

Koroner Venöz Anatomisinin Multi Dedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT) ile Değerlendirilmesi ve Klinik Önemi

Berhan Genç, Erkan Yılmaz

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Giriş
- Kardiyak venlerin sınıflaması
- Küçük KVS (Thebesian damarlar)
- Koroner venlerin terminolojisi
- Koroner venlerin BT görüntüleme tekniği
- Koroner venöz sistemin kapakları
- Kardiyak Resenkronizasyon Tedavisi (KRT)
- Retrograt kardiyopleji (RKP)
- Konjenital kalp hastalıkları ve koroner venler
- Perkütan mitral anüloplasti (PMA)
- Kaynaklar

Giriş

Son yıllara kadar koroner venöz sistem (KVS) görüntülemesi koroner arter görüntülemeye göre daha geri planda kalmıştır. Ancak, koroner venöz sistem yoluyla yapılan kardiyak girişim yöntemlerinin artması nedeniyle KVS'nin görüntülemesi önemli hale gelmeye başlamıştır. Kardiyak pacing ve transkoroner ven ablasyonundaki yeni gelişmeler özellikle KVS'nin tomografik haritalamasının önemini göstermiştir. Klinik önemi nedeniyle koroner arterlerin aksine, koroner venlerle ilgili çalışmalar çok daha azdır. Bununla birlikte, koroner venlerin sınıflamasını yapmak koroner arterlerin ki kadar kolay değildir. Koroner venöz sistemde, koroner arterlere göre çok farklı anatomik varyasyonlar bulunur. Yeni anatomik sınıflamaya

göre kardiyak venler; büyük KVS ve tabessian venlerden oluşan küçük KVS'nin dalları olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Koroner venöz sistemi için doğru terminolojinin kullanılması ve doğru görüntüleme özellikleri KVS'nin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Ayrıca KVS, aritmi ve kalp yetmezliğinde tedavi girişimleri için sıklıkla kullanılan bir giriş yoludur. Bu yol kardiyak pacing yanında, transkoroner venöz ablasyon, perkütan mitral anüloplasti (PMA), retrograt kardiyopleji (RKP) perfüzyon ve miyoplast transplantasyonu gibi perkütan venöz girişimsel işlemler için de kullanılır. Bu gibi invaziv girişimler öncesinde kardiyak BT ile venöz haritalamanın yapılması işlem sırasında büyük avantaj sağlamakta olup, girişim esnasında gelişebilecek komplikasyonları en aza indirecektir. Kateter koroner venöz anjiyografi ciddi komplikasyonlara yol açan invaziv bir

Şıfa Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

✉ Erkan Yılmaz • drerkanyilmaz@gmail.com

yöntemdir. Bu yöntemle bile bazen koroner venler detaylı olarak değerlendirilemeyebilir (Resim 1). Bu makalede KVS'nin anatomik sınıflaması, varyasyonları ve KVS'nin patolojilerinde kardiyak BT'nin rolü anlatılmaktadır. Aynı zamanda kardiyak resenkronizasyon tedavisi (KRT), PMA, RKP ve bazı konjenital kalp hastalıklarında kardiyak girişimler için koroner venöz BT haritalamanın klinik önemi vurgulanmaktadır.

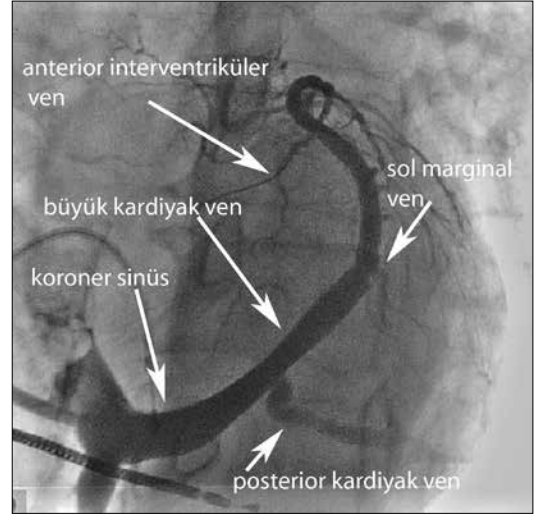
Kardiyak venlerin sınıflaması

Koroner venler, arterlerden farklı bir morfolojik sınıflamaya sahip olup, çok fazla varyasyon gösterirler. Yeni anatomik sınıflama ile koroner venler, büyük KVS'nin dalları ve tabessian venleri oluşturan, küçük KVS'nin dalları olmak üzere iki ana gruba ayrılır [1, 2]. Büyük KVS de kendi içinde koroner sinüs (KS) ün dalları ve KS'nin dalı olmayan koroner venler olmak üzere ikiye ayrılır. Koroner sinüsün dalı olmayan venler; anteryor sağ ventriküler ven, sağ ve sol atriyal venler ve süperior septal venlerdir. Koroner sinüs ve dalları aşağıda detaylı olarak anlatılacağı gibi, kardiyolojik girişimsel işlemler için klinik önemi olan koroner venlerdir. Küçük KVS'nin dallarının ve KS'nin dalı olmayan koroner venlerin girişimsel işlemler için bilinen bir klinik önemi yoktur ve MBDT ile tespit edilmeleri oldukça güçtür.

Büyük ve küçük KVS'nin dalları kendi aralarında bağlantılı olabilirler. Ventriküler miyokardın dış 2/3'ünün venöz drenajı büyük KVS'ye, iç 1/3'ü küçük KVS'nin dallarına olur. Sol ventrikül ve sağ ventrikülün bir parçası ile sol atriyumun drenajı KS'nin dalları ile olur. Sağ ventrikülün büyük bir bölümü ve her iki atriyumun venöz drenajını KS'nin dalı olmayan koroner venler sağlar.

Küçük KVS (Thebesian damarlar)

Küçük KVS miyokart içinde farklı boyutlarda sinüzoidler, kanallar ve lakünlerden oluşup, subendokardiyaldır. İntramiyokardiyal iki taraflı bağlantısı olan ve tüm yönlerde seyreden bileşenleri olan bir sistemdir. Bu özellik, koro-



Resim 1. Koroner venöz anjiyografide koroner sinüs ve dalları izleniyor. Sol marjinal ven KRT için ince kalibrasyonlu olması nedeniyle uygun bir hedef ven değil. Ancak uygun çapta ve lokalizasyonda posteriyor kardiyak ven dikkati çekiyor.

ner arterlerdeki akımın darlık ya da spazm nedeniyle azaldığı durumlarda önemli hale gelir ve ventriküllerden epikardiyal koroner arterler içine azda olsa bu sistem sayesinde kan akımı sağlanır. Thebesian damarlar kronik miyokardiyal enfarktüsli hastalarda dilatedir. Konjestif kalp yetmezliğinde ise, Thebesian venlerden ziyade KS ve dallarında konjesyon izlenir.

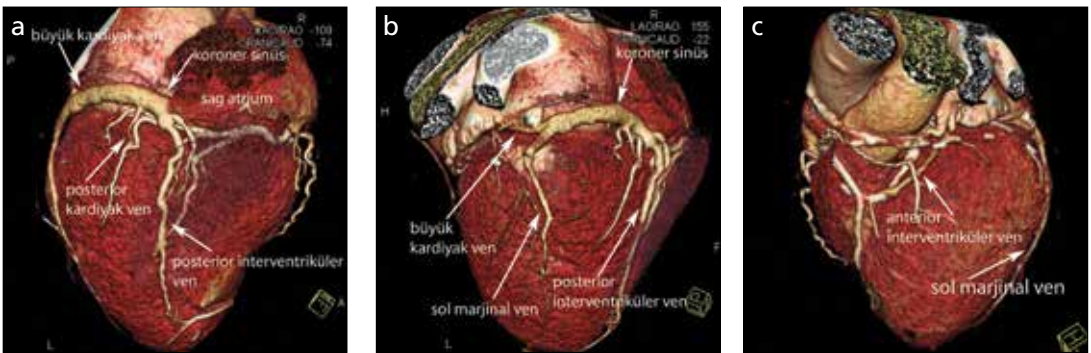
Küçük KVS vasıtasıyla, subepikardiyal venler ve arterler arasında ventrikül lümeniyle de ilişkili şantlar mevcuttur. Epikardiyal koroner damarlardan, kardiyak odacıklar içine kan akışı ile miyokart perfüzyon sağlanır. Küçük KVS'nin damarları toplu olarak Thebesian venler olarak adlandırılır. Bununla birlikte arteriyel komponentlerinin olması nedeniyle, Thebesian damarlar terimi daha çok tercih edilmektedir. Bu venlerin orifisleri kardiyak odacıklar içinde ve papiller kasların tabanında bulunurlar ve genellikle 0,5 mm'den daha küçük çaptadır. Ancak KS'nin anormal drenajının olduğu konjenital kalp hastalıklarında daha geniş olabilirler. Erişkinlerde miyokardiyal duvarın venöz drenajı sistolik faz boyuncadır. Sol koroner arterdeki kan akımının yaklaşık %70-80'i KS'nin dalları, geri kalanı küçük KVS vasıtasıyla olur. Sağ kalp odacıklarının drenajı başlıca küçük KVS yoluyla olur.

Koroner venlerin terminolojisi

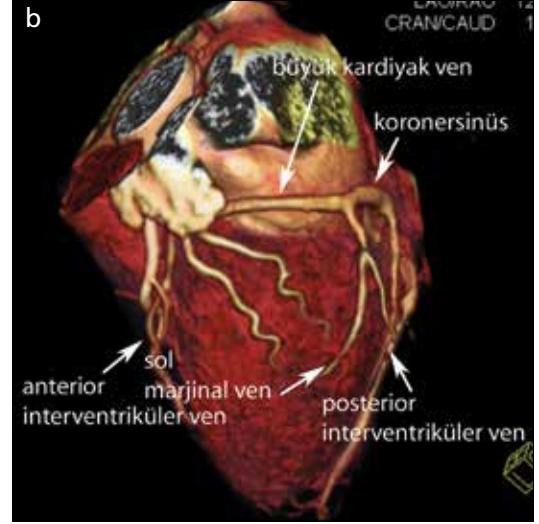
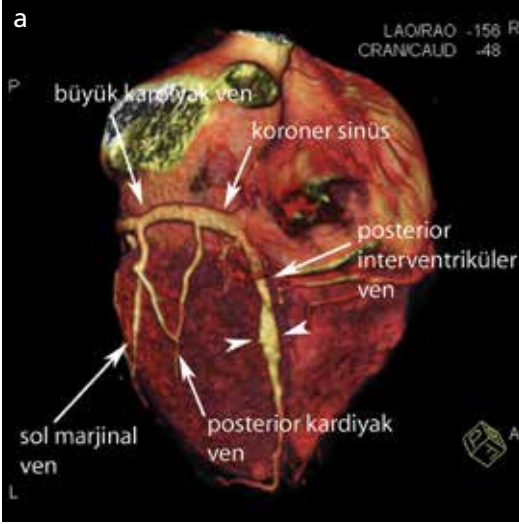
Koroner Sinüs (KS) ve dalları: Koroner venler, koroner sinüsün ostiyumuna uzaklığına göre sınıflandırılır. Koroner sinüs ostiyumuna yakın olan ilk grup posteriyor interventriküler ven (PİV), ikincisi posteriyor kardiyak ven (PKV), uzak olanlar anterior interventriküler ven (AİV) olarak sınıflandırılır. Posteriyor kardiyak ven ve AİV arasında kalan venlerde left marjinal venler (LMV) olarak sınıflandırılır. Koroner sinüs, KVS'nin ana parçası olup, sağ atriyum bileşkesindeki KS ostiyumundan başlar, Marshall veninin dallanma yerine kadar devam eder. Marshall veni veya Vieussen kapağının ilerisinde KS büyük kardiyak ven (BKV) olarak isimlendirilir. Büyük kardiyak ven anterior interventriküler sulkusda AİV olarak devam eder. Koroner sinüsün ana dalları PİV, küçük kardiyak ven (KKV), PKV ve LMV'dir. Anterior interventriküler ven ise BKV'in devamıdır (Resim 2-4).

Koroner Sinüs (KS): Koroner venöz sistemin en geniş veni olup, BKV'nin devamıdır. Atriyovenriküler oluk içinde seyredip, KS ostiyumunda sağ atriyuma drene olur. Morfolojisi çok değişken, ortalama uzunluğu 4-6 cm'dir. Ostiyumun çapı 4x5 mm ile 9x16 mm arasında değişir [3]. Genel popülasyonda KS ostiyum çapı ile yaş arasında pozitif korelasyon mevcuttur [4]. Bir BT çalışmasında KS'nin ortalama çapı $9,5 \text{ mm} \pm 2,1$ olarak rapor edilmiştir

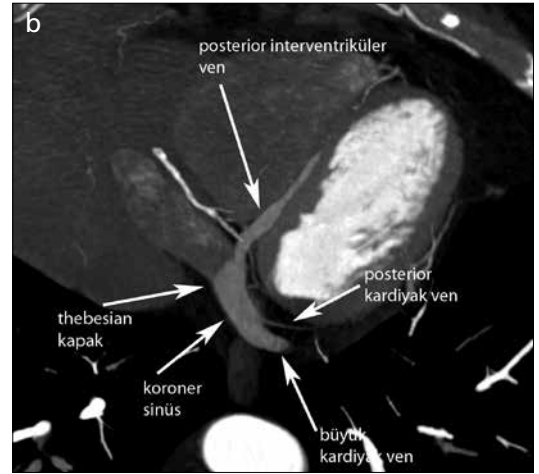
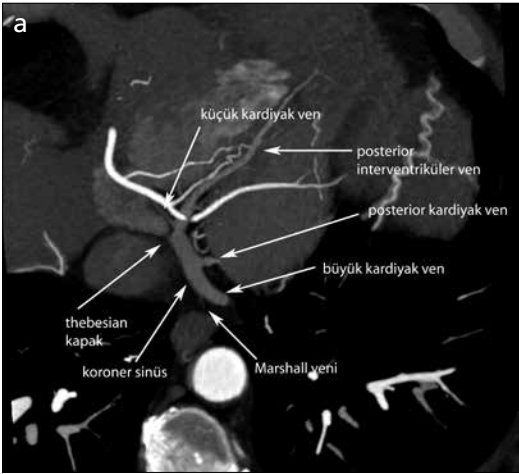
[5]. Klinik olarak önemli olan çok farklı şekilde varyasyonları olmakla birlikte, en sık olarak varikoid, filiform, wind sock şekilli veya bifid KS'ler bildirilmiştir. Bazı varyasyonları aritmilerle ilişkili olup, wind sock şeklindeki KS'lerde atriyovenriküler nodal reentry taşikardi sık olarak rastlanmaktadır [6, 7]. **Koroner sinüs varyasyonlarının çoğu, hemodimamik öneme sahip olmamasına rağmen, bu varyasyonlar sol ventriküler pacing, radyofrekans ablasyon gibi işlemlerde KS'nin kanülasyonunu zorlaştırabilir.** Koroner sinüsün divertikülleri genellikle PİV ile KS bileşkesinde ve inferior yüzeyinde görülür. Bu divertiküller bazen aritmi kaynağı olduğu için radyofrekans ablasyon ile tedavileri gerekebilir. Ayrıca KS'nin divertikülden farklı bir varyasyonu da, atriyal flutter kaynağı olabilen subthebesian poşdur. Bu yapılar, sağ atriyumun inferior duvarının KS ostiyumuna doğru fokal genişlemelerdir. Bazı derin subthebesian poşların girişimsel kardiyolojik işlemleri zorlaştırdığı bildirilmiştir [8]. Koroner sinüs anomalileri genellikle izole olup, klinik olarak asemptomatiktirler. Kimi zaman konjenital kalp hastalıkları ile birlikte görülebilir. Bazı KS anomalileri hemodinamiyi değiştirerek klinik tabloyu ağırlaştırabilir, bu nedenle çabuk tanınması ve tedavi edilmesi gereken durumlardır. Eğer tedavi edilmez ise, asemptomatik KS anomalileri bile spesifik cerrahi prosedür esnasında artan post-operatif mortalite ve morbiditeye yol açabilir [5-7, 9]. Bu nedenle, koroner BT görüntüleme ile anatomik



Resim 2. a-c. Kalbin postero-lateral-anterior volume rendering (VR) görüntülerinde koroner sinüs ve dallarının anatomisi. a) İki adet posteriyor interventriküler ven birleşerek tek bir ven olarak koroner sinüse drene oluyor. KRT tedavisi için uygun lokalizasyonda ancak ince kalibrasyonlu iki adet posteriyor kardiyak ven izleniyor. b) Aynı hastanın kalbinin lateral VR görüntüsünde uygun lokalizasyonda ve uygun çapta, büyük kardiyak vene geniş açıyla katılan sol marjinal ven. c) Anterior interventriküler ven.



Resim 3. a, b. Kalbin posteriyor -anterolateral volume rendering (VR) görüntülerinde koroner sinüs ve dalları. Posteriyor interventriküler ve orta kesiminde füziform anevrizmatik dilatasyon. KRT için uygun lokalizasyonda olan, ancak dik açıyla koroner sinüse drene olan sol marjinal ven.



Resim 4. a, b. Kalbin posteriyor yüzünün Maximum Intensity Projection (MIP) görüntüleri izleniyor. a) Küçük kardiyak ven posterior interventriküler drene oluyor. Koroner sinüs ve büyük kardiyak veni ayıran ince Marshall veni izleniyor. Koroner sinüs ve sağ atriyum ostiyumu düzeyinde Thebesian kapağı görülüyor. b) Koroner sinüs ostiyumunda ince hipodens bir bant şeklinde izlenen Thebesian kapağının koroner sinüs ostiyumunu tamamen kapattığı dikkati çekiyor.

bariyerleri göstermek ve KS ile ilgili işlemler öncesi kılavuz haritalama yapmak önemlidir.

Büyük Kardiyak Ven (BKV): Anteriyor interventriküler venin devamıdır. Sol atriyovenriküler oluk boyunca sol sirkumfleks artere paralel olarak seyrederek, Marshall veni ostiyumunda KS olarak sonlanır. Anteriyor interventriküler ven; anteriyor interventriküler septumu, her iki ventrikülün anteriyor yüzeyini, sol atriyumun bir parçasını ve kal-

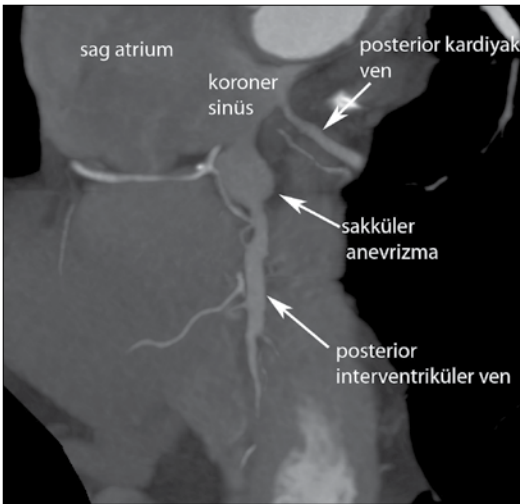
bin apikal bölgesini drene eder. Bilgisayarlı tomografi ile yapılan çalışmalarda popülasyonun tamamında izlenmiştir [5, 9]. Cerrahi öncesi bu anatomik bilgi RKP için önemli olabilir. Büyük kardiyak venler koroner ven anevrizmalarının en yaygın görüldüğü ikinci lokalizasyondur. Bilgisayarlı tomografi çalışmalarında %1,5 oranında görülür. Büyük kardiyak ven distalinde koroner baypas cerrahisi ile ilişkili olabilen anevrizmal dilatasyon saptanmıştır.

Posteriyor Interventriküler Ven (PİV):

Middle kardiyak ven ya da inferior interventriküler ven olarak adlandırılır. Bilgisayarlı tomografi çalışmalarında popülasyonun tamamında tespit edilmiştir [5, 9-11]. Kalbin apeksinden diyafragmatik yüzeyden başlar, posteriyor interventriküler olukta, sağ koroner arterin posteriyor desendan dalına paralel seyrederek Koroner sinüs ostiyumunun proksimal inferior bölgesine drene olur. İnterventriküler septumun posteriyor 2/3'ünü ile apikal bölgeyi ve ventriküllerin inferior duvarlarını drene eder. Posteriyor interventriküler venin distal parçası 4-5 mm çapında olup, insanların çoğunda dik açıyla, bir kısmında da dar açı yaparak KS'ye dökülür. Distal segmentinde çoğunlukla fuziform, daha az sıklıkla sakküler anevrizma izlenmektedir [5, 12]. **Koroner venlerin KS ile bileşke bölgesinde ortaya çıkan, özellikle divertiküler formdaki anevrizmalar ventriküler preeksitasyon gibi kardiyak aritmilerle ilişkili olduğu için klinik olarak önemlidir (Resim 5).**

EGİTİCİ
NOKTA

Posteriyor Kardiyak Ven (PKV): Sol ventrikülün diyafragmatik yüzü boyunca devam eder ve LMV ile PİV arasında seyrederek. Sol ventrikülün ya posteriyor ya da lateral kesiminden orijin alır ve KS içine drene olur. Lateral dalları sol ventriküler pacing için uygun-



Resim 5. Kalbin posteriyor yüzünün Maximum Intensity Projection (MIP) görüntüsünde posteriyor interventriküler ven proksimalinde aritmi kaynağı da olabilen sakküler anevrizma izleniyor.

dur. Koroner sinüs içine PİV'den önce drene olup, PİV ile yakın komşulukta seyrederek. Vakaların %25'inde PİV ile birleşerek KS'ye açılır [13, 14]. Bilgisayarlı tomografi çalışmalarında %62-87 oranında tespit edilmiştir [5, 11]. Genellikle KS ya da çok az vakada BKV'ye drene olur. Genellikle tek olmasına karşın multipl sayıda da izlenebilir. Distal çapı ortalama 2,4±1 mm'dir.

Sol Marjinal Ven (SMV): Lateral ven olarak adlandırılır. **Bu venler PİV ve AİV arasında kalan miyokardiyal duvarı drene ederler. Kardiyak resenkronizasyon tedavisinde ventriküler pacing için en uygun hedef venlerdir** [5, 9, 15]. Sol marjinal venler popülasyonun %60'ında tektir. Osteal düzeyde çapı 2,5 mm'dir. Distal miyokardiyal orijini çok farklılık göstermesine rağmen, genellikle KS'de (%80) ya da büyük kardiyak ven'de (%20) sonlanır [16, 17]. Bazen izole olarak sol atri-yuma açılabilir [5]. Bilgisayarlı tomografi çalışmalarında %57-87 oranında saptanmıştır [5, 9-11]. Posteriyor kardiyak venin yokluğunda, SMV sol ventrikül posteriyor bölgesini drene eder. Bilgisayarlı tomografi çalışmalarda vakaların %12 SMV, %13'ünde PKV saptanmaz iken, neredeyse tüm vakalarda KRT tedavisi için uygun hedef ven izlenmektedir [5, 9]. En küçük lead çapı ancak 1,5 mm'den büyük venler için uygundur, bu nedenle ince kalibrasyonlu venler lead konulması için uygun değildir. Aynı zamanda, KS ile akut açılanma gösteren venlerde KRT'de lead yerleştirilmesi için uygun değildir [17].

Bu venler sol ventrikül miyokardını drene ederler, genellikle sirkumfleks arterin marjinal dalına paralel seyrederek. Çapı diğer koroner venlerde olduğu gibi değişken olup, kalp yetmezliği olan hastalarda geniştirilir.

Anteriyor Interventriküler Ven (AİV):

Anteriyor ven olarak da isimlendirilir. Kalbin apeksinden orijin alır. Anteriyor interventriküler olukta ilerler, sol anteriyor desendan artere paralel seyrederek BKV'nin başlangıcında sonlanır. Miyokardiyal köprüleşme vakalarının %8'inde AİV'in süperiorunda veya onun dal-

EGİTİCİ
NOKTA

larında tespit edilmiştir. Popülasyonun neredeyse tamamında KS olarak devam eder. Çok az bir kısmının süperior vena kavaya (%1), hatta sol atriya drenajı bildirilmiştir [5, 6].

Marshall Veni (MV): Oblik sol atriyal ven olarak da isimlendirilir. Bu ven sol süperior vena kavanın bir kalıntısıdır. Sol atriya lateral ve inferioru boyunca iner ve KS ostiyumunun yaklaşık 3 cm proksimalinde BKV ve KS'nin birleşim bölgesine dar bir açı yaparak katılır. Bu ven yaklaşık 2-3 cm uzunluğunda kısa bir vendir. Vakaların %5-12'sinde obliterasyon ve fibrozis nedeniyle bir kord gibi görülür [2, 5, 9]. Ortalama çapı 1 mm'dir. Popülasyonun %85-95'inde bulunur, ancak MV kateter koroner venöz anjiyografide vakaların %73'ünde, BT çalışmalarında ise %11-36'sında rapor edilmiştir [5, 9, 10, 18]. Bilgisayarlı tomografi ile bu venin gösterilmesi biraz zor olup, dikkatli ve detaylı değerlendirme gerektirir. Marshall veni koroner venler genişlediği için, sistolik görüntülerinde daha iyi değerlendirilir. Bu ven bazen atriyal taşiaritmilerin aktivasyon kaynağı olabilir. Marshall ven, KS ve BKV arasındaki sınırı tespit etmek için bir belirteç olarak kullanılmaktadır. Bu bölgede, Vieussens kapakları sıklıkla mevcuttur. Bu kapaklar, kateterin kardiyak venlerin içine ilerletilmesine engel olabilir [19].

Küçük Kardiyak Ven (KKV): Sağ koroner ven olarak da isimlendirilir. Ortalama çapı 1 mm olan küçük bir vendir. Popülasyonun %30-50'sinde bulunur. Bilgisayarlı tomografi çalışmalarında %19-46 oranında tespit edilebilmektedir [9, 10]. Sağ ventrikülün posterolateral duvarından KS (%85), İV (%12-29) ve nadir olarak da sağ atriya (%1) drene olur [5, 20-22].

Koroner venlerin BT görüntüleme tekniği

Koroner venöz haritalama için kullanılan teknik rutin koroner BT anjiyografide kullanılan tekniğe benzerdir. Koroner venöz sisteminin optimal görüntülemesi için, çekime kadar

olan gecikme süresi venöz taraf kontrast ile dolduktan 2-3 sn sonra olmalıdır. Otomatik tetikleme seviyesi trakeal bifürkasyonun yaklaşık 3 cm altına desendan aorta seviyesine olmalı, eşik değer olan 180 Hounsfield Ünitesi (HU)'ne ulaştıktan 4 sn sonra tarama başlatılmalıdır [7]. Kalp yetmezliği, kardiyomegali, düşük ejeksiyon fraksiyon değeri ve hastanın yaşı KVS'nin görüntülenmesini etkileyen faktörlerdendir.

Koroner venöz akım koroner arterlerden farklı olarak kardiyak siklus boyunca fazik bir paterne sahiptir [15, 22, 23]. Koroner sinüs ventriküler sistol boyunca ventriküler venlerden kan alır. Atriyal sistol sırasında kontrakte olup, kanı sağ atriya içine boşaltır. Bu yüzden koroner venlerin çapları genellikle geç sistol boyunca, middiyastole göre daha geniştir. Bu nedenle, koroner BT anjiyografi görüntülemesinde sistolik faz imajlarında koroner venler daha iyi değerlendirilmektedir. Bizim gözlemlerimize göre de, önceki çalışmalarla uyumlu olarak middiyastolik faz ile kıyaslandığında, sistolik fazda koroner ven çapının daha büyük olduğu dikkati çekmektedir [5, 11, 12]. Diyastolik faz görüntülerinde KS'nin dallarının çapları ve sayısı daha düşük olarak gözlenebilir. Bununla birlikte diyastolik faz imajlarının rezolüsyonu sistolik faza göre daha iyidir. Bu yüzden girişimsel işlemler öncesinde, koroner venlerin çapının doğru değerlendirmesi için hem sistolik hem de diyastolik faz görüntüleri birlikte incelenmelidir.

Koroner venöz sistemin kapakları

Thebesian kapak KVS'nin ilk bariyeridir. Yapısı ve boyutları oldukça değişkendir. Thebesian kapak kadavra çalışmalarında yaklaşık %80 oranında, BT çalışmalarında ise %72-77 oranında tespit edilmiştir [5, 9, 23-25]. Komplet sirküler kapak kalp spesmenlerinin %20-30'unda görülürken, %20 vakada ise Thebesian kapak hiç izlenmez. Venöz kapaklar, insan kalbinde yaygın olarak bulunurlar. Kardiyak resenkronizasyon tedavisi, RKP ve koroner ven kateterizasyonu öncesinde venöz kapakların varlığını ve lokalizasyonlarını bilmek

önemlidir. Koroner ven kapakları kılavuz tel ve kateterin ilerletilmesine, pacing leadin yerleştirilmesine engel olabilir [19]. Venöz kapaklar genellikle inkomplet, uniküspit olup, venlerin ostiyumunda bulunurlar. Büyük kardiyak ven, PİV ve PKV'ler ortalama 2,5-3 kapak bulunurken, SMV'lerde kapak sayısı daha azdır. Retrograt koroner venöz anjiyografi ve kardiyak BT anjiyografi KVS'nin gross anatomik özelliklerini ortaya çıkarmasına rağmen, bu yöntemlerle özellikle küçük venlerdeki venöz kapakları kolaylıkla göstermek zordur. Ancak Thebesian kapakları, BT ile neredeyse kadavra çalışmalarına yakın oranda göstermek mümkündür [5, 9]. **Thebesian kapak, KS ostiyumunda KS'nin sağ atriyumda sonlanan yerinde, ince hipodens bir bant şeklinde görülür. Vieussens kapak ise, KS ostiyumundan 32 mm±5 uzakta olup, yüksek kaliteli BT görüntülerde %50 oranında görüntülenebilir. Vieussens kapak seviyesi, vakaların %20'sinde KS-BKV düzeyinde vende lokal anüler bir daralmayla lokalize edilebilir.** Thebesian ve Vieussens kapaklar genellikle inkomplet olmasına karşın, başarılı kanülasyonu geciktirebilir. Vakaların küçük bir kısmında da (%16) Thebesian kapaklar, KS kanülasyonu yapmak için elverişsiz bir yapıya sahiptir [26]. Koroner sinüs ostiyumunu %75'den daha fazla kapatan kapak fibröz, fibromusküler ve ya musküler yapı içerebilir ya da ostiyum kapak ile tam olarak kapatılmış olabilir.

Kardiyak Resenkronizasyon Tedavisi (KRT)

Kardiyak resenkronizasyon tedavisi semptomatik, ilerlemiş kalp yetmezliği ve azalmış sol ventrikül sistolik fonksiyonu olan hastalarda kullanılan bir tedavi yöntemi haline gelmiştir. Bu tedavide amaç, kalbin sağ ve sol ventriküller sistemi arasındaki uygun senkronizasyonu yeniden sağlamaktır. Bu sebeple KRT için, sol ventrikülün iyi senkronizasyon göstermeyen duvarında bulunan uygun bir koroner ven dalına lead konulması gereklidir. Bu hastaların çoğunda kardiyomegali vardır. Koroner sinüsün geniş olması nedeniyle hedef venin/venlerin anatomik pozisyonu görülebilir. Bununla birlik-

te birçok yeni lead implantları ve lead taşıyıcı sistemlerine rağmen, hala teknik zorluklar devam etmektedir. Bu yöntemde pacing-lead, KS yoluyla BKV'nin dallarından birisine yerleştirilir. İşlemden önce venöz anatomisinin bilinmesi bu invazif prosedürü kolaylaştıracak ve başarı oranını arttıracaktır. Biventriküler pacemaker implantasyonu öncesinde uygunluk kriterini saptamak için, koroner ven haritasını non-invazif olarak değerlendirmek amacıyla MDBT yapılması önerilmektedir [5-7, 27, 28]. Kardiyak resenkronizasyon tedavisinden önce BT koroner venöz anjiyografide KS varyasyonlarının (hipoplazi, agenezi, duplikasyon, divertikül, subthebesian poş) varlığına ve yerleşim yerine (yüksek insersiyon gibi), anatomik bariyerlere (thebesian kapak, Vieussens kapak vb.), KS'nin çapına ve hedef ven çapına, hedef venin KS veya BKV ile olan açılanması ve tortiyozitesine bakılır. Lead implantasyonu için en ince hedef ven çapının 1,5 mm'nin üzerinde olması gereklidir [29]. Ayrıca KRT tedavisi sırasında işleme bağlı KS diseksiyonu, koroner ven perforasyonu, kateterin yerinden ayrılması, kardiyak tamponat ve hatta ölüme varan komplikasyonlar bildirilmiştir [30]. İşlem esnasında tortüöz, angüler ve vertikal seyirli ya da küçük çaplı KS, belirgin Thebesian valve-belirgin Vieussens valve gibi nedenler işleme başlarken KRT'ye engel teşkil edebilir. Ayrıca KRT için uygun dalın olmaması, hedef ven dallarının çok küçük ve ince çaplı olması, keskin açılı ve tortüöz olması, hedef vende darlık ve pace yerleştirilmesine engel olan venöz kapak olması gibi problemlerin çoğu, işlem öncesi koroner venöz BT anjiyografi ile tespit edilebilen durumlardır [29, 30].

Uygun olmayan anatomik pozisyon nedeniyle, hastaların %20'sinde uygun bir koroner vene elektrodu implante etmek mümkün olmayabilir. Böyle hastalarda, damarların doğru anatomik pozisyonlarının tespit edilmesi sol ventriküler pacingin başarısı için çok önemlidir [7-9, 29, 30]. Lead yerleştirilmesi için ortak hedef ven SMV veya PKV'den biridir. Koroner venöz BT anjiyografi, hedef venlerin segmental lokalizasyonunu tespit etmek ve anatomik bariyerleri göstermek için idealdir. Enfarkte doku ve canlı miyokart üzerine lead yerleştirilmekten kaçınılmalıdır [7]. Hedef

venin bölgesinde geniş bir skar dokusunun olması KRT tedavisine yetersiz cevap alınmasına neden olur. Bilgisayarlı tomografi koroner venöz anjiyografinin bir avantajı da, bazı vakalarda miyokarttaki skar dokusu ile hedef veni aynı anda gösterebilmesidir. Böyle bir durumda uygun bir hedef ven olsa da, skar dokusu olan bölgeye pace yerleştirilmesi önlenmiş olur [7, 29].

Retrograt kardiyopleji (RKP)

Kalp cerrahisi esnasında KS aracılığıyla kardiyoplejik solüsyonların verilmesidir. Retrograt kardiyopleji yaygın olarak kullanılan miyokardı koruma yöntemidir. Özellikle, ciddi koroner arter hastalığı olan vakalarda antegrat kardiyoplejinin (direkt olarak aortaya uygulanır) uygulanması mümkün olmayabilir. Ancak, bu yöntemde KS'nin ve dallarının anatomik varyasyonlarının bilinmesi önemlidir, bazı KVS varyasyonları RKP'nin dağılımını ve etkinliğini azaltabilir. Sonuçta kısmi ya da kötü miyokardiyal korumaya neden olabilir. Retrograt kardiyopleji işleminde KS kanülleri, sağ atriyumdan indirekt olarak yerleştirilir. Koroner sinüsün osteal atrezi ya da stenozu durumunda, KS varyasyonlarında, subthebesian poş varlığında, konjenital kalp hastalıklarında ve venöz drenaj anomalisi olanlarda RKP'yi uygulamak güçtür. Büyük kardiyak ven-AIV ve PİV'den de selektif retroinfüzyon ile kardiyoplejik solüsyon verilebilir. Bu venler, anatomik seyirleri nedeniyle selektif kardiyopleji verilmesi için uygundur. Sağ ventrikülün serbest duvarında kardiyoplejik solüsyonun dağılımı KS ve anterior kardiyak venler arasında direkt bağlantı olmadığı için genellikle kötüdür. Bu durum, özellikle kardiyak hipertrofisi olan hastalarda epikardiyal venlerden subendokardiyal venlere kan geçişi bozulduğu için probleme yol açabilir.

Konjenital kalp hastalıkları ve koroner venler

Konjenital kalp hastalıklarının tedavisindeki gelişmelerle birlikte bu hastaların yaşam süreleri de artmıştır. Bu nedenle, aritmi ve

kalp yetmezliği gibi uzun dönem komplikasyonların tedavisi önemli hale gelmiştir. Bu hastalarda, KRT ve radyofrekans ablasyon önemli tedavi alternatifleridir. Bilgisayarlı tomografi, erişkin konjenital kalp hastalıklarında kardiyak morfoloji ve koroner damarların değerlendirilmesinde önemli rol oynar. Büyük arterlerin transpozisyonu (BAT), sağ ventrikül disfonksiyonu ve komplet kalp bloğu nedeniyle bazen cihaz implantasyonu gereklidir [31]. Ancak bu hastalarda koroner arter anatomisi iyi tanımlanmış olmasına rağmen, koroner venlerin anatomisi çok iyi bilinmemektedir. Bu hastalarda, venöz anatomisinin bilinmesi perkütan kardiyak prosedürleri planlamayı kolaylaştırır [31]. Büyük arter transpozisyon hastalarının çoğunda KS'de atrezi gelişir ve KS direkt sağ atriyum içine drene olur. Büyük kardiyak ven ve sol ventrikülün posteriyor venleri BAT'da etkilenir. Vakaların %15'inde KS'nin ostiyumunun atrezik olması ve yüksek osteal lokalizasyon nedeniyle, KS ostiyumunu bulmak zor olabilir. Koroner sinüsde atrezi ya da hipoplazide koroner venler multipl Thebesian venler yoluyla atriyuma drene olur. Büyük arter transpozisyonunda ventriküler venöz anatomi anormaldir. Bununla birlikte sistemik sağ ventriküle yaklaşım gerektiği zaman, perkütan lead ya da kateter yerleştirilmesi için geniş interventriküler ve Thebesian venler bir seçenek olabilir. Koroner sinüs orifisi atrezisinde venöz dönüş persistan sol süperior vena kava ile ya da kalp odacıklarına direkt (sol atriyum tabanındaki açıklıklar ile ya da atriyum içine KS dallarından) olur. Sol süperior vena kava ve KS atrezisi ile ilişkili diğer kardiyak lezyonlar atriyal septal defekt, ventriküler septal defekt, büyük damarların transpozisyonu, triküspit atrezi ve mitral atrezidir [32-34].

Perkütan mitral anüloplasti (PMA)

Bu yaklaşım, mitral anülüsün koroner sinüs ile olan yakın komşuluğu temel alınarak geliştirilmiştir. Üç bölmeden oluşan cihazın, distalde kendiliğinden genişleyen bir çapa bölgesi, orta kısmında yayı andırır bir köprüsü ve yine proksimalinde kendiliğinden genişleyebilir bir

başka çapa kısmı mevcuttur. Distal çapa ana kardiyak vene yerleştirilirken, proksimaldeki çapa koroner sinüs girişine oturtulur. Ortadaki yayı andıran köprü, vücut sıcaklığında kısalma özelliğine sahiptir. Biyolojik olarak çözünebilir dikişler köprü bölgesinde olup, bunlar implantasyon sonrası erken dönemde kısalmayı engellerler. Ancak zamanla çözünen bu dikişler, köprü bölgesinin kısalmasını olanaklı kılar. Her iki uçtaki çapalar, ortadaki köprü gerilip kısalırken proksimal koroner sinüsü ve ana kardiyak veni bir arada tutup çekerek, posteriyor mitral anülüsün öne doğru konumlanmasını ve böylelikle mitral anülüs çapı ile septal-lateral mesafenin azalmasını sağlayarak hastalığın progresyonunu önlerler [34, 35]. Perkütan mitral anüloplasti açık kalp ameliyatının kontrendike olduğu, başlıca dilate iskemik veya non-iskemik kardiyomiyopati, azalmış sol ventriküler ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda, mitral regürjitasyonun palyatif tedavi yöntemidir [34, 35]. Ayrıca PMA cihazının doğru konumlandırılması ve implante edilmesi için KS-BKV'ın uzunluğu, çapları ve varyasyonları önemlidir. Koroner sinüs mitral anülüsün posteriyor kesiminde seyrederek. Perkütan mitral anüloplastinin başarısı KS'nin mitral anülüse yakınlığına bağlıdır. Koroner sinüs ve mitral anülüsün yakınlığı PMA'nın başarısını artırır. Fakat mitral regürjitasyonda sol atriyal genişleme ile KS ve mitral anülüsün ayrımı sol serbest duvar lokalizasyonda artar. İşlem esnasında, sol sirkümfleks arter ve dallarının KS-BKV'ye yakınlığı yüzünden koroner damarların potansiyel hasarı miyokardiyal enfarktüsüne neden olabilir. Ayrıca PMA, KS koroner ven rüptürüne ve diseksiyonuna neden olabilir. Koroner sinüs ve koroner venler ince duvara sahip oldukları için hasar gördüklerinde tamir edilmesi oldukça güçtür [34, 35]. Bundan dolayı işlem öncesi KS ve dallarının değerlendirilmesi, KRT ve PMA için çok önemlidir. Kalbin BT anjiyografisi; mitral anülüs, KS anatomisi ve bunların koroner arterlerle ilişkisi açısından non-invazif bilgi sağlar. Mitral kapak anülüsünde ciddi kalsifikasyonu olan hastalarda cerrahi yaklaşım perkütanöz yolla tercih edilir.

Kaynaklar

- [1]. von Lüdinghausen M. Clinical anatomy of cardiac veins, Vv. cardiaca. Surg Radiol Anat 1987; 9: 159-68.
- [2]. von Lüdinghausen M. The venous drainage of the human myocardium. Adv Anat Embryol Cell Biol 2003; 168: 1-104.
- [3]. Ortale JR, Gabriel EA, Iost C, Márquez CQ. The anatomy of the coronary sinus and its tributaries. Surg Radiol Anat 2001; 23: 15-21.
- [4]. Mlynarski R, Mlynarska A, Tendra M, Sosnowski M. Coronary sinus ostium: the key structure in the heart's anatomy from the electrophysiologist's point of view. Heart Vessels 2011; 26: 449-56.
- [5]. Genç B, Solak A, Şahin N, Gür S, Kalaycıoğlu S, Öztürk V. Assessment of the coronary venous system by using cardiac CT. Diagn Interv Radiol 2013; 19: 286-93.
- [6]. Shah SS, Teague SD, Lu JC, Dorfman AL, Kazerooni EA, Agarwal PP. Imaging of the coronary sinus: normal anatomy and congenital abnormalities. Radiographics 2012; 32: 991-1008.
- [7]. Saremi F, Muresian H, Sánchez-Quintana D. Coronary veins: comprehensive CT-anatomic classification and review of variants and clinical implications. Radiographics 2012; 32: 1-32.
- [8]. Saremi F, Krishnan S. Cardiac conduction system: anatomic landmarks relevant to interventional electrophysiologic techniques demonstrated with 64-detector CT. Radiographics 2007; 27: 1539-65.
- [9]. Malagò R, Pezzato A, Barbiani C, Sala G, Zamboni GA, Tavella D, et al. Noninvasive cardiac vein mapping: role of multislice CT coronary angiography. Eur J Radiol 2012; 81: 3262-9.
- [10]. Jongbloed MR, Lamb HJ, Bax JJ, Schuijff JD, de Roos A, van der Wall EE, et al. Noninvasive visualization of the cardiac venous system using multislice computed tomography. J Am Coll Cardiol 2005; 45: 749-53.
- [11]. Mlynarski R, Mlynarska A, Sosnowski M. Anatomical variants of coronary venous system on cardiac computed tomography. Circ J 2011; 75: 613-8.
- [12]. Saremi F, Channual S, Sarlaty T, Tafti MA, Milliken JC, Narula J. Coronary venous aneurysm in patients without cardiac arrhythmia as detected by MDCT: an anatomic variant or a pathologic entity. JACC Cardiovasc Imaging 2010; 3: 257-65.
- [13]. Ortale JR, Gabriel EA, Iost C, Márquez CQ. The anatomy of the CS and its tributaries. Surg Radiol Anat 2001; 23: 15-21.
- [14]. Lüdinghausen M, Ohmachi N, Boot C. Myocardial coverage of the CS and related veins. Clin Anat 1992; 5: 1-15.
- [15]. Morgan JM, Delgado V. Lead positioning for cardiac resynchronization therapy: techniques and priorities. Europace 2009; 11: 22-8.
- [16]. PejkoVIC B, Bogdanovic D. The great cardiac vein. Surg Radiol Anat 1992; 14: 23-8.

- [17]. Saremi F, Thonar B, Sarlaty T, Shmayevich I, Malik S, Smith CW, et al. Posterior interatrial muscular connection between the coronary sinus and left atrium: anatomic and functional study of the coronary sinus with multidetector CT. *Radiology* 2011; 260: 671-9.
- [18]. de Oliveira IM, Scanavacca MI, Correia AT, Sosa EA, Aiello VD. Anatomic relations of the Marshall vein: importance for catheterization of the coronary sinus in ablation procedures. *Europace* 2007; 9: 915-9.
- [19]. Karaca M, Bilge O, Dinçkal MH, Üçerler H. The anatomic barriers in the coronary sinus: implications for clinical procedures. *J Interv Card Electrophysiol* 2005; 14: 89-94.
- [20]. Parsonnet V. The anatomy of the veins of the human heart with special reference to normal anastomotic channels. *J Med Soc N J* 1953; 50: 446-52.
- [21]. Ortale JR, Gabriel EA, Iost C, Márquez CQ. The anatomy of the coronary sinus and its tributaries. *Surg Radiol Anat* 2001; 23: 15-21.
- [22]. Cendrowska-Pinkosz M. The variability of the small cardiac vein in the adult human heart. *Folia Morphol (Warsz)* 2004; 63: 159-62.
- [23]. Maros TN, Rácz L, Plugor S, Maros TG. Contributions to the morphology of the human coronary sinus. *Anat Anz* 1983; 154: 133-44.
- [24]. Silver MA, Rowley NE. The functional anatomy of the human coronary sinus. *Am Heart J* 1988; 115: 1080-4.
- [25]. Roberts JT. Arteries, veins, and lymphatic vessels of the heart. In: Luisada AA, ed. *Development and structure of the cardiovascular system*. New York, NY: McGraw-Hill, 1958; 85-118.
- [26]. Mak GS, Hill AJ, Moisiuc F, Krishnan SC. Variations in Thebesian valve anatomy and coronary sinus ostium: implications for invasive electrophysiology procedures. *Europace* 2009; 11: 1188-92.
- [27]. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Hendel RC, Carr JC, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: A report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 1475-97.
- [28]. Doğanay S, Karaman A, Gündoğdu F, Duran C, Yalçın A, Kantarcı M. Usefulness of multidetector computed tomography coronary venography examination before cardiac resynchronization therapy. *Jpn J Radiol* 2011; 29: 342-7.
- [29]. Hasdemir C. Cardiac resynchronization therapy: implantation tips and tricks. *Anadolu Kardiyol Derg* 2007; 7: 53-6.
- [30]. Burkhardt JD, Wilkoff BL. Interventional electrophysiology and cardiac resynchronization therapy: delivering electrical therapies for heart failure. *Circulation* 2007; 115: 2208-20.
- [31]. Bottega NA, Kapa S, Edwards WD, Connolly HM, Munger TM, Warnes CA, et al. The cardiac veins in congenitally corrected transposition of the great arteries: delivery options for cardiac devices. *Heart Rhythm* 2009; 6: 1450-6.
- [32]. Mantini E, Grondin CM, Lillehei CW, Edwards JE. Congenital anomalies involving the coronary sinus. *Circulation* 1966; 33: 317-27.
- [33]. Gerlis LM, Gibbs JL, Williams GJ, Thomas GD. Coronary sinus orifice atresia and persistent left superior vena cava. A report of two cases, one associated with atypical coronary artery thrombosis. *Br Heart J* 1984; 52: 648-53.
- [34]. del Valle-Fernández R, Jelmin V, Panagopoulos G, Ruiz CE. Insight into the dynamics of the coronary sinus/great cardiac vein and the mitral annulus: implications for percutaneous mitral annuloplasty techniques. *Circ Cardiovasc Interv* 2009; 2: 557-64.
- [35]. Rumisek JD, Pigott JD, Weinberg PM, Norwood WI. Coronary sinus septal defect associated with tricuspid atresia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 92: 142-5.

Koroner Venöz Anatominin MDBT ile Değerlendirilmesi ve Klinik Önemi

Berhan Genç, Erkan Yılmaz

Sayfa 155

Koroner sinüs varyasyonlarının çoğu, hemodimamik öneme sahip olmamasına rağmen, bu varyasyonlar sol ventriküler pacing, radyofrekans ablasyon gibi işlemlerde KS'nin kanülasyonunu zorlaştırabilir.

Sayfa 157

Koroner venlerin KS ile bileşke bölgesinde ortaya çıkan, özellikle divertiküler formdaki anevrizmalar ventriküler preeksitasyon gibi kardiyak aritmilerle ilişkili olduğu için klinik olarak önemlidir.

Sayfa 157

Bu venler PİV ve AİV arasında kalan miyokardiyal duvarı drene ederler. Kardiyak resenkronizasyon tedavisinde ventriküler pacing için en uygun hedef venlerdir.

Sayfa 158

Koroner venöz akım koroner arterlerden farklı olarak kardiyak siklus boyunca fazik bir paterne sahiptir. Koroner sinüs ventriküler sistol boyunca ventriküler venlerden kan alır. Atriyal sistol sırasında kontrakte olup, kanı sağ atriyum içine boşaltır. Bu yüzden koroner venlerin çapları genellikle geç sistol boyunca, middiyastole göre daha geniştir. Bu nedenle, koroner BT anjiyografi görüntülemesinde sistolik faz imajlarında koroner venler daha iyi değerlendirilmektedir.

Sayfa 159

Thebesian kapak, KS ostiyumunda KS'nin sağ atriyumda sonlanan yerinde, ince hipodens bir bant şeklinde görülür. Vieussens kapak ise, KS ostiyumundan 32 mm±5 uzakta olup, yüksek kaliteli BT görüntülerde %50 oranında görüntülenebilir. Vieussens kapak seviyesi, vakaların %20'sinde KS-BKV düzeyinde vende lokal anüler bir daralmayla lokalize edilebilir.

Koroner Venöz Anatominin MDBT ile Değerlendirilmesi ve Klinik Önemi

Berhan Genç, Erkan Yılmaz

1. Aşağıdaki koroner venlerden hangisi kardiyak resenkronizasyon lead konulması için en uygun hedef venlerden biridir?
 - a. Posteriyor inferior kardiyak ven
 - b. Küçük kardiyak ven
 - c. Sol marjinal ven
 - d. Anteriyor interventriküler ven
2. En sık koroner ven anevrizması hangi koroner vende izlenir?
 - a. Marshall veni
 - b. Anteriyor kardiyak ven
 - c. Thebesian ven
 - d. Posteriyor interventriküler ven
3. Sol süperior vena kavanın embriyonik kalıntısı olan, aritmi odağı olduğu için bazen radyofrekans ablasyon tedavisi gerektiren ve koroner sinüs ve büyük kardiyak veni ayıran koroner ven hangisidir?
 - a. Posteriyor kardiyak ven
 - b. Sol marjinal ven
 - c. Küçük kardiyak ven
 - d. Marshall veni
4. Aşağıdakilerden hangisi koroner venöz sistemin doğal bariyerlerinden değildir?
 - a. Thebesian kapağı
 - b. Vieussens kapağı
 - c. Subthebesian poş
 - d. Sol marjinal ven anevrizması
5. Kardiyak resenkronizasyon tedavisi öncesinde çekilen koroner BT venografide aşağıdakilerden hangisine dikkat edilmez?
 - a. Koroner sinüsün yerleşim yeri
 - b. Hedef venin çapı
 - c. Anatomik bariyerler
 - d. Hedef venin duplikasyonu