekokardiyografi ve MR incelemede kullanılan görüntüleme planları, volüm görüntüleme yapılması nedeniyle BT görüntüleriyle de oluşturulabilmekte ve böylelikle ortak terminoloji kullanılabilir (26).

Sol ventrikül vertikal uzun aks (İki oda) görüntüsü: Sol ventrikül iki oda görüntüsünü oluşturmak için sol ventrikülden geçen aksiyal kesitten faydalanılmaktadır. Kesit planı, mitral kapağın ortası ile sol ventrikül apeksinden geçecek şekilde ayarlanmalıdır. Bu planda, sol atriyum, sol ventrikülün anterior ve inferior duvarları ile mitral kapak görüntülenmektedir (Resim 3a) (26).

Sol ventrikül horizontal uzun aks (Dört oda) görüntüsü: Sol ventrikül dört oda görüntüsünün oluşturulmasında, iki oda görüntüsü ve kısa aks görüntüsünden faydalanılmaktadır. Kesit planı, iki oda görüntüsünde mitral kapağın 1/3 inferior kısmı ile apeksden geçecek şekilde, kısa aks görüntüde ise sol ventrikül lateral duvarının ortası ile sağ ventrikül anterior ve inferior duvarlarının kesiştiği köşeden geçirilmesiyle oluşturulmaktadır. Bu planda, her iki atriyum, her iki ventrikül, interatriyal ve interventriküler septum, sağ ventrikül anterior duvarı, sol ventrikül lateral duvarı ile mitral ve triküspit kapaklar görüntülenmektedir (Resim 3b) (26).

Sol ventrikül kısa aks görüntüsü: Sol ventrikül kısa aks görüntüsünün oluşturulmasında, iki oda ve dört oda görüntüleri birlikte kullanılmaktadır. Kesit planı, iki oda görüntüsünde anterior ve inferior duvarı, dört oda görüntüsünde ise interventriküler septumu ve lateral duvarı mümkün olduğunca dik kesecek şekilde ayarlanmaktadır. Bu planda sağ ventrikül anterior ve inferior duvarı, interventriküler septum, sol ventrikülün anterior, inferior ve lateral duvarları görüntülenmektedir (Resim 3c) (26).

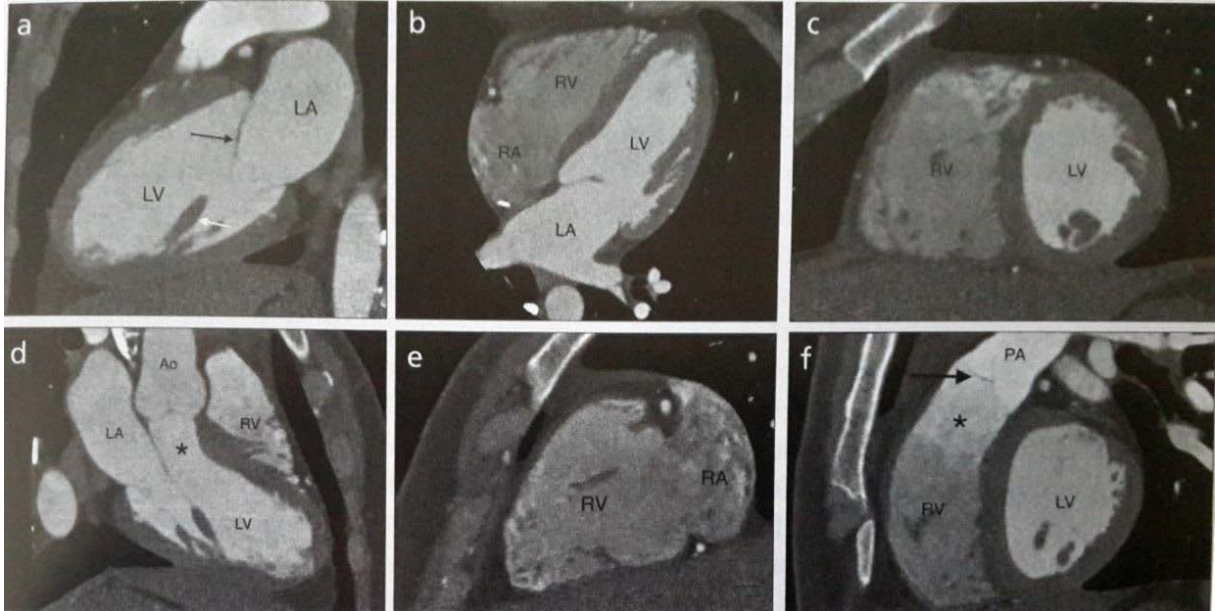
Sol ventrikül çıkış yolu aksı (LVOT veya Üç oda görüntüsü): Sol ventrikül üç oda görüntüsünün oluşturulması için iki oda görüntüsü ile kısa aks görüntülerde aort

kapağının görüldüğü bazal kesit kullanılmaktadır. Kesit planı, kısa aks görüntüde aort kapağı ortasından, iki oda görüntüde ise apeksden geçecek şekilde ayarlanmaktadır. Bu planda, sol atriyum, sol ventrikül, sağ ventrikülün bir kısmı, sol ventrikül çıkış yolu ve aort kapağı görüntülenmektedir (Resim 3d) (26).

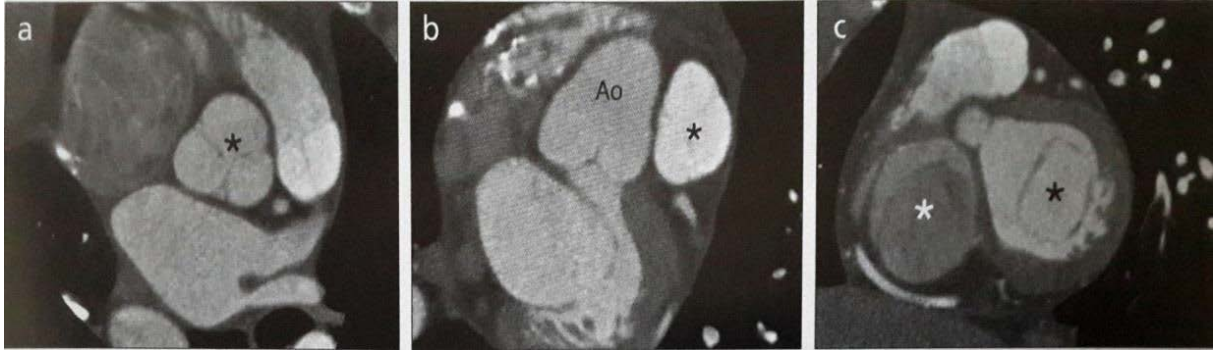
Sağ ventrikül vertikal uzun aks: Sağ ventrikül iki oda görüntüsünün oluşturulması için, dört oda görüntüsü kullanılmaktadır. Kesit planı, triküspit kapaktan ve sağ ventrikül apeksinden geçecek şekilde ayarlanmaktadır. Bu planda, sağ atriyum, sağ ventrikül ve triküspit kapak görüntülenmektedir (Resim 3e) (26).

Sağ ventrikül çıkış yolu aksı (RVOT): Sağ ventrikül çıkış yolu aksını oluşturmak için kesit planı, aksiyal kesitte pulmoner trunkusun ortası ile sağ ventrikül anterior duvarı arasından geçecek şekilde ayarlanmaktadır. Bu planda, sağ ventrikül çıkış yolu ve pulmoner kapak değerlendirilmektedir (Resim 3f) (26).

Aort, pulmoner, mitral ve triküspit kapak planları: Kapaklara ait planları oluşturmak için kesit planı, kapağın görüldüğü kesitlerde, kapağa paralel olacak şekilde ayarlanmaktadır (Resim 4) (26).



Resim 3 Sol ventrikül vertikal uzun aks (iki oda) görüntüsü, ok- triküspit kapak **Resim 3b** Sol ventrikül horizontal uzun aks (dört oda) görüntüsü **Resim 3c** Sol ventrikül kısa aks görüntüsü **Resim 3d** Sol ventrikül çıkış yolu aksı (üç oda görüntüsü) **Resim 3e** Sağ ventrikül vertikal uzun aks **Resim 3f** Sağ ventrikül çıkış yolu aksı, ok-pulmoner kapak. LV-Sol ventrikül, LA-sol atriyum, RV-sağ ventrikül, RA-sağ atriyum, Ao- aort, PA- pulmoner arter



Resim 4 Aort, pulmoner, mitral ve triküspit kapak planları

2.5.8 Radyasyon Dozu

ÇKBT teknolojisinin gelişimiyle birlikte kalbin görüntülenmesi ve koroner BT anjiyografi de sürekli gelişmektedir. Hastanın uzun eksenini boyunca çok sayıda dedektör dizini olması, X-ışın kolimasyonunun genişletilebilmesi, masa hızının artırılabilmesi ve gantri hızının düşürülmesi son teknoloji BT cihazlarının önemli avantajlarıdır. Böylece rotasyon süresinin azalması, daha geniş bir alanın daha kısa bir sürede taranmasına imkân vermiş ve hareket artefaktlarını minimale indirgemıştır. Rotasyon süresindeki bu kısaltmalar ve anjiyografi çalışmalarının yaygınlaşması, gerekli X-ışını miktarının artmasına ve bu konuyla ilgili radyasyon doz tartışmalarının alevlenmesine neden olmuştur.

X-ışını fotonları tarafından hasta vücudunda meydana getirilen iyonizasyon, radyasyon maruziyeti olarak tanımlanır. Üretilen fotonların sayısı, tüpün voltajına ve ışınlama süresi boyunca anoda çarpan elektron miktarı yani miliamper değerine bağlıdır. Foton atenuasyonu hastanın vücut hacmine ve kesit kalınlığına bağlı olarak değişir. Bu yüzden kilolu hastalarda, kesit incilmesi yapıldığında görüntü gürültüsünü azaltmak için tüpten çıkan foton sayısı artırılmalıdır. Aksi halde dedektör üzerine düşen foton sayısı azalacak ve görüntü kalitesi bozulacaktır. Bu durum kV ve mAs'ın artması ile sağlanır ki bu da hastanın aldığı dozu artırır (42). ÇKBT teknolojisindeki gelişmeler sayesinde görüntü kalitesinde kayıp olmaksızın hastanın aldığı doz bir ölçüde azaltılabilmektedir.

Koroner BT incelemelerinde hastanın aldığı dozu karşılaştırmak ve hesaplamak için çeşitli parametreler oluşturulmuştur. Bilgisayarlı tomografi doz indeksi (Computed tomography dose index: CTDI), inceleme esnasında soğrulan radyasyon dozunun temel parametresidir. Termoluminesan dozimetreler ile ölçülür ve SI birimi coulomb/kg'dır. Doz

uzunluk çarpımı, inceleme esnasındaki tüm kesitlerin toplam radyasyon dozunu verir ve SI birimi gray x uzunluk olup koroner BT incelemesinde uzunluk yaklaşık 12 cm alınır. Efektif doz ise, koroner BT incelemesi yapılan kişinin belki de en fazla ilgileneceği kısım olan, alınan radyasyon dozunun muhtemel sağlık risklerinin tiplerini ve sonuçlarını bildirir. Efektif dozun SI birimi milisieverttir (42).

Çok kesitli BT ile yapılan koroner anjiyografi çalışmalarında hastanın aldığı efektif doz değerleri, büyük oranda görüntüleme parametrelerine bağlı olarak değişmektedir. Genelde bu parametreler 120–140 kV, 150–225 mAs arasındadır. Translüminesans dozimetre kullanılarak, 16 dedektörlü BT koroner anjiyografide doz hesaplanması yapılmıştır. Kalp hızının dakikada 60 atım olduğu bir çalışmada kalsiyum yükü ölçümü için ortalama doz erkeklerde 2,9 mSv ve kadınlarda 3,6 mSv'dir.

Retrospektif EKG bandı uygulanan koroner anjiyografide hastaların aldığı efektif radyasyon dozu erkeklerde 8,1 mSv, kadınlarda 10,9 mSv olarak hesaplanmıştır (44).

Elektrokardiyografik pulsa duyarlı tüp akım modülasyonu ile radyasyon ekspozuru % 47 oranında azaltılabilir. Böylelikle ortalama doz 4,3 mSv düzeyine çekilebilir. Bu ise katater anjiyografi sırasında alınan doz seviyesindedir. Prospektif EKG tetiklemeli koroner BT anjiyografide alınan doz ortalama batin ve pelvik BT'de alınan doza yakın olup bu da hastanın doğadan aldığı 1 yıllık doza eşittir (43).

2.5.9. Koroner BT Anjiyografi ve Kardiyak BT Endikasyonları

Koroner arter hastalığını değerlendirmede BT kullanımını ile ilgili görüşler hızla gelişen teknolojiye bağlı olarak değişim göstermektedir. ÇKBT'nin klinik endikasyonları üzerine ilk büyük makale "American College of Cardiology (ACC)" ve "American Heart Association (AHA)" tarafından yayınlanmıştır (54,55). Aşağıdaki listede ACC tarafından kardiyak BT'nin uygun görüldüğü bazı endikasyonlar belirtilmiştir. Ayrıca AHA'nın raporunda, semptomatik hastalardaki obstrüktif hastalığın değerlendirilmesinde, özellikle hastanın semptomları, yaşı, cinsiyeti düşük orta olasılıkla hemodinamik olarak anlamlı stenozun varlığını destekliyorsa; BT koroner anjiyografinin uygun olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte her iki rapor da koroner BT'nin aseptomatik hastaların değerlendirilmesinde kullanımını önermemektedir (50).

Koroner BT anjiyografi için endikasyonları:

- Akut göğüs ağrısının değerlendirilmesinde
 - ✓ Test öncesi orta derecede koroner arter hastalığı olasılığı varlığında, EKG değişikliği yok ve kardiyak enzimler negatif ise
- Göğüs ağrısı sendromunun değerlendirilmesinde
 - ✓ Test öncesi orta derecede koroner arter hastalığı olasılığı varlığında, şüpheli ya da net olarak değerlendirilemeyen EKG değişiklikleri varsa ya da hasta efor testi için egzersiz yapamaya uygun değil ise,
- Yeni gelişen kalp yetmezliği olan hastalarda, etyolojiyi ortaya koymak için koroner arterlerin değerlendirilmesinde,
- Kardiyak cerrahi revaskülarizasyonun tekrarlanması gereken hastalarda cerrahi öncesinde IMA da dâhil olmak üzere noninvaziv koroner arter haritalamasının yapılmasında
- Şüpheli ya da net olarak değerlendirilemeyen stres test (stres eko, egzersiz perfüzyon gibi) sonuçları varlığında
- Koroner sirkülasyon anomalileri, ana damarların, kalp boşluklarının ve kapaklarının anomalileri dahil olmak üzere kompleks konjenital kalp hastalıklarının değerlendirilmesinde

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi ve Hazırlığı

Çalışmamız retrospektif olarak gerçekleştirildi. Çalışmamızda İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda Aralık 2009-Aralık 2015 tarihleri arasında koroner BT anjiyografi incelemesi yapılan 1000 hastanın görüntüleri değerlendirildi. Çalışmamız için İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Dekanlığı Yerel Etik Kurul onayı alındı.

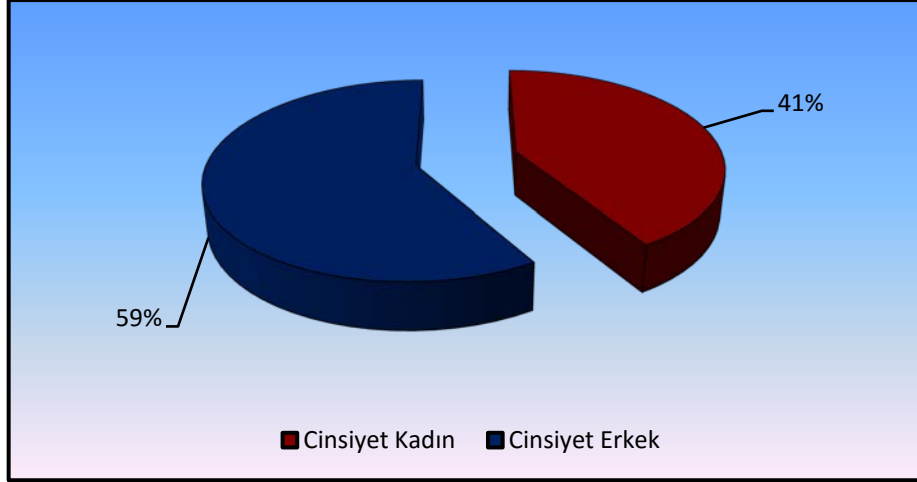
İncelemede 64 kesitli BT ve retrospektif EKG tetikleme uygulandı. İmajlar, kraniokaudal yönde respirasyonun durduğu süre boyunca 1 mm kesit kalınlığında ve 120 kVp, 0.35 saniye gantry rotasyon hızı, rekonstruksiyon intervalinde elde edilmiştir. İncelemeden önce her hastanın kalp atış hızı ölçüldü. Kalp atışı >70 bpm (metoprolol 50-100 mg oral, incelemeden bir saat önce) her hastaya beta bloker uygulandı. İntravenöz olarak 5ml/s akım hızında 80 ml kontrast madde (Ultravist 370, Schering, Berlin, Germany), takiben aynı hızda 50 ml saline enjekte edildi. Kontrast maddenin arteriyel pasajı ile ÇKBT koroner anjiyografi arasındaki senkronizasyon için bolus tracking tekniği uygulandı. Elde edilen dataya end diastolik veya end sistolik fazlarda rekonstruksiyon yapıldı.

Çalışmalar çevrim dışı çalışma istasyonuna (VİTREA 2) yüklendi. İmajlar rutin olarak maksimum intensite projeksiyon (MIP), multiplanar rekonstruksiyon (MPR), kurved MPR (cMPR) serilerinde incelendi. Her inceleme iki radiolog tarafından değerlendirildi. Araştırdığımız anatomik yapılar veya varyasyonları: Krista terminalis, interatriyal lipomatöz hipertrofi, östakian valf, subtebesian poş, aksesuar atriyal appendiks, atriyal appendiks dolma defekti, sol atriyal divertikül, moderatör bant, aksesuar pulmoner ven, interatriyal septal flep, interatriyal septal anevrizma, aksesuar sol ventrikül papiller kas, patent foramen ovale, kapanmış VSD.

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Analizlerde SPSS 22.0 programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

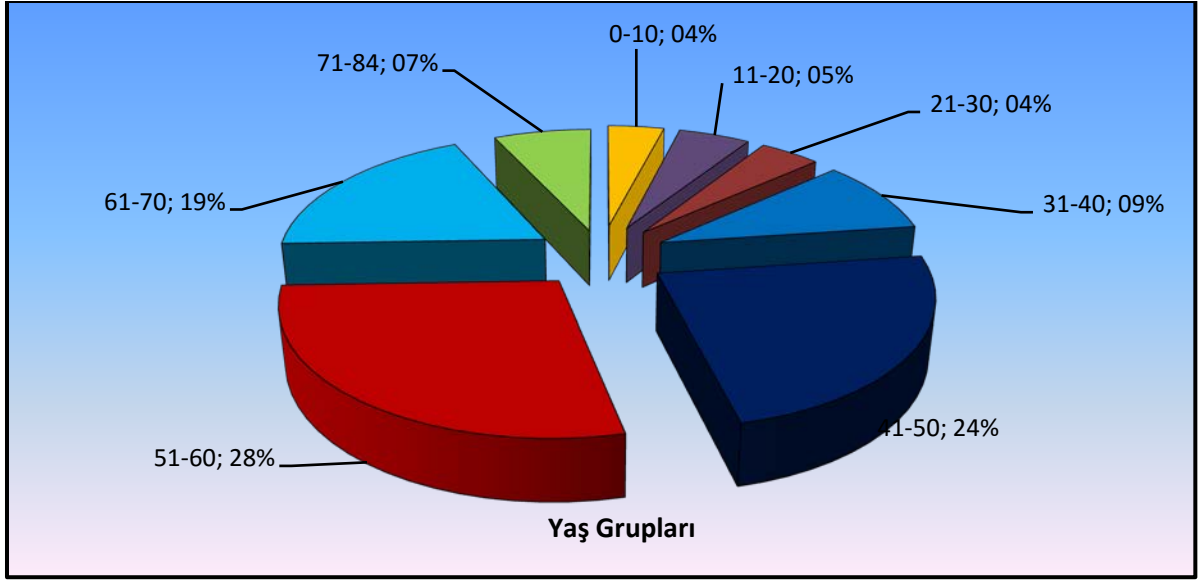
Çalışmamızda Aralık 2009 ile Aralık 2015 tarihleri arasında toplam 1000 hastanın görüntüleri incelendi. Çalışmaya dahil edilen 1000 hastanın %58,7 'si erkek (n=587) ve %41,3'ü (n=413) kadındı. Hastaların yaş aralığı 1 yıl ile 84 yıl arasındaydı. Yaş ortalamaları 52 idi.



Grafik 1: Cinsiyet dağılımı

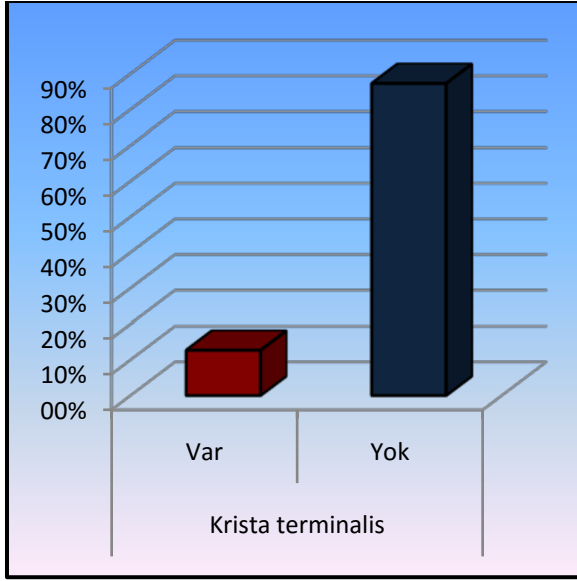
	Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s./n-%
Yaş	1,0 -84,0	52,0	49,3 ±17,1
Yaş Grupları	0-10		40 4,0%
	11-20		51 5,1%
	21-30		43 4,3%
	31-40		94 9,4%
	41-50		235 23,5%
	51-60		281 28,1%
	61-70		186 18,6%
	71-84		69 6,9%
Cinsiyet	Kadın		413 41,3%
	Erkek		587 58,7%

Tablo-1 : Yaş dağılımı

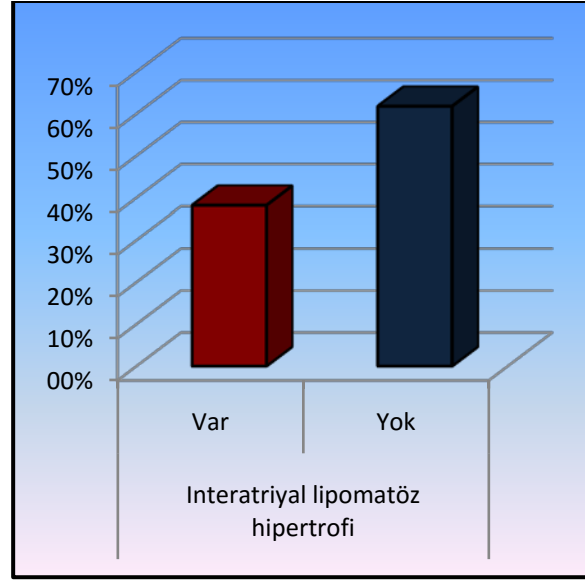


Grafik 2: Yaş dağılımı

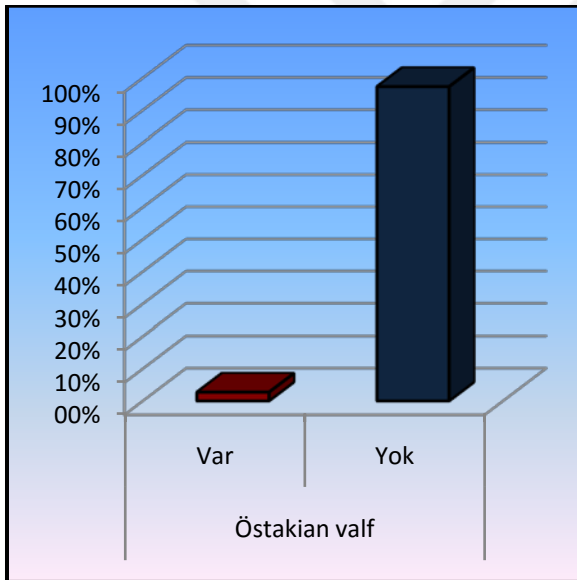
Koroner BT anjiyografi yapılan toplam 1000 hastadan elde olunan görüntüler VİTREA 2 iş istasyonunda kısa eksen,iki boşluk ve dört boşluk planlarda kalbe ait anatomik varyasyonlar açısından tek tek değerlendirildi. 1000 hastanın büyük kısmında birden fazla varyasyon aynı anda izlenmiştir. %12,7'sinde (n=127) krista terminaliste belirginleşme, %38,2'sinde (n=382) interatriyal lipomatöz hipertrofi, %2,7'sinde (n=27) östakian valf, %19,6'sında (n=196) subtebesian poş, %0,9'unda (n=9) sol atriyal appendiks dolma defekti, %6,9'unda (n=69) sol atriyal aksesuar appendiks, %37,2'sinde (n=372) sol atriyal divertikül, %9,9'unda (n=99) moderatör bant,%6,2'sinde (n=62) aksesuar pulmoner ven,%18,2'sinde (n=182) interatriyal septal flep,% 7,5'inde (n=75) interatriyal septal anevrizma, %2,2'sinde (n=22) patent foramen ovale, %4,9'unda (n=49) kapanmış VSD izlendi.İnteratriyal lipomatöz hipertrofi minimum kalınlığı 2 mm, maksimum kalınlığı 18 mm olarak ölçülmüş olup median değeri 4,8 mm dir.Sol atriyal divertikül en geniş çapı minimum 2 mm, maksimum 15 mm olarak ölçülmüş olup median değeri 5 mm dir Anatomik varyasyonların(Krista terminalis,interatriyal lipomatöz hipertrofi,östakian valf,subtebesian poş,sol atriyal aksesuar appendiks,sol atriyal appendiks dolma defekti,sol atriyal divertikül,moderatör bant,aksesuar pulmoner ven,interatriyal septal flep,interatriyal septal anevrizma,patent foramen ovale,kapanmış ventriküloseptal defekt) sayısal ve oransal dağılımı aşağıdaki grafiklerde ve tabloda gösterilmiştir.



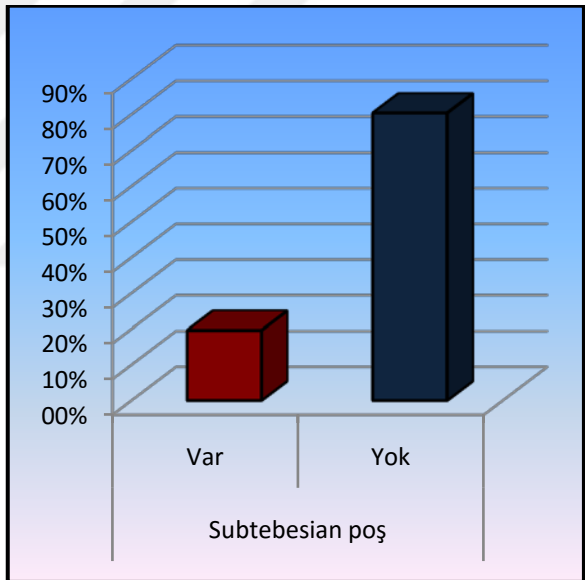
Grafik 3:Krista terminalis



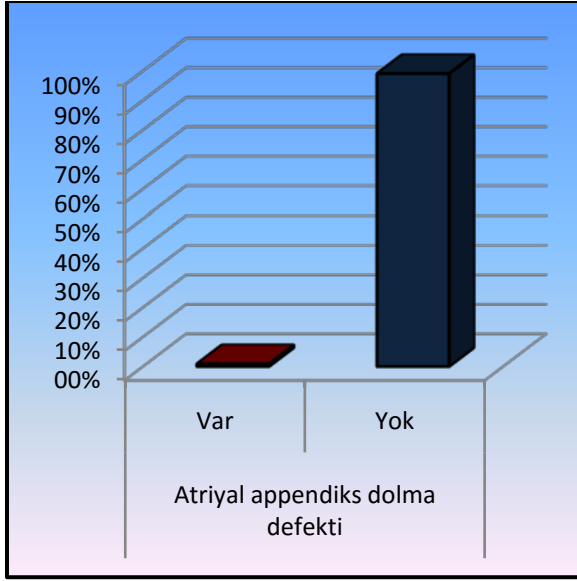
Grafik 4:İnteratriyal lipomatöz hipertrofi



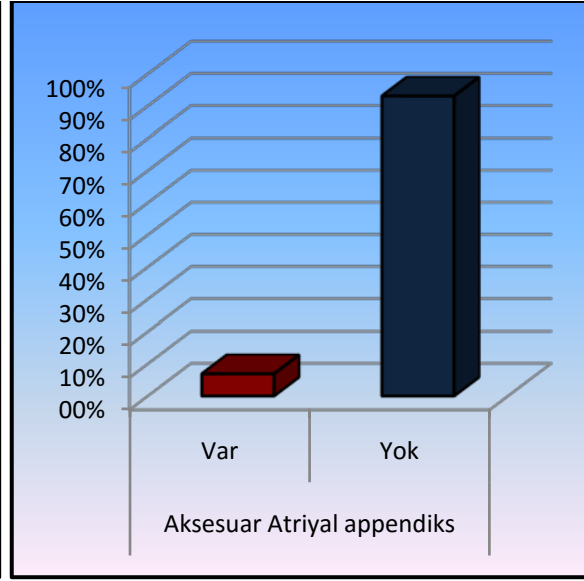
Grafik 5: Östakian valf



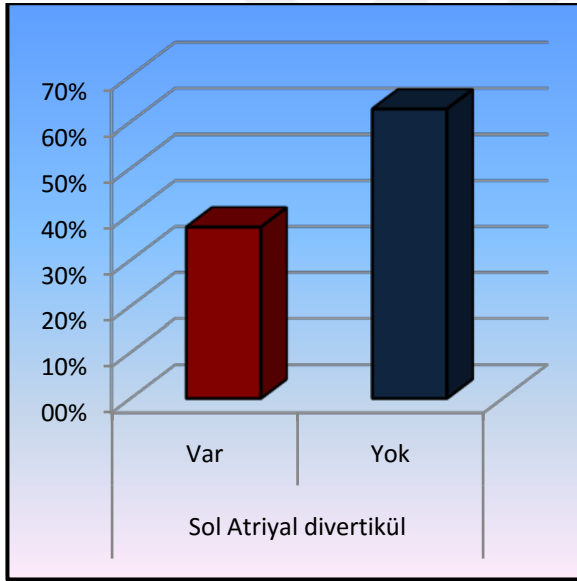
Grafik 6:Subtebesian poş



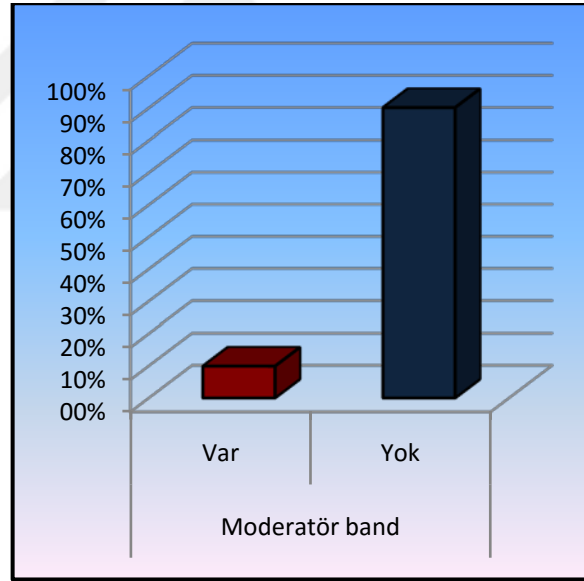
Grafik 7: Sol Atrial appendiks dolma defekti



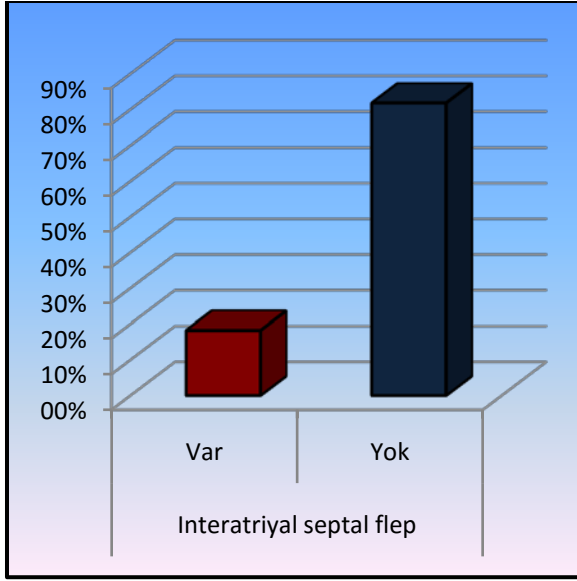
Grafik 8: Sol Aksesuar atriyal appendiks



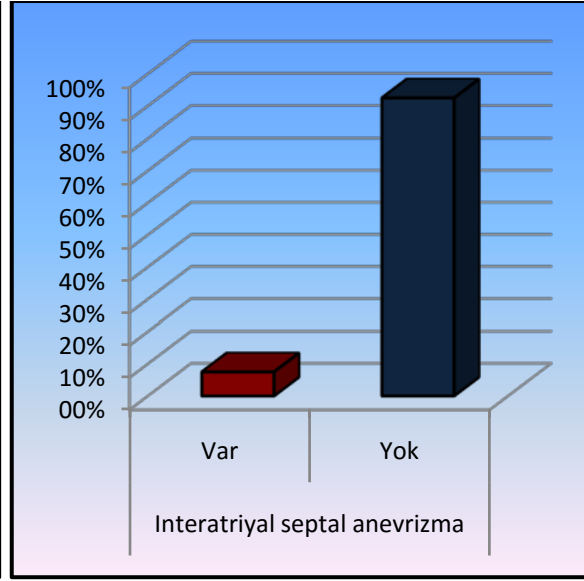
Grafik 9: Sol atriyal divertikül



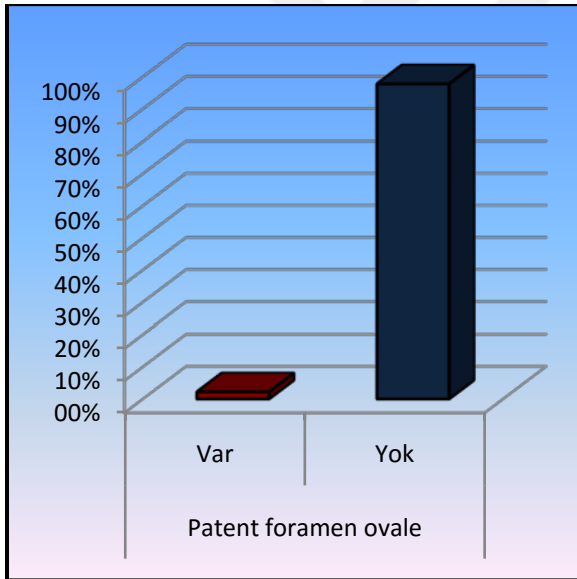
Grafik 10: Moderatör band



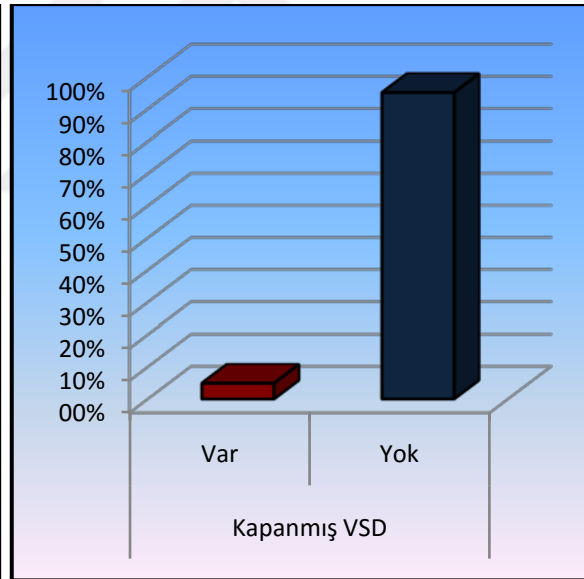
Grafik 11: İnteratriyal septal flep anevrizma



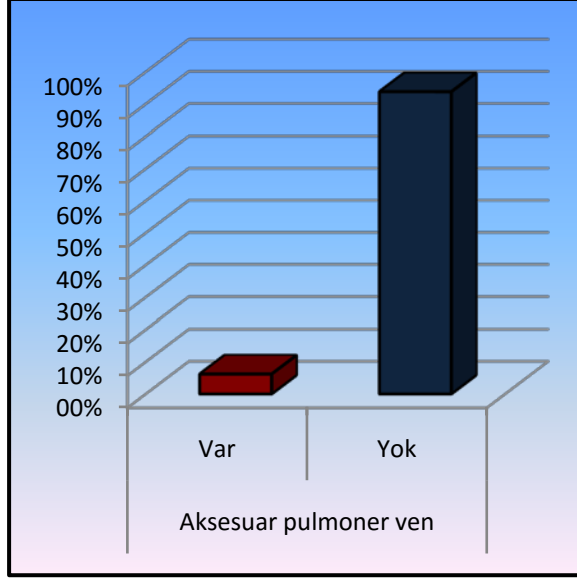
Grafik 12: İnteratriyal septal anevrizma



Grafik 13: Patent foramen ovale



Grafik 14: Kapanmış VSD



Grafik 15: Aksesuar pulmoner ven

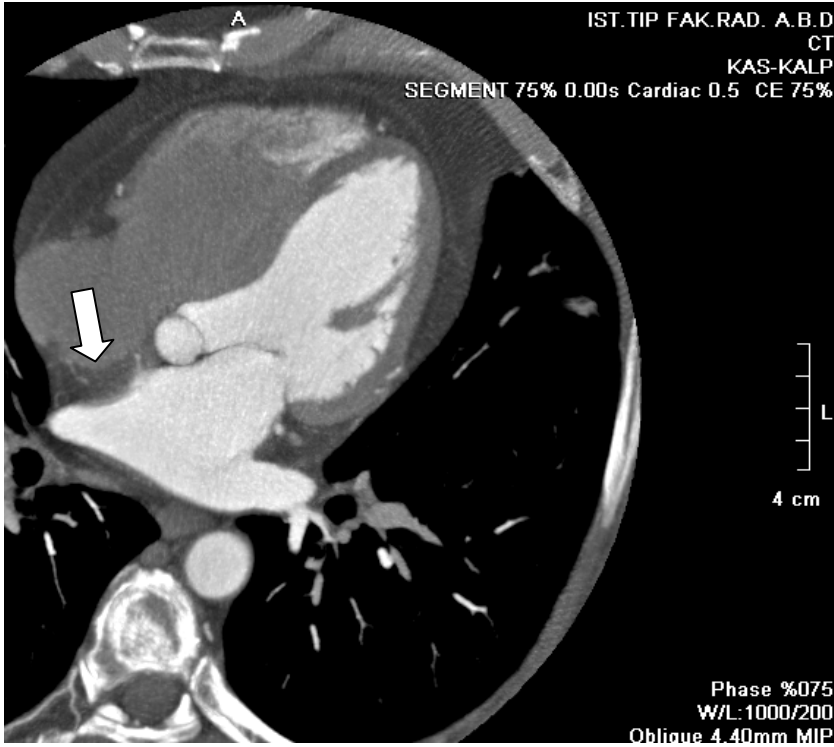
		Min-Mak	Medyan	Ort.±s.s./n-&
Krista terminalis	Var			127 12,7%
	Yok			873 87,3%
Interatriyal lipomatöz hipertrofi	Var			382 38,2%
	Yok			618 61,8%
Interatriyal lipomatöz hipertrofi (mm)		2,5 - 18,0	4,8	5,1 ± 1,9
Östakian valf	Var			27 2,7%
	Yok			973 97,3%
Subtebesian poş	Var			196 19,6%
	Yok			804 80,4%
Atriyal appendiks dolma defekti	Var			9 0,9%
	Yok			991 99,1%
Aksesuar Atriyal appendiks	Var			69 6,9%
	Yok			931 93,1%
Sol Atriyal divertikül	Var			372 37,2%
	Yok			628 62,8%
Sol Atriyal divertikül (mm)		2 - 15	5,0	5,0 ± 2,0
Moderatör band	Var			99 9,9%
	Yok			901 90,1%
Aksesuar pulmoner ven	Var			62 6,2%
	Yok			938 93,8%
Interatriyal septal flep	Var			182 18,2%
	Yok			818 81,8%
Interatriyal septal anevrizma	Var			75 7,5%
	Yok			925 92,5%
Patent foramen ovale	Var			22 2,2%
	Yok			978 97,8%
Kapanmış VSD	Var			49 4,9%
	Yok			951 95,1%

Tablo-2 Anatomik varyasyonların sayısal dağılımı

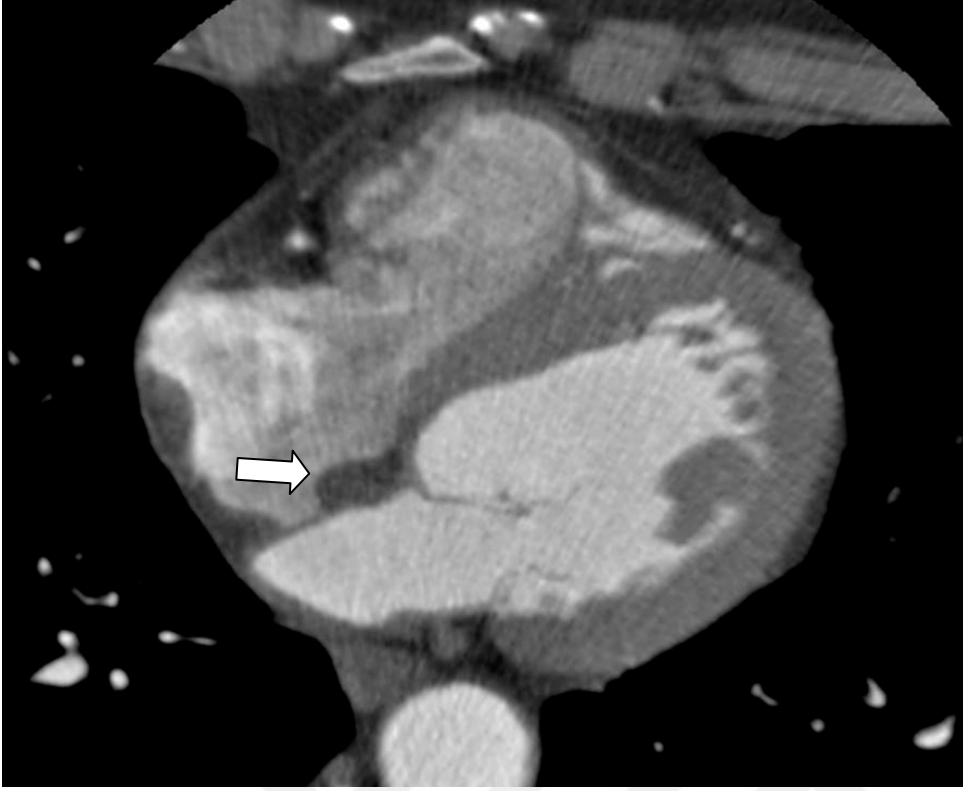
5. OLGU ÖRNEKLERİ



Olgu 1 Krista terminalis



Olgu 2 İnteratriyal lipomatöz hipertrofi



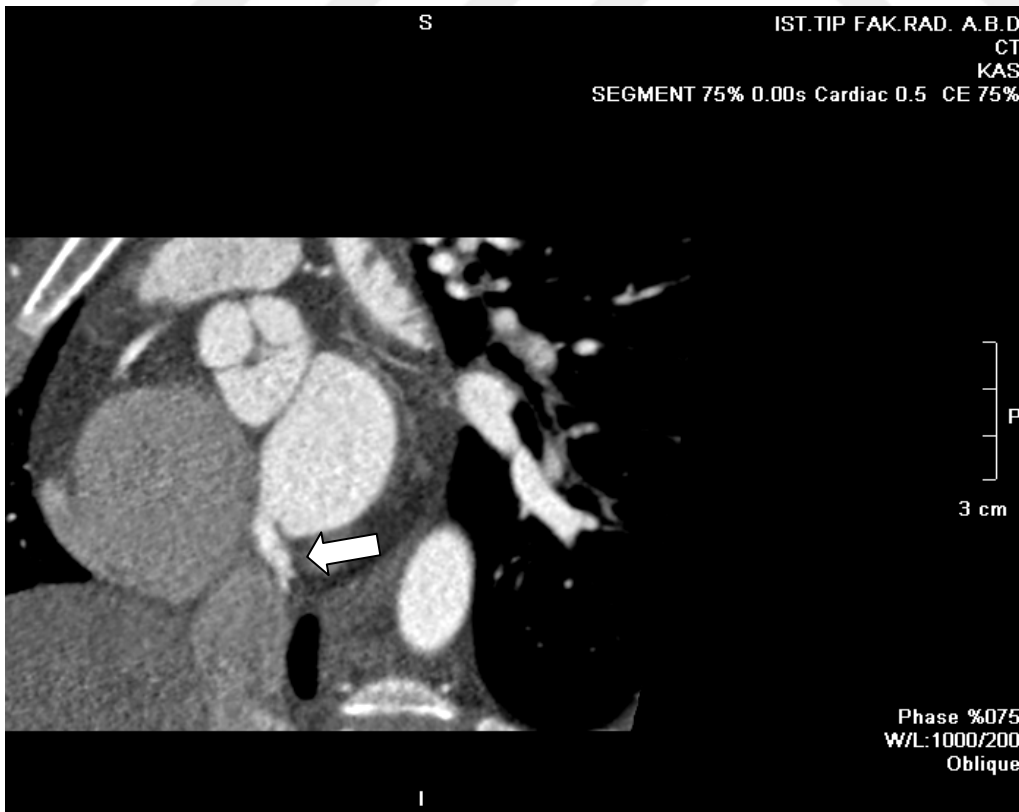
Olgu 3 Östakian valf



Olgu 4 Subtebesian poş



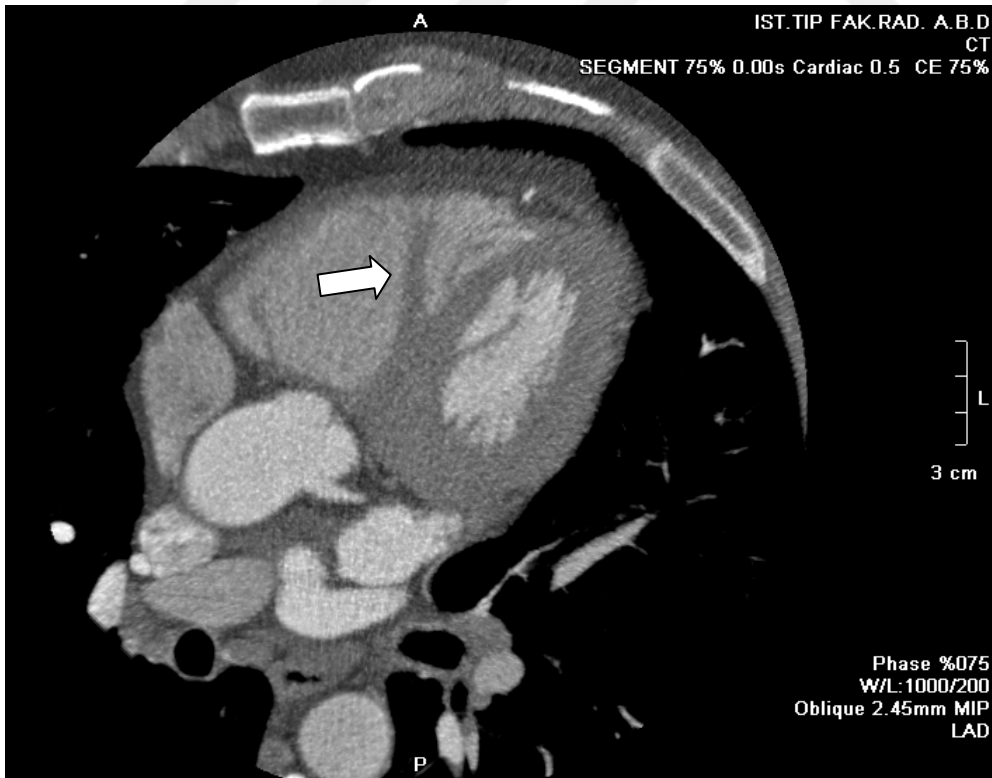
Olgu 5 Sol atriyal appendiks dolma defekti



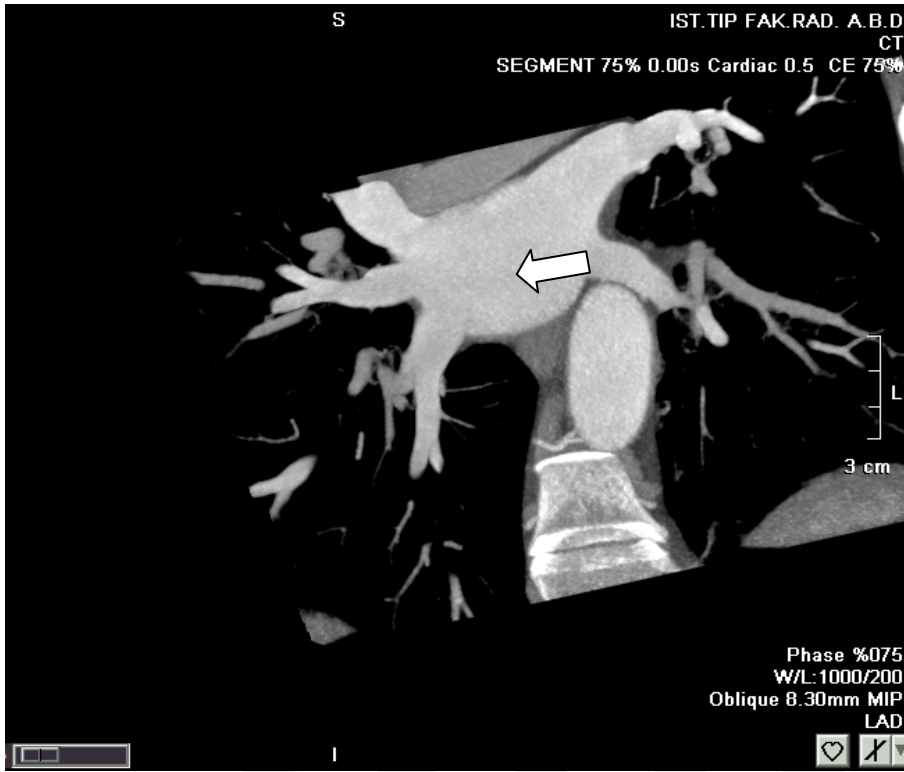
Olgu 6 Sol atriyal aksesuar appendiks



Olgu 7 Sol atriyal divertikül



Olgu 8 Moderatör bant



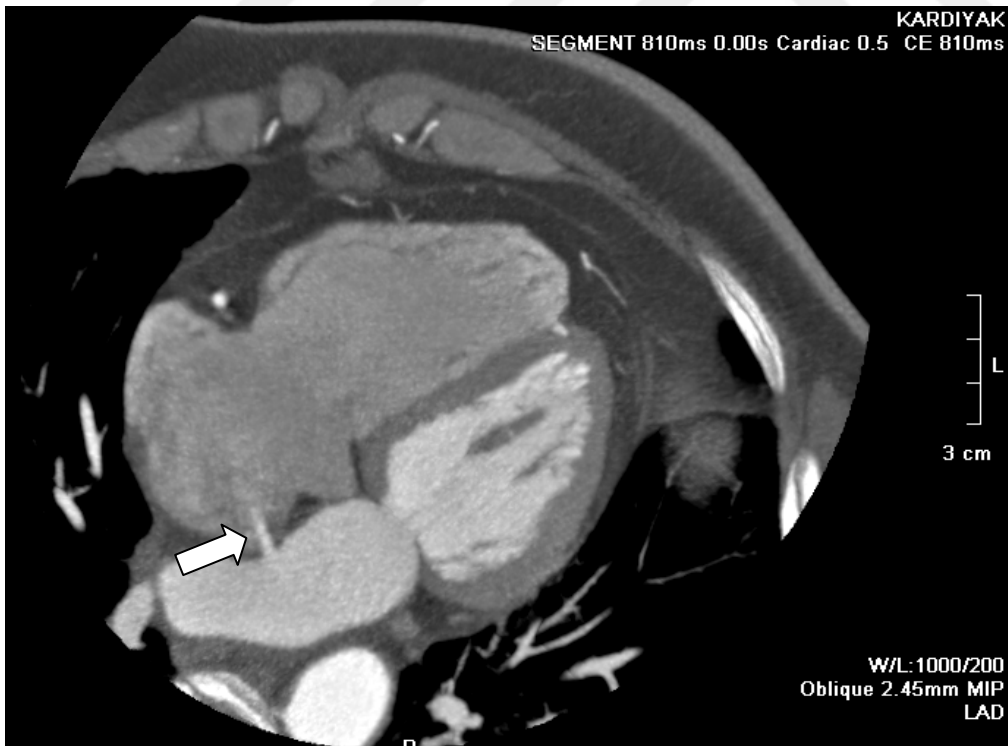
Olgu 9 Sağ aksesuar pulmoner ven



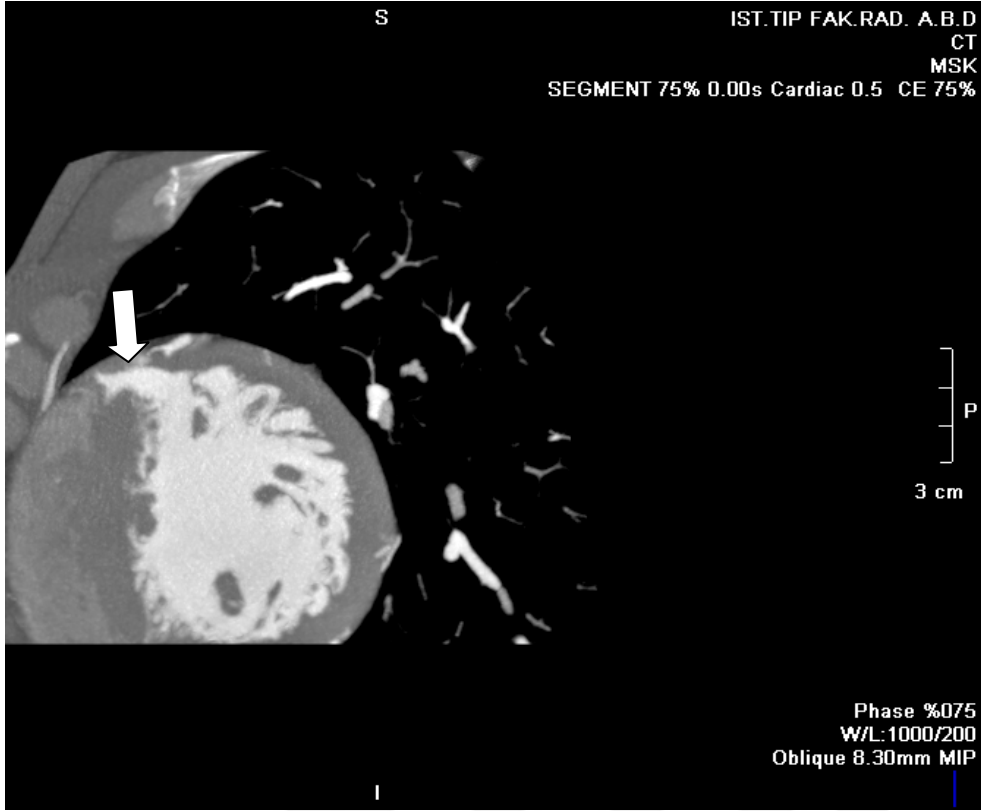
Olgu 10 İnteratriyal septal flep



Olgu 11 İnteratriyal septal anevrizma



Olgu 12 Patent foramen ovale



Olgu 13 Kapanmış VSD

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kalbin kesitsel yöntemlerle değerlendirilmesindeki en önemli güçlük solunum ve kardiyak hareketlerdir. Başlangıçta bu hareketlere bağlı artefaktlar nedeniyle manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) ile yeterli şekilde değerlendirilemeyen kalp yapıları, daha hızlı sekansların geliştirilmesi ve artan dedektör sayısına bağlı olarak günümüzde yüksek çözünürlüklü görüntülerle incelenebilir hale gelmiştir. Bu yöntemlerle erken tanı, tedavi şekline ve zamanına karar verme ve tedavi sonrasında takip önemli ölçüde kolaylaşmıştır. Özellikle kalp ve vasküler yapıları 3 boyutlu olarak gösterebilmesi, kanın akış hızı ve oluşan basınç gradientlerine yönelik ölçümleri yapabilmesi, odacık hacimlerini ölçerek sistolik-diyastolik fonksiyonları büyük bir doğrulukla saptayabilmesi en büyük avantajlarıdır.

MRG'nin çok sayıda avantajlarına karşın bazı sınırlılıklarının da bulunması nedeniyle kardiyak incelemelerde kesitsel görüntülemeye gereksinim duyulduğunda diğer bir seçenek de BT'dir. Çok kesitli BT sistemlerin klinik kullanıma sunulmasından sonra BT, kardiyak görüntülemede kullanılmaya başlanmıştır. Koroner bilgisayarlı tomografi anjiyografi miyokart, kapak ve perikard değerlendirmeye yönelik uygulamaların da eklenmesiyle "Kardiyak BT" adını almış ve hızla yaygınlaşarak kalp hastalıklarının değerlendirilmesinde klinik rutin görüntüleme yöntemleri arasına katılmıştır. ÇKBT ile temporal rezolüsyon artmıştır ve bir gantri dönüşünde taranan alanın genişlemesiyle artan hız, çocuklarda sedasyon gerekliliğini belirgin oranda azaltmaktadır. Siripornpitak ve ark. 2013 yılında yaptığı çalışmada da bahsedildiği gibi son zamanlarda kullanılmaya başlanan 256 ve 320 kesitli BT cihazlarında kardiyak tarama zamanınının 1 sn'nin altına inmesi nefes tutma gereğini bile ortadan kaldırmıştır (101).

ÇKBT daha az zaman alması, sedasyona ihtiyacın daha az olması ve yaygın olarak rastlanan metalik donanımların, pacemakerların vb. görüntülenmesinde etkili olması, daha yaygın olarak bulunabilmesi, küçük damarların ve uç dalların daha iyi tanımlanması gibi avantajlara sahiptir (106). Bunlara ek olarak morfolojik ve fonksiyonel değerlendirmede ÇKBT'nin çekim sonrası işleme süresi MRG'nin işleme süresine göre daha kısadır (106). Kateter anjiyografi veya MR anjiyografi ile karşılaştırıldığında ÇKBT anjiyografinin diğer bir avantajı damar duvarını görüntüleyebilmesidir (106). ÇKBT hava yollarının, mediasten anormalliklerinin ve pulmoner parankimin de daha iyi görüntülenmesini sağlar.

Aralık 2009 - Aralık 2015 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda 64 kesitli BT cihazı kullanılarak koroner BT anjiyografi tetkiki gerçekleştirilen 1000 olgunun görüntüleri VİTREA 2 iş istasyonunda iki boşluk, dört boşluk ve kısa eksen imajlarda kalbe ait anatomik varyasyonlar açısından tek tek değerlendirildi. 1000 hastanın büyük kısmında birden fazla varyasyon aynı anda izlenmiştir. %12,7'sinde (n=127) krsta terminaliste belirginleşme, %38,2'sinde (n=382) interatriyal lipomatöz hipertrofi , %2,7'sinde (n=27) östakian valf, %19,6'sında (n=196) subtebesian poş, %0,9'unda (n=9) sol atriyal appendiks dolma defekti, %6,9'unda (n=69) sol atriyal aksesuar appendiks, %37,2'sinde (n=372) sol atriyal divertikül, %9,9'unda (n=99) moderatör bant,%6,2'sinde (n=62) aksesuar pulmoner ven,%18,2'sinde (n=182) interatriyal septal flep,% 7,5'inde (n=75) interatriyal septal anevrizma, %2,2'sinde (n=22) patent foramen ovale, %4,9'unda (n=49) kapanmış VSD izlendi.Literatürde kardiyak anatomik varyasyon sıklığı ile ilgili benzer çalışma yapılmamış olup Terpening ve ark. (2015) kardiyak BT'de kalbin anatomisi ve anatomik varyasyonlarını anlatmışlardır.

Sonuç olarak çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) teknolojisinin hızla gelişmesi ile birlikte, kardiyak incelemeler bilgisayarlı tomografinin en yaygın uygulama alanlarından biri haline gelmiştir. Koroner BT anjiyografi kardiyovasküler sisteme ait konjenital anomali ve varyasyonların saptanmasında yüksek uzaysal rezolüsyon, üç boyutlu ve multiplanar görüntüleme imkanı ile tanı, tedavi ve cerrahi planlaması açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. İşlem süresinin MRG'ye oranla kısa olması, sedasyon ihtiyacının daha az olması, yaygın olarak rastlanan metalik donanımların görüntülenmesinde etkili olması, daha yaygın bulunabilmesi, küçük damarların ve uç dalların daha iyi gösterilmesi, damar duvarını diğer yöntemlerden daha iyi görüntüleyebilmesi, noninvaziv olması, hava yollarının, mediasten anormalliklerinin ve pulmoner parankimin eş zamanlı olarak değerlendirilebilmesi önemli avantajlarıdır. Kardiyak BT anjiyografi, içerdiği iyonize radyasyon nedeniyle ekokardiyografi ve MRG'ye göre seçilmiş bazı olgularda daha az tercih edilmekle birlikte, doz azaltma yöntemleri ve uygun teknik parametreler sayesinde konjenital kardiyak anomali ve varyasyonların saptanmasında kullanımı giderek yaygınlaşan etkin bir görüntüleme yöntemidir.Kalbin anatomisinin ve anatomik varyasyonlarının bilinmesi yanlış tanıyaengel olmaktadır.Bu nedenle kalbin anatomisini ve anatomik varyasyonlarını bilmemiz önem arz etmektedir.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) teknolojisinin hızla gelişmesi ile birlikte, kardiyak incelemeler bilgisayarlı tomografinin (BT) en yaygın uygulama alanlarından biri haline gelmiştir. Çalışmamızın amacı 1000 olgu eşliğinde kalbe ait anatomik yapıların varyasyonlarının ne sıklıkta olduğunu değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda Aralık 2009 ile Aralık 2015 tarihleri arasında koroner BT anjiyografi çekilen 1000 hastanın görüntüleri incelendi. Çalışmaya dahil edilen 1000 hastanın %58,7'si erkek (n=587) ve %41,3'ü (n=413) kadındı. Hastaların yaş aralığı 1 yıl ile 84 yıl arasındaydı. Koroner BT anjiyografi yapılan toplam 1000 hastadan elde olunan görüntüler VİTREA 2 iş istasyonunda iki boşluk, dört boşluk ve kısa eksende kalbe ait anatomik varyasyonlar tek tek değerlendirildi.

Bulgular: 1000 hastanın büyük kısmında birden fazla varyasyon aynı anda izlenmiştir. %12,7'sinde (n=127) krista terminaliste belirginleşme, %38,2'sinde (n=382) interatriyal lipomatöz hipertrofi, %2,7'sinde (n=27) östakian valf, %19,6'sında (n=196) subtebesian poş, %0,9'unda (n=9) sol atriyal appendiks dolma defekti, %6,9'unda (n=69) sol atriyal aksesuar appendiks, %37,2'sinde (n=372) sol atriyal divertikül, %9,9'unda (n=99) moderatör bant, %6,2'sinde (n=62) aksesuar pulmoner ven, %18,2'sinde (n=182) interatriyal septal flep, %7,5'inde (n=75) interatriyal septal anevrizma, %2,2'sinde (n=22) patent foramen ovale, %4,9'unda (n=49) kapanmış VSD izlendi.

Sonuç: Koroner BT anjiyografi kalbe ait anatomik varyasyonların saptanmasında yüksek uzaysal rezolüsyon, üç boyutlu ve multiplanar görüntüleme imkanı ile tanı, tedavi ve cerrahi planlaması açısından önemli bilgiler sağlamaktadır. İçerdiği iyonize radyasyon nedeniyle ekokardiyografi ve MRG'ye göre seçilmiş bazı olgularda daha az tercih edilmekle birlikte, doz azaltma yöntemleri ve uygun teknik parametreler sayesinde kalbe ait anatomik yapıların ve koroner arterlerin değerlendirilmesinde yaygınlaşan etkin bir görüntüleme yöntemidir.

SUMMARY

Introduction and Objective: Together with the rapid development of the multislice computed tomography(MSCT) technology, cardiac study has become one of the widest areas of use for computed tomography (CT). The objective of our study is to evaluate the frequency of occurrence of cardiac anatomic structure variations based on the analysis of 1000 cases.

Materials and Method: Within the framework of our study we have analyzed the coronary CT angiography images of 1000 patients taken over the period from December 2009 to December 2015. From the 1000 patients included into the study 58,7% were male (n=587) and 41,3% (n=413) were female. The ages of the patients ranged from 1 to 84 years old. The images taken from the total of 1000 patients who underwent coronary CT angiography were evaluated one by one on a VITREA 2 workstation for the anatomic variations in two, four cardiac cavities, short-axis view.

Results: For the most of the 1000 patients more than one variation was observed at the same time. In 12,7% of cases (n=127) the crista terminalis was observed to have become more discernible, in 38,2% of cases(n=382) inter atrial lipomatous hypertrophy, in 2,7% of cases (n=27) Eustachian valve, in 19,6% of cases (n=196) sub-Thebesian pouch, in 0,9% of cases (n=9) left atrial appendage filling defects, in 6,9% of cases (n=69) left atrial accessory appendage, in 37,2% of cases (n=372) left atrial diverticulum,in 9,9% of cases (n=99) moderator band, in 6,2% of cases (n=62) accessory pulmonary vein, in 18,2% of cases (n=182) interatrial septal flap, in 7,5% of cases (n=75) interatrial septal aneurism, in 2,2% of cases (n=22) patent foramen ovale, in 4,9% of cases (n=49) closed VSD were observed.

Conclusion:Coronary CT angiography provides crucial information allowing to diagnose, treat and plan surgical intervention through applying spatial resolution, 3D and multiplanar imaging to determine cardiac anatomic variations. Though it may be less preferred than some other methods, such as echocardiography and MRG, due to the presence of ionizing radiation, thanks to dosage decrease methodsand suitable technical parameters it is becoming more widely used for cardiac anatomic structure and coronary artery evaluation.

REFERANSLAR

1. Öztürk E. Kardiyak BT ve MR çekim protokolleri, normal bulgular, kardiyak analiz. *Türkiye Klinikleri J Radiol-Special Topics*. 2011;4(2):163-8.
2. Bennett D, Marcus R, Stokes M. Incidents ad complications during pediatric cardiac catheterization. *Pediatr Anaesth*. 2005;15(12): 1083-8.
3. Bailliard F, Hughes ML, Taylor AM. Introduction to cardiac imaging in infants and children: techniques, potential, and role in the imaging work-up of various cardiac malformations and other pediatric heart conditions. *Eur J Radiol*. 2008;68(2):191-198.
4. Paul JF, Rohnean A, Sigal-Cinquabre A. Multidetector CT for congenital heart patients: what a paediatric radiologist should know. *Pediatr Radiol*. 2010 Jun;40(6):869-75.
5. Ghoshhajra BB, Lee AM, Engel LC, et al. Radiation dose reduction in pediatric cardiac computed tomography: experience from a tertiary medical center. *Pediatr Cardiol*. 2014 Jan;35(1):171-9.
6. Bayraktutan U, Kantarci M, Ogul H, et al. The utility of multidetector computed tomography for evaluation of congenital heart disease. *Folia Morphol (Warsz)*. 2013 Aug;72(3):188-96.
7. Sadler TW. Cardiovascular System. *Langman's medical embryology*. 6th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1990: p.171-215.
8. Bernstein D. Developmental biology of the cardiovascular system. *Nelson Textbook of Pediatrics*. Eds. Berhman RE, Kliegman RM, Jenson HB. Sixteenth Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000: p. 1475-81.
9. Arıncı K, Elhan A. Fetal dolaşım. *Uygulamalı Anatomi*. Ankara: Türkiye Klinikleri Yayınevi, 1994: p 22-5.
10. Aydoğan Ü. Fetal ve neonatal dolaşım. *Neonatoloji* (Ed.Dağoğlu T.). Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri, 2000: p. 387-90.

11. Guyton AC, Hall JE. Fetal ve Neonatal fizyoloji. *Tıbbi Fizyoloji* (Ed. Guyton AC, Hall JE. Çeviri Ed. Çavuşoğlu H.), 19. baskı (Türkçe). İstanbul: Nobel Kitabevi, 2007: p. 1047-1056.
12. Arıncı K, Elhan A. Dolaşım sistemi. *Anatomi* (Ed. Arıncı K, Elhan A.), 2.Cilt, 4. Baskı. Ankara: Güneş Kitapevi, 2006: p. 1-21.
13. Bozlar U, Sarı S. Kardiyak morfoloji ve fonksiyonların multi dedektör bilgisayarlı tomografi (MDBT) ile değerlendirilmesi. *Kardiyak Görüntüleme-1. Trd Sem.* 2013;1:93-106
14. Goo HW, Park IS, Ko JK, et al. CT of congenital heart disease: normal anatomy and typical pathologic conditions. *Radiographics.* 2003 Oct;23:147-65.
15. Paç M, Akçevin A, Aykut AA, ve ark. *Kalp ve Damar Cerrahisi Kalbin Cerrahi Anatomisi*, Bölüm 1. İstanbul: Nobel kitabevi, 2009: p.10-15.
16. Baim DS, Grossman W. Cardiac catheterization, angiography, and intervention. *Coronary angiography.* Baltimore: Williams & Wilkins, 1996: p. 183–208
17. Vogl TJ, Abolmaali ND, Diebold T, et al. Techniques for the detection of coronary atherosclerosis: multi-detector row CT coronary angiography. *Radiology.* 2002; 223: 212–20.
18. Schanlon PJ, Faxon DP, Audet AM, et al. ACC/AHA guidelines for coronary angiography: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Coronary Angiography). *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 1756–824.
19. Deharo JC, Guieu R, Mechulan A, et al. Syncope without prodromes in patients with normal heart and normal electrocardiogram: a distinct entity. *J Am Coll Cardiol.* 2013 Sep 17;62(12):1075-80.
20. Wintersperger BJ, Nikolau K (2005) Basics of cardiac MDCT: techniques and contrast application. *Eur Radiol* 15[Suppl2]:B2–B9
21. Ozturk E, Kantarci M, Durur-Subasi I, Bayraktutan U, Karaman A, Bayram E, et al. How image quality can be improved: Our experience with multidetector computed tomography coronary angiography. *Clin Imaging* 2007; 31: 11-7.

22. Weigold WG. Coronary CT angiography: insights into patient preparation and scanning. *Tech Vasc Interv Radiol* 2006; 9: 205-9.
23. Budoff MJ, Raggi P, Berman D, et al. Continuous probabilistic prediction of angiographically significant coronary artery disease using electron beam tomography. *Circulation*. 2002;105(15):1791-1796.
24. Bakhsheshi H, Mao SS, Budoff MJ, Lu B et al. Preview method for electron beam scanning of the coronary arteries. *Acad Radiol* 2000;7:620-626.
25. Hong C., Pilgram T.K. , Zhu F., Bae K.T. Coronary Artery Calcification: Effect of Size of Field of View on Multi-Detector Row CT Measurements *Radiology* 2004;233:281–285.
26. Budoff MJ, Shinbane JS. Cardiac CT imaging. Diagnosis of cardiovascular disease. 2006:42-43.
27. Budoff MJ, Lane KL, Bakhsheshi H, et al. Rates of progression of coronary calcium by electron beam tomography. *Am J Cardiol*. 2000; 86:8–11.
28. Greenland P, Bonow RO, Brundage BH, et al. ACCF/AHA 2007 clinical expert consensus documention coronary artery calcium scoring by computed tomography in global cardiovascular risk assessment and in evaluation of patients with chest pain: a report of the American College of Cardiology Foundation Clinical Expert Consensus Task Force (ACCF/AHA Writing Committee to Update the 2000 Expert Consensus Documention Electron Beam Computed Tomography *Circulation* 2007; 115:402–426.
29. Haberl R, Becker A, Leber A, et al. Correlation of coronary calcification and anjiographically documented stenoses in patients with suspected coronary artery disease: results of 1764 patients. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:451-457.
30. Budoff MJ, Oudiz RJ, Zalace CP, et al Intravenous three dimensional coronary angiography using contrast enhanced electron beam computed tomography. *Am J Cardiol* 1999;83:840-845.

31. Kuettner A, Trabold T, Schroeder S, et al. Noninvasive detection of coronary lesions using 16-detector multislice spiral computed tomography technology: initial clinical results. *J Am Coll Cardio* 2004;44(6):1230-1237.
32. Kuettner A, Kopp AF, Schroeder S, et al. Diagnostic accuracy of multidetector computed tomography coronary angiography in patients with angiographically proven coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2004;43(5):840-841.
33. Achenbach S, Moshage W, Ropers D, Nossen J, Daniel WG. Value of electron beam computed tomography for the noninvasive detection of high grade coronary artery stenoses and occlusions. *N Engl J Med* 1998;339:1964-1971.
34. Schmermund A, Rensing BJ, Sheedy PF, Bell MR. Intravenous electron beam computed tomographic coronary angiography for segmental analysis of coronary artery stenoses. *Am Coll Cardiol* 1998;31(7):1547-1554.
35. Rumberger AJ, Simons DB, Fitzpatrick LA, et al. Coronary calcium areas by electron beam computed tomography and coronary atherosclerosis plaque area: a histopathologic correlative study. *Circulation* 1995;92:2157-2162.
36. Schoepf UJ, Becker CB, Ohnesorge BM, Yucel EK. CT of coronary artery disease. *Radiology* 2004;232:18-37.
37. Kopp AF, Kuettner A, Trabold T, Heuschmid M., et al. Multislice CT in cardiac and coronary angiography. *Br J Radiol* 2004;77:87-97.
38. Lu B, Dai RP, Jing BL, et al. Evaluation of coronary artery bypass graft patency using three-dimensional reconstruction and flow study of electron beam tomography. *J comput assist tomogr* 2000;24:663-670
39. Chaitman BR, Lesperance J, Saltiel J, Bourassa MG. Clinical, angiographic, and hemodynamic findings in patients with anomalous origin of the coronary arteries. *Circulation* 1976;53:122-131.

40. Amoroso G, Battolla L, Gemignani C, et al. Myocardial bridging on left anterior descending coronary artery evaluated by multidetector computed tomography. *Int J Cardiol* 2004;95:335–337.
41. Mohlenkamp S, Hort W, Ge J, Erbel R. Update on myocardial bridging. *Circulation* 2002;106:2616–2622.
42. Kopp AF, Schroeder S, Kuettner A, et al. Coronary arteries: retrospectively ECG-gated multi-detector row CT angiography with selective optimization of the image reconstruction window. *Radiology* 2001;221:683–688.
43. Paulin S. Coronary angiography: a technical, anatomic and clinical study. Chap VI. The left coronary artery. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1964;54(suppl 233):L. 59
44. Said SA, el Gamal MI, van der Werf T. Coronary arteriovenous fistulas: collective review and management of six new cases—changing etiology, presentation, and treatment strategy. *Clin Cardiol* 1997;20:748–752.
45. Reagan K, Boxt LM, Katz J. Introduction to coronary arteriography. *Radiol Clin North Am* 1994;32:419–433.
46. Van Geuns RJ, Cademartiri F. Anatomy of the coronary arteries and vein in CT imaging. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the heart*. Totowa, NJ: Humana, 2005; 219–228.
47. James E. Lowe, M.D., H. Newland Oldham, JR., M.D., David C. Sabiston, JR., M.D. *Surgical Management of Congenital Coronary Artery Fistulas* *Ann of Surgery* 1981;vol 194, no 4.
48. Braden DS, O'Neal KR, McMullan MR, Ebeid MR. Congenital coronary arteriovenous fistula presenting with syncope. *Pediatr Cardiol* 2002;23:218–220.

49. Kruskal JB, Hartnell GG. Nonatherosclerotic coronary artery disease: more than just stenosis. *RadioGraphics* 1995;15:383–396.
50. Gensini G. *Coronary Arteriography*, New York Futura Publishing Company 1975: 168-170.
51. Ali Vasheghani-Farahani, Seyed Ebrahim Kassaian, Ahmad Yaminishan. The association between coronary arterial dominance and extent of coronary artery disease in angiography and paraclinical studies. *Clinical Anatomy* volume: 21, issue: 6 pages: 519-523, 2008.
52. Higgins CB. and Wexler L. Reversal of dominance of the coronary arterial system in isolated aortic stenosis and bicuspid aortic valv. *Circulation* 1975;52;292-296.
53. Pujadas G. *Coronary Angiography In the Medical and Surgical Treatment of Ischemic Heart Disease*, New York McGraw-Hill Book Company 1980: 59-77.
54. James T., Burch G. Blood supply of the human interventricular septum. *Circulation* 1958;17:391-396.
55. Ozdemir M., Timurkaynak T., Cemri M. Stenting in unusual settings: Stenting of septal perforator coronary artery. *Journal of Invasive Cardiology*, Vol:13, Issue:10, 2001.
56. Siripornpitak S, Pornkul R, Khowsathit P, Layangool T, Promphan W, Pongpanich B. Cardiac CT angiography in children with congenital heart disease. *Eur J Radiol.* 2013; Jul;82(7):1067-82.
57. Krishnamurthy R. The role of MRI and CT in congenital heart disease. *Pediatr Radiol.* 2009;39: 196–204.



