

## Kardiyovasküler İşlemlerde Görüntüleme

### Patent Foramen Ovale'de Perkütan Kapatmaya Uygunluk Değerlendirilmesi, İşlem Sırasında ve Sonrasında Görüntülemenin Rolü

Dr. Mustafa Ozan Gürsoy, Dr. Sadık Volkan Emren

Doğum sırasındaki fizyolojik değişimlerle kapanması öngörülen foramen ovale erişkin popülasyonun yaklaşık %75'inde tamamen kapanmış olarak izlenirken, %25'inde ise kapanmaz ve patent foramen ovale (PFO) olarak varlığını sürdürür.<sup>1</sup> PFO, serebrovasküler olay dahil birçok patoloji (aural migren, dalgıçlarda dekompresyon hastalığı vs.) ile ilişkilendirilmiştir. İskemik inmelerin %25'inde standart tanısız değerlendirilmeye rağmen bir neden bulunamaz ve bu grup kriptojenik inme olarak adlandırılır. PFO ve kriptojenik inme arasındaki patofizyolojik ilişki paradoksal embolizm, PFO içerisinde meydana gelen trombüs, sol atriyal disfonksiyon ve atriyal aritmiler gibi nedenlere bağlı olabilir. Epidemiyolojik veriler ve klinik gözlemsel çalışmalar, PFO kapatılmasıyla inme rekürrensinin azaldığını gösteren randomize kontrollü çalışmalar tarafından kuvvetle desteklenmektedir.<sup>2</sup> PFO'nun tanısında ve perkütan tedavisinde çoklu görüntüleme yöntemleri önem arz etmektedir.

### Görüntüleme

Diğer yapısal kalp hastalıklarının perkütan yolla tedavisinde olduğu gibi, görüntüleme teknikleri PFO'nun perkütan yolla kapatılmasında büyük öneme sahiptir. Floreskopi, anjiyografi, transtorasik ekokardiyografi (TTE) ve transözofageal ekokardiyografi (TÖE) en önemli görüntüleme araçları arasında yer almaktadır. Bazı girişimsel kardiyologlar işleme kılavuzluk yapması amacıyla intrakardiyak ekokardiyografiyi (IKE) de kullanabilmektedir. Bunlar arasında TÖE PFO tanısında ve karakterizasyonunda ve işlem sonrası uzun dönem takibinde en baskın role sahiptir. İşlem sırasında floreskopi tabii ki en önemli tanı aracıdır ve girişimsel kardiyolog tarafından kullanılmaktadır.<sup>3</sup> Tablo 1'de PFO kapatma sırasındaki işlem basamaklarında kullanılacak görüntüleme modaliteleri gösterilmiştir.

### Görüntüleme Basamakları

#### İşlem Öncesi

TTE PFO taramasında çok önemlidir. Her hastanede yaygın olarak bulunabilmekte ve noninvazif olarak (ajite serum uygulaması dışında) tanıya yardımcı olmaktadır. TTE incelemede interatriyal septum birçok pencereden değerlendirilebilir. Özellikle TTE apikal 4

Tablo 1. PFO Kapatma Sırasında Kullanılan Görüntüleme Modaliteleri

	TTE	TÖE	Diğer
İşlem öncesi görüntüleme			
PFO taranması	I	II	TD: I
Şant miktarının tespiti	I	I	TD:I
Atrial septal anevrizma varlığı	II	I	
PFO tünel uzunluğu			
Septum sekundum kalınlığı	III		
Ek yapıların değerlendirilmesi	III		
- ASD	II		
- Chiari ağı, Eustachian kapak	III	I	
Prosedürel görüntüleme			
Cihazın konumlandırılması ve stabilizasyonu	III	1	Floreskopi:I
İşlem sonrası görüntüleme			
Embolizasyon kontrolü	I	I	BT:II
Takip (cihaz trombüsü, tam kapanma)	II	I	BT:II

BT: Bilgisayarlı tomografi TD: Transkraniyal Doppler TÖE:Transözofageal ekokardiyografi TTE:Transtorasik ekokardiyografi I: Faydalıdır II: Faydalı olabilir III: Faydalı değildir

- Dr. Fahriye Vatanser Ağca<sup>1</sup> ID  
Dr. Gamze Babur Güler<sup>2</sup> ID  
Dr. Mustafa Ozan Gürsoy<sup>3</sup> ID  
Dr. Özge Özden<sup>4</sup> ID  
Dr. Ertan Andaç Al<sup>5</sup>  
Dr. Mert Pehlivan Altın<sup>5</sup> ID  
Dr. İrem Dilara Can<sup>6</sup>  
Dr. Sadık Volkan Emren<sup>7</sup> ID  
Dr. Ömer Furkan Demir<sup>7</sup> ID  
Dr. Emir Derviş<sup>8</sup> ID  
Dr. İrem Dinçer<sup>9</sup> ID  
Dr. Gökhan Kahveci<sup>10</sup> ID  
Dr. Elmas Kaplan<sup>6</sup>  
Dr. Alev Kılıçgedik<sup>11</sup> ID  
Dr. İrem Müge Akbulut Koyuncu<sup>9</sup> ID  
Dr. Volkan Kozluca<sup>9</sup> ID  
Dr. Türkan Seda Tan Kürklü<sup>9</sup> ID  
Dr. Selçuk Opan<sup>12</sup> ID  
Dr. Kadriye Memiş Sancar<sup>2</sup> ID  
Dr. Halenur Sarıbaş<sup>6</sup>  
Dr. Büşra Güvendi Şengör<sup>13</sup> ID  
Dr. Omac Tüfekçioğlu<sup>6</sup> ID  
Dr. Selcen Yakar Tülüce<sup>14</sup> ID  
Dr. Dilek Çiçek Yılmaz<sup>15</sup> ID

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

<sup>2</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mehmet Akif Ersoy Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

<sup>4</sup>Memorial Bahçelievler Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>5</sup>Ankara Şehir Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>6</sup>Siirt Kurtalan Devlet Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Siirt, Türkiye

<sup>7</sup>Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, Bursa, Türkiye

<sup>8</sup>Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi, Bahçelievler Medipol Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>9</sup>Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>10</sup>İstinye Üniversitesi Tıp Fakültesi, Liv Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>11</sup>Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>12</sup>Şanlıurfa Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye

<sup>13</sup>Kartal Kaşuyolu Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>14</sup>İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

<sup>15</sup>Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Mersin Türkiye

#### Sorumlu Yazar:

Mustafa Ozan Gürsoy  
✉ m.ozangursoy@yahoo.com

Atıf: Ağca FVA, Babur Güler G, Gürsoy MO, et al. Kardiyovasküler işlemlerde görüntüleme. *Türk Kardiyol Dern Ars.* 2022;50(S3):S1-S56.

DOI: 10.5543/tkda.2022.S3



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

boşluk pencerede interatriyal septumun ultrason ışınlarına paralel olması nedeniyle yanlışlıkla *drop-out* izlenimi edinilebilir. Bu nedenle atriyal septumun ultrason ışınlarına dik olarak gözlenebildiği subksifoid frontal 4 boşluk TTE incelemede (subkostal pencere) olası septal defektler daha net gösterilebilir.<sup>4</sup>

TTE sırasında hasta sedatize edilmediği için güçlü ve sürekli Valsalva manevrasını uygulayabilir; hastanın intravenöz ajite salinli kontrast verilmesi sırasında öksürtülmesi ya da ajite salinin sağ kalbe ulaştığı esnaya kadar valsalva manevrası yapıp bırakması, tanı koyma olasılığını yükseltecek uygulamalardır.

Çoğu ekokardiyografi laboratuvarında kontrast kabarcıklar 9 mL serumun 1 mL hava veya 1 mL kan ile üçlü musluk aracılığıyla birleştirilerek çalkalanarak oluşturulur ve antekubital venden hızlıca enjekte edilir. Büyük östakiyen kapağı olan hastalarda koldan verilen ajite serum alt ekstremiteden gelen kontrastsız kanın yıkama etkisiyle interatriyal septuma yönelemeden etkisini yitirir. Femoral venden katılan bu kontrastsız kan 'negatif kontrast' işareti neden olur. Bu hastalarda daha güçlü Valsalva manevrası denenmelidir veya femoral ven yolu ile kontrast madde verilerek inferiyör vena kava yolu ile doğrudan fossa ovalise yönelmesi sağlanmalıdır. Kontrastlı incelemeye dair daha detaylı bilgiye aşağıdaki "PFO Özelliklerinin Ekokardiyografik Olarak Belirlenmesi" bölümünde yer verilmiştir.

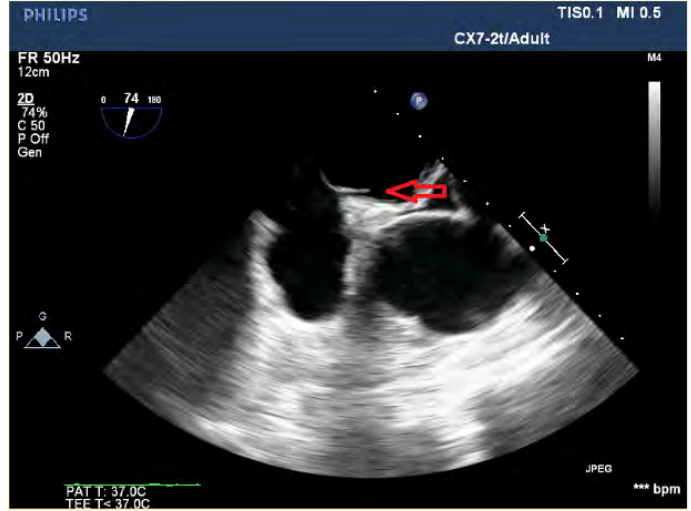
Ucuz ve uygulanması kolay olan transkraniyal Doppler sonografi tekniği sağdan sola şantı göstererek PFO tanısı koymaya yardımcı oldukça yüksek duyarlılığa sahip bir alternatif testtir. Ajite salinle oluşturulmuş kontrastlı materyalin venöz yolla verilmesinden sonra her iki orta serebral arterde gerek istirahat gerekse Valsalva manevrası fazında mikroembolik sinyallerin saptanması tanıyı koydurmaktadır.<sup>5</sup> TÖE'ye göre daha yüksek duyarlılığa sahip olması PFO tanısını koymada bu testi önemli bir tarama aracı yapmaktadır.<sup>6</sup> Öte yandan, sağdan sola şant atriyal septal defekt (ASD) veya intrapulmoner şanta bağlı olabileceği için PFO tanısında yalancı pozitiflik yaratabilir. Unutulmamalıdır ki transkraniyal Doppler sonografi IAS'i direkt olarak göstermeyen indirekt bir fonksiyonel testtir ve pozitif bir inceleme sonrası PFO'nun konfirmasyonu için ileri tetkik (TÖE veya IKE eğer perkütan kapamada kullanılacak ise) yapılması gerekmektedir.

### PFO Özelliklerinin Ekokardiyografik Olarak Belirlenmesi

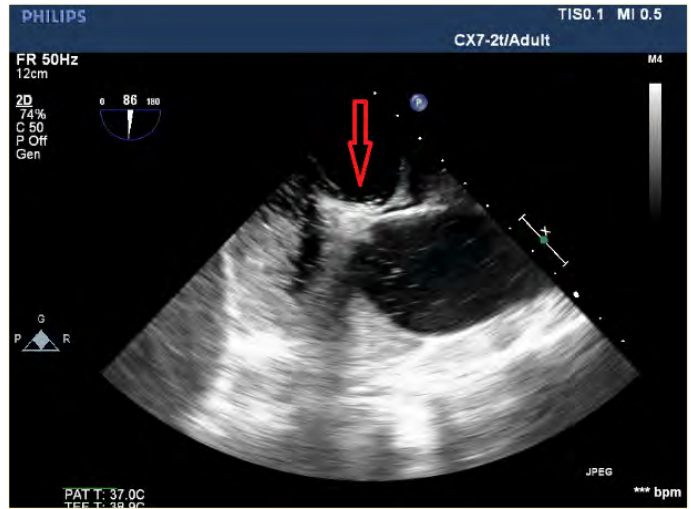
Ayrırcı tanıda interatriyal ve çok nadiren interventriküler şantlar ve pulmoner damar sisteminin içindeki şantlar yer almaktadır. Burada mikrokabarcıkların sol atriyumuna ulaşması için geçen süre PFO ilişkili şantı belirlemede fayda sağlarken, santral pulmoner arteriyovenöz şant durumlarında bu ayırım zor olabilir. TÖE bu anlamda hem tanıyı koymada hem de atriyal septal defekt gibi ek defektleri tanı koymada önemli role sahiptir.

Interatriyal septumun TÖE görüntülenmesinde üst esofagus kısa eksen incelemeyle birlikte farklı midözofageal TÖE pencereleri kullanılabilir. Midözofageal TÖE pencerelerinde 0° (4 boşluk) başlayarak derece artırılarak farklı pencerelerde interatriyal septum (septum primum ve sekundum) ve PFO tüneli gösterilebilir (özellikle 45°-60° kısa eksen ve 105°-120° bikaval inceleme) (Şekil 1). Renkli Doppler incelemede renk skalası 35-40 cm/sn'a düşürülerek optimize edilmelidir böylece ASD, PFO veya küçük fenestrasyonlardan geçen düşük hızlı akım yakalanabilir.<sup>4</sup>

Kontrastlı TÖE çalışması sırasında, yetersiz veya yanlış teknik uygulanmasına bağlı olarak yanlış negatif sonuç ile karşılaşmak çok olasıdır; bu sebeple bazı noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir.



Şekil 1. Midözofageal seviyede TÖE inceleminde interatriyal septumun ve PFO tünelinin gösterilmesi.



Şekil 2. Kontrast ekokardiyografide mikrokabarcıkların sağdan sola geçişi gösterilmiştir.

Öncelikle, işlemde sırasıyla şu basamaklara yer verilmelidir: (1) Hasta 5-10 saniye güçlü şekilde ıkınmalıdır (Valsalva), (2) Ajite serum enjekte edilir, (3) Kontrast sağ atriyumuna ulaşır, (4) Hasta Valsalva'yı sonlandırır ve gevşer. Ajite serum doğru bir şekilde hazırlanmalı ve yoğun şekilde sağ atriyumunu doldurmalıdır. Interatriyal septumun sağdan sola doğru bombeleşmesi Valsalva'nın doğru şekilde uygulandığını göstermektedir. TÖE incelemelerinde hastalar genellikle sedatize olduğu için güçlü ve efektif Valsalva manevrası yapamazlar. Bu durumda karaciğerin altından abdominal baskı uygulayarak inferior vena kavanın sıkıştırılması ve sağ atriyumun tamamıyla opafikasyonunun hemen öncesinde basının bırakılması önerilmektedir.<sup>7</sup> Alternatif olarak hastalara öksürmesi söylenebilir ki bu genellikle sedasyona rağmen yapabildikleri bir durumdur. Hem Östakiyen kapak hem de Chiari ağı venöz dönüşü alt ekstremitelere PFO'ya doğru yönlendirir. Atriyal septal anevrizmanin (ASA) varlığı genellikle büyük bir PFO ve büyük bir şant ile ilişkilidir. ASA sıklıkla her kalp atımında PFO'nun açılmasına neden olabilir ve hareketleri solunumla güçlü şekilde ilişkilidir. Büyük şant, ASA veya Östakiyen kapak varlığında paradoks em-

bolizm riski oldukça yüksektir. Şantın büyüklüğü PFO'dan geçen mikrokabarcıkların sayısına bağlıdır. Sağ atriyumun opafikasyonundan sonra 3-6 atım arasındaki süreçte sol atriyumda görülen mikrokabarcıklar PFO gibi intrakardiyak şanti göstermektedir (Şekil 2).<sup>4</sup> Genel olarak, net bir eşik değeri olmasa da PFO'yu geçerek sol atriyumda opafikasyonu sağlayan 20'den fazla kabarcık büyük şanti göstermektedir. Eğer sağ atriyumun opafikasyonunu takiben 3-6 atımdan sonraki dönemde sol atriyumda mikrokabarcıklar görülüyorsa bu durumun PFO ile ilgili değil, pulmoner arteriyovenöz malformasyon ile ilişkili olabileceği düşünülmelidir.

PFO'nun tanısını koyarken beraberinde olası perkütan kapatma gereksinimi ve cihaz seçimine dair plan yapılması amacıyla bazı PFO özelliklerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir: komşu yapılarla olan ilişkiler (vena kava, koroner sinüs, kapaklar ve pulmoner venler), şantın büyüklüğü, PFO tünel uzunluğu, Östakiyen kapak, Chiari ağı ve ASA'nın varlığı, septum sekundum kalınlığı, sol atriyal appendiks trombüsü veya aortik aterom gibi diğer inme nedenlerinin ekartasyonu. İşlem başarısını etkileyebilecek kompleks PFO özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.<sup>8</sup> Hol- da ve ark.'nın<sup>9</sup> yakın zamanda yaptığı bir çalışmada paradoksik embolizm için risk faktörü oluşturabilecek PFO özelliklerini ortaya koymuştur. Şantın büyüklüğünün PFO kanalının multiplan açılması belirlediği için PFO kanal açığı ne kadar büyük ise paradoksik embolizm ve iskemik inme için o kadar risk oluşturmaktadır. Yaz- arlar, valsava ile PFO kanal uzunluğunun azalma oranının PFO ile ilişkili inmelerdeki en güçlü prediktör olduğunu göstermişlerdir; PFO kanalı valsava durumunda ne kadar kısalsa uzun kanallara göre trombüsün geçişine daha rahat izin verdiğini savunmaktadır. Ayrıca düşük PFO kanal uzunluğu/derinlik oranının da önemli bir kriptomjenik inme risk faktörü olduğunu göstermişlerdir. Sonuç olarak, daha kısa ve geniş PFO tüneli paradoksik embolizme daha fazla yatknlık sağlamaktadır.

**Tablo 2. Kompleks PFO Özellikleri**

Atriyal septal anevrizmanın* eşlik etmesi
Tünel uzunluğunun $\geq 8$ mm olması
Septum sekundum kalınlığının $>1$ cm
Atriyal septumda çoklu fenestrasyonlar
Östakiyen kapak veya Chiari ağı
Aort kökü genişlemesine bağlı olarak anatominin değişmesi

\*Atriyal septal anevrizma atriyal septumun genellikle fossa ovalis bölgesinde sağ veya sol atriyuma 10 mm veya her ikisine doğru toplamda 15 mm bombeleşme şeklinde deformitesidir.

Fossa ovalisin görüntülenmesi genellikle 2 boyutlu TÖE incelemede bikaval pencerede yapılır. Son 2 dekatta 2 boyutlu TÖE'yi önemli bir şekilde tamamlayıcı özelliğe sahip olan 3 boyutlu TÖE'nin kullanımına girmesiyle, PFO morfolojisi daha anlaşılır hale gelmiştir. Sağ ve sol atriyum içerisinde PFO'ya komşu yapılar kapama işlemi öncesi ve sırasında kolayca değerlendirilebilir.<sup>4,10</sup> Atriyal septumun tamamına yakınının görüntülenmesi genellikle septumun ultrason ışınlarına dik olarak uzandığı 2B TÖE bikaval pencere açısında zoom ile yapılır. Superior ve inferior vena kava görüntü içine dahil edilir. Primidal data setin 90 derece aşağı-yukarı açılması ile septumun sol tarafı "en face" perspektif olarak görüntülenir. Septumun sol tarafı görüntüledikten sonra 180 derece saat yönünün tersi rotasyon ile atriyal septumun sağ tarafı da görüntülenir ve burada fossa ovalis septumda bir çöküntü olarak belirir.<sup>4</sup> PFO yuvarlak değildir ve eliptik yapıdadır ve atriyal septal defektte olduğu gibi kardiyak siklus boyunca alanı değişmektedir (ventrikül sistolinde diyastole göre daha genişir). Çoklu plan rekonstrüksiyon (MPR) ile defektin ya da eşlik eden defektlerin maksimum ve minimum

boyutları daha doğru ölçülür ve böylece kapatma cihazları için optimal size ve tipi daha net belirlenebilir.

### Cihaz Seçimi

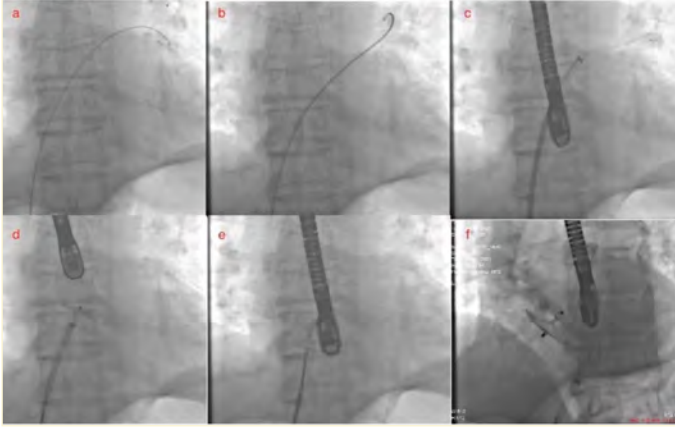
En sık kullanılan cihazlar Amplatzer (Abbott; Chicago, Illinois) ve sol atriyal diski ve bağlantılı sağ atriyal diski olan Amplatzer türevi cihazlardır. Bu tür cihazların stabil durumda kalması ve PFO tüneline embolize olmaması için uygun şekilde cihaz ölçümü yapılması gerekmektedir. Günümüzde PFO kapama için seçilecek cihaz boyutuna dair net görüş birliği olmamakla beraber preprocedural TÖE cihaz seçimi ve defektle ilgili çok değerli şu bilgileri sunar: PFO tünel uzunluğu ve ağız genişliği, septum sekundumun kalınlığı, ASA'nın varlığı ve eşlik eden ASD. Kalın bir septum sekundum varlığı daha büyük bir sağ atriyal disk gereksinimini doğurur. Aksi halde sağ atriyal disk septum sekundumdan kayabilir ve PFO kanalının içine düşebilir.<sup>3</sup> Benzer risk büyük ASA varlığında ve PFO tüneli çok kısa olduğunda da gerçekleşebilir. Genel olarak risk faktörlerinden 1 veya 2'si (kalın septum sekundum, ASA ve kısa tünel veya tünelsiz) mevcut ise daha büyük PFO okluder cihazları (örneğin Amplatzer 35 mmPFO okluder) seçilmelidir. Üç risk faktörü de mevcut ise daha büyük PFO cihazının seçilmesi elzemdir.<sup>3</sup> Uzun tünel perkütan kapatma sırasında tekniksel zorluk yaratsa da bu durumun ve/veya küçük PFO ağzının eşlik etmesi beraberinde kalın septum sekundum veya ASA varlığını daha önemsiz hale getirir ve standart cihaz seçimine izin verebilir.<sup>3,11</sup> Öte yandan, bazı operatörler büyük ASA'ya sahip PFO olgularında septostomi yoluyla multifenestre "kribriform" cihazlarını kullanmayı tercih edebilmektedir. Genellikle PFO kapatma için "sizing" balonları gerekli değildir çünkü PFO tüneline girilen *sizing* balonlarından edinilecek ilave bilgi sınırlıdır ve ek maliyetin yanı sıra ince septum primumu yırtma gibi ek komplikasyon riskini de artırır.

Özetle TTE, başlangıç görüntüleme aracı olarak PFO ile ilgili yararlı bilgiler sunmakla beraber iki ve üç boyutlu TÖE PFO özellikleri ve uygun cihaz seçimi için paha biçilemeyen bilgiler sunar.<sup>12</sup>

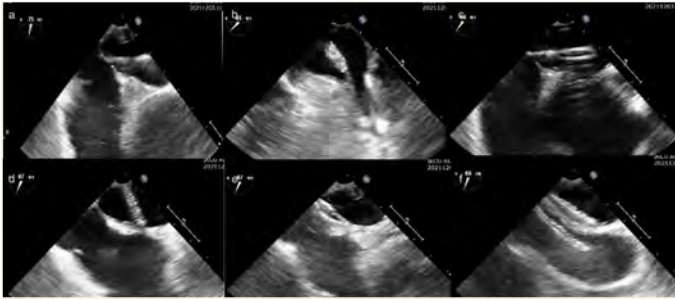
### Periprosedürel Görüntüleme

PFO kapatma işlemi esnasında görüntüleme esas olarak cihazın yerleştirilmesi, yerleştirme sonrası cihazın pozisyonu ve şant akımının değerlendirilmesi amacıyla yapılmaktadır. Yerleştirme esnasında operatörün tercihine ve deneyimine bağlı olarak sadece floroskopik görüntüleme tercih edilebilse de cihazın açılımının ve yerleştirilmesinin daha kesin olarak saptanabilmesi için TÖE veya IKE gibi görüntülemelere başvurulabilir. Periprosedürel TÖE kullanımının en önemli dezavantajı sedasyon gerektirmesi ve hasta konforunu olumsuz etkileyebilmesidir. Hatta hasta supin pozisyonda iken sedasyon altında işlemin uygulanması aspirasyon riski doğuracağı için TÖE işlemlerinde genel anestezi ve entübasyon tercih edilebilir. TÖE'nin bir diğer dezavantajı ise işlem esnasında görüntülemeyi gerçekleştiren ekokardiyografi operatörünün kolimatöre yakın olması nedeniyle daha fazla radyasyona maruz kalmasıdır (yaklaşık 3-10 kat arası).<sup>13</sup>

İşlem esnasında tel ve kateter ile PFO tüneline geçmek için floroskopik görüntüler yeterlidir. Anteroposterior açıda multipurpose kateter hepatik venlerin hemen üzerinde saat 14:00 doğrultuda konumlandırılarak 0,0035 inç veya 0,0038 inç tel ile PFO tüneline geçiş sağlanır (Şekil 3A ve 4A). Bu aşamada telin distal kısmının perforasyon riskinden dolayı sol atrial apendiskte olmaması bunun yerine pulmoner vene yönelmesi istenir (Şekil 3B ve 4B). Telin distal pozisyonu ekokardiyografi veya floroskopik açılarla teyit edilebilir. Taşıyıcı sistemin ilerletilmesi esnasında floroskopik görüntüleme genellikle yeterlidir. Bu aşamada anteropos-



**Şekil 3. A-F. Peroperatif ekokardiyografik görüntüleme. (A) Patent foramen ovale (PFO) tüneline telin geçirilmesi. (B) Telin pulmoner vende olduğunun gösterilmesi. (C) Kılavuz kateterin sol atriyumda konumlandırılması. (D) Sol atriyal diskin sol atriyumda açılması. (E) Sol atriyal diskin septuma yaslandırılıp sağ atriyal diskin açılması. (F) PFO'yu ve kısmen septumu kaplayan cihazın serbestleştirilmesi.**



**Şekil 4. A-F. Peroperatif floroskopik görüntüleme. (A) PFO tüneline telin geçirilmesi. (B) Kateter ile telin sol üst pulmoner venelerletilmesi. (C) Kılavuz kateterin sol atriyumda konumlandırılması. (D) Sol atriyal diskin sol atriyumda açılması. (E) Sol atriyal diskin septuma yaslandırılıp sağ atriyal diskin açılması. (F) Cihaz serbestleştirildikten sonra sol oblik açıdan pozisyonunun kontrol edilmesi.**

terior açılarda taşıyıcı sistemin sol atriyumda saat 14:00 hizasında geçişi sağlanır (Şekil 3C ve 4C). Cihazın yerleştirilmesi esnasında floroskopik ve ekokardiyografik görüntülemenin beraber kullanımı işlemin başarısını artırmaktadır. Kendi pratiğimizde sol atriyal diskin atriyum duvarlarını travmatize etmeden açıldığını (Şekil 3D ve 4D) ve sol atriyal diskin septuma sağlam bir şekilde yaslandırıldığını teyit etmek amacıyla TÖE'den faydalanıyoruz (Şekil 3E). Bu aşamadan sonra sağ atriyal diskin açılarak cihazın septuma tutunması sağlanır (Şekil 4E). Cihazın kilit sistemi açılmasıyla TÖE ve floroskopik ile anatomik pozisyonu kontrol edilir (Şekil 3F ve 4F). Prosedür boyunca 3B TÖE imkânı varsa tel, kateter ve cihazın manüplasyonu ve çevre dokularla ilişkileri daha iyi görüntülenebilir ve skopi zamanından kazanç sağlanabilir.

Taburculuk öncesi TTE ile görüntüleme, cihazın yerleşiminin kontrolü, embolizasyon, perikardiyal efüzyon ve trombus açısından değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır. Taburculuk sonrası 3-6 ay sonra kontrol ekokardiyografi (TTE veya TÖE ile) önerilmektedir.<sup>14</sup>

## Sonuç

Erişkin popülasyonda sık görülen PFO kriptojenik inme gibi ciddi olaylarla ilişkili olabilir. PFO'nun perkütan olarak kapatılmasının nüks serebrovasküler olayları azalttığı gösterilmiştir. TTE ve TÖE'yi içeren çoklu görüntüleme yöntemleri PFO tanısının ve özelliklerinin gösterilmesinde ve perkütan kapama sırasında uygun cihaz seçimi ve işlem başarısını artırması açısından büyük öneme sahiptir.

## Atriyal Septal Defektin Kapatılmasında Görüntüleme

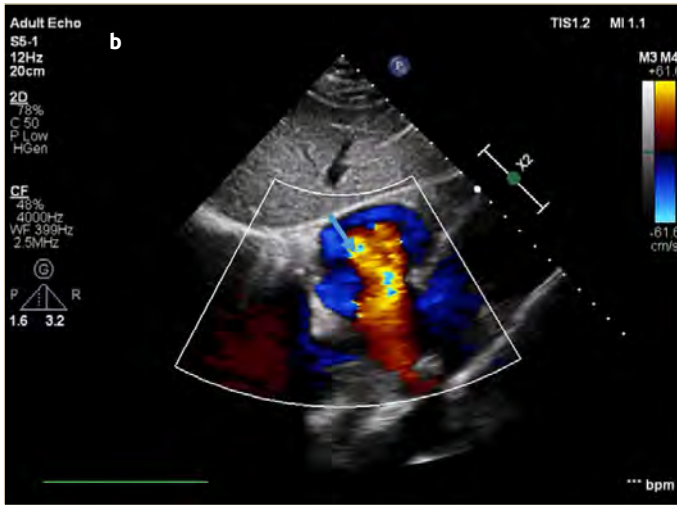
**Dr. Fahriye Vatansever Ağca, Dr. Ömer Furkan Demir**

Atriyal Septal Defekt (ASD) doğuştan kalp hastalıklarının %10'unu oluşturmaktadır. Ostiyum sekundum tip defekt ise en sık dördüncü konjenital kalp hastalığı olup insidansı 3.78/10 bin canlı doğumdur.<sup>15</sup> 1976 yılında ilk perkütan transkateter kapama (PTK) vakasının bildirilmesinden itibaren transkateter teknikler, cihaz teknolojisi ve görüntüleme alanındaki gelişmelerle birlikte PTK sekundum ASD için standart tedavi haline gelmiştir. İnteratriyal septumun değerlendirilmesinde, TTE ilk basamak görüntüleme yöntemidir. Ancak kapama işlemine karar vermeden önce atriyal septal anormallikleri daha kapsamlı değerlendirmek için TÖE gerekli olmaktadır. Son yıllarda kullanımı artan üç boyutlu (3B) TÖE ile özellikle kompleks ASD'lerde atriyal septum en-face olarak görüntülenmekte ve daha doğru ölçümler elde edilmektedir.<sup>4, 16</sup> Diğer bir teknik olan IKE, perkütan ASD kapama prosedürlerine rehberlik etmek için kullanılmaya başlanmıştır ve TÖE ile karşılaştırılabilir görüntüleme sağlamaktadır.<sup>4</sup> Yine kardiyak manyetik rezonans (MR) görüntüleme ve çok kesitli bilgisayarlı tomografi (BT) ile de ASD görüntülenebilir ve tamamlayıcı bilgiler elde edilebilir. Ancak bu yazıda ASD kapamada ekokardiyografik görüntüleme üzerine yoğunlaşılacak ve perkütan ASD kapamada işlem öncesinde, işlem esnasında ve işlem sonrasında ekokardiyografinin kullanımı ve kılavuzluğu gözden geçirilecektir.

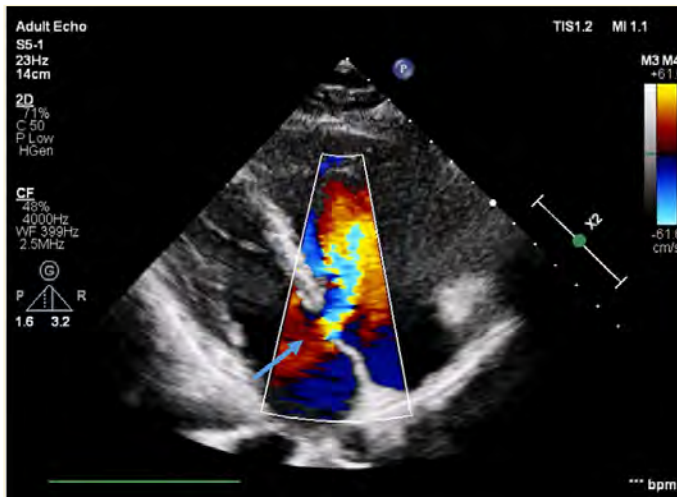
## İşlem Öncesi Görüntüleme

### Transtorasik Ekokardiyografi ile Görüntüleme

İnteratriyal septum (IAS); kompleks, dinamik ve üç boyutlu bir yapıdır. Sekundum tip ASD'ler farklı yerleşim, çap, şekil ve sayıda olabilir. ASD'nin varlığının araştırılması, hemodinamik öneminin değerlendirilmesi ve eşlik eden diğer anomalilerin ortaya konmasında TTE başlangıç görüntüleme yöntemidir. TTE çoklu planda septum incelemesine olanak sağlamasına rağmen erişkinlerde septumun transducerden uzak olması suboptimal sonuçlara yol açmakta, ultrason dalgalarının özellikle apikal pencerelerde IAS'ye paralel seyretmesi nedeniyle büyük ölçülmesine yol açabilmektedir. Bunu bertaraf etmek için subksifoid pencerelerden alınan görüntü, özellikle çocukluk çağı hastalarda, atriyal septum ve ilgili yapıların en iyi şekilde görüntülenmesini sağlar. Subksifoid dört boşluk frontal pencere atriyal septumun ön-arka eksenini boyunca SVC'den AV kapaklara kadar görüntülenmesi için tercih edilen penceredir (Şekil 5A-B) (Video 1A-B). Septum ince olduğu için (özellikle orta kısmında), septumu ultrason ışınına dik olarak yerleştirmek, gerçek bir kusuru bir artefaktan kaynaklanan drop-out görüntüden ayırt etmeye yardımcı olur. Defektten sağ pulmoner venlere kadar olan rim bu pencerede ölçülebilir. Subksifoid sagittal TTE penceresi ise atriyal septumu, üst-alt eksenini boyunca görüntülemek için idealdir. Defektten SVC ve IVC'ye kadar olan rimleri ölçmek için kullanılabilir ve sinüs venosus tipi bir defekti görüntülemek için uygun bir penceredir. Subkostal görüntülerin elde edilmesinin zor



**Şekil 5. A-B. (A) Subksifoid dört boşluk frontal pencere, interatriyal septumda defekt görüntülenmesi. (B) Subksifoid dört boşluk frontal pencere, interatriyal septumda renkli Doppler ile soldan sağa geçişin görüntülenmesi.**



**Şekil 6. Modifiye apikal dört boşluk pencerede septumdan geçişin görüntülenmesi.**



**Şekil 7. Parasternal kısa aks pencerede interatriyal septumdaki defektin, aortik ve posterior rimlerin görüntülenmesi.**

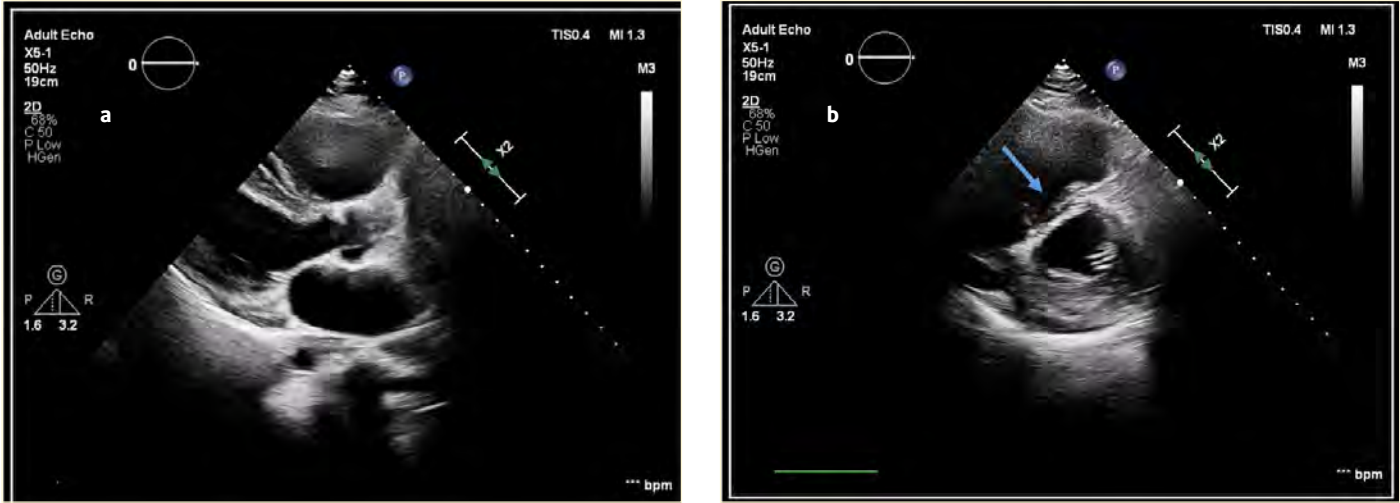
olduğu hastalarda, probun apikal dört boşluk görüntüden mediale sternal sınıra kaydırılmasıyla elde edilen modifiye apikal dört boşluk pencere, atriyal septumun görüntülenmesi için alternatif bir yöntemdir (Şekil 6, Video 2). Parasternal kısa aks pencere ise sekondum defektlerin aortik rimini, sinüs venosus ve posteroinferior sekondum defektlerde posterior rimi (veya eksikliğini) belirlemede faydalıdır (Şekil 7, Video 3). Alternatif pencerelerden sol anterior oblik pencere probun dört boşluk görüntüden saat yönünün tersine yaklaşık 45 döndürülmesi ile elde edilir. Bu görüntü, atriyal septumun uzunluğunun görüntülenmesine izin verir ve bu nedenle ostium primum ASD'leri belirlemek ve koroner sinüs dilatasyonunu değerlendirmek için idealdir. Ayrıca SVC'nin defekt ile ilişkisini ve sağ taraflı pulmoner venlerin kalbe girişini değerlendirmek için kullanılabilir. Yüksek sağ parasternal pencere ise sağ lateral dekübit pozisyonunda prob üst-alt oryantasyondayken elde edilen parasagittal bir görüntüdür. Bu görüntüde, atriyal septum ışına dik olarak hizalanmıştır ve özellikle subksifoid pencerelerin yetersiz olduğu durumlarda sinüs venosus defektlerinin teşhisi için idealdir.<sup>4</sup>

Ajite salin ile kontrast ekokardiyografi, Valsalva manevrası ve öksürük gibi fizyolojik manevralarla birlikte kullanıldığında, PFO/ASD saptamanın duyarlılığını artırır. RA'nın opaklaşmasından sonra 3-6 kardiyak atım içinde LA'da mikro-kabarcıkların ortaya çıkması, intrakardiyak şant varlığı için pozitif kabul edilir.<sup>17</sup> Sağ atriyum, sağ ventrikül ve/veya pulmoner arter dilatasyonu ve ventriküler septumun diyastolik düzleşmesi dahil ilişkili bulguların tümü, önemli soldan sağa şantın potansiyel belirteleridir (Şekil 8, Video 4). Ancak tüm bu standart ve alternatif görüntüleme pencerelerine ve tekniklere rağmen erişkinlerde TTE görüntülenmesi özellikle perkütan kapama açısından değerlendirilen hastalarda yeterli bilgi sunamaz ve TÖE ile değerlendirme kaçınılmaz olmaktadır.

### Transözofageal Ekokardiyografi ile Görüntüleme

#### 2B TÖE ile Görüntüleme

İnteratriyal septumdaki herhangi bir defektin boyutunu, şeklini, konumunu ve defektin çevresindeki yapılarla ilişkisini tamamen ve sistematik olarak değerlendirmek için çoklu ve sıralı standart TÖE pencerelerinden başlanarak tüm septum transducer açısındaki 15 derecelik artışlarla taranmalıdır. ASD'ye yönelik standart TÖE görüntülemeye yapılması gereken incelemeler Tablo 3'te



Şekil 8. A-B. (A) Dilate sağ ventrikül görüntülenmesi. (B) İnterventriküler septumda diyastolik düzleşme (D-shape).

verilmiştir. İAS incelenirken iki boyutlu görüntüler optimize edilmeli ve ardından renkli Doppler ile görüntüleme yapılmalıdır. Düşük hızlı akımları görüntüleyebilmek için Doppler skalası 35-40 cm/sn hıza düşürülmelidir. Daha sonra görüntülerde şantın hızını, yönünü ve süresini ölçmek için Doppler kullanılarak inceleme yapılmalıdır. ASD tespit edildiğinde, defektin her iki vena kava, pulmoner venler, mitral ve triküspit kapaklar, aort ve koroner sinüs ile ilişkisinin belirlenmesine dikkat edilmelidir. Hastanın perkütan transkateter kapamaya uygunluğuna karar vermede defekti çevreleyen rimlerin değerlendirilmesi kritik öneme sahiptir. Eksik bir rim, çoklu ardışık görünümde yeterli kalınlıktaki rim uzunluğunun 5 mm'den az olması olarak tanımlanır ve bu, 15° artışla en az üç ardışık ilişkili çok düzlemli pencerede değerlendirilmelidir.<sup>4</sup>

Tablo 3. Cihazla Kapama Düşünülen Hastada TÖE ile Standart Olarak Değerlendirilmesi Gereken Parametreler

Değerlendirilmesi gerekli basamaklar	ASD değerlendirmesi
1-ASD tipi	primum, sekundum, sinus venosus tip, unroofed koroner sinüs tipi
2-Doppler ile şant yönü	soldan sağa, sağdan sola veya iki yönlü şant varlığı
3-Cerrahi ihtiyacı	Pulmoner venöz dönüş anomali varlığı Cerrahi müdahale gerektiren ciddi mitral kapak veya ilave başka patoloji varlığı
4-Detaylı defekt incelemesi	Defekt çapı ve şekli Defekt sayısı Tüm rimlerin ölçümü -aortik, RUPV, superior, posterior, inferior, AV septal rim
5-Eşlik eden ilişkili bulgular	Atriyal septal anevrizma (ASA) Östakiyen kapak Chiari ağı
6-Dinamik ASD varlığı	Sistol sonu ve diyastol sonu alan ve maksimum/minimum çapların ölçümü

TÖE kullanırken İAS'yi ve çevredeki yapıları değerlendirmek için beş temel pencere kullanılır. Sağ kalp boşlukları, pulmoner arter dilatasyonu ve pulmoner arter basıncı gibi ASD'nin hemodinamik sonuçlarını değerlendirmek için ilave pencerelerde görüntüleme gereklidir.

### Üst Transözofageal Kısa Eksen Görüntüsü

Bu görüntü; üst özofagustan, probun açısını 0° dereceden başlayıp yavaş yavaş ilerleyerek 15°, 30° ve 45°de çok düzlemli açılarda

incelenmesi ile elde edilir. Bu pencere, septum sekundumun üst kısmı, sağ ve sol atriyum çatıları ve çevreleyen büyük damarların (superior vena kava ve çıkan aort) görüntülenmesini sağlar. Bu görüntülerde sağ pulmoner venlerin girişi, prob orta özofagusa ilerletilerek ve probun saat yönünde döndürülmesiyle gösterilebilir. Bu pencerede anormal pulmoner venöz drenaj ve SVC tipi sinüs venoz defekti görüntülenebilir.

### Orta Özofagus Aort Kapak (AoV) Kısa Eksen Görüntüsü

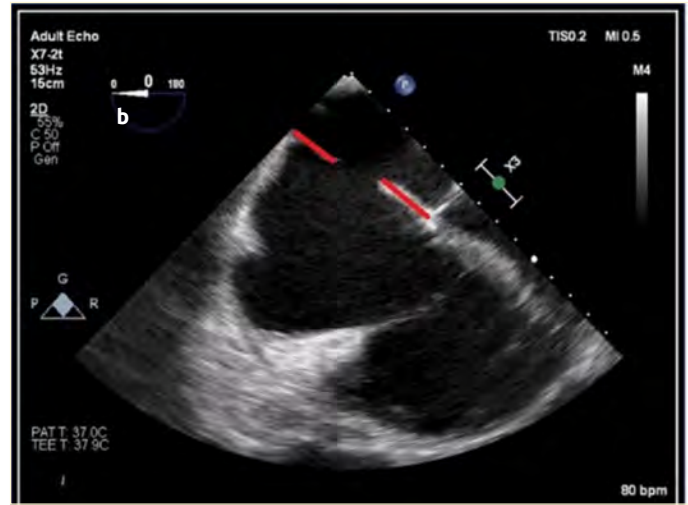
Probun orta özofagusta yaklaşık 30°lik açıdan başlayan ve adım adım ilerleyerek 45°, 60° ve 75°de ek görüntüler kaydederek değerlendirildiği penceredir. Bu şekilde İAS, AoV kısa eksen görüntüden modifiye bikaval triküspit kapak görünümüne geçişine kadar incelenebilir. AoV kısa eksen görüntüsü, tipik olarak AoV ve çevresindeki septumun kısa eksen görüntülerini elde etmek ve ASD'ye ait ön (anterior superior, aortik) ve arka (posterior) rimlerini ölçmek için kullanılır. ASD'nin ön-arka çapının ölçümüne de olanak sağlar (Şekil 9A). Total septum uzunluğu bu pencereden ölçülebilir.

### Orta Özofagus Dört Boşluk Görüntüsü

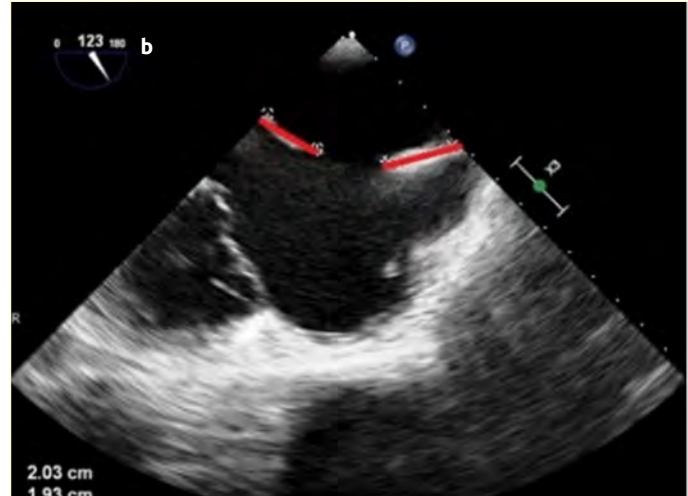
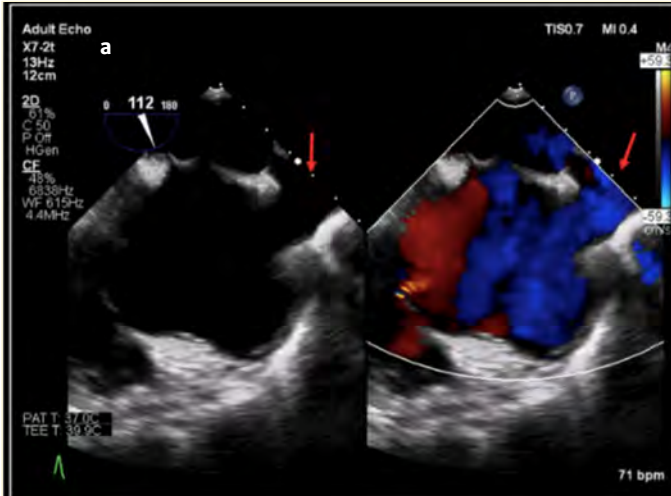
Çok düzlemli görüntülerle 0° ile başlayıp ve kademeli olarak açının 15° ve 30°a yükseltilmesi ile orta özofagustan elde edilir. Bu görüntü, AV septumu ve herhangi bir ASD'nin AV kapaklarla ilişkisini değerlendirmek için kullanılır. Anterior inferior (AV kapak) rimini ölçmek için kullanılır. Bu pencerede aortun kapalı olmasına dikkat edilmelidir (Şekil 9B).

### Orta Özofagus Bikaval Görüntü

Bu görüntüleme penceresi 90°, 105° ve 120°lik çok düzlemli açılarla orta özofagustan elde edilir. Alt ve üst kısımları dahil tüm interatriyal septumu, SVC ve sağ pulmoner venler gibi çevreleyen yapıları görüntülemek için kullanılır. Bu pencere, sinüs venozus defektleri ve anormal pulmoner venöz dönüş anomalilerini değerlendirmek için önemlidir (Şekil 10A). IVC tip defektlerin incelenmesini yapmak için prob mideye kadar ilerletilir, retrofleksiyona alınır ardından yavaşça alt özofagusa çekilir ve açı 90°±20°de değerlendirme yapılır. SVC tipi defektleri ise probu üst özofagusa doğru hafif geri çekerek ve açığı 120°±20°ye doğru artırarak incelemek bu defektlerin daha rahat görüntülenmesini sağlar. Inferior vena kava (IVC) (posterior inferior) "rim" ve superior vena kava (SVC) (posterior superior) "rim" bu pencereden ölçülür (Şekil 10B).



**Şekil 9. A-B. (A) Orta özofagus aort kapak kısa eksen görüntüsü, aortik (anterior superior) ve posterior rimlerin ölçümü (eksik aortik rim). (B) Orta özofagus dört boşluk görüntüsünde AV kapak ve posterior rimlerin ölçümü.**



**Şekil 10. A-B. (A) Orta özofagus bikaval görüntüde SVC tip sinüs venozus ASD görüntülemesi. (B) Orta özofagus bikaval görüntü, SVC ve IVC rimlerinin ölçülmesi.**

### Orta Özofagus Uzun Eksen Görüntü

Perkütan kapama cihazı yerleştirildiğinde LA'nın çatısını veya kubbesini değerlendirmek için kullanılır. Bu pencere 120°, 135° ve 150°'lik çok düzlemlerle açılarak orta özofagustan elde edilir. Sol atriyal apendiksten devam eden rotasyon ile sol pulmoner venlerin LA'ya girişi değerlendirilebilir.

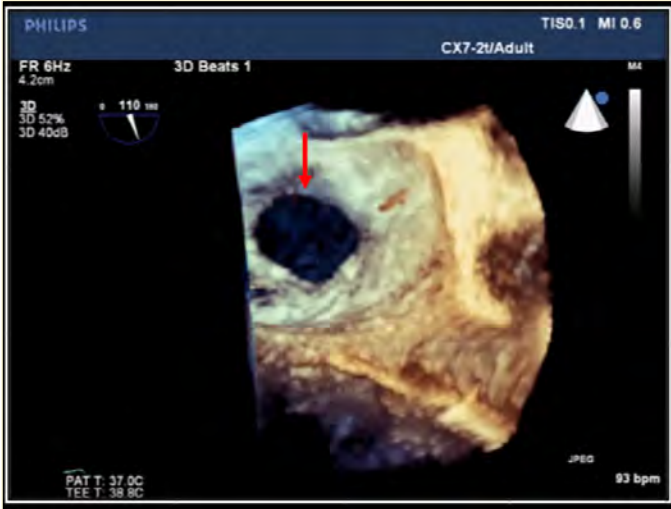
### 3B TÖE ile Görüntüleme

ASD değerlendirmesinde 3B TÖE, 2B TÖE için tamamlayıcıdır ve özellikle kompleks anatomik yapıdaki defektlerde vazgeçilmezdir. Kapsamlı bir 3B inceleme, genellikle standart görüntüleme pencerelerinden 2B görüntü optimizasyonu sonrası, gerçek zamanlı, dar açılı bir görüntüleme ile başlanıp, daha yüksek zamansal ve uzaysal çözünürlüğe sahip görüntüler elde etmek için elektrokardiyografik olarak işaretli, 3B geniş açılı ve zoom görüntüler elde edilir. Tüm standart 2B TÖE pencerelerinden 3B görüntü elde edilebilir, ancak en sık bikaval pencere kullanılır. Bu pencere, 3B görüntüleme modalitelerinin her biri tarafından yakalanabilir ve ultrason dalgalarının septuma dik gelmesi nedeniyle tüm septumu değerlendirmek için en sık kullanılan penceredir.

Zoom modda görüntüleme ile piramidal veri setlerinin derinliği, bu pencerede sadece atriyal septumun sol ve sağ taraflarını içerecek şekilde ayarlanmalıdır. Hem superior hem inferior vena kava görüntü penceresine alınmalıdır. Piramidal veri setinin 90° yukarı- aşağı açılmasıyla, septumun sol atriyum tarafı "en-face" olarak gösterilebilir. Atriyal septumun sol tarafı elde edildikten sonra, saat yönünün tersine 180°'lik bir dönüş, atriyal septumun sağ tarafını ve septum üzerinde bir çöküntü olarak fossa ovalis gösterecektir. Uygun gain ayarı ile bu pencere, sistol ve diyastolde ASD'nin boyutunu ve şeklini ölçmek için kullanılır (Şekil 11).

### ASD Kapama Endikasyonu, Şant ve Hemodinamik Değerlendirme

ESC 2020 Erişkin Doğumsal Kalp Hastalığı Tedavi Kılavuzu, sağ ventrikül volüm yüklenmesi (artmış atım hacmi ile sağ ventrikül genişlemesi) bulgusu olan ve sol ventrikül hastalığı ve pulmoner arteriyel hipertansiyonu olmayan (invazif olmayan PAB yüksekliği bulgusu olmaması veya böyle bulgular varsa PVR<3WU olduğu invaziv olarak gösterildiği) hastalarda bulgulardan bağımsız olarak ASD'nin kapatılması önerilmektedir (sınıf I, kanıt düzeyi B). Teknik olarak uygun hastalarda sekondum ASD için cihaz ile per-



**Şekil 11. ASD'nin 3B görüntülenmesi, defekt şekli, sayısı, sistol ve diyastolde defekt çapının incelenmesi.**

kütan kapama önerilmektedir (sınıf I, kanıt düzeyi C).<sup>18</sup> ASD hastalarında şant ve hemodinamik değerlendirme yapılırken, hem yapısal inceleme hem de renkli ve spektral Doppler ile inceleme yapılmalıdır. ASD'den şant yönü genellikle soldan sağdır ancak önemli pulmoner hipertansiyon varlığında şant yönü sağdan sola veya çift yönlü olabilir. Renkli Doppler'e ek olarak pulse wave spektral Doppler de şantın yönünü belirlemek için kullanılabilir. Renk skalası ayarları düşük hızlı akıma uygun olarak (25-40 cm/sn) optimize edilmelidir. Mitral stenoz, bozulmuş LV kompliyansı veya LV çıkış obstrüksiyonundan kaynaklanan artmış basıncı olan vakalarda, soldan sağa daha yüksek hızlı şant ortaya çıkacaktır. Şant miktarı, pulmoner kan akımının (Qp) sistemik kan akımına (Qs) oranı hesaplanarak tahmin edilebilir. Bu RV ve LV çıkış yolunun maksimum sistolik çapları ve pulse wave Doppler ile elde edilen sistolik hız zaman integrallerinin (VTI) ölçülmesi ile formül üzerinden hesaplanır.<sup>19</sup> Bu yöntem oksimetrik yöntemlerle karşılaştırılmış, eşlik eden pulmoner hipertansiyon, mitral ve triküspit yetersizliği, ventriküler septal defekt ve Eisenmenger gibi patolojilerin varlığında da doğrulanmıştır.<sup>20</sup> Sağ kalp boşluklarındaki dilatasyon değerlendirilmelidir. Dilatasyonun şiddeti, bu yapıların nispi kompliyansı ve nispi sistemik ve pulmoner vasküler dirençlerin yanı sıra ASD'nin boyutu ile ilişkilidir. Çoğu hastada, LV ile karşılaştırıldığında RV'nin daha fazla "kompliyansı" ve sistemik dolaşım ile karşılaştırıldığında pulmoner dolaşımın daha düşük direnci, RV'nin dilatasyonuna yol açan net bir soldan sağa şant ile sonuçlanır. Bazalde 41 mm'den büyük ve orta düzeyde 35 mm'den büyük bir RV çapı RV dilatasyonunu gösterir. Benzer şekilde, 83 mm'den büyük bir boylamasına (longitudinal) çap, RV genişlemesini gösterir.<sup>21</sup> Üç boyutlu ekokardiyografi ile ölçülen ve vücut yüzey alanına göre endekslenmiş RV end-diyastolik hacim erkekler için  $\geq 87$  mL/m<sup>2</sup> ve kadınlar için  $\geq 74$  mL/m<sup>2</sup> ise artmış olarak kabul edilir.<sup>22</sup> ASD yoluyla soldan sağa şant gibi aşırı hacim yüklenmesi durumunda RV genişledikçe interventriküler septum diyastolde LV'ye doğru yer değiştirir ve diyastolik septal düzleşmeye neden olur. ASD'si olan ve pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda sistolik septal düzleşme de mevcut olabilir. Diyastolik ve sistolik ventriküler septal düzleşmenin görsel değerlendirilmesi, RV hacim ve/veya aşırı basınç yükünün teşhisine yardımcı olmak için kullanılmalıdır. Pulmoner hipertansiyon açısından değerlendirme, müdahaleden önce bir ASD'nin ekokardiyografik

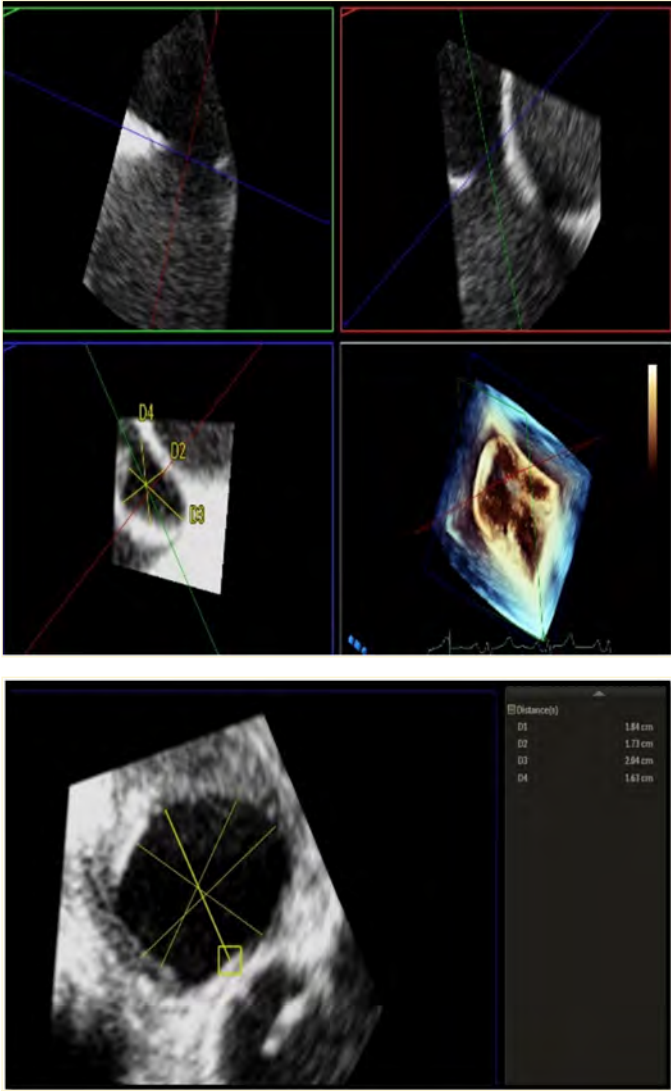
incelemesinin önemli bir parçasıdır. Sistolik PA basıncı, triküspit yetersizliği jet hızı (V) ve basitleştirilmiş Bernoulli denklemi kullanılarak RV sistolik basıncından tahmin edilir: "RV Sistolik Basıncı =  $4(V)^2 +$  Tahmini RA Basıncı". Normalde pik RV sistolik basıncı 30-35 mmHg'den az olmalıdır. PA diyastolik basıncı, pulmoner yetersizlik diyastol sonu hızından benzer şekilde tahmin edilebilir ve ortalama PA basıncı ise zirve pulmoner yetersizlik diyastolik hızından tahmin edilebilir.<sup>23</sup> Devam eden RV volüm yüklenmesi ve zamanla artan PA akımı ile bazı hastalarda pulmoner hipertansiyon (PH) gelişmekte ve daha küçük bir yüzdede ise geri dönüşümsüz pulmoner vasküler hastalık gelişebilmektedir.<sup>24</sup> ASD tipi de pulmoner hipertansiyonun sıklığı ve hızı ile ilişkilidir. Sinüs venozus tip defektler, sekondum ASD'lere göre daha erken ve daha sıklıkla pulmoner hipertansiyon ile ilişkilidir.<sup>25</sup> Pulmoner hipertansiyon bulguları olan tüm hastalara kapama kararı vermeden önce sağ kalp kateterizasyonu yapılarak PVR hesaplanması ESC kılavuzlarınca zorunlu tutulmuştur. PVR  $\geq 5$  WU olan hastalara perkütan kapama önerilmez, hedefe yönelik PAH tedavisi sonrasında PVR değeri 5 WU'nun altına düştüğünde ve önemli sol-sağ şant varlığında (Qp/Qs  $>1.5$ ) pencere ASD kapatılması düşünülebilir (sınıf IIb, kanıt düzeyi C). PVR değeri 3-5 WU aralığındaki hastalarda önemli şant varlığında ASD kapatılması sınıf IIA, kanıt düzeyi C olarak önerilmektedir.<sup>18</sup>

Yaşla birlikte ortaya çıkan LV diyastolik disfonksiyonu, soldan sağa şantı artırabilir ve buna bağlı olarak RV hacim yüklenmesi kötüleşebilir. Bu hastalar ayrıca ASD'lerinin kapatılmasından sonra pulmoner ödem ile akut kalp yetmezliği riski altındadır. Mitral inflow akım ve anüler hızların değerlendirilmesi ile LV diyastolik fonksiyonunun işlem öncesi ekokardiyografik olarak değerlendirilmesi bu hastalardan bazılarını tanımlayabilir. Bununla birlikte LV diyastolik disfonksiyonu, ASD ile sol kalp ve sağ kalp arasındaki basınç eşitlemesi ile maskelenebilir. Bu durumlarda, ASD kapama işlemi öncesi balon oklüzyon testi ve LA basıncının ölçümü ile, pulmoner ödem riski taşıyan hastaların belirlenmesi ve kapama/pencere kapama/kapamama yönünden dikkatli bir şekilde tartışılarak karar verilmesi önerilmektedir.<sup>18,26</sup>

### ASD Çapının Ölçümü ve Cihaz Seçimi

Perkütan transkateter kapama için ideal defekt, maksimum çapı 20 mm'den küçük, sağlam ve yeterli boyutta rimleri olan tek bir ASD'dir, ancak çapı 40 mm'ye kadar olan defektler perkütan yolla başarıyla kapatılabilmektedir.<sup>27</sup> ASD'nin boyutu kalp siklusu sırasında değişir; maksimal ASD çapı ventriküler sistolün sonunda ölçülmelidir.<sup>28</sup> Kalp siklusuna göre ASD çapındaki değişikliğin %50 ve üzerine çıkması *dinamik ASD* olarak adlandırılmaktadır ve cihaz erozyon riskini artıran bir durum olarak tanımlanmıştır.<sup>4</sup> 2B TÖE ile dört TÖE penceresinde (0, 45, 90, 135) alınan maksimum iki boyutlu ölçümler benzerse (en fazla 1-2 mm fark), en büyüğü ASD boyutu olarak alınır. Ölçümler önemli ölçüde farklıysa ( $\geq 3$  mm), 3B TÖE ile defektin şeklinin ortaya konması ve ölçümlerin alınması önerilmektedir. Seçilecek cihaz boyutunun, ölçülen ASD boyutu artı %20 olarak hesaplanması önerilmektedir.<sup>29</sup> Ancak atriyal septal anevrizma varlığı veya aortik rimin olmadığı durumlarda %25 olarak ilave edilmesi önerilmektedir.<sup>30</sup> Renkli Doppler ekokardiyografi ile ölçülen maksimal jet genişliğinin hem TTE hem de TÖE ölçümlerinde, defektin doğrudan cerrahi olarak ölçülen çapı ile orantılı olduğu, ancak yalnızca bu ölçüm kullanıldığında hataya yol açabileceği; bu nedenle, renksiz 2B veya 3B ölçümlere güvenilmesi önerilmektedir. Cihazlar arasındaki renk kalitesi ve renk ayarlarındaki değişkenlik, atriyal septum üzerinde aşırı renklenmeye neden olarak gerçek defekt çapının olduğundan büyük ölçülmesine neden olabilir.<sup>31</sup> 3B MPR, ASD ve





Şekil 12. 3B-TÖE 'de MPR ile defekt çapının ölçümü.

rimlerinin ayrıntılı bir değerlendirmesini sağlar ve defekt çapının ölçümünde altın standart metottur. 3B görüntüleme ile, defektin gerçek uzun ve kısa eksen çapları hızlı ve en doğru şekilde elde edilir (Şekil 12). 3B TÖE ASD ölçümleri, 2B ile karşılaştırıldığında daha doğru görünmektedir. En son geliştirilen 3B yazılımlar, ASD çapının canlı 3B görüntüden anında ve canlı 3B görüntü üzerinden doğrudan ölçümlerin yapılmasına izin verir ve işlem sırasında kullanılabilir kılar.<sup>30,32</sup>

Balon sizing işlemi defekt çapının ve dolayısıyla cihaz boyutunun belirlenmesinde alternatif ölçüm metodudur. İşlem sırasında içine opak madde ile serum fizyolojik karışımı konularak tam defekt üzerinde şişirilen balon, ekokardiyografik olarak görüntülenir ve renkli Doppler ile akımın kaybolduğu anda ölçüm alınır (stop flow tekniği). Şişirilmiş balonun santral en dar kısmı bize defekt çapını vermektedir. Aynı ölçüm skopi üzerinden de kontrol edilir. Bu çap kullanılacak cihaz çapına eşittir. Aortik rim eksikliği olan hastalarda bile erozyon riski nedeniyle balon çapından 2-4 mm'den büyük cihaz alınmamalıdır. Bu şekilde gerilmiş ASD çap ölçümünün defekt çapında artışa yol açabileceğine dair yayınlara ve özellikle 3B ekokardiyografinin oldukça başarılı çap ölçümleri nedeniyle bizim gibi birçok merkez balon sizing işlemini rutin uygulamaktan

vazgeçmiştir. Ancak floppy rimler veya multiple defekt varlığı gibi durumlarda uygulanması yararlı olabilir.<sup>33</sup>

### ASD Rimlerinin Ölçümü

Hastanın PTK adayı olup olmadığını belirlemek için TÖE yapılarak tüm rimlerin ölçülmesi kritik önem taşır. Bu amaçla 2B ve 3B ölçümler kullanılabilir. Çevreleyen dokunun kenarları (rim), çevreleyen bitişik anatomik yapılara göre adlandırılır. Rim dokusunun sağlamlığı ve bütünlüğü önemlidir, ince ve gevşek yapıdaki rimlerin, yeterli uzunlukta görünmesine rağmen cihaz diskini tutacak güce sahip olması pek olası değildir. Ölçümler rimlerin kalın kısımlarından itibaren yapılmalı, ince ve zayıf kısımlar ölçüme dahil edilmemelidir (Şekil 9A-B, 10B). Rimlerin iki boyutlu minimum ölçüsü dikkate alınmalı ve en az 5 mm uzunluğunda olmalıdır. En önemli ve olmazsa olmaz rim IVC rimidir. Başarılı transkateter ASD kapama için yeterli SVC, RUPV, IVC ve AV kapak rimlerine sahip olmak zorunludur. ASD'li hastaların %40'ından fazlasında aort rimi <5 mm'dir (Şekil 10A). Eksik aortik rim, cihaz ile kapama için mutlak bir kontrendikasyon oluşturmasa da erozyon için potansiyel bir risk faktörü olarak değerlendirilmiştir.<sup>34</sup> Ancak operatörlerin tecrübeleri arttıkça daha az rime sahip defektler de başarılı şekilde kapatılabilmektedir. İki veya daha fazla rimde eksiklik olması durumunda PTK önerilmez. ASD kapama açısından değerlendirilen hastada bakılması gereken rimler ve özellikleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. TÖE ile sekundum ASD değerlendirmesinde rimler ve önerilen görüntüleme pencereleri

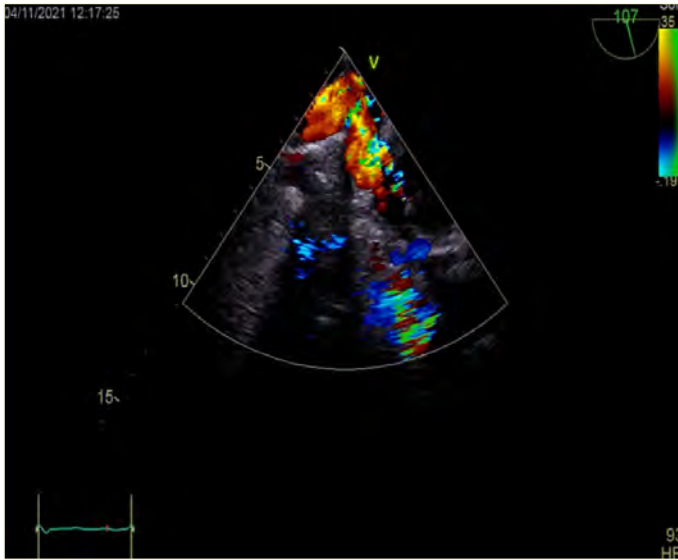
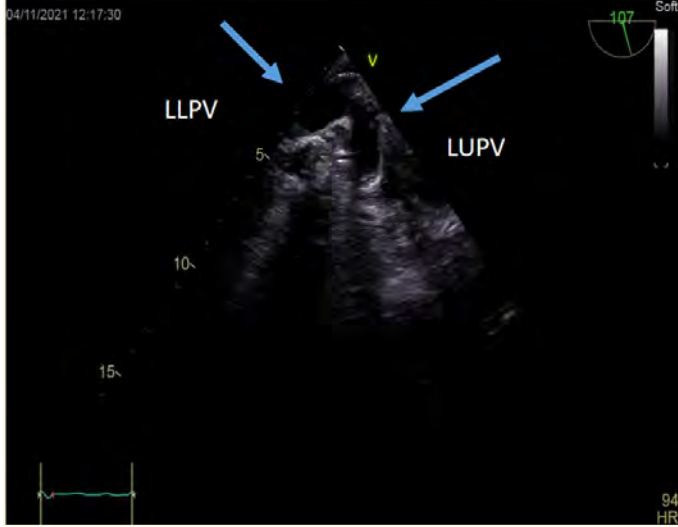
Anatomik rim	Atrial septal anatomi	Probu konumu	Önerilen çok düzlemler açılar	İşlem esnasında kullanım alanı
Aortik rim	ASD ile AoV halkası ve aort kökü arasındaki superior-anterior rim	orta özofagus/ kısa eksen görüntüsü	30°, 45°, 60°, 75°	Cihazın AoV ve posterior atriyal duvarla ilişkisi
AV kapak rimi	ASD ve AV kapaklar arasındaki inferior-anterior rim	orta özofagus/ dört boşluk görüntü	0°, 15°, 30°	AV kapaklar ile cihaz ilişkisi
SVC rimi	ASD ve SVC arasındaki superior-posterior rim	orta özofagus/ bikaval görüntü	90°, 105°, 120°	RA çatısı/ kubbesi ile cihaz ilişkisi
IVC rimi	ASD ve IVC arasındaki inferior-posterior rim	orta özofagus/ bikaval görüntü	90°, 105°, 120°	RA çatısı/ kubbesi ile cihaz ilişkisi
Posterior rim	ASD ve posterior atriyal duvarlar arasındaki posterior rim	orta özofagus/ dört boşluk görüntüsü	0°, 15°, 30°	posterior atriyal duvarla cihaz ilişkisi
Sağ üst pulmoner ven (RUPV) rimi	ASD ve RUPV arasındaki arka kenar	Orta- üst özofagus/ basal transverse görüntü	0°, 15°, 30°, 45°	atriyal çatı ile cihaz ilişkisi

### Eşlik Eden Anomalilerin İncelenmesi

#### Pulmoner Venöz Dönüş Anomalisi (PVDA)

PVDA nispeten nadirdir, sadece yetişkin popülasyonun %0,1- %0,4'ünde görülür.<sup>35</sup> İzole görülebileceği gibi ASD ile daha sıklıkla sinüs venozus tip defektlere eşlik etmekle beraber daha nadir

olarak sekundum tip defektlere de eşlik edebilir. Yetişkin popülasyonda anormal pulmoner venlerin çoğu sol üst lobda, daha az sıklıkta ise sağ üst lobda görülür.<sup>4,36</sup> TÖE ile sağ pulmoner venleri görüntülemek için prob mid-özofajiyal yerleşimde  $45^\circ \pm 10^\circ$  de saat yönünde rotasyon yapılarak kademeli olarak geriye doğru



Şekil 13. Pulmoner ven görüntülemesi.

çekilir, sol pulmoner venler ise aynı seviyede  $120^\circ \pm 10^\circ$  de saatin tersi yönde rotasyon ve probun kademeli olarak geri çekilmesi ile görüntülenebilir (Şekil 13A-B).<sup>37</sup> Pulmoner ven görüntülemesi, ASD görüntülemesinin vazgeçilmez bir parçasıdır ve işlem öncesi her dört pulmoner venin ağızları görüntülenmeli, şüphe halinde kardiyak MR anjiyografi veya çok kesitli BT anjiyografi ile incelenmeli, dönüş anomalisi olan olgular cerrahi kapamaya yönlendirilmelidir (Şekil 14A-B-C).

### Çoklu Defektler

Birden fazla sayıda ASD varlığını dışlamak için atriyal septum renkli Doppler ve 3B TÖE ile taranmalıdır (Şekil 15A-B). Ostiyum sekundum ASD'li hastalarda çoklu defekt oranı %7,3'tür.<sup>38</sup> ASD'lerin birbirine yakın olduğu durumlarda, defektler arasındaki mesafe, kullanılacak cihaz sayısını belirlemek için önemlidir. Bu mesafe 7 mm ve altında ise tek cihazla kapama işlemi yapılabilir. İki ayrı septal defektin varlığında önemli bir endişe de ilave başka defektlerin gözden kaçırılması olasılığıdır. 3B TÖE ve renkli Doppler ile tarama dışında işlem sırasında balon ile mevcut defektin kapatılmasını takiben renkli Doppler ile tüm septum boyunca tarama yapılabilir.

### Atriyal Septal Anevrizma

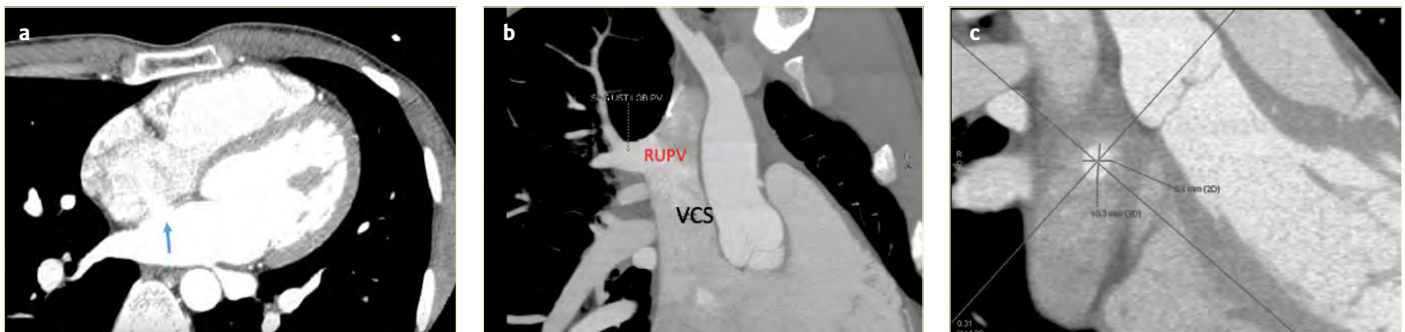
ASA, artmış mobilite ile ilişkili atriyal septumun fazlalığı veya sakküler deformitesidir. ASA, atriyal septum düzleminden RA veya LA'ya 10 mm'lik veya toplam 15 mm'lik kombine bir sapma olarak tanımlanır. ASA, çoklu septal fenestrasyonlarla (multifenestre ASD) ilişkilendirilmiştir (Şekil 16A-B). Defekt çapı (<20 mm) olan ASD, bir PFO kapama cihazı ile kapatılabileceğinden, septal anevrizma ile ilişkili bir ASD'nin boyutunu dikkatli bir şekilde ölçmek önemlidir. İlişkili defekt çapı >20mm olduğunda ise bir ASD kapama cihazı kullanılmalıdır.<sup>39</sup>

### Östakiyan Kapağı

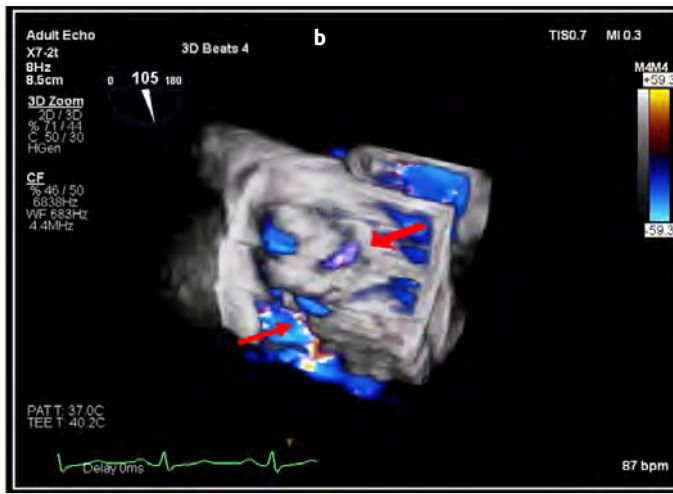
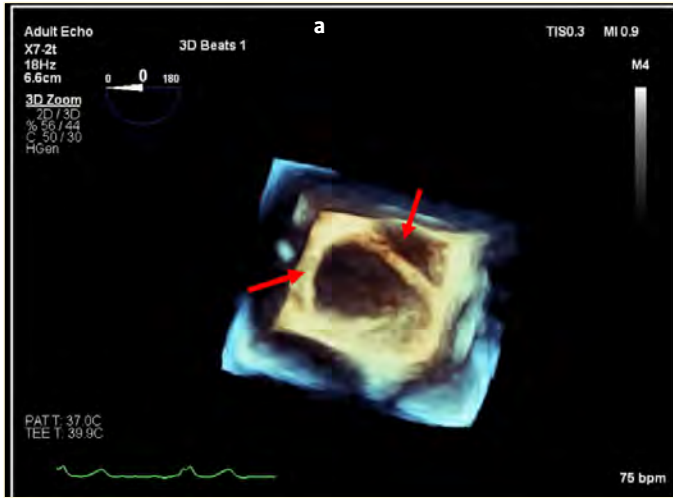
İnferior vena kavanın ağzında sağ atriya uzanan embriyolojik kalıntı olan östakiyan kapak boyutu ve IAS'ye olan yakınlığı ekokardiyografik değerlendirmede not edilmelidir. IAS'ye yakın olan büyük bir valve, kapatma cihazının RA tarafının açılması esnasında cihaz ile etkileşebilir, defektin yanlış değerlendirilmesine yol açabilir ve işlem esnasında zorluk oluşturabilir. Bu gibi vakalarda kapama işleminin TÖE eşliğinde yapılması önerilmektedir.<sup>4</sup>

### Chiari Ağı

Chiari ağı; tellerin, kateterlerin, kılıfların, kabloların ve cihazın RA'dan geçişi esnasında onlarla etkileşebilir. Bu nedenle ASD'nin cihazla kapatılmasından önce Chiari ağı varlığının araştırılması, ekokardiyografik değerlendirmenin bir parçası olmalıdır.<sup>4</sup>



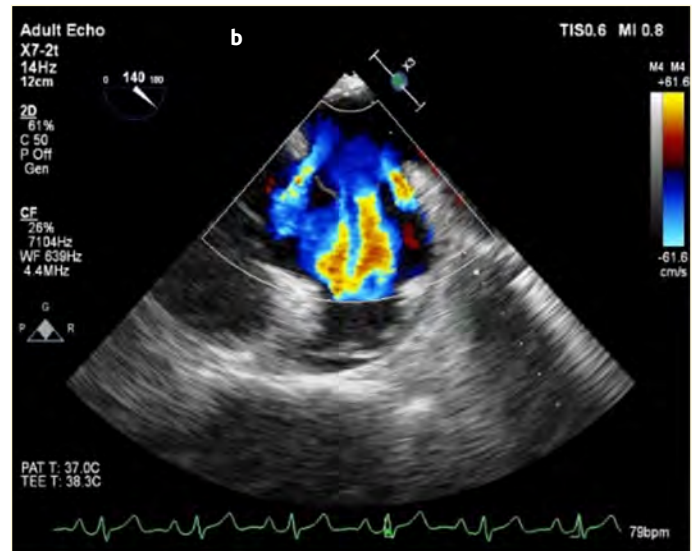
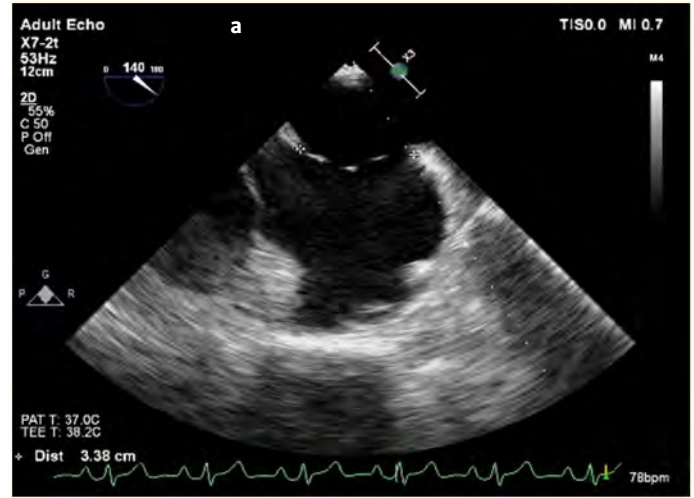
Şekil 14. A-B-C. (A) Sekundum tip ASD hastasında çok kesitli BT anjiyografi ile soldan sağa geçişin gösterilmesi. (B) Sekundum tip ASD hastasında çok kesitli BT anjiyografi ile parsiyel venöz dönüş anomalisinin gösterilmesi. Sağ üst pulmoner venin VCS'ye döküldüğü görülmekte. (C) Sekundum tip ASD hastasında defekt çapının MPR yöntemi ile ölçülmesi.



Şekil 15. A-B. Çoklu defektlerin 3B TÖE ile görüntülenmesi

### Kardiyovasküler Manyetik Rezonans Görüntüleme

Son yıllarda kardiyak MR, konjenital kalp hastalıklarının değerlendirilmesinde önemli bir görüntüleme modalitesi olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>40</sup> Üstün temporal ve spatial rezolüsyon, daha az operatör bağımlılığı, geniş görüntü penceresi, 3B multiplanar görüntüleme, detaylı kardiyovasküler anatomik görüntüleme ve fizyolojide yüksek doğruluk ve tekrarlanabilir ölçümlere ve hesaplamalara imkân sunar. Sağ kalp volümlerinin hesaplanmasında altın standart görüntüleme yöntemidir.<sup>41</sup> ASD hastalarında faz kontrast MR (phase contrast CMR) ile 3B en-face defekt görüntülenmesi yapılabilir, defekt çapı ölçümü yapılabilir, kardiyak volümler hesaplanabilir ve sol-sağ şant oranı direkt olarak ölçülebilir. Kardiyak MR ile yapılan defekt çap ölçümleri, balon sizing ile yapılan ölçümlerle oldukça korele ve 2B TÖE ölçümlerine üstündür. Kardiyak MR, parsiyel pulmoner venöz dönüş anomalisi gibi ilave intrakardiyak ve ekstrakardiyak anomalileri tespit etmede oldukça başarılıdır. TÖE ile görüntülenememiş veya atlanmış pulmoner venöz dönüş anomalileri kardiyak MR ile tespit edilebilir. Yine TÖE ile görüntülenmesi zor olan posterior inferior rimleri görüntülenmede oldukça başarılıdır. Bir çalışmada eksik posterior inferior rim saptanan hastaların %70'inde kardiyak MR ile bu rimin yeterli olduğu ve perkütan kapamaya uygun olduğu tespit edilmiştir.<sup>42</sup> Floppy ince septumlardaki defektler kardiyak MR ile gözden kaçırılabilir, bu hastalarda alternatif görüntüleme teknikleri kullanılmalıdır. Yine protez kapak

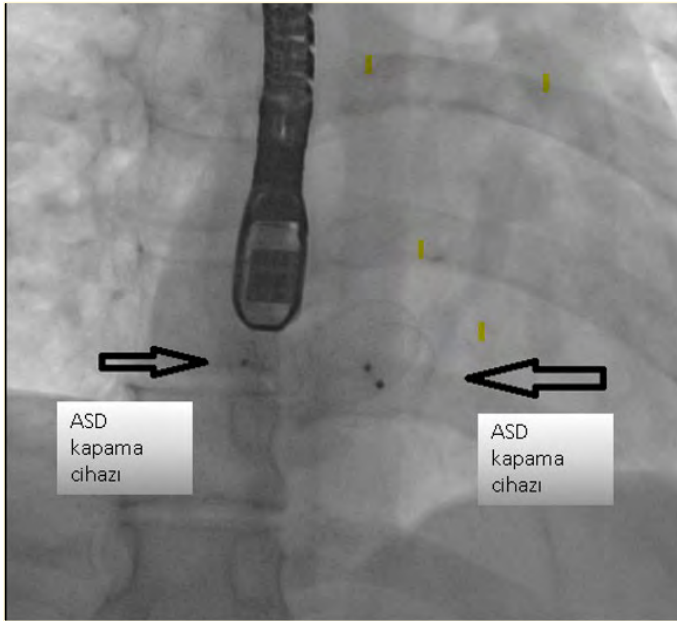


Şekil 16. A-B. Multifenestre ASD: Aynı hastada septum üzerinde 4 farklı defekt ve renkli Doppler ile her birinden soldan sağa geçişin görüntülenmesi.

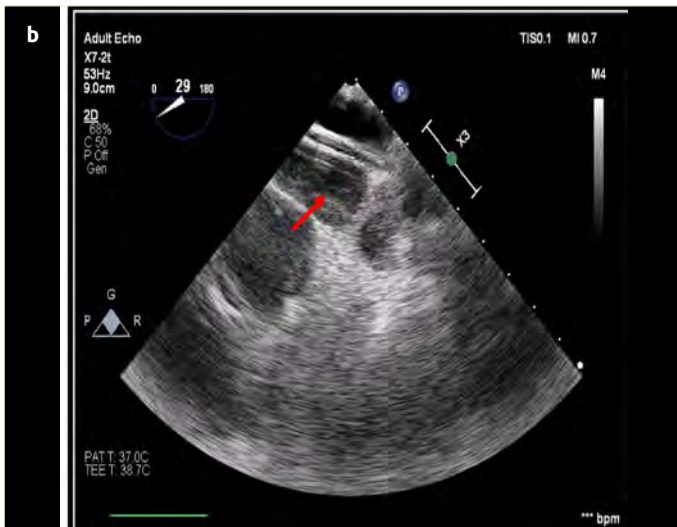
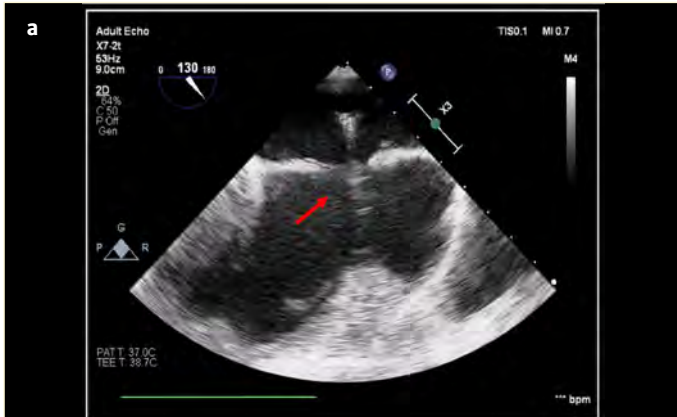
hastaları, klostrifobisi olan hastalar ve iyi nefes tutamayan hastalarda MR kullanımı sınırlıdır.

### Kardiyak Bilgisayarlı Tomografi ile Görüntüleme

Bilgisayarlı tomografi teknolojisinde son yıllarda meydana gelen gelişmeler, konjenital kalp hastalarında kardiyak morfoloji ve fonksiyonların düşük doz radyasyon maruziyeti ve yüksek çözünürlük ile belirlenmesine imkân sunmuştur. BT ile non invaziv olarak Qp/Qs oranı ölçülebilir, defekt çapı ve şekli belirlenebilir, rim ölçümleri yapılabilir. BT ile hesaplanan Qp/Qs oranı sağ kalp kateterizasyonu ile korele olarak tespit edilmiştir (Şekil 14A). ASD'nin değerlendirilmesinde BT kullanımı güvenilir bir seçenek olarak sunulmakta, pulmoner venöz dönüş anomalisi gibi ilave malformasyonların tanınması açısından da bir fırsat sunmaktadır (Şekil 14B). MPR yöntemi ile ölçülen defekt çapı ve "rim"ler TÖE ile korele sonuçlar sunmaktadır (Şekil 14C). Yine sağ ve sol kalp volümleri ölçülebilir. İlave olarak eşlik eden koroner arter anomalileri ve özellikle biraz daha yaşlı hastalarda koroner arter darlıkları eş zamanlı görüntülenebilir. Kontrast madde kullanımı ve eskiye göre daha az olsa da radyasyon maruziyeti önemli kısıtlılıklarıdır.<sup>43-44</sup>



**Şekil 17.** Sinefloroskopi ile hastaya yerleştirilen iki adet ASD kapama cihazının görüntülenmesi. Multifenestre ASD hastasında, interatriyal septumda yer alan 4 adet defekt, 2 farklı cihaz ile kapatılmıştır.



**Şekil 18. A-B.** İşlem esnasında kılavuz telin defekt boyunca geçişi ve sol üst pulmoner vene konumlandırıldığıının görüntülenmesi.

## İşlem Esnasında Görüntüleme

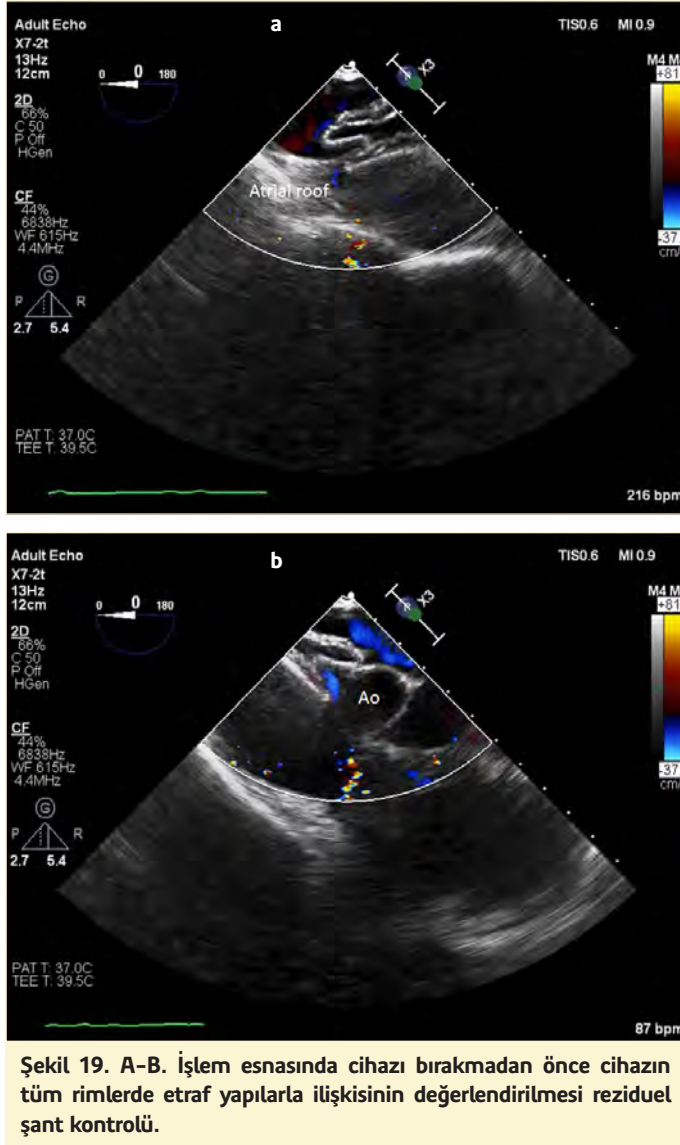
### Sinefloroskopi

Floroskopi, perkütan kapama işlemi esnasında kateter laboratuvarında kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. İşlem sırasında, floroskopik görüntüleme ekokardiyografik görüntülemenin tamamlayıcısıdır. Sinefloroskopi özellikle kılavuz tel ve kapama cihazlarının ilerletilmesi, yerleştirilmesi ve serbestleştirilmesi sırasında girişimsel kardiyoloğa kılavuzluk eder (Şekil 17).

### Ekokardiyografi

ASD'lerin perkütan transkateter kapatılması sırasında prosedürel rehberlik için temel görüntüleme yöntemidir. TTE, TÖE, 3B görüntüleme veya ICE ile gerçek zamanlı prosedürel ekokardiyografi, cihazın yerleştirilmesinden önce, yerleştirme sırasında ve sonrasında önemli bilgiler sağlar. Her görüntüleme yönteminin kendi avantajları ve dezavantajları olmakla beraber, hepsi hasta ve cihaz seçimi, prosedür rehberliği, komplikasyonların izlenmesi ve sonucun değerlendirilmesinde kullanılabilir ve ayrıntılı bilgi sunar. Transtorasik ekokardiyografi, bunlar içinde en az invaziv görüntüleme yöntemidir ve özellikle daha küçük yapılı hastalarda işlem rehberliği için yeterli olabilir. Sınırlamaları, daha büyük yapılı hastalarda yetersiz görüntü kalitesi, floroskopi ve cihazla ilgili artefaktları içerir. TTE kullanmanın daha kısa işlem süresi, daha kısa hastane yatışı ve genel anesteziden kaçınılması nedeniyle daha düşük maliyet avantajları vardır.<sup>45-47</sup>

Transözofajeal ekokardiyografi işlem esnasında daha ayrıntılı bilgi sağlar. Hasta konforu ve aspirasyon riskini azaltmak için bilinçli sedasyon veya genel anestezi gerektirmesi dezavantajdır. TÖE rehberliğinde yapılan kapama işlemi esnasında, bir kılavuz tel defekt ve sol atriyum boyunca ilerletilerek, genelde sol üst pulmoner vene (LUPV) yerleştirilmektedir (Şekil 18A-B). Görüntülemeci, mid özofajiyal 40°-60° görüntüde kılavuz teli takip etmeli ve RA'dan defekt ve sol atriyum yoluyla LUPV'ye doğru konumlandırılmasını doğrulamalıdır. Live 3B görüntüleme ile kılavuz kateterler net biçimde izlenebilmekte ve operatör eş zamanlı olarak yönlendirilebilmektedir. Sol atriyal apendiks ince duvarlı bir yapı olduğundan, kateterlerin ve sert kılavuz tellerin perforasyona ve perikardiyal efüzyona yol açmasını önlemek önemlidir. Cihaz "delivery sheath"e yüklendikten sonra yerleştirme işlemi TÖE rehberliğinde gerçekleştirilmelidir. Sheat ucunun sol atriyum tarafında olduğundan emin olunduktan sonra sol disk yerleştirilebilir. Cihaz daha sonra TÖE kılavuzluğunda IAS'ye doğru geri çekilir, böylece cihazın alt kısmı aortik rim veya aort kökünü yakalar. Daha sonra cihaz, üst kısmı ASD'nin üst kısmını yakalayacak şekilde RA'ya doğru geri çekilir. TÖE ile, LA diskinin ASD'nin kenarlarına iyi bir şekilde yerleştirildiğinden emin olduktan sonra cihazın sağ atriyal diski RA içinde açılır ve cihaz defektin kenarlarını kavramış olur. Görüntülemeci, her iki diskin de iyi apozisyonunu doğrulamalı ve rezidüel şanti değerlendirmelidir (Şekil 19A-B). Ayrıca kılavuz önerileri doğrultusunda AoV ve posterior atriyal duvar, AV kapaklar ve atriyal çatı ile cihaz ilişkisini değerlendirmelidir (Tablo 4). Yetersiz IVC rimi olan hastalarda, IVC veya CS akımlarında obstrüksiyona neden olabilir. Yetersiz AV rim varlığında, cihaz, mitral yaprakçıklarla etkileşerek mitral yetersizlik oluşturabilir. Yetersiz SVC rimi varlığında SVC ve RUPV akımları tehlikeye girebilir. Santral veya cihaz kenarından küçük rezidüel şantlar hiç de nadir değildir. Bunlar klinik olarak anlamlı değildir ve cihazın endotelizasyonundan sonra kaybolur. Aortik rim yokluğunda, aortun etrafına yerleştirilen cihazın tipik bir "Y" paterni ortaya koyması gereklidir. Bu görünüm yoksa erozyon riski nedeniyle cihazın yeniden konumlandırılması gerekir. Minnesota manevrasından sonra cihaz serbest bırakılır.<sup>4,48</sup>



### İşlem Sonrası Görüntüleme

Erken dönemde, cihazın yerleştirilmesinden sonraki gün TTE yapılmalıdır. TÖE ise genellikle klinik bir komplikasyon şüphesiyle veya TTE ile karar verilemediği durumda yapılır. İşlemden hemen sonra şant varlığı için renkli Doppler ve ajite salin ile yapılan kontrast ekokardiyografi ile değerlendirme yapılmalıdır. Ayrıca cihaz ve komşu anatomik yapılar, cihazın uygunsuz yerleşimi, aortik, mitral veya triküspit kapak fonksiyonları, vena kaval, CS veya pulmoner venöz dönüş obstrüksiyonu ve perikardiyal efüzyon varlığı değerlendirilmelidir. İşlemden sonraki 3, 6 ve 12. aylarda ve daha sonra ise klinik olarak endike olduğunda TTE ile uzun süreli takip yapılmalıdır. Uzun süreli takip için rezidüel şantlar tekrar değerlendirilmelidir. Hastaların %7'sinde cihaz bırakıldıktan hemen sonra erken dönemde rezidüel şant mevcuttur. Uzun vadede %97 hastada tam şant kapanma oranları rapor edilmiştir. Kalan rezidü şantlar genellikle hemodinamik olarak anlamlı değildir.<sup>49</sup> ASD kapatıldıktan sonra kalp yapısı ve işlevleri genellikle normalize olmaktadır. RV volüm aşırı yüklenmesi, işlemden sonra çocuklarda 3 hafta ve yetişkinlerde 1 ila 9 ay gibi kısa bir sürede tersine döner ve sistolik pulmoner arter basıncı takip eden birkaç ay içinde normale yakın seviyelere düşer.<sup>50-51</sup>

### Sonuç

Başarılı perkütan ASD kapamada en önemli parametre defektin ve etraf yapıların etkin bir şekilde görüntülenmesidir. İşlem öncesi, defektin yeri, boyutu, şekli ve rimlerin yeterliliği ekokardiyografik olarak belirlenmelidir. Kardiyak MR, BT ve intrakardiyak görüntüleme yöntemlerinden de faydalanılabilmekle beraber temel görüntüleme yöntemi transözofajeal ekokardiyografidir. Son yıllarda 3B TÖE bu konuda oldukça başarılı neticeler sunmaktadır ve ASD değerlendirmede altın standart görüntüleme yöntemi haline gelmiştir. TÖE işleminin çeşitli nedenlerle uygulanamaması, optimal görüntü elde edilememesi, venöz dönüş anomalisi vb. eşlik eden konjenital anomalilerin araştırılması gibi durumlarda kardiyak MR anjiyografi veya çok kesitli BT anjiyografi kullanılabilir. İntrakardiyak ekokardiyografi özellikle işlem esnasındaki görüntüleme için anestezi ihtiyacını ve ilave görüntülemeci ihtiyacını ortadan kaldırması gibi avantajları nedeniyle kullanımı başarılı sonuçlar vermektedir. Ancak ülkemizde erişimi ve kullanımı çok sınırlıdır. Bizim klinik tecrübemize göre doğru ölçüm kadar görüntülemeci ve girişimsel kardiyoloğun tecrübesi ve işbirliği de işlem başarısını belirleyen en önemli etkenlerdendir.

### Mitral Balon Valvuloplasti İşleminde Görüntüleme

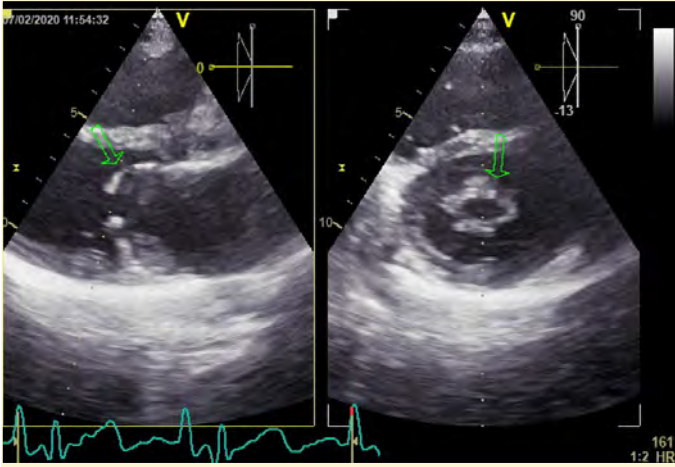
#### Dr. Dilek Çiçek Yılmaz

Romatizmal kalp hastalığı insidansı endüstrileşmiş ülkelerde giderek azalmasına rağmen romatizmal mitral darlığı gelişmekte olan ülkelerde hala sık görülen bir hastalıktır ve önemli bir kardiyovasküler mortalite ve morbidite nedenidir.<sup>52</sup>

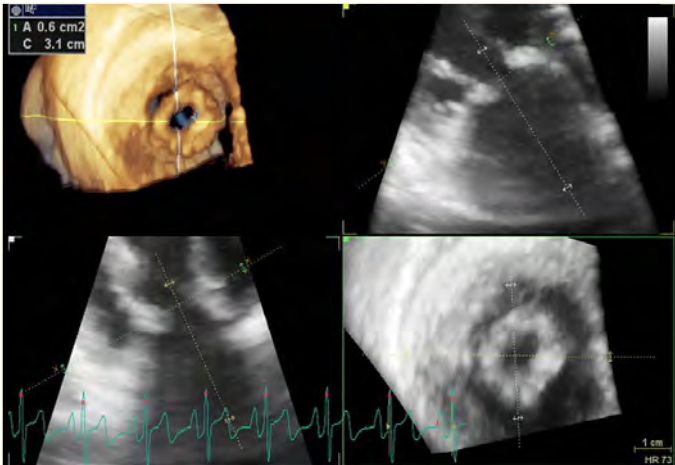
Romatizmal mitral darlığının tedavisi için kapalı mitral komissürotomi ilk olarak 1948 yılında tanımlanmıştır ve bunu kardiyopulmoner bypassın gelişi ile açık komissürotomi izlemiştir.<sup>53</sup> 1984 yılında, Kanji Inuo isimli bir Japon kalp cerrahisi ilk olarak balon mitral valvuloplasti tekniğini tanımlamıştır.<sup>54</sup> O zamandan bu yana perkütan mitral balon valvuloplastinin (PMBV), uygun mitral kapak anatomisi olan ciddi semptomatik romatizmal mitral darlığı olan hastalarda hemodinamik ve klinik iyileşme sağladığı ve mükemmel sonuçlar sağladığı kanıtlanmıştır.<sup>55-58</sup> Avrupa Kardiyoloji Derneği, PMBV'yi izole ciddi mitral darlığı olan ve uygun kapak morfolojisi olan romatizmal hastalarda ilk seçenek tedavi yöntemi olarak önermektedir.<sup>59</sup> Ekokardiyografi romatizmal mitral darlığının tanısı, PMBV için uygunluğunun tespiti, PMBV'ye işlem esnasında kılavuzluk ve işlem sonrası değerlendirmede önemli rol oynar.

#### Romatizmal Mitral Darlığının Tanısı ve PMBV için Uygunluğunun Tespiti

Kronik romatizmal mitral darlığının karakteristik görüntüleme bulguları (1) anterior mitral kapakta doming, anterior mitral kapakın en dar olduğu uçlarda gelişen tipik hokey sopası görünümü, (2) posterior mitral kapakların kısıtlı hareketi veya hareketsizliği, (3) komissürlerin yapışıklığı nedeniyle mitral kapak orifisinin balık ağzı açılımı görünümü ve (4) subvalvüler yapılarıdaki kalınlaşma ve kordal kısalımadır (Şekil 20, Video 5).<sup>60</sup> Doppler ekokardiyografi transmitral kapak gradientlerini tespit için kullanılır. Mitral kapak alanının doğru tespiti PMBV öncesi önemli bir basamaktır. Mitral kapak alanı basınç-yarılanma zamanı veya mitral orifisin direkt planimetrik ölçümü ile hesaplanabilir. Fakat mitral kapak alanının planimetrik direkt ölçümü operatör bağımlı ve zordur. 2 boyutlu planimetrik ölçüm hasta görüntü kalitesi iyi değilse veya en dar enine-kesit kapak açıklığı uygun olarak belirlenmemişse kapak alanını olduğundan fazla ölçülebilir. Basınç-yarılanma zamanı metodu ile ölçümün güvenilirliği, kalbin ön yükü ve sol ventrikül kompliyansındaki değişikliklerden etkilenir.



**Şekil 20. Romatizmal mitral darlığının ekokardiyografik bulguları. Mitral kapaklarda kalınlaşma ve mitral anterior kapakta doming (sol ok), Komissürlerin yapışıklığı nedeniyle mitral orifisin balık ağı görünümünde açılışı (sağ ok).**



**Şekil 21. 3 boyutlu Transözofageal ekokardiyografi ile mitral kapak alanı ölçümü. Multiplan metodu diyastolde maksimal açılma anında orifis alanının ölçümüne olanak verir. Hesaplanan mitral kapak alanı: 0,6 cm<sup>2</sup>.**

3B ekokardiyografi mitral darlığın ciddiyetini kantitatif olarak belirlemede daha üstündür. 3B ekokardiyografik alan ölçümlerinin, invazif olarak Gorlin formülü kullanarak yapılan ölçümlerle kuvvetli korelasyon gösterdiği bilinmektedir.<sup>61</sup> 3B ekokardiyografi görüntülerinin multiplanar reformasyonu, alan ölçümünde en dar stenotik orifisi tespit etmemizi sağlar (Şekil 21, Video 6).

3B ekokardiyografi mitral kapağın değerlendirilmesinde çok yararlı bir yöntem olsa da kullanımı gelişmekte olan ülkelerde yaygın değildir. Bu tutarsızlığı azaltmak için mitral leaflet separasyon indeksi (MLSI) önerilmiştir. Bu yeni indeks mitral kapak alanı ölçümü için yararlı bir destek yöntemi olabilir.<sup>62</sup> MLSI ölçümü için parasternal uzun aks ve apikal 4 boşluk görüntülerden mitral kapakçıkların uçlarındaki açıklık ölçülür ve iki okuma değerinin ortalaması alınır. MLSI, mitral darlığın ciddiyeti belirlemede güvenilir bir yöntemdir. Bir çalışmada, MLSI indeksi 0,70 mm, mitral kapak alanı <1 cm<sup>2</sup> ile, MLSI 0,92 mm, mitral kapak alanı >1,5 cm<sup>2</sup> ile korele bulunmuştur.<sup>63</sup> Birçok çalışma MLSI indeksi ile mitral kapak alanı arasında iyi bir korelasyon rapor etmiştir.<sup>63,64</sup> PMBV öncesi ve

sonrası mitral darlığının değerlendirilmesi için de MLSI kolay ve güvenilir bir ölçüm olarak bulunmuştur.<sup>65</sup> Ayrıca MLSI ile 3B ekokardiyografik olarak mitral kapak alanı ölçümü arasında önemli bir pozitif korelasyon mevcuttur ( $r = 0,93$ ,  $P < ,001$ ).<sup>66</sup>

Ekokardiyografi mitral yetmezliğin ciddiyetinin tespiti için de kullanılır. Mitral yetmezliğin değerlendirilmesi için 3B TÖE olarak mitral kapak kantifikasyonu basit ve otomatize bir metottur ve PMBV öncesi hastalara kolayca uygulanabilir.<sup>67</sup>

Mitral darlığı girişimi planlanan hastalarda; mitral kapak anatomisini, PMBV için uygunluğunu ve işlemin güvenilirliğini dikkatlice değerlendirmeliyiz. PMBV başarısını tahmin için ilk ve en sık kullanılan skorlama sistemi Wilkins skoru olarak bilinir.<sup>68</sup> Wilkins skoru kapakçıkların, komissürlerin ve subvalvüler yapıların anatomik özelliklerini dikkate alır. Skorlama sistemi aşağıda belirtilen ekokardiyografik bulgulara 1'den 4'e kadar bir puan verir: (1) kapak kalsifikasyonu, (2) kapakçıkların hareketi, (3) kapakçıkların kalınlığı ve (4) subvalvüler yapılarıdaki dejenerasyon (Tablo 5). Mitral kapak skoru <8-9 ve orta dereceden az mitral yetmezliği olan hastalar PMBV için en iyi adaylardır. Skoru >9-10 olan ve özellikle orta dereceden fazla mitral yetmezliği olan hastalara ciddi komorbidite sorunu olan vakalar dışında cerrahi tedavi önerilmelidir. Bazalde var olan orta ve ciddi mitral yetmezliği PMBV için kontrendike olarak kabul edilir.

**Tablo 5. Wilkins Sınıflandırmasına Göre Ekokardiyografik Olarak Mitral Kapak Özelliklerinin Derecelendirilmesi**

Derece	Hareket	Subvalvüler Kalınlaşma	Kalınlaşma	Kalsifikasyon
1	Sadece kapakçıkların uçlarında kısıtlılığın olduğu oldukça hareketli kapak	Mitral kapakçıkların hemen altında minimal kalınlaşma	Kapakçıklar normale yakın kalınlıkta (4-5 mm)	Sadece bir alanda artmış eko parlaklığı var
2	Kapakçıkların orta ve bazal kısımları normal hareketli	Kordal yapılarıdaki kalınlaşma kordal uzunluğun üçte birine kadar ulaşıyor	Kapakçıkların ortası normal, kenarlarda belirgin kalınlaşma var (5-8 mm)	Kapakçıkların kenarlarında saçılmış parlaklıklar mevcut
3	Kapak diyastolde öne doğru özellikle bazalden hareket ediyor	Kalınlaşma kordaların distal üçüncü kısmına kadar ulaşıyor	Bütün kapakçığı etkileyen kalınlaşma mevcut (5-8 mm)	Kapakçıkların orta kısımlarına ulaşan parlaklık mevcut
4	Diyastolde öne doğru hareket yok veya minimal hareket var	Bütün kordal yapıların papiller kasa kadar yaygın kalınlaşması ve kısılması	Bütün kapakçık dokusunun belirgin kalınlaşması (>8-10 mm)	Tüm kapakçık dokusunu kaplayan yoğun parlaklık mevcut

PMBV sonrası gelişen ciddi mitral yetmezliği önemli bir mortalite ve morbidite nedenidir. Özellikle komissürlerde önemli bilateral ve asimetrik kalsifikasyonların varlığı, PMBV sonrası önemli mitral yetmezliği gelişimi ile ilişkilidir.<sup>69</sup> PMBV sonrası ciddi mitral yetmezliği gelişimi tahmini için Padiyal ve arkadaşları Wilkins skorunu komissüral kalsiyum paternini ekleyerek modifiye etmişlerdir (Tablo 6).<sup>70</sup> Yazarlar, çift balon tekniği ile yapılan mitral balon valvuloplasti sonrası ciddi mitral yetmezliği gelişimini tahmin edebilen yeni bir mitral yetmezlik-ekokardiyografi (MR-eko) skoru tanımlamışlardır.

**Tablo 6. Padial Metoda Göre Perkütan Mitral Valvuloplasti Sonrası Ciddi Mitral Yetmezliği için Ekokardiyografik Skorlama**

I-II	Kapakta kalınlaşma (her kapakçığı ayrı skorla)
1	Kapakçık normale yakın kalınlıkta (4-5 mm) veya sadece bir kalın segment var
2	Kapakçık eşit olarak fibrotik ve/veya kalsifiye; ince alan yok
3	Kapakçık düzensiz olarak fibrotik ve/veya kalsifiye; daha ince segmentler hafif kalınlaşmış (5-8 mm)
3	Kapakçık düzensiz olarak fibrotik ve/veya kalsifiye; daha ince segmentler normale yakın (5-8 mm)
III	Komissüral kalsifikasyon
1	Fibrosis ve/veya kalsiyum sadece bir komissürde
2	Her iki komissür hafif etkilenmiş
3	Her iki komissürde kalsiyum, biri belirgin etkilenmiş
4	Her iki komissürde kalsiyum, her ikisi de belirgin etkilenmiş
IV	Subvalvüler hastalık
1	Kapağın hemen altında kordal yapılarda hafif kalınlaşma
2	Kordal uzunluğun üçte birine ulaşan kordal yapılardaki kalınlaşma
3	Kordanın distal üçüncü kısmına ulaşan kalınlaşma
4	Bütün kordal yapıların papiller kasa kadar yaygın kalınlaşması ve kısalması

Total skor, bütün ekokardiyografik kriterlerin toplanması (maksimum 16).

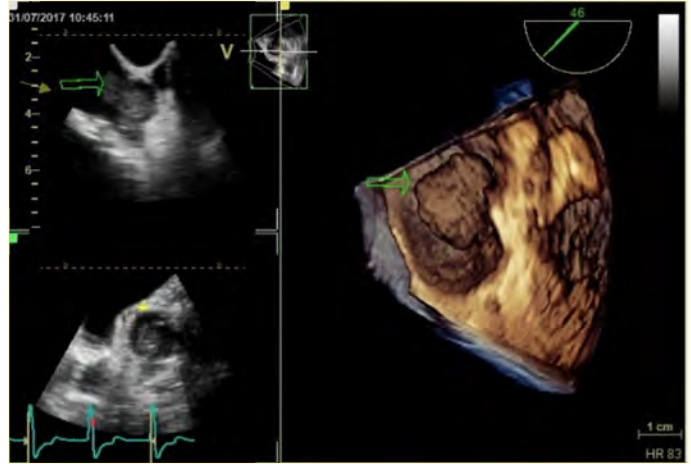
Komissüral yapışıklığı fazla olan stenotik mitral kapak, komissüral yapışıklığı olmayan kapağa göre PMBV'den daha fazla fayda görür. Komissüral yapışıklığı olmayan kapaklarda stenoz sert kapakçıklar veya anüler daralma nedeniyledir. Bu kapakçıklar ve subvalvüler yapılar PMBV esnasında yırtılarak mitral yetmezliğinin kötüleşmesine neden olabilirler.

Nunes ve arkadaşları, komissüral alan oranı ve kapakçık yer değiştirme ölçümünün, PMBV başarısını ve mitral yetmezliğin kötüleşmesini tahmin etmedeki doğruluğunu göstermişlerdir.<sup>71</sup> Bu kantitatif ölçüm, PMBV başarısı ve ciddi mitral yetmezlik gelişimini tahmin etmek için romatizmal mitral darlığının hem fonksiyonel hem de morfolojik özelliklerini içermektedir. Bağımsız sonlanım prediktörlerine, regresyon katsayılarıyla orantılı olarak bir puan verilmiştir: mitral kapak alanı  $\leq 1 \text{ cm}^2$  (2 puan), maksimum yaprakçık açıklığı  $\leq 12 \text{ mm}$  (3 puan), komissüral alan oranı  $\geq 1,25$  (3 puan), ve subvalvüler tutulum (3 puan). Üç risk grubu belirlenmiştir: düşük (skor 0-3), orta (skor 4-5), ve yüksek (skor 6-11). Bunlara karşılık gelen gözlenen suboptimal PMBV sonuçları da sırayla %16,9, %56,3, ve %73,8'dir. Aynı skorlama sisteminin doğrulama kohortunda kullanıldığında görülen suboptimal PMBV sonuçları %11,8, %72,7 ve %87,5 olarak bulunmuştur ( $P < ,0001$ ). Model Wilkins skoruna göre risk sınıflamasını artırmıştır (net yeniden sınıflandırmada iyileşme, %45,2;  $P < ,0001$ ). Uzun süreli sonuçlar yaş ile mitral yetmezliği, ortalama gradiyent ve pulmoner basınç gibi işlem sonrası değişkenlerle tahmin edilmiştir.<sup>71</sup>

Mitral kapak alanı ölçümü yanında, 3B ekokardiyografi-bazallı PMBV skoru geliştirilmiş ve bu skor 2B ekokardiyografi bazallı Wilkins skoruna göre işlem başarısını tahmin etmede daha başarılı bulunmuştur.<sup>72</sup> Bu başarı, mitral komissüral bölgedeki anatomik sorunların düzensiz dağılımından dolayı yaprakçıkların farklı segmentlerinin değerlendirilmeye alınması ile sağlanmıştır.<sup>12</sup>

### PMBV'ye İşlem Esnasında Kılavuzluk

PMBV öncesi, tam bir transtorasik ekokardiyografi ile mitral kapak darlığı, yetmezliği ve işlem için uygunluğu değerlendirilmelidir. Transözofageal ekokardiyografi PMBV işleminden hemen önce



**Şekil 22. 3 boyutlu Transözofageal ekokardiyografi ile gösterilen sol atriyal apendiks içinde büyük bir trombus (ok).**

yapılarak sol atriyum ve sol atriyal apendiks içindeki trombus varlığı ekarte edilmelidir. Sol atriyum veya sol atriyal apendiks içinde trombus olan hastalara PMBV işlemi yapılmamalıdır (Şekil 22, Video 7).

Transözofageal ekokardiyografi veya intrakardiyak ekokardiyografi transseptal ponksiyon esnasında yardımcı olabilir. TÖE ile transseptal iğne ve/veya kateter sol atriyum içinde görüntülenebilir ve özellikle ciddi dilate atriyum veya anormal interatriyal septal anatomi gibi durumlarda, septumun başarılı ponksiyonunu doğrulayabilir (Video 8). PMBV'de transseptal ponksiyon için optimal lokasyon, fossa ovalisin ortası veya hafif posteriyordur. TÖE ayrıca subvalvüler yapının hasar görmesini önlemek için mitral kapakçıklardan geçen balonun pozisyonunu doğrulamak için de kullanılır. Aksi halde balonun kapak boyunca yanlış yerleştirilmesi kordalarda kopmalara neden olabilir.

PMBV için diğer bir kritik nokta da uygun balon seçimidir. Gereken küçük balon stenozu açamaz, gerekenden büyük bir balon ise kapakçıklar, komissürler ve subvalvüler yapılara aşırı zarar vererek ciddi mitral yetmezliğine neden olabilir. Ekokardiyografik olarak ölçülen mitral anüler çap veya apikal 2 boşlukta ölçülen iki komissür arası uzaklık, optimal balon boyutunun seçimi için kullanılabilir.<sup>73</sup>

İşlemin başarısı ve olası komplikasyonların tespiti için işlem esnasında ekokardiyografi yapılmalıdır. Ekokardiyografik görüntülerde transmitral kapak gradiyenti ve mitral yetmezliğinin ciddiyeti her balon şişirilmesi sonrası değerlendirilmelidir.

### İşlem Sonrası Değerlendirme

PMBV işlemi sonrası, mitral kapakçıkların hareketi, morfolojisi, transmitral kapak gradiyenti, mitral kapak alanı, mitral yetmezliği ve perikardiyal efüzyon varlığı değerlendirilmelidir. Uzun vadeli faydalı sonuçların tahmini çok faktörlüdür ve kuvvetle yaş, bazal semptomlar ve işlem sonrası mitral kapak alanı ile ilişkilidir.<sup>74</sup> PMBV'den hemen sonra mitral kapak alanı, basınç-yarılanma metodu yerine direkt planimetri ile ölçülmelidir. PMBV sonrası, kalp boşluklarının kompliyansının darlığın düzelmesine adapte olmak için yeterli zamanı olmadığı için basınç-yarılanma metodu ile yapılan mitral kapak alanı ölçümlerin doğru olmadığı gösterilmiştir.<sup>75</sup> Basınç-yarılanma zamanı oldukça fazla boşlukların kompliyansına bağlıdır ve PMBV sonrası zaman içerisinde dramatik olarak değişir.

Balon valvuloplasti sonrası ciddi mitral yetmezliği bu işlemin major bir komplikasyonudur. Bu komplikasyon kötü prognoza ve sıklıkla yoğun tedavi ve acil mitral kapak cerrahisine neden olur.<sup>76</sup> Ciddi mitral yetmezliğinin mekanizması sıklıkla kapakçık yırtığıdır ve PMBV sonrası inisidansı %1 ila %9 arasında bildirilmiştir.<sup>56,77</sup> Nunes ve arkadaşları PMBV sonrası mitral yetmezliği mekanizmasını 3B ekokardiyografi ile çalışmışlardır.<sup>78</sup> Bu çalışmada, kantitatif ekokardiyografik ölçümlerle PMBV sonrası önemli mitral yetmezliği %18,6 hastada, ciddi mitral yetmezliği de %6,7 hastada bulunmuştur. Mitral yetmezliğine neden olan, hastanın prognozunu da etkileyen dört mekanizma tespit edilmiştir. Kapağın anatomik planı dışı gelişen yırtıklardan oluşan mitral yetmezliği, özellikle anteryor kapakçığın sentral skalopunda ise çoğunlukla acil cerrahi gerektiren ciddi hemodinamik bozulmaya neden olmaktadır. Bu çalışma sonucunda, uzun dönem prognozu belirleyen faktörlerin mitral yetmezliğin derecesinden ziyade mekanizması, elde edilen mitral kapak alanı ve net atriyoventriküler kompliyans olduğu belirtilmiştir.<sup>78</sup>

Sonuç olarak PMBV, mitral kapak anatomisi uygun olan semptomatik ciddi romatizmal mitral darlıklı hastalarda tercih edilen tedavi yöntemidir. Ekokardiyografi PMBV'nin her aşamasında önemli bir rol oynar.

## TAVİ İşlemlerinde Görüntüleme Teknikleri

**Dr. Volkan Kozluca, Dr. Türkan Seda Tan Kürklü, Dr. İrem Müge Akbulut Koyuncu, Dr. İrem Dinçer**

Semptomatik aort darlığı olan hastalarda cerrahi tedavi düşünülmele birlikte bu hastaların üçte biri cerrahi riski artıran nedenlerden (ileri yaş, kırılabilirlik, komorbiditeler) dolayı tedaviyi kabul etmemektedir. Transkateter aortik kapak implantasyonu (TAVİ) bu hastalara torakotomi ve kardiyopulmoner bypass gerektirmeyen daha az travmatik bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Operasyon riski yüksek hastalarda TAVİ medikal tedaviden üstün ve cerrahi kapak replasmanına göre klinik sonuçlarında noninferior olarak bulunmuştur.<sup>79</sup>

TAVİ işleminin planlanması ve uygulanması için görüntüleme yöntemlerinin desteği olmazsa olmaz koşuldur. İşlem öncesi tanı koymak amacıyla çoğunlukla ekokardiyografi kullanılmakla birlikte BT vasküler giriş yeri, iliofemoral uygunluk, aortik anulus ve koroner yükseklik ölçümleri gibi hayati ölçümlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Floroskopi ise işlem öncesi koroner anjiyografi ve implantasyon sırasında kapağın hizalanması amacıyla aortografi yapılması için kullanılmaktadır. Ekokardiyografi aynı zamanda işlem sonrası olası komplikasyonların (perikardiyal sıvı vb.) ve kapak fonksiyonlarının (paravalvüler kaçak, mitral kapak fonksiyonu vb.) takibi için kullanılmaktadır.<sup>80,81</sup> Tablo 7'de çeşitli görüntüleme yöntemlerinin TAVİ için etkinliği özetlenmiştir.

**Tablo 7. TAVİ için kullanılan görüntüleme yöntemlerinin etkinlikleri (LV: sol ventrikül)<sup>81</sup>**

	TTE/TÖE	BT	MRG	Floroskopi
Aort darlığı ciddiyeti	+++	+	++	+
LV fonksiyonu	+++	+	++	-
LV septal kalınlık	+++	++	++	-
Eşlik eden kapak hastalığı	+++	+	+++	-
Aortik kapak anülüs çapı	+++	+++	+++	++
Aortik kapak anatomisi	++	+++	++	-
Kapak kalsifikasyonu	++	+++	-	++
Aortik kök ölçümleri	++	+++	+++	++
Koroner arter yüksekliği	±	+++	+++	±
Koroner arter hastalığı	-	++	++	+++
Periferik arter hastalığı	-	+++	++	++
Periferik arter kalsifikasyonu	-	+++	-	+

## Transkateter Aort Kapak İmplantasyonunda Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografinin Rolü

Son yıllarda artan dedektör sayısı sayesinde, hastanın tek nefes tutuşu ile tüm kardiyak yapının görüntülenebilmesi ve gelişen dual kökenli tarayıcı teknolojisi ile artan temporal rezolüsyon, TAVİ öncesi aortik kapak, aort kökü, inen aorta ve iliofemoral vasküler sistemin değerlendirilmesinde, çok kesitli bilgisayarlı tomografiyi (ÇKBT) standart prosedür haline getirmiştir. ÇKBT özellikle aortik annulus ölçümlerinin alınması ve doğru kapak boyutunun seçiminde kritik bir öneme sahiptir. Aynı zamanda kapak implantasyonu esnasında optimal floroskopik ko-planar projeksiyonun belirlenmesinde de işlem öncesi elde edilen ÇKBT görüntülerinden faydalanılmaktadır. İdeal bir değerlendirme yapabilmek için, ÇKBT minimum 64 dedektörlü olmalı ve mutlaka elektrokardiyografi (EKG) ile kapılama yapılmalıdır.<sup>82,83</sup>

## Periferik Vasküler Yolun Değerlendirilmesi

Yıllar içerisinde cihaz profillerindeki küçülmeye rağmen TAVİ ile ilişkili majör vasküler komplikasyonların görülme oranı halen %7,9 civarındadır. Bu nedenle, işlem öncesi abdominal aorta ve iliofemoral yolun; damar çapları, duvar kalsifikasyonu (özellikle sirkumferensiyel), minimal luminal çap, aterosklerotik plak yükü, damar tortüozitesi, diseksiyonlar, kompleks ateromlar, oklüzif ve anevrizmal hastalık açısından mutlaka ÇKBT ile değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda, periferik vasküler yolun kontrastlı ÇKBT ile değerlendirilmesinin, konvansiyonel 2 boyutlu anjiyografiye göre daha üstün olduğu belirlenmiştir. ÇKBT aynı zamanda kalsifikasyon ve tortüozitenin değerlendirilmesinde de konvansiyonel anjiyografiden daha üstündür. Standard ÇKBT incelemesinde; 3B volume rendering, MPR ve maximum intensity projection (MIP) görüntüleme yer almaktadır. Olguların %10-%15'inde iliofemoral anatominin uygun olmaması nedeniyle TAVİ işlemi için transfemoral yaklaşım mümkün olmamakta ve transapikal, transaortik, transaksiller, transkarotid ve transkaval gibi alternatif girişim yolları tercih edilmektedir. Bu alternatif yollar öncesi değerlendirmede de ÇKBT standard yöntemdir.<sup>84,85</sup>

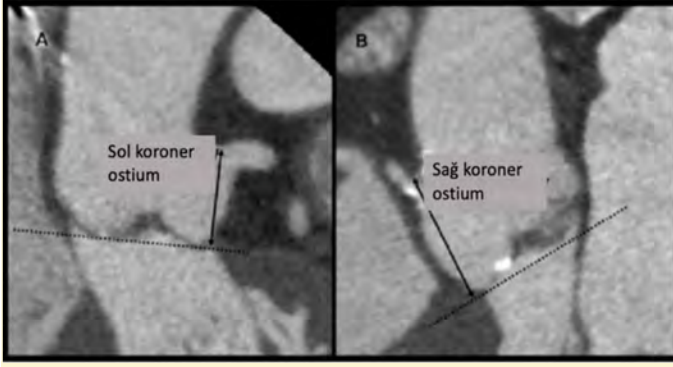
## Aort Kökü ve Aort Kapak Anatomisinin Değerlendirilmesi

Mevcut ÇKBT sistemleri ile uzaysal rezolüsyondan ödün verilmeksizin oblik rekonstrüksiyona olanak sağlayacak şekilde, minimal kesit kalınlığı (0,50-0,75 mm) ile aort kökü değerlendirilebilmektedir. TAVİ öncesi ÇKBT ile, aortik annulus çapı, koroner ostiumlara olan mesafe, sinüs valsava ve sinotübüler bileşke çapları ölçülebilmekte, aortik kapak morfolojik olarak değerlendirilebilmektedir.

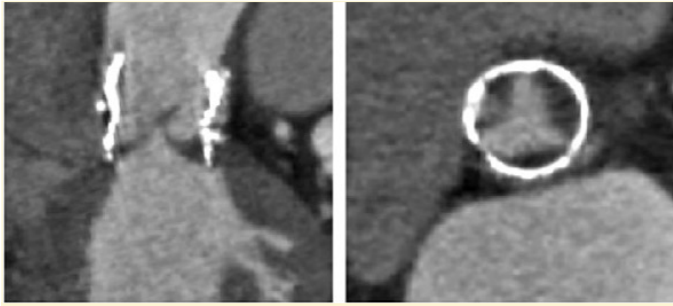
ÇKBT özellikle aortik annulus ölçümünde standart prosedür haline gelmiştir. Aortik annulus, kardiyak döngü boyunca konformasyonel değişiklik geçirmekte olup, sistolde en geniş halini almaktadır. Bu nedenle, annulus ölçümlerinin sistolik fazda ve maksimal kapak açıklığında yapılması önerilmektedir. Aortik annulus ölçümleri, aort kapakçıkların en alt menteşe noktasından hem uzun hem de kısa eksenden gerçekleştirilir. Doğru annulus ölçümü, doğru protez kapak boyutunun seçilmesinde kritik öneme sahiptir. Hatalı ölçümler, uygun olmayan ebatla kapak implantasyonuna ve dolayısıyla paravalvüler aort yetersizliğine yol açmaktadır. Son yıllarda annulus çapından ziyade, annulus çevresi ve kesitsel alanının ölçülmesinin ise işlem sonrası paravalvüler aort yetersizliğini azalttığı gösterilmiştir.<sup>86</sup>

ÇKBT, aort kapak leaflet sayısının ve kalsifikasyon derecesinin değerlendirilmesinde de faydalıdır. Kapak kalsifikasyonunun değerlendirilmesinde ekokardiyografik inceleme, akustik gölgelenme nedeniyle yetersiz kalabilmektedir. ÇKBT ise yüksek uzaysal





**Şekil 23. Aort kapak annulus düzlemi ile koroner arter ostiumları arasındaki mesafenin ölçülmesi.**



**Şekil 24. Her üç kapakçıkta da hipo-attenué kalınlaşmanın izlendiği subklinik kapak trombozu.**

rezolüsyonu sayesinde aortik kapak kalsifikasyonunun lokalizasyonunu ve derecesini mükemmel şekilde göstermektedir.

ÇKBT; multiplanar ve 3 boyutlu teknikler sayesinde koroner ostiumların düzleminde rekonstrüksiyona olanak sağlamakta ve annulus ile sol ana koroner ostium arasındaki mesafesinin ölçülmesine imkân vermektedir (Şekil 23). Bu sayede, işleme bağlı koroner obstrüksiyon riski anlamlı ölçüde azalmaktadır.<sup>87</sup>

#### **Eşlik Eden Kardiyak Patolojilerin Değerlendirilmesi**

ÇKBT; sol ventrikül hipertrofi derecesi, septal hipertrofi varlığı ve derecesi, eşlik eden mitral yetmezlik ve biventriküler fonksiyonun değerlendirilmesinde ekokardiyografiye tamamlayıcı bilgiler sağlamaktadır.

Aortik annulus, mitral kapak aparatı ile yakın komşuluk içerisindedir. Non-koroner kapakçığın tamamı ve sol koroner kapakçığın bir kısmı, anterior mitral kapak ile aynı fibröz devamlılığa sahiptir. Bu bölgede yoğun mitral annüler kalsifikasyon olması, TAVİ sonrası paravalvüler kaçak gelişimi açısından önemli bir risk faktörüdür. Bu nedenle, anterior mitral kapağın işlem öncesi değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Eşlik eden kalsifikasyonun derecelendirilmesinde tercih edilecek görüntüleme metodu olarak ÇKBT önerilmektedir.

Ciddi aort darlığı olan hastaların yaklaşık %15-%48'inde en az orta şiddette mitral yetmezlik eşlik etmektedir. Eşlik eden mitral yetmezliğin değerlendirilmesinde her ne kadar ana görüntüleme metodu olarak ekokardiyografi tercih edilse de sol ventrikül hacimleri, mitral regürgitan hacim, total atım hacmi ve regürgitan fraksiyon gibi hesaplamalarda ÇKBT de kullanılabilir.<sup>88</sup>

Sol ventrikülde trombus varlığı, TAVİ için bir kontrendikasyondur. Bu nedenle, işlem öncesi mutlaka ekarte edilmesi gerekir. Her

ne kadar esas değerlendirme yöntemi ekokardiyografi olsa da suboptimal sonografik veri varlığında ÇKBT de kullanılabilir.<sup>89</sup>

TAVİ sonrası kalp bloğu gelişme riski, özellikle Medtronic Core-Valve (Medtronic, Inc.; Minneapolis, MN) gibi self-expandable sistemlerin kullanımı sonrası yüksektir. His demeti interventriküler septumu, membranöz ve musküler septumun bileşkesinde penetre ettiğinden dolayı, işlem öncesi ÇKBT ile koronal düzlemde membranöz septum uzunluğunun ölçülmesi, işlem sonrası kalp bloğu riskini öngörmeye yardımcı olmaktadır.

TAVİ öncesi sol ventrikül çıkış yolu (SVÇY), sub-annüler bölge ve interventriküler septumun morfolojik değerlendirmesi de büyük önem taşımaktadır. Bu bölgede yoğun kalsifikasyon olması, işlem sonrası artmış paravalvüler kaçak ve annüler rüptür riski ile ilişkilidir. Benzer şekilde, belirgin septal hipertrofi varlığı da protez aort kapağın konumlandırılmasını güçleştirebilmekte, işlem için kontrendikasyon dahi oluşturabilmektedir. SVÇY morfolojisi sıklıkla, transtorasik ve transözofageal ekokardiyografi ile yeterli şekilde değerlendirilebilmektedir. Öte yandan, yetersiz sonografik veri varlığında, ÇKBT ölçümleri de tamamlayıcı bilgi sağlayabilmektedir. Aynı zamanda ÇKBT ile ekokardiyografiye kıyasla daha güvenilir interventriküler septum kalınlık ölçümü yapılmaktadır.<sup>82</sup>

#### **Koroner Arterlerin Değerlendirilmesi**

TAVİ öncesi koroner arterlerin değerlendirilmesi, hem işleme bağlı koroner obstrüksiyon riskini belirlemek, hem de eşlik eden koroner arter hastalığının tespiti açısından önemlidir. TAVİ'ye bağlı koroner arter obstrüksiyonu nadir görülen ancak ciddi bir komplikasyondur. Sol koroner arter, sağ koroner arterden daha sık olarak etkilenmektedir. Balon-expandable kapakların kullanımı da koroner obstrüksiyon için bir risk faktörüdür. TAVİ'ye bağlı koroner obstrüksiyon riskinin yüksek olacağını öngördüren çeşitli anatomik özellikler tanımlanmıştır:

- Ortalama sinüs valsava çapının <30 mm olması
- Koroner ostium-bazal leaflet tutunma mesafesinin <10-12 mm olması
- Sinüs valsava çapı/annüler çap oranının <1,25 olması

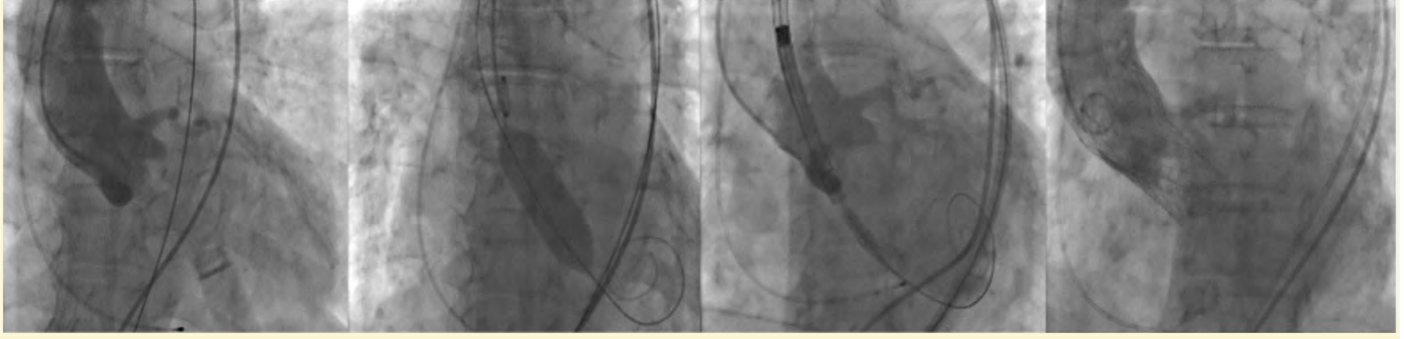
İşlem öncesi hastaların bu anatomik özellikler açısından mutlaka ÇKBT ile değerlendirilmesi önerilmektedir.

TAVİ uygulanan hasta popülasyonunda koroner arter hastalığı görülme sıklığı %40-%75 civarındadır. TAVİ öncesi eşlik eden proksimal koroner arter hastalığının rutin revaskülarizasyonu önerilmektedir. ÇKBT, proksimal koroner arter hastalığının tespitinde invaziv koroner anjiyografiye alternatif olarak giderek artan sıklıkta kullanılmaktadır. Öte yandan koroner kalsifikasyon varlığı, optimal luminal değerlendirmeye engel olabilmektedir.<sup>88</sup>

#### **Uzun dönem takip**

TAVİ sonrası nadiren hemodinamik olarak anlamlı kapak trombozu görülebilmektedir. ÇKBT'nin işlem sonrası dönemde yaygın kullanımı sonucunda ise tesadüfi olarak subklinik kapak trombozları tespit edilmeye başlanmıştır (Şekil 24). Ekokardiyografi ile tespit edilemeyen ve ÇKBT'de simetrik veya asimetrik leaflet kalınlaşması şeklinde gözlenen bu subklinik kapak trombozlarının klinik önemi ise belirsizdir.<sup>89</sup> TAVİ sonrası gelişen transvalvüler ve paravalvüler aort yetersizliğinin değerlendirilmesinde esas görüntüleme yöntemi ekokardiyografidir. Öte yandan, regürgitan hacimlerin kantitatif değerlendirilmesinde ÇKBT de kullanılabilir.<sup>86</sup>





**Şekil 27. TAVİ işlemlerinde floroskopi kullanımı (Soldan-sağa: koplanaç açılı, balon aortik valvuloplasti, kapak implantasyon derinliği belirleme, paravalvüler kaçak kontrolü).**

davi modalitesinin seçileceğine karar verilebilir. Suboptimal kapak açılması, ciddi anulus kalsifikasyonuna bağlı kapak geometrisinde bozulma, kapağın lokalizasyonu ekokardiyografi ile kolaylıkla belirlenebilmektedir. Paravalvüler kapak kaçığının derecesi birçok yöntem ile değerlendirilebilir. Bunların arasında kan basıncı değişimi, Doppler basınç yarılanma zamanı, desendan aortada diyastolik geri akımın süresi sayılabilir. Bununla birlikte en çok kullanılan yöntemlerden biri de kısa aksta aort anulusunun renkli akım Doppler ile değerlendirilmesidir. Renkli akım Doppler ile aortik anulus çevresinin %30'undan fazlasında kaçak varlığı ciddi paravalvüler kaçak olarak değerlendirilir. Günümüzde 3B vena kontrakta ölçümü de kaçak ciddiyeti hakkında oldukça doğru bilgi veren bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır.

İşlem sonrası kapak alanının ölçümü yapılmalıdır. Devamlılık denklemi ve Doppler velosite indeksi ile kapak alanı ölçülebilir. İşlem sonrası kapak üzerindeki gradiyent ve kapak alanı ölçümü takiplerde yapılan ekokardiyografik ölçümlerde gelişebilecek patolojiyi saptayabilmede önem arz etmektedir.

#### **Transkateter Aortik Kapak İmplantasyonunda Floroskopinin Yeri**

Floroskopi TAVİ işlemi öncesinde koroner lezyon varlığının anlaşılması ve perkütan tedavisi, aortik gradiyentin invaziv olarak ölçülmesi, kapak yetersizliklerinin evrenmesi için kullanılmaktadır (Şekil 27). Bu yöntemle BT ve ekokardiyografinin aksine aortik kapak ölçümleri pratik olarak yapılmamakta birlikte kapak implantasyon derinliği ölçümü yapılabilmektedir.

İşlem öncesinde BT ile alt ekstremitte, abdominal ve torakal aorta ve aortik anulus ölçümleri yapıldıktan sonra vasküler giriş yeri (çoğunlukla ana femoral arter) floroskopik anatomi ve ultrasonografik görüntüleme desteği ile belirlenmektedir. AL kateter aracılığıyla kılavuz tel ile kapak geçilmekte ve kapağın kalsifikasyon yüküne göre implantasyon öncesi floroskopi eşliğinde balon valvuloplasti yapılmaktadır. Tomografiden alınan bilgilerle koplanaç açılı yani üç küspisin aynı hizaya geldiği açı belirlenmektedir ve implantasyon sırasında kapağın türüne göre non veya sağ koroner küspise yerleştirilen kılavuz pigtail kateter ile aortografi yapılmaktadır. Sol anterior oblik görüntülerden koplanaç görüntüleri elde edilerek optimal implantasyon derinliği olan aortik anulusün 3-5 mm altı belirlenmektedir. Alternatif bir görüntüleme tekniği olan "Cusp Overlap" yönteminde sağ anterior oblik ve kaudal açıda sol ve sağ koroner küspisler üstüste getirilir ve bu açı paravalvüler kaçakta ve cihaz emboli riskinde artış olmadan daha yüksek implantasyona olanak sağlamaktadır. Kapak implantasyonu sonrası kontrol aortografilerle paravalvüler kaçak varlığı değerlendiril-

mektedir. Floroskopik yaklaşım işlemin güvenli ve etkili bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte işlem ve yatış süresini kısaltmaktadır. Bu yaklaşımın dezavantajları ise radyasyon maruziyeti ve radyopak madde kullanım gerekliliğidir.<sup>79,98</sup>

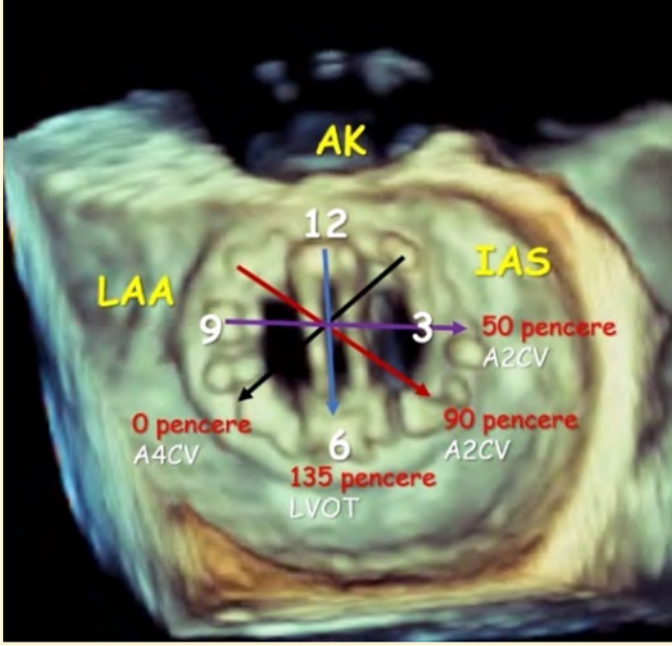
#### **Aortik ve Mitral Paravalvüler Kaçaklarda Görüntüleme**

*Dr. Kadriye Memiç Sançar, Dr. Gamze Babur Güler*

Protez kapak obstrüksiyon ve protez kapak yetersizliği başlıca protez kapak disfonksiyonu nedenleridir. Protez kapak yetersizliği, transvalvüler veya paravalvüler olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bu ayrımın doğru yapılması tanı ve tedavi seçimi için son derece önemlidir. Patolojik transvalvüler kaçak varlığına, biyoprotez kapaklarda dejenerasyon/tromboz veya perforasyon eşlik ederken; mekanik protez kapaklarda ise obstrüksiyon (pannus/trombüs vs.) beklenmektedir. Paravalvüler kaçak (PVK) değerlendirmesi sırasında (1) hastaların semptom durumu ve laboratuvar parametreleri, (2) yetersizliğin ciddiyeti, (3) medikal takip/cerrahi ya da perkütan kapama yöntemlerden hangisine uygun olduğunun belirlenmesi gerekmektedir.

PVK, cerrahi kapak replasmanı yapılan hastaların uzun dönem takibinde %5-%17 oranında tespit edilmektedir.<sup>99,100</sup> PVK, mitral mekanik kapaklarda, aortik mekanik kapaklara göre daha sık görülmektedir.<sup>100</sup> Bununla birlikte çoğu PVK, benign seyretse de PVK %1-%5 oranında progresif semptom ve klinik kötüleşme ile ilişkilidir.<sup>101,102</sup> Son 10 yıl içerisinde TAVİ de yüksek cerrahi riski olan hastalarda tercih edilmesi, TAVİ ilişkili PVK'ların yönetimini önemli hale getirmiştir. TAVİ ilişkili PVK, ilk nesil ve son nesil TAVİ kapaklarında yaklaşık %15 oranındadır.<sup>103</sup> PVK oranları self-expanding protez kapaklarda, balon-expandable protezlere göre daha fazla görülse de<sup>104</sup> günümüzde halen iki grup arasında birebir karşılaştırma yoktur.

Protez kapak yetersizliğinin hastanın kliniğine yansımaları, yetersizliğin ciddiyeti, hemodinamik etkileri, ikincil sonuçları (sol kalp boşluklarında dilatasyon, pulmoner hipertansiyon gibi) ve eşlik eden patolojiler (vejetasyon, dehissens, trombüs, pannus) ile doğrudan ilişkilidir. Çoğu hastada asemptomatik seyir görülürken yapılan çalışmalarda; PVK olan hastalarda, semptomatik olma oranı %1-%5 arasında saptanmıştır.<sup>101,105</sup> Özellikle yeni gelişen, açıklanamayan, dirençli kalp yetersizliği bulguları, anemi olsun veya olmasın hemoliz bulguları ve oskultasiyon bulgularında değişiklikli protez kapak disfonksiyonu akla getirmelidir ve ileri değerlendirmeyi gerektirmektedir. 2020 yılı Amerikan Kalp Cemiyeti (ACC)/Amerikan Kalp Derneği (AHA) kapak kılavuzuna göre yüksek cerrahi riski olan semptomatik protez kapak hasta-



**Şekil 28.** Üç boyutlu ekokardiyografi, mitral protez kapakta saat kadranı gösterimi. LAA, sol atriyal apendiks; AK, Aort Kapak; IAS, interatriyal septum; LVOT, sol ventrikül çıkış yolu.

larında kontrol edilemeyen (intractable) hemoliz (anemi olsun olmasın) ya da yeni başlangıçlı kalp yetersizliği durumunda bu konuda tecrübeli bir kalp merkezinde PVK kapama sınıf IIA olarak önerilmiştir.<sup>106</sup>

Bu derlemede aortik ve mitral PVK'larda görüntüleme yöntemlerini, tanıdan tedaviye olan sürece katkılarını, aort ve mitral kapak arasındaki farklılıkları; ekokardiyografi laboratuvarından katater laboratuvarına uzanan bir sıralama ile günlük pratiğimize fayda sağlayacak şekilde inceleyeceğiz.

### Multimodalite Görüntüleme Yöntemlerini kullanarak Paravalvüler Kaçaklara Yaklaşım

#### Ekokardiyografi Laboratuvarında Değerlendirme

TTE kolay ulaşılabilir, invaziv olmayan, deneyimin en fazla olduğu test olması itibarıyla tanıda başlangıç testidir. İki boyutlu TÖE transvalvuler ve paravalvuler jetin ayırımında, ciddiyetin belirlenmesinde; kaçak sayısı, yeri, ek lezyonların değerlendirilmesi (pannus, trombüs, vegetasyon vs.), hemodinamik sonuçların saptanması gibi birçok noktada fayda sağlamaktadır. Üç boyutlu ekokardiyografi ise özellikle PVK'nın yeri, sayısı, şekli, tünel uzunluğu, ebatı ve ciddiyetinin değerlendirilmesinde, girişimsel işleme uygunluğunun planlanmasında, cihaz çeşit ve boyutunun belirlenmesinde oldukça önemlidir.

#### Mitral Paravalvüler Kaçak Değerlendirilmesi

Güncel kılavuzlarda mitral PVK ciddiyetinin belirlenmesinde tavsiyelerde bulunulsa da bu önerilerin nativ mitral yetersizliği parametreleri ile benzer olduğu ve validasyonlarının PVK için yeterli olmadığı vurgulanmaktadır.<sup>107,108</sup> PVK tipik olarak mitral kapak dikiş halkasının dışından sol ventrikülden sol atriyuma doğru bir akımdır. Mitral PVK değerlendirilmesinde 3B ekokardiyografide cerrahi bakış (enface görünüm) dediğimiz sol atriyal bakış üzerinden saat kadranı gösterimi (Şekil 28) kullanılmaktadır. Bu PVK'nın yerinin ve sayısının belirlenmesinde önemli olduğu kadar

görüntülemeci ve cerrah/invaziv kardiyolog arasında ortak bir dil kullanılabilmesi için önemli bir tanımlamadır. Buna göre aort kapak saat 12, interatriyal septum saat 3, sol atriyal apendiks saat 9 pozisyonunda bulunmaktadır. Mitral PVK'ların en sık anterolateral (saat 10-11) ve posteromedial (saat 5-6) segmentlerde yer aldığı bildirilmiştir.<sup>109</sup> Kollajen dokunun mitral anulusta homojen dağılmaması, posterior bölgede yeterli sutur alanı bulunmaması, monoplanar olmayan mitral anulusta mekanik stresin en fazla posteromedial ve anterolotoreal bölgelerde etkin olduğu speküle edilmiştir.<sup>110</sup> Bununla birlikte mitral kapakta PVK, kapak halkasının her yerinden olabilir. Bu nedenle protez kapak etrafındaki dikiş halkasının TÖE'de birçok pencerede ve rotasyonlar yaparak (saat yönünde ve saatin tersi yönünde) değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Üç boyutlu ekokardiyografide saptadığımız defektlerin iki boyutlu ekokardiyografi doğrulanması ise başka bir önemli noktadır. Her ne kadar yeni yazılımlarında sorun olmasa da yaygın olarak kullanılan 3B ekokardiyografi ile değerlendirmede; aritmi, nefes tutamama nedeniyle "yapışma (stitching)" artefaktları, kazanç'ın (gain) doğru ayarlanmaması nedeniyle "drop-out" artefaktları görülebilir. Bu artefaktlar 3B ekokardiyografide yanılmamıza, bir ya da birden fazla yanlış defekt tanısı koymamıza sebep olabilir. Bu sebeple 3B ekokardiyografide saptadığımız bütün defektlerin iki boyutlu ekokardiyografide beklenen lokalizasyonda saptanması son derece önemlidir.

Mitral PVK, akustik gölgelenme ve reverberasyon artefaktları nedeniyle TTE'de tam anlamıyla değerlendirme mümkün olmayabilir. Bu nedenle protez kapak disfonksiyonundan şüphelendirecek indirekt bulguları ve ikincil sonuçları gözden geçirmek gerekmektedir. Tablo 8'de TTE'de paravalvuler mitral yetmezliğin indirekt bulguları özetlenmiştir.<sup>109,111</sup> Bu parametrelerden biri veya birkaçının varlığında TÖE yapmak gerekmektedir. TÖE'de, transvalvuler ve paravalvuler protez kapak yetersizliğinin ayırımı yapıldıktan sonra yetersizliğin ciddiyetini belirlemede genel olarak Tablo 9'da gösterilen TTE ve TÖE bulguları kullanılmaktadır.<sup>107,112</sup> Fakat bilinmektedir ki nativ kapak mitral yetersizliği gibi protez kapak yetmezliklerinde özellikle bazı parametrelerin validasyonu sınırlı veya yoktur. Bu durum PVK değerlendirmesini daha da zorlaştırmaktadır.

**Tablo 8. Transtorasik Ekokardiyografide Hangi Bulgular İleri İnceleme Gerekir?**

*Mitral protez kapak yapısı ve hareketinde anormallik
*Dilate veya hiperkinetik sol ventrikül
*Sol ventrikülden kapağa doğru sistolik akım konverjansı
*Pik mitral E velosite $\geq 1,9$ m/s
*Ortalama mitral gradyent $\geq 5$ mmHG
*Sol atriyal dilatasyon
*Açıklanamayan veya yeni kötüleşen pulmoner arter basınç yüksekliği

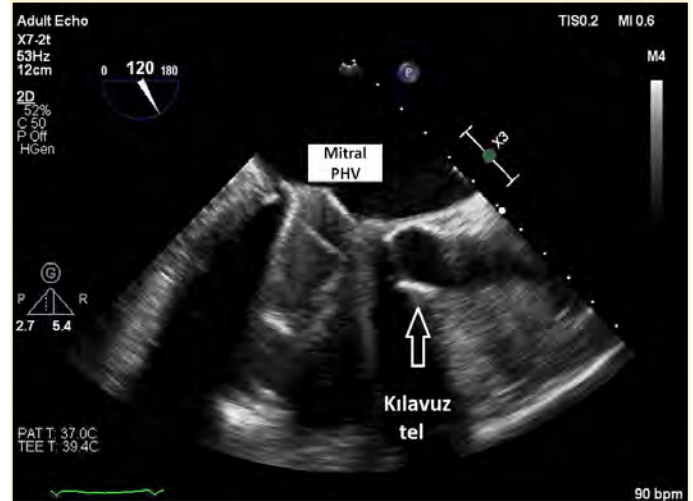
**Tablo 9. Paravalvüler Mitral Yetersizliğinin Ciddiyetini Belirleme**

*Mitral protez kapak yapısı ve hareketi
*Renkli akım jet alanı
*Proksimal isovelosity yüzey alanı (PISA)
*Jet yoğunluğu
*Pulmoner venöz akım paterni
*Sayısal parametrelerin, nativ mitral kapakta olduğu gibi protez kapaklarda da validasyonu sınırlı olsa da kullanılabilir: Vena kontrakta genişliği, rejürjitan hacim, rejürjitan fraksiyon ve efektif rejürjitan orifis alanı.

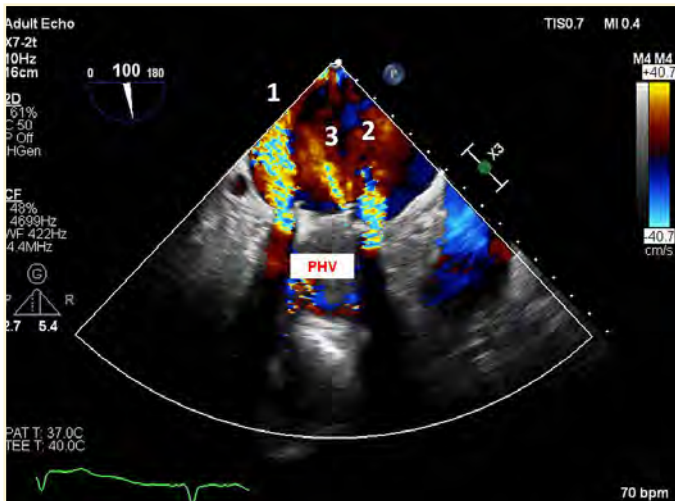
Mitral protez kapak yetersizliğinin TÖE'de değerlendirilmesinde, ilk basamakta kapağın hareketini (fıkse veya hareketi kısıtlı kapak



Şekil 29. Mitral mekanik protez kapak. Tek bir paravalvuler kaçakta, PISA metodu ile yarıçap (r) ölçümü.



Şekil 32. Mitral mekanik protez kapak (PHV). Retroaortik yolla posterior yerleşimli defekt geçilmiş.



Şekil 30. Mitral protez kalp kapağı (PHV). Üç farklı paravalvuler kaçak jeti, 2 boyutlu ekokardiyografi.

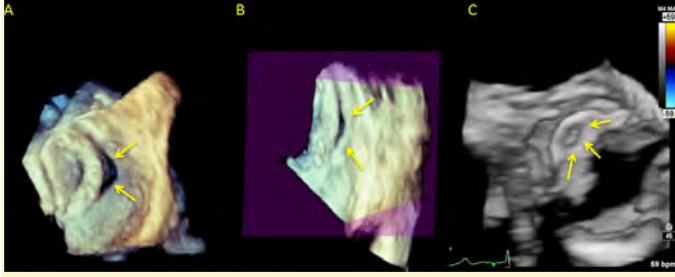


Şekil 31. Mitral protez kalp kapağı (PHV). Anterolateral yerleşimli defektte, transseptal ponksiyon sonrası kateter yerleştirilmesi.

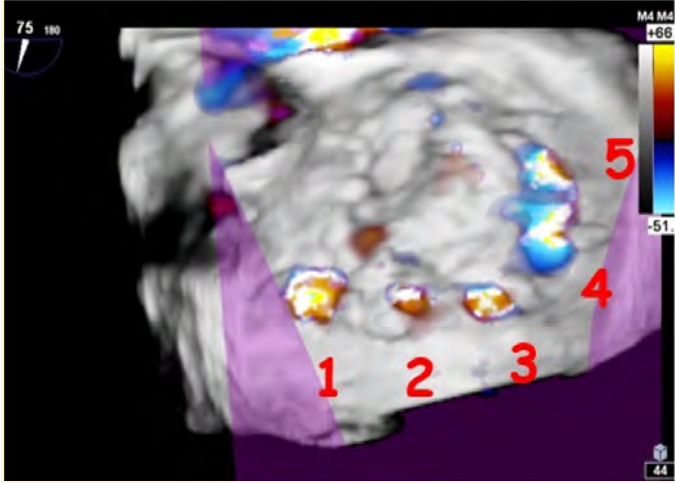
olabileceği gibi, dehissense ve 'rocking motion' nedeniyle abartılı hareket) değerlendirmek gerekmektedir. Eşlik eden lezyon var ise tanımlanması (pannus/trombüs/vejetasyon) medikal veya girişimsel tedavi seçeneklerinin belirlenmesinde önemlidir. Mitral PVK'nın ciddiyetinin belirlenmesinde kullanılan ekokardiyografik parametreleri inceleyecek olursak; vena kontrakta genişliği kuantifikasyon için yardımcı bir parametredir.<sup>112</sup> Protez kapak artefaktları istenilen vena kontraktan ölçülmesini zorlaştırmakta, eksantrik jetler ve multiple jet durumunda ise vena kontrakta ölçümü mümkün değildir. Proksimal isovelosite yüzey alanı (PISA) (Şekil 29) ise, mitral PVK değerlendirmesinde validasyonu olmamakla beraber, geniş PISA varlığı ciddi PVK düşündürür.<sup>108</sup> Rejürjitant volüm ve rejürjitant fraksiyon ise paravalvüler yetersizlikte validasyonu olmadığından genel olarak tavsiye edilmez.<sup>113</sup> Multiple jet ve eksantrik jetlerde de PISA formülü uygulanamamaktadır (Şekil 30). Pulmoner ven sistolik geri dönüş akımı kullanılabilir parametredir ve ciddi mitral yetersizliği için spesifik olmasına rağmen sensitive değildir.<sup>112</sup> Protez kapak halkasının yanından patolojik bir yol olarak oluşan bir kaçak, çoğu kez eksantrik ve multiple jetlerle karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla ciddiyet belirlemede konvansiyonel yöntemler çoğu kez yetersiz kalmaktadır.

TÖE incelemede, PVK defekt orifisini görebilmek için dikiş halkası seviyesinden görüntü düzlemini oluşturmak gerekir. Aksi takdirde, bu düzlemden hafif bir açılma kaçığının oblik görünmesine veya jet boyutunun defekt ile karıştırılmasına ve olduğundan fazla algılanmasına neden olur. Bu noktada, üç boyutlu görüntüleme, defektin morfolojisi ve ciddiyetinin ölçümünde altın standarttır.<sup>114</sup>

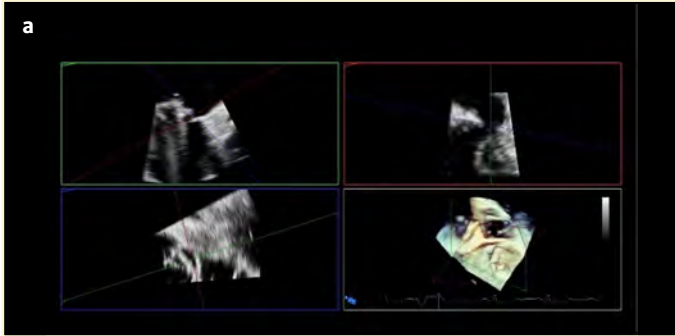
Ciddiyet tayininden sonra defektin lokalizasyonunun belirlenmesi, şeklinin ve sayısının tanımlanması gerekmektedir. Bu aşamada üç boyutlu ekokardiyografinin katkısı alternatiftir. Mitral PVK yerinin tanımlanmasında daha önce bahsi geçen saat kadranı gösterimi ortak dil kullanımı için çok önemlidir. Defektin lokalizasyonu kapatma planlanmasında son derece önemlidir. Anterolateral yerleşimli defektler transseptal yolla ulaşım için en uygun defektler iken (Şekil 31); posterior ve medial yerleşimli defektlerde transseptal yol denenebilse de tek başına çoğu kez yetersiz olmaktadır. Retroaortik yolla loop (Şekil 32) oluşturulması gerekmekte ya da apikal yolla ulaşılması gerekmektedir. Mitral PVK



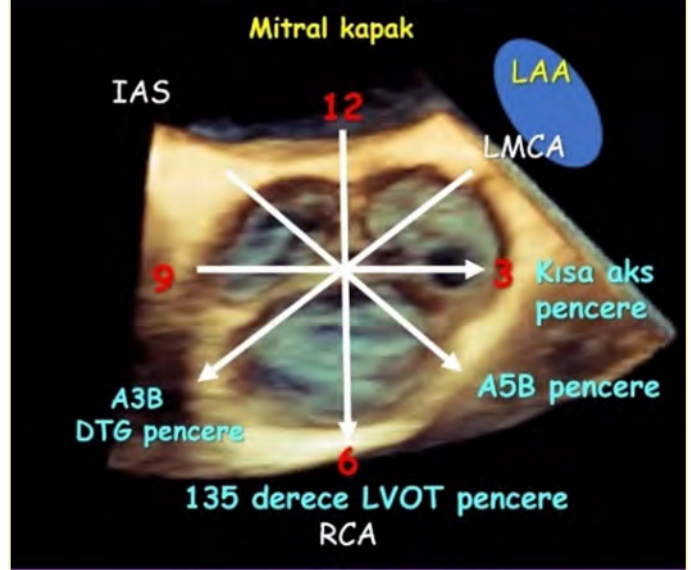
Şekil 33. A-C. (A) Kresentrik, yarım ay şeklinde defekt. (B) Slit like defekt. (C) Oval şeklinde defekt.



Şekil 34. Mitral mekanik protez kapak. Üç boyutlu ekokardiyografide multiple defektten 5 farklı paravalvüler kaçak izlenmektedir.



Şekil 35. A-B. Mitral mekanik protez kapak. (A) Anatomik efektif orifis alanının multiplanar rekonstrüksiyon yöntemi ile değerlendirilmesi. (B) Renkli Doppler ile efektif alanının multiplanar rekonstrüksiyon yöntemi ile değerlendirilmesi.



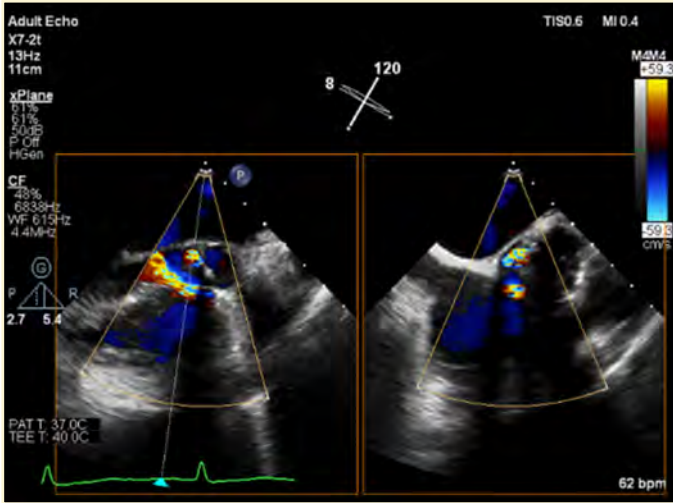
Şekil 36. Aortik protez kapakta saat kadranı gösterimi. LMCA, sol ana koroner arter; LAA, sol atriyal apendiks; DTG, derin transgastrik görüntüleme; IAS, interatriyal septum; MK, mitral kapak; RCA, sağ koroner arter; LVOT, sol ventrikül çıkış yolu.

şekli yılan vari kıvrımlı (serpentine) olabirse de defekt ağzı; yarım ay şeklinde (kresentrik) (Şekil 33A), slit like (Şekil 33B), oval (Şekil 33C), yuvarlak (rounded) olabilir. Defekt sayısını iki boyutlu ekokardiyografide belirlemek defekt sayısı arttıkça zorlaşmaktadır. Üç boyutlu ekokardiyografi farklı defektleri tanımlamakta kolaylık sağladığı gibi defektler arası mesafeyi belirlemekte son derece önemlidir (Şekil 34).

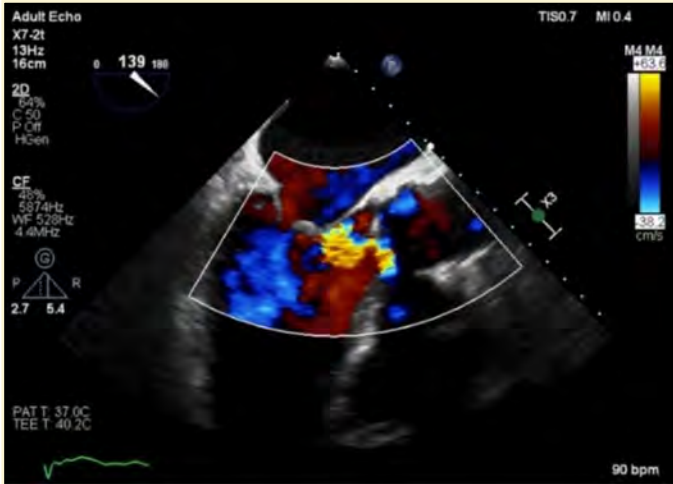
PVK boyutunun belirlenmesi (sizing), kapama işleminde cihazın ölçülerinin belirlenmesinde son derece önemlidir. Bunun için PVK'nın vena kontraktası kullanılabilir ancak üç boyutlu bir defekt için iki boyutlu bir ölçüm yeterli değildir. Üç boyutlu TÖE ile vena kontraktada alanının planimetrik ölçümü ise cihaz tip ve boyutunun seçiminde daha kıymetlidir. Üç boyutlu ekokardiyografi modalitelerinden, eş-zamanlı biplane (X-plane/multiplane) mod ile PVK çıkışı, eş zamanlı farklı açılardan saptanabilir. 3B zoom ya da live 3B modları ile anatomik (Şekil 35A) ya da renkli Doppler formatlarda (Şekil 35B) defekt ağzının şeklinin ve ölçülerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Mitral PVK'larda üç boyutlu renkli efektif rejürjitan orifisin (ERO) majör çapının  $\geq 0,65$  cm olması 3 ve 4. derece yetersizlik tanısında %87,1 pozitif prediktif değer, %94 negatif prediktif değere sahip olduğu gösterilmiştir.<sup>115</sup> Aynı çalışmada, renkli Doppler ERO ölçümünün anatomik rejürjitan orifis'e göre ciddi PVK'yı belirlemede daha üstün olduğu gösterilmiştir. Mitral PVK değerlendirilmesinde ve katater salonunda işlemin yönetilmesinde 3B ekokardiyografi aort PVK'dan çok daha hayatidir. Katater laboratuvarında balon ile PVK boyutunun belirlenmesi yapılmamalıdır çünkü çevre dokuların kalsifikasyonundan dolayı yırtılma riski vardır.<sup>116</sup>

#### Aortik Paravalvüler Kaçak Değerlendirilmesi

Aortik PVK'larda TTE ile TÖE görüntülerini birlikte değerlendirmek gerekmektedir. Sağ koroner küspis tarafında (anterior) yerleşimli ise TTE ile kolayca saptanabilir, fakat non-koroner ya da sol koroner küspis tarafında (posterior) yerleşimli ise defekt TÖE ile ileri değerlendirilmelidir.<sup>117</sup> Aortik PVK analizinde tavsiye edilen TÖE görüntü pencereleri<sup>118</sup>: Mid-özafagial kısa ve uzun aks görüntü



**Şekil 37. Aort mekanik protez kapak. Üç boyutlu ekokardiyografi X plane mode ile iki kaçağın tam çıkış noktalarının referans pencerede değerlendirilmesi.**



**Şekil 38. Aort mekanik protez kapak. Jet genişliği ölçümünün faydalı olmadığı ciddi eksantrik paravalvüler kaçak (S şeklinde).**

pencereleri, derin transgastrik görüntü pencereleridir. TÖE görüntülemeye, aortik PVK yerini tarif ederken, saat kadranı yöntemi kullanılabilir. Saat 5, sağ ve sol koroner sinus arasındaki komissura; saat 8, sağ ve non-koroner sinus arasındaki komüssura ve saat 11, non-koroner ve sol koroner sinus arasındaki komissura denk gelmektedir (Şekil 36). İstatistiksel olarak, aortik PVK sıklıkla saat 7 ve 11 arasında (%46) ve saat 11 ve 3 arasında (%36) görülmektedir.<sup>119</sup> Bunun dışında kusp isimleri kullanılarak da PVK lokalizasyonu yapılabilmektedir. TÖE işlemi sırasında, koroner arterlerin yerinin rapor edilmesi ve PVK ile ilişkisinin belirtilmesi girişimsel tedavi planında büyük öneme sahiptir.

Aortik PVK değerlendirilmesine, kapak hareketlerinin değerlendirilmesi ile başlanması gerekmektedir. Dehissens, "rocking" hareketinin görülmesi, leaflet hareketlerinde kısıtlılık, eşik eden trombüs, vejetasyon, pannus varlığı PVK kapama için kontrendikasyon oluşturabilmektedir. Aynı zamanda, renkli 3 boyutlu görüntüleme modları ile (3B zoom/ live 3B/ X plane (Şekil 37) ile defekt ağzının şeklinin belirlenmesi (yarım ay veya oval), bo-

yutunun ölçülmesi de önemlidir. Protez kapak ile ilişkili aort yetersizliği ciddiyeti, Tablo 10'da gösterilen parametre ve metotlarla belirlenebilmektedir.<sup>107,109</sup> Fakat aort protez kapak ile ilişkili yetersizlik değerlendirmesinde kullanılan parametrelerin de mitral kapakta olduğu gibi validasyonu sınırlıdır.<sup>112</sup> PVK'lar, sıklıkla eksantrik olduğunda, jet genişlik ölçümü düşük doğruluğa sahiptir. Jetin genişliğinin LVOT oranı her ne kadar pratikte ciddiyet değerlendirmesinde ilk ve en sık başvurduğumuz yöntem olsa da interventriküler septum ya da anterior mitral kapağa yönelmiş bir jetin bu yöntemle doğru değerlendirilmesi mümkün değildir (Şekil 38), PVK ciddiyeti ile korelasyonu zayıftır.<sup>112</sup> Basınç-yarılanma zamanı (devamlı dalga Doppler ile ölçülen) <200 ms olduğunda ciddi paravalvüler yetersizlik, >500 ms olduğunda hafif yetersizlik olarak değerlendirilir. Fakat ara değerler (intermediate) Doppler ölçümlerinin birçok faktörden (sol ventrikül kompliyansı, sol ventrikül basıncı, kalp hızı gibi) etkilenmesi nedeniyle diğer niceliksel parametreler (vena kontrakta-akım konverjans) birlikte değerlendirilmesini gerektirir. PVK'nın, anatomik olarak rejürjitant orifisi, non-sirküler olduğunda akım konverjans metodunun doğruluğu azalır.<sup>114</sup> İnen aortada geri yansıyan akım ise özellikle yaşlı hastalarda aort kompliyansının bozulması ile yanıtıcı olabilir, hafif PVK durumunda dahil holodiyastolik revers akım görülmesine sebep olabilir.<sup>107</sup> Aortik PVK değerlendirme için önemli olan 2B değerlendirme ise, kısa aks görüntüde protez dikiş halkası seviyesinde jetin boynunun dikkatli görüntülenip yetersizliğin sirkumferansiyel yayılım oranının belirlenmesidir.<sup>112</sup> Aortik kısa aks ta tam dikiş halkası seviyesinde, jet boynunun dikiş halkası çevresine oranı %30'un üzerinde olması ciddi PVK için anlamlıdır.<sup>112</sup> Ancak bu yöntemi uygularken, bu oranın tam dikiş halkası seviyesinden alındığından emin olunmalıdır, aksi takdirde yapılan açılanmalar defekt oranının abartılı fazla ölçülmesine sebep olacaktır.

**Tablo 10. Paravalvüler Aort Yetersizliğinin Ciddiyetini Belirleme**

*Aort protez kapak yapısı ve hareketi
*Sol ventrikül çapı
*Jet genişliği (özellikle santral jet)/Jet yoğunluğu
*Jet akım yarılanma zamanı (PHT)
*Parasternal kısa aks görüntüde, paravalvüler jetin çevresel yayılım oranının belirlenmesi
*İnen aortada diyastolik ters yönlü akım

TAVİ sonrası gelişen paravalvüler yetersizliğe yaklaşım ise tamamen farklıdır. Çünkü cerrahi aort replasmanı sonrası gelişen yetersizlik akımı, cerrahi sırasında aortik alandaki kalsifikasyonun temizlenmesi sonrası yerleştirilen kapak ile anulus arasındaki dikişlerin serbestleşmesi ile oluşur.<sup>120</sup> Perkütan yerleştirilen kapaklarda ise kapak dikişsiz implante edilmektedir. Aortik anulusta var olan kalsifikasyon transkatater yol ile kapağın tam ve simetrik yerleşimine olanak sağlıyor gibi gözükse de kalsifikasyonun şekli, aortik anulusun çapı PVK oluşumuna zemin hazırlayabilir.<sup>120</sup>

Transkatater aortik PVK'lar ekokardiyografik olarak parasternal uzun ve kısa eksende değerlendirilir. Aslında değerlendirme cerrahi sonrası görülen PVK'lardan çok farklı değildir. Fakat Pibarot ve arkadaşları<sup>121</sup> TAVİ ilişkili yetersizlik akımının değerlendirilmesinde yeni bir sınıflama oluşturmuştur. Buna göre sineanjyografi ile grade belirlenmesi, invazif hemodinamik değerlendirme (Aortik rejürjitant indeks), Doppler ekokardiyografi ile kapak yapısı ve sol ventrikül çapını değerlendirme, jetin özelliklerinin ayrıntılı incelenmesi (genişliği, yoğunluğu, yarılanma zamanı, multiple), vena kontrakta genişliği ve alanı, sayısal Doppler parametreleri (rejürjitant volüm, rejürjitant alan, efektif rejürjitant orifis alanı) kapsayan ayrıntılı bir sınıflama oluşturmuştur.

## Paravalvüler Kaçaklarda Diğer Görüntüleme Yöntemlerinin Kullanımı

### Kardiyovasküler Manyetik Rezonans Görüntüleme

Protez kapak kaynaklı yetersizlik akımının TÖE ve TTE ile değerlendirilemediği durumda kardiyovasküler MR görüntüleme tercih edilebilir. Ancak klinik pratikte kardiyak MR'in teknik zorluklar ve tecrübe eksikliği nedeniyle PVK değerlendirilmesinde kullanımı kısıtlıdır. Mekanik kapaklar ve stentli biyoprotez kapaklarda uygulanan manyetik alan genellikle protez halka yakınında bozulur. Bu durum sinyal kaybına yol açar. Kardiyak MR, özellikle multiple jeti olan TÖE ile değerlendirmesi kompleks olan hastalarda akım görüntüleme ve volum bazlı ölçümlere olanak sağlar.<sup>122</sup> Kardiyak MR, kalp boşluklarının ölçümünde ve stentsiz kapaklarda protez kapağın çevresindeki anatominin ayrıntılı analizine de katkı sağlar.

TAVİ ilişkili PVK'larda ise kardiyak MR birkaç önemli avantajı vardır.<sup>121</sup> (1) Rejürjitan jet sayı ve morfolojisinden bağımsız olarak rejürjitan volüm ölçülebilmektedir. (2) Ölçümlerin tekrarlanabilirliğini sağlar. Bu avantajlarına rağmen TTE ile karşılaştırıldığında orta/ciddi PVK oranının kardiyak MR ile 2-3 kat daha fazla saptandığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır.<sup>123</sup> Bu; TTE'nin eksantrik, çoklu jetleri olduğundan az göstermesiyle ya da kardiyak MR'in teknik problemleri nedeniyle olduğundan fazla göstermesi şeklinde yorumlanmıştır.<sup>123</sup>

### Kardiyak Bilgisayarlı Tomografi

Anlamlı protez kapak yetersizliği olan fakat TTE ve TÖE'de net değerlendirilemeyen hastalarda, kardiyak BT ana endikasyonu pannus ve trombüs ayrımı, kalsifikasyonun ve kapak hareketlerinin değerlendirilmesidir.<sup>107</sup> Aortik mekanik protez kapak için BT değerlendirmesi güncel kılavuzda da önerilmektedir.<sup>106</sup> Kardiyak BT, üç veya dört boyutlu rekonstrüksiyonla PVK'larda defektin yerini-büyükliğini, kalsifikasyon varlığını, ve çevre dokunun özelliklerini belirleyerek kapatma işleminde uygun yolun seçimine katkı sağlamaktadır.<sup>124</sup> Ayrıca yeni gelişen BT-floroskopi füzyon görüntüleme PVK kapama işlemi sırasında ulaşım yolunu, tel geçişini ve cihaz yerleştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Ancak ekokardiyografik olarak yaşadığımız protez kapaktan kaynaklanan artefakt sorunları BT'de de değerlendirme güçlüğüne yol açmaktadır (blooming artefakt, beam hardening [ışın sertleşmesi artefaktı] gibi).

### Sinefloroskopi (CF)

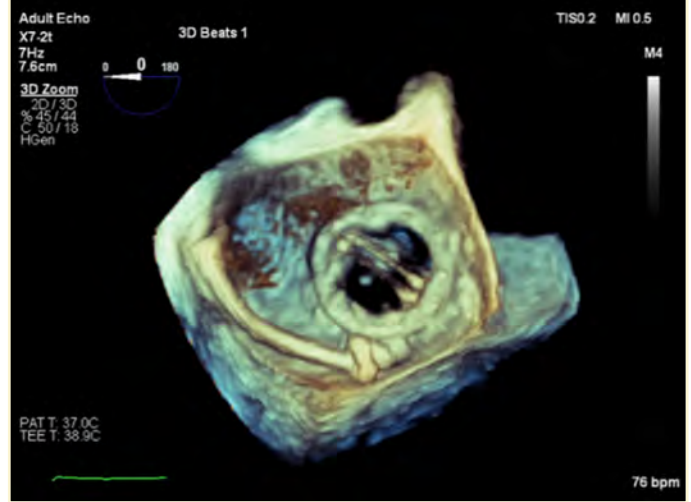
CF, katater laboratuvarında kapama esnasında kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. İşlem sırasında, floroskopik görüntüleme ekokardiyografik görüntülemenin tamamlayıcısıdır. Sine floroskopi PVK preop değerlendirmesinde kullanılabilirse de subjektif ve semikantitatif bir yöntemdir. CF, defektin anatomik özelliklerini belirleyemez, radyasyon maruziyeti ve opak madde kullanımı göz önüne alındığında; sadece PVK kapama sırasında kullanımı rasyonel görünmektedir.

### Paravalvüler Kaçaklarda Perkütan Kapatma

#### İntraprosedüral Görüntüleme

Perkütan PVK kapatma, PVK'nın yerine göre farklı giriş yollarından yapılabilmektedir. Transfemoral arteriyel giriş, aortik retrograd yol (aortik PVK ve bazı mediyal pozisyondaki mitral PVK'larda), transapikal yol PVK kapatmada başlıca kullanılır. Transradyal giriş ise küçük PVK'ları kapatmada tercih edilebilir.<sup>125</sup>

Mitral PVK kapatma işlemi sırasında üç boyutlu TÖE ile ekokardiyografi kılavuzluğu tercih edilen görüntüleme modalitesidir.<sup>126</sup> Üç



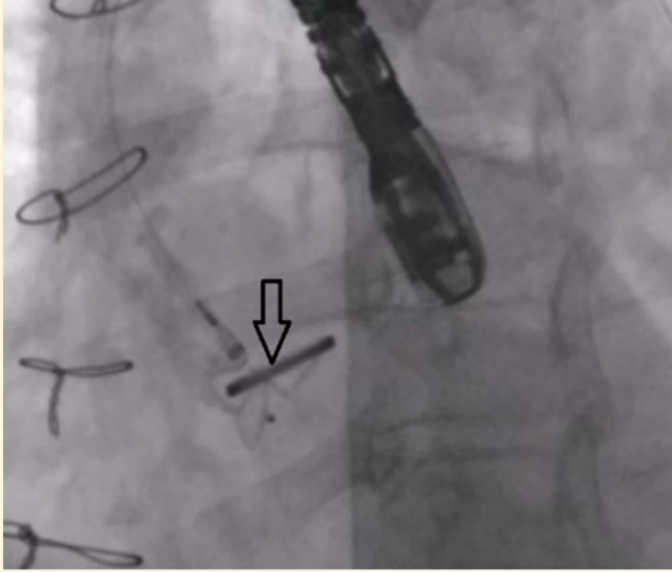
**Şekil 39.** Posterior yerleşimli mitral paravalvüler kaçakta cihaz yerleştirilirken üç boyutlu ekokardiyografi ile cihazın defekte perpendiküler olup olmadığı basamak basamak takip edilmektedir.

boyutlu TÖE, iki boyutlu TÖE'ye göre defektin yeri ve cihaz boyutunun belirlenmesinde üstündür.<sup>127-129</sup> Aynı zamanda üç boyutlu TÖE gerçek zamanlı olarak işleme yön vererek, iki boyutlu floroskopi ile katater manüplasyonu ve defekte ulaşmaya olanak sağlar.<sup>130</sup> Cihazın bırakılmadan önce, kapağa perpendiküleritesinin kontrol edilebileceğini tek yöntem üç boyutlu ekokardiyografidir (Şekil 39). Cihaz yerleşimi sonrası rezidü defek kalmış ise ek cihaz planlanmasında görüntülemeci üç boyutlu imajlarla tekrar ölçümler yapabilir. Ek olarak TÖE, güvenli transseptal ponksiyonu sağlayarak, olası komplikasyonlara (kardiyak tamponad veya aortik kök zedelenmesi) engel olur. İntrakardiyak ekokardiyografi ülkemizde yaygın kullanımı olmasa da genel anestezi veya sedasyon altında bile TÖE probunu tolere edemeyen hastalarda kullanılabilir.<sup>131, 132</sup>

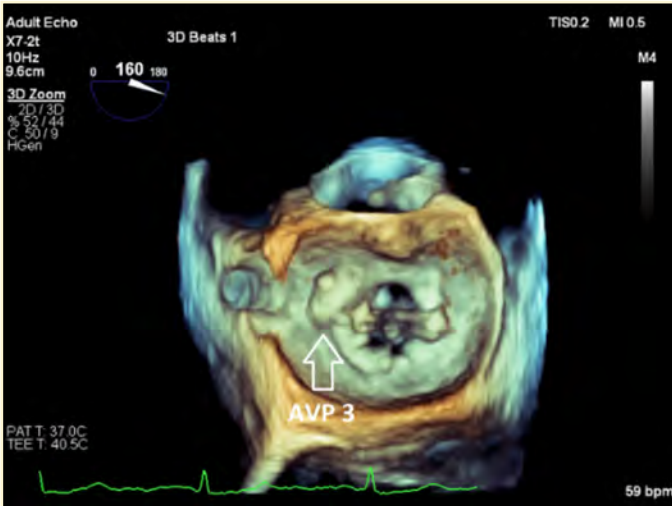
Transvenöz girişle birlikte transseptal ponksiyon mitral PVK'lara antegrad erişim sağlar. Transseptal ponksiyon, TÖE ve floroskopi kılavuzluğunda elde edilmelidir. Giblet ve ark.<sup>114</sup> PVK ile ilgili derlemesinde, lateral PVK'lar (saat 6-12 hizasında) için yüksek transseptal ponksiyon; septal PVK (saat 12-6 hizasında) için ise daha aşağıdan yapılan transseptal ponksiyonu tercih ettiklerini belirtmiştir. Traansapikal giriş yolu, mitral PVK'lara transvenöz veya transarteriyel yol ile ulaşmak zor olduğunda veya mitral ve aortik protez kapak bir arada olduğunda kullanılacak bir tekniktir.

Perkütan kapatma işlemi sırasında, tek düzlemde alınan birçok görüntünün değerlendirilmesi veya mümkünse biplane floroskopi ile ortogonal 2 görüntünün eş zamanlı alınması işleme rehberlik etmesi açısından önemlidir.<sup>133</sup> Floroskopi, telin yönlendirilmesi, yerleştirilmesi, cihazın yerleştirildikten sonraki aşamada kapak hareketlerinin değerlendirmekte de başarılıdır.<sup>124</sup> Seçilen yol ne olursa olsun amaç kılavuz tel ile PVK içerisinden geçebilmektir. Bu aşamada TÖE (2B veya 3B) ve floroskopi kapak içerisinden ya da PVK'dan geçildiğine karar verme aşamasında önemlidir. Tel üzerinden önce katater, sonra da cihazın yerleştirilmesi basamaklarına geçilir. Bu aşamada yerleştirilen cihazın kapak hareketlerini etkilemediğinin (hem kapanma hem açılmayı etkileyebilir) değerlendirilmesi çok önemlidir (Şekil 40). İşlem boyunca perikardiyal efüzyonun takibi, katater/tel üzerinde oluşabilecek yeni bir trombüsün fark edilmesi görüntülemecinin sorumlu-





**Şekil 40. Aort mekanik protez kapak. Floroskopide aortik paravülüler kaçağa cihaz yerleştirilmiş ve tek leafletin hareketi ciddi kısıtlanmış görülmektedir.**



**Şekil 41. Amplatzer Vascular Plug (AVP) III cihazı anterolateral mitral paravülüler kaçağa yerleştirilmiş görülmektedir.**

luğundadır. Aortik PVK'lar için ayrıca özellikle sol koroner kusp tarafında bulunan defektlerde koroner okluzyon riski bulunduğu için cihaz bırakılmadan önce aortografi ile kontrol edilmesi gerekmektedir. TÖE'nin işlem sırasındaki kılavuzluğunun işlem başarısına olan katkısı tartışmasızken işlemin süresi, radyasyon maruziyeti ve kontrast madde kullanımına olan indirekt etkisi de göz ardı edilemez. İşlem başarısı cihazın başarılı yerleştirilmesi, rezidüel defektin olmaması ve yeni gelişen protez kapak disfonksiyonunun bulunmaması ile tanımlanabilir.<sup>133</sup> Klinik başarı ise endikasyona bağlı olarak fonksiyonel kapasitede artış ( $\geq 1$  NYHA) ve hemolizde düzelme olarak tanımlanmaktadır.<sup>133</sup>

PVK kapamada bu işlem için özel üretilmiş cihazlarımız bulunmamaktadır, cihazlar "off label" endikasyonda kullanılan konjenital defekt ya da vasküler kapama cihazlarıdır. Amplatzer Vascular Plug III (AVP3; Abbott Vascular) (Şekil 41) tüm dünyada PVK

kapamada en fazla kullanılan cihazdır. Paravülüler Leak Device (PLD; Occlutech) ve AVP 3 cihazlar PVK defektlerinin anatomik yapısına en yakın şekile sahiptirler. PVK kapamada off-label olarak AVP 2, AVP 4 ve Amplatzer Duct Occluder (St Jude Medical) cihazları da kullanılmaktadır.<sup>134</sup> AVP2 cihazı silindirik, yuvarlak kaçaklarda uygunken, AVP 4 yılan gibi kıvrımlı (serpiginous) kaçaklarda özellikle TAVİ sonrası gelişen PVK'larda kullanılabilir.<sup>135</sup> Aortik PVK'lar için çoğunlukla tek cihaz yeterli olabilmektedir.

TAVİ ilişkili PVK'larda ise yukarıda bahsedildiği gibi oluşum mekanizması farklı olduğundan PVK'yı kapama yerine balon post-dilatasyon, kapak içi kapak (valve-in-valve) veya defekt kapama gibi farklı yöntemlere PVK ciddiyeti, yerleşimi ve etyolojisine göre karar verilir.<sup>120</sup> TAVİ ilişkili PVK'larda düzensiz tünellerin ve kalsifikasyonun bulunması, kapağın stentini ve cihazı ilerletmede zorlukların (kapağın yerinden oynaması gibi) yaşanmasına neden olur. Dolayısıyla daha küçük ve dar tüneller olduğu için daha küçük cihazlar kullanılmalıdır.<sup>117</sup>

### Paravülüler Kaçaklarda Prognoz ve Kapama Sonrası Uzun Dönem Takip

PVK kapama sonrası uzun dönem takiplerde görüntüleme için spesifik bir zaman önerisi bulunmamaktadır.<sup>136</sup>

PVK sahip hastalarda prognoz, PVK'nın nedenine ve ciddiyetine bağlıdır. Hafif PVK'lar, anlamlı hemoliz yokluğunda iyi seyirlidir.<sup>137</sup> Fakat bazı çalışmalarda, orta PVK'ya sahip hastalarda (özellikle mitral PVK'da kötüleşme) artmış mortalite oranlarından bahsedilmektedir.<sup>138</sup> PVK ilişkili hemoliz, tanı esnasında anlamlı anemi olmasa da kötü kısa dönem sonlanım ile ilişkilidir.<sup>139</sup> Mitral PVK'lar, aortik PVK'lara göre daha kötü prognoza sahiptir. Cho ve ark.<sup>138</sup> yaptığı bir çalışmada, hafif-orta PVK olan 54 hasta 8 yıl izlenmiştir. Sonlanım kardiyak ölüm, tüm nedenlere bağlı ölüm, tekrarlayan cerrahi ve kalp yetersizliği nedeniyle acil başvurusu olarak belirlenmiştir. Sekiz yıl olaysız yaşam oranı aortik PVK'ya sahip hastalarda %70 $\pm$ %12; mitral PVK'ya sahip hastalarda ise %16 $\pm$ %8 saptanmıştır. Bu nedenle cerrahi veya transkateter protez kapak implantasyonu yapılan hastaların takiplerinde ortaya çıkan semptomların değerlendirilmesi ve görüntüleme yöntemleri ile sorunun erken tespiti çok önemlidir.

### Sonuç

Başarılı PVK kapama, etkin bir görüntüleme ile başlar. PVK kapatma işlem öncesi, PVK defektinin yeri, boyutu, şekli, ciddiyeti ve sayısı görüntüleme yöntemleri ile belirlenir. PVK tanısında görüldüğü gibi çeşitli görüntüleme yöntemleri bulunmaktadır. Fakat optimal bir tanı metodu bulunmamaktadır, her birinin avantaj ve dezavantajı vardır. Bizim klinik tecrübemize göre günümüzde her ne kadar PVK değerlendirmek için kullanılan parametrelerin validasyonları sınırlı olsa da halen PVK kapama için kullanılan cihazlarla ilgili sorunlar yaşansa da çoklu görüntüleme yöntemlerinin bir bütün olarak kullanılması, görüntülemeci ve girişimsel kardioloğun tecrübesi işlem başarısındaki en önemli belirleyicilerdir.

### Mitraklip İşleminde Görüntülemenin Rolü

#### Dr. Selçuk Opan, Dr. Özge Özden

Semptomatik ileri mitral yetersizliği (MY) tedavisinde perkütan girişim; yüksek cerrahi riske sahip hastalarda, mitral kapak replasmanı ve açık cerrahi onarıma bir alternatiftir. Mitraklip cihazı (Abbott Laboratories, Menlo Park, California, ABD) ile Alfieri cerrahi tekniğine benzer şekilde, ön ve arka mitral yaprakçıklar birbirine yaklaştırılarak ikili bir MY akımı oluşturulmakta ve bu sırada mitral kapak alanı küçültülmektedir.<sup>140</sup> Bu minimal invaziv, kateter

temelli yaklaşım, yüksek cerrahi riski olan hastaların tedavisinde büyük bir çıkış açmıştır. Randomize kontrollü bir çalışma olan CO-APT çalışmasında Mitraklip temelli girişimsel tedavinin, hastane yatışları ve total mortaliteyi anlamlı derecede azalttığı gösterilmiştir.<sup>141</sup> Güncel kılavuzlarda Mitraklip cihazı ile uygulanan girişimsel uç uca onarım, cerrahi riskin yüksek olduğu semptomatik ileri MY hastalarında önerilmektedir.<sup>106,142</sup>

Mitraklip işlemi, floroskopi ve TÖE altında gerçekleştirilir. Floroskopi öncelikle Mitraklip kollarının açılma açısını değerlendirmek için kullanılırken TÖE, işlem öncesi değerlendirme, işlem sırasındaki kılavuzluk ve işlem sonrası sonuç ve olası komplikasyonları değerlendirmedeki temel görüntüleme yöntemidir. İşlem için kilitle basamaklardan biri olan transseptal ponksiyon yerinin belirlenmesi, Mitraklip cihazının optimal konumlandırılması, Mitraklip'in yerleştirilmesinden hemen önce ve sonrasındaki rezidüel MY'nin ciddiyetinin değerlendirilmesinde TÖE'den faydalanılır. Mitraklip uygulamasının gerçekleştirildiği ilk yıllarda standart görüntüleme yöntemi olarak 2B TÖE kullanılmaktaydı. Günümüzde Mitraklip uygulamasının bazı aşamalarında çok önemli bir rol oynayan 3B TÖE ile işlem süresi kısaltılmış olmakla birlikte olası komplikasyon oranı da azaltılmıştır. 3B TÖE anatomik rehberlik sağlamakla birlikte, mitral kapak ile komşu yapıların gerçek zamanlı doğrudan görüntülenmesinin ek faydalarını da sunar. Yapılan çalışmalarda 3B TÖE'nin Mitraklip uygulamasında yer alan birçok adımı yönlendirmede 2B TÖE'den üstün olduğu bulunmuştur.<sup>143</sup> Mitraklip, işlemi gerçekleştiren operatörle TÖE'den sorumlu kardiyovasküler görüntülemeci arasında tam bir işbirliği ve ortak bir dil gerektirir.

### Mitral Kapak Anatomisi

Mitral anülüs, ön ve arka mitral kapak yaprakçıkları, korda tendinealar ve papiller kaslardan oluşan mitral kapak aparatı oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Kapağın anatomik tarifi 6 skalloptan oluşan bir bölümlendirme ile yapılır. Arka yaprakçık lateralden mediale doğru P1, P2 VE P3 skalloplarından oluşurken bunlara komşu olan ön yaprakçık bölümleri A1, A2 ve A3 skallopları olarak isimlendirilir. Mitral anülüsün üçte ikisini oluşturan arka yaprakçık, ön yaprakçıktan daha geniş bir çevreye, ancak daha kısa bir yaprakçık uzunluğuna sahiptir. Normal anatomide bir mitral kapağın ön ve arka yaprakçığı tam bir kapanma gösterirken, tam kapanmanın mümkün olmadığı durumlarda MY ortaya çıkar. Sol ventrikül duvarı, mitral kapak aparatının tanımlanmış bir bileşeni olmamasına rağmen fonksiyonel MY'de kritik bir rol oynamaktadır.

Mitral kapak hastalığının birçok etiyolojisi vardır ve temel olarak organik (primer) ve fonksiyonel (sekonder) mitral yetersizlik olarak ikiye ayrılır. Fibroelastik bozukluk, Barlow's hastalığı, romatizmal mitral kapak hastalığı, konjenital mitral kleft, anülüs kalsifikasyonu, infektif endokardit, marantik endokardit primer MY'nin başlıca sebeplerini oluşturmakla birlikte koroner arter hastalığı ve dilate kardiyomiopati sekonder MY'nin başta gelen sebepleridir. Bu hastalık süreçlerinin her biri kapak aparatını değişik şekillerde etkilemektedir.

### Mitraklip Sisteminin Özellikleri

Perkütan uç uca onarım sistemi, Mitraklip sistemi ve bunun yerleştirilmesine olanak veren yönlendirilebilir kılavuz kateter (YKK) sisteminden oluşur. Proksimali 24F distali ise 22F olan bir kılavuz kateter, kılavuz tel ve dilatör aracılığı ile transseptal bir yaklaşım ile sol atriya iletilir. Mitraklip, klip taşıma sisteminin (KTS) uç kısmına yerleştirilerek YKK üzerinden sol atriya iletilir. Hem YKK hem de KTS dışarıdan yönlendirilebilir özelliktedir. Böylelikle Mitraklip anülüs düzlemine dik olacak şekilde MY akımının başlangıç kısmına konumlandırılır. Mitraklip açılıp kapatılabilen, 2 kollu, polyester kaplı mekanik bir cihazdır. Kollar tarafından kavra-

nan mitral yapraklar; kolun kapatılması ile kol ve tutucu arasında sabitlenir. Bir kilitleme mekanizması, sabitleme sonrası Mitraklip'in açılmasını önler.<sup>144</sup>

### Hasta Seçimi

TTE, MY şiddetinin belirlenmesinde ilk görüntüleme yöntemidir. TTE, MY şiddetinin değerlendirilmesinde sıklıkla yeterli olurken kapağın morfolojik özelliklerinin değerlendirilmesi ve ekojenitesi kötü hastalarda MY şiddetinin belirlenmesinde TÖE önemli bir yer tutar. TTE ile değerlendirmenin güç olduğu ekzantrik MY jetleri ve pulmoner venöz akımın ölçülmesinde de TÖE oldukça faydalıdır.

MY'nin kantitatif değerlendirmesi sırasında hastaların uygun medikal tedavi altında izleniyor olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca MY şiddetinin azalmasına katkı sağlayabilecek perkütan revaskularizasyon ve kardiyak resenkronizasyon tedavisi gibi tüm tedavi seçenekleri göz önünde bulundurulmalı ve uygun invaziv tedavi seçenekleri uygulandıktan sonra MY tekrar değerlendirilmelidir. Ciddi aort darlığı olan ve yüksek cerrahi riske sahip hastalarda MY şiddeti transkateter aort kapak replasmanından fayda görebilir. Şiddetli triküspit yetmezlik, şiddetli pulmoner hipertansiyon veya sağ ventrikül disfonksiyonu olan hastalarda MY şiddeti azalmasına rağmen Mitraklip sonuçları daha sınırlıdır.

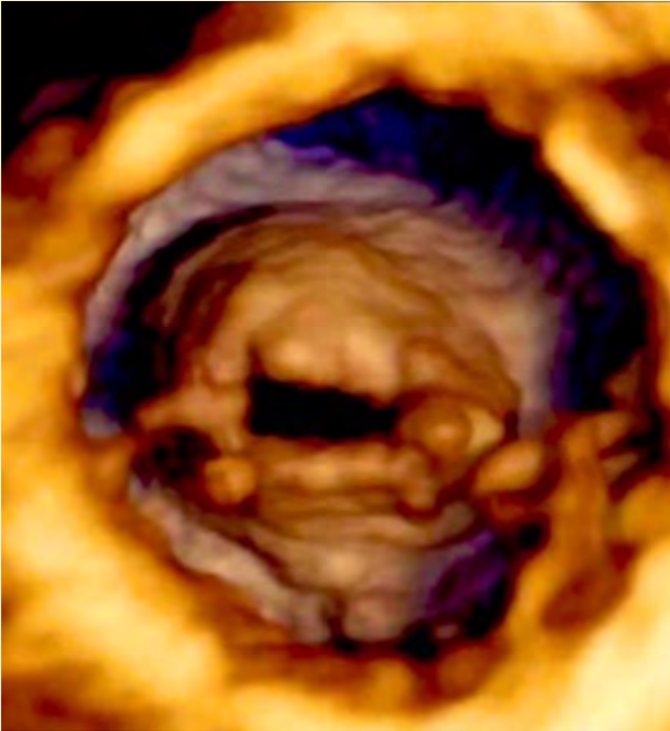
Mitraklip için indeks çalışma olan EVEREST çalışmasında sol ventrikül yapı ve fonksiyonları ileri derecede etkilenmiş hastalar (sol ventrikül sistol sonu çapı >55 mm veya sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu <%25) çalışma dışı bırakılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen veri ile Mitraklip uygulaması için uygun adaylar sol ventrikül yapı ve fonksiyonları ileri derecede etkilenmemiş; +3 +4 semptomatik kronik MY'li hastalar olarak belirlenebilir. Ayrıca asemptomatik olup sol ventrikül yapı ve fonksiyonu hafif-orta derecede etkilenmiş hastalar (sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu 25%-60%, sol ventrikül sistol sonu çapı 40-55 mm) veya pulmoner hipertansiyon ya da yeni atriyal fibrilasyon saptanan hastalar da uygun birer aday olarak ele alınabilir.<sup>145</sup> Mitraklip uygulamasının çok düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda da umut verici sonuçlarla güvenli bir şekilde gerçekleştirilebileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur.<sup>146-147</sup>

### İşlem Öncesi Ekokardiyografik Değerlendirme

Hasta seçimi yapılırken mitral kapak morfolojisinin iyi bilinmesi ve TÖE ile çeşitli görüntüleme pencerelerinden kapağı oluşturan skallopların tanınması önemlidir. 0° görüntülerde (proben özofagustaki yüksekliğine bağlı olarak) A1 ve P1 segmentleri üst pozisyonda, A2 ve P2 segmentleri daha orta pozisyonda ve A3 ve P3 segmentleri alt pozisyonda görülebilir. 60° interkommissural pencerede, görüntü düzlemi her iki komissürü düzgün bir şekilde kestiğinde P1, A2 ve P3 segmentleri görüntülenir, probun saat yönünde dönüşü, ön yaprakçığın A1, A2 ve A3 skalloplarını ortaya çıkarır. Saat yönünün tersine dönüşü arka yaprakçığın P1, P2 ve P3 skalloplarını gösterir. İnterkommissural pencerenin elde edildiği açıya 90° eklenerek bir LVOT görüntüsü ile A2 ve P2 skallopları gösterilir.<sup>148</sup> Mitral kapağın 3B TÖE'si, tüm skallopları aynı anda görüntülenmesiyle birlikte mitral kapağın kapsamlı bir görüntüsünü tek bir pencereden gerçek zamanlı olarak verebilir. 3B TÖE ile mitral kapağın atriyal taraftan direkt görünümü sağlanarak; sol atriyal apendiks ve aort kapağı gibi bitişik yapılar tek bir pencereden değerlendirilebilir. Perkütan mitral kapak onarımı, ön ve arka yaprakçıkların serbest kenarlarını kavramayı amaçlar. Özellikle arka yaprakçıktaki yarı benzeri derin girintiler, ciddi MY ile ilişkili olabilir ve bu yapıların varlığı işlemin başarısını engelleyebilir. 3B TÖE, mitral kapağın atriyal ve ventriküler yüzünden görülebilen mitral yarıkları tespit etmede 2B TÖE'den üstündür (Şekil 42).<sup>149</sup>



**Şekil 42.** 3B en face TÖE görüntüsünde Mitraklip işlemi için optimal bir kapak patolojisi olmayan, posterior yaprakçıktaki kleft gösterilmiştir.

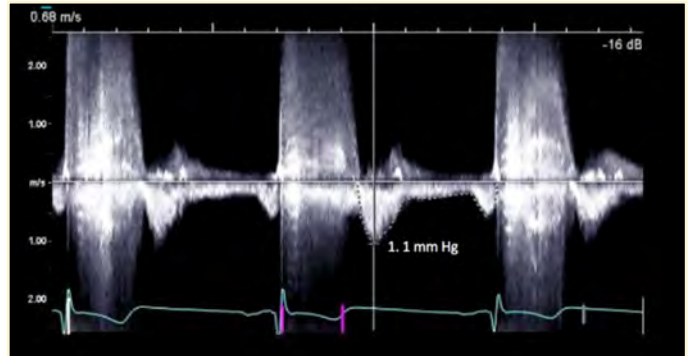


**Şekil 43.** Mitral kapak ventriküler yüzden alınan 3B TÖE görüntüsünde Mitraklip işlemi için optimal bir kapak patolojisi olmayan, romatizmal kapak hastalığı, komissüral füzyon gösterilmiştir.

EVEREST çalışmasında Mitraklip uygulaması merkezi jetli A2-P2 skallopları ile sınırlıydı ancak günümüzde P1 veya P3 segmentinde patolojilerde başarılı Mitraklip uygulaması yapılmaktadır.<sup>150</sup> Kapakta "grasping zone" denen bölgede kalsifikasyon varlığı, Mitraklip'in mitral yaprakçıklara başarılı implantasyonu için önemli bir

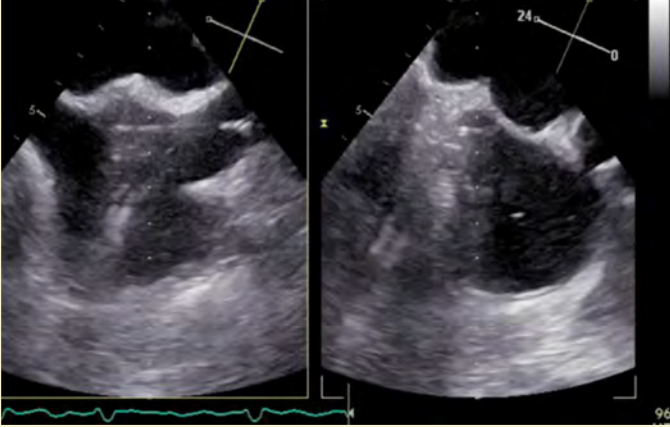


**Şekil 44.** Bikomissürel 2B TÖE görüntüsünde, Mitraklip işlemi için optimal bir kapak patolojisi olmayan, infektif endokardite bağlı vejetasyon gösterilmiştir.

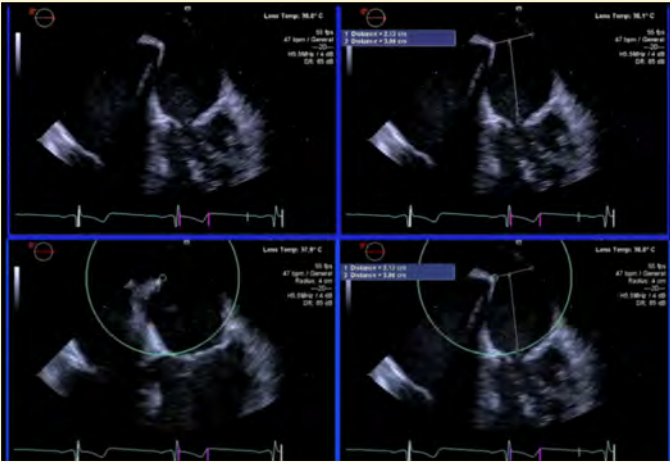


**Şekil 45.** Mitraklip'e uygunluk araştırılırken mitral kapak üzerindeki ortalama gradyan ölçülmektedir.

kısıtlayıcıdır. İşlem öncesi değerlendirmede kalsifikasyon olmayan en az 5 mm distal mitral yaprakçık ucu bulunduğu teyit edilmelidir. Kontrol edilmesi gereken bir başka nokta ise anatomik olarak daha kısa olan arka yaprakçığın uzunluğudur. Arka yaprakçık Mitraklip tarafından güvenli bir şekilde yakalanmasına izin verecek kadar uzun olmalıdır. Tercih edilen arka yaprakçık uzunluğu  $\geq 10$  mm'dir ancak hareketi normal 7-10 mm uzunluğundaki arka yaprakçığa da Mitraklip uygulanabilir. 7 mm'den kısa posterior yaprakçığı olan mitral kapak anatomisinin Mitraklip'e uygun olmadığı gösterilmiştir. Mitral kapak alanı, ilk Mitraklip'le %50, ikinci ile ise %30-%40 oranında azalabilir.<sup>151</sup> İşlem sonrası mitral darlık oluşturmamak için mitral kapak alanının 4 cm<sup>2</sup>'den az olmaması tercih edilir. İyi yaprakçık mobilitesi olan hastalarda 3-4 cm<sup>2</sup>'lik kapak alanı Mitraklip uygulanması için engel değildir.<sup>145</sup> 3 cm<sup>2</sup>'nin altındaki kapak alanının Mitraklip sonucunda mitral darlıkla sonuçlanma olasılığının yüksek olduğu bilinmektedir, bu nedenle Mitraklip'e çok uygun değildir. Kapak alanının işlem öncesi değerlendirmesinde 3B TÖE ile MPR ile planimetrik ölçüm değerli bilgiler sağlar ve 2B ile yapılan ölçümlere üstün bulunmuştur.<sup>143</sup> Flail mitral kapak varlığı Mitraklip başarısını olumsuz etkileyebilir. Flail segment genişliğinin 15 mm'nin, flail boşluğunun ise 10 mm'in altında olması önerilir. Bu koşulları sağlamayan kapaklarda birden fazla Mitraklip uygulaması gerekebilir. İleri derecede kapak restriksiyonun eşlik ettiği romatizmal mitral kapak (Şekil 43) ve endokardit sekeli gibi durumlarda Mitraklip işlemi önerilmez (Şekil 44).<sup>145</sup>



**Şekil 46. Transseptal ponksiyon öncesi, bikaval TÖE görüntüsünde superior-inferior yönelim, kısa eksen görüntüde ise anterior-posterior yönelim ayarlanmaktadır.**



**Şekil 47. Transseptal ponksiyon öncesi ponksiyon yüksekliği 0° dört boşluk görüntüden ayarlanmaktadır.**

Kapak alanının yanı sıra mitral gradyanlar da işlem öncesinde belirlenmelidir. MY ilişkili artmış akım, darlığın olduğundan fazla tahmin edilmesine neden olarak yanıltabilir. Ortalama gradient işlem öncesi ölçülmelidir ve eğer 5 mmHg ve üzerinde ise hastanın işlem için uygun olmadığı akılda tutulmalıdır (Şekil 45). MY için müdahale endikasyonu değerlendirilirken kalp damar cerrahı, girişimsel kardiyolog ve mitral kapak görüntülenmesinde deneyimli olan bir ekokardiyografi uzmanından oluşan bir kalp ekibi tüm tedavi seçeneklerini göz önünde bulundurmalıdır. Uygun kapak patolojisine sahip yüksek cerrahi riske sahip hastalar Mitraklip için aday olabilir.

Mitraklip prosedürü şu adımlara ayrılmıştır: (1) Transseptal ponksiyon, (2) yönlendirilebilir kılavuz kateterin sol atriya iletilmesi, (3) klip taşıma sisteminin sol atriya iletilmesi, (4) Mitraklip'in mitral kapak üzerinde konumlandırılması, (5) Mitraklip'in sol ventriküle iletilmesi, (6) kapakların tutulması, uygun kapak tutulumunun değerlendirilmesi ve Mitraklip'in serbest bırakılması.

### Transseptal Ponksiyon

Prosedürün ilk adımını oluşturan transseptal ponksiyon işlemin başarısını belirleyen, en kritik aşamalardan biridir. Uygun bir

ponksiyon noktası diğer adımların hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesine olanak sağlar. Başarılı bir transseptal ponksiyon için IAS anatomisinin ve bu anatomiye karşılık gelen TÖE görüntülerinin bilinmesi gerekir. Ponksiyon öncesi süperior vena kavaya bir kılavuz tel ve tel üzerinden bir kateter yerleştirilir. Kateter IAS boyunca sağ atriya geri çekilir ve kateterin sol atriya doğru oluşturduğu çadırlaşma imajı ponksiyon noktasının belirlenmesi için görsel referans oluşturur. Floroskopi kılavuzluğunda gerçekleştirilen geleneksel ponksiyon, Mitraklip prosedürü için yeterli bir yaklaşım olmaz. Ponksiyon bölgesini tanımlamada üç TÖE düzlemi kullanılır: 90°-120° bikaval imajda superior-inferior, 30°-50° kısa eksen imajda anterior-posterior yönelim ayarlanırken (Şekil 46), son olarak 0° dört boşluk imajda mitral kapak düzlemine olan uzaklık ponksiyon yüksekliği belirlenir. Kısa eksen imaj, aort ponksiyonundan kaçınmak için oldukça önemlidir.<sup>152</sup>

Optimal ponksiyon noktasının IAS'ın superior ve posterior bölümünde olması tercih edilir. Dejeneratif ve fonksiyonel MY'de tercih edilecek transseptal ponksiyonun yeri farklıdır. Dejeneratif MY'de mitral anülüs düzlemine 4-5 cm yükseklik tercih edilir. Fonksiyonel MY'de ise koaptasyon hattı anülüs düzleminin altında yer alır. Bu nedenle ponksiyon yerinin daha altta ve anüler düzleme daha yakın olması gerekir. Anüler düzlemin yaklaşık 3,5 cm yukarısı bu hastalarda tercih edilen ponksiyon yeridir (Şekil 47).<sup>153</sup> Patent foramen ovale varsa bile tercih edilen bir geçiş noktası değildir. Atriyal septal defekt, YKK'yi stabilize edemez ve artmış atriyal septal rüptür riski mevcuttur. Bu nedenle uygun bir konumda bulunsa bile atriyal septal defekt uygun bir geçiş zonu değildir.<sup>154</sup> Ponksiyon sonrası ajite serum fizyolojik enjeksiyonu ile ponksiyon noktası doğrulanmalıdır. Uygun olmayan bir ponksiyon yeri işlem süresini uzatırken olası komplikasyonların önünü açar. Ponksiyon yeri belirlenirken birden fazla TÖE penceresi kullanılarak en uygun ponksiyon noktasının seçilmesi Mitraklip prosedürünün diğer aşamalarını kolaylaştırıcaktır.

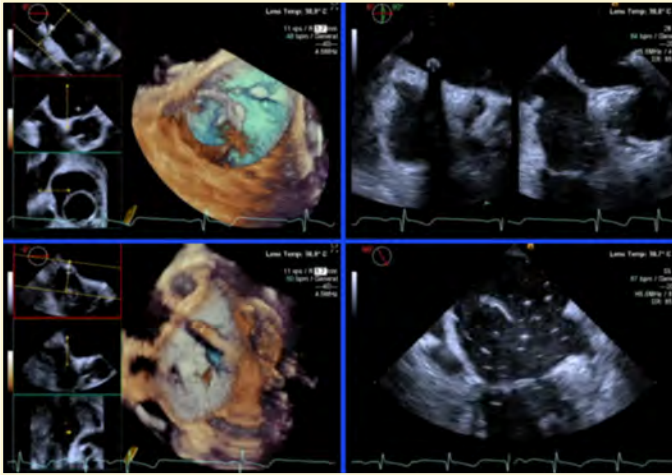
### Yönlendirilebilir Kılavuz Kateterin Sol Atriya İlerletilmesi

Transseptal ponksiyonun ardında TÖE rehberliğinde Mullen sheath ve dilatör sol atriya iletilir ve sol üst pulmoner vena bir kılavuz tel yerleştirilir. Kılavuz telin sol atriyal apendikse yerleşmesi artmış tromboembolizm riski ile ilişkilidir. TÖE ile telin pozisyonu dikkatlice kontrol edilmelidir. YKK, KTS'nin sol atriya iletiltiği kendi dilatörüne sahip büyük (24F) bir kılıftır. Telin pozisyonu kontrol edildikten sonra YKK; dilatör eşliğinde, floroskopi ve TÖE kılavuzluğunda sol atriya iletilir. IAS tarafından bölünmüş hem sağ hem de sol atriyal boşlukları gösteren bir perspektif, YKK'nin sağ atriya'dan sol atriya iletilmesini takip etmek için en iyi görünümü sağlar.<sup>155</sup> Dilatör ve kılavuz kateterin IAS'ı geçişi sırasında çadırlaşma imajı izlenir.

YKK'nin uç kısmında tanınmasını sağlayan radyopak ve hiperekojen bir çift halka mevcuttur. Yönlendirilebilir kılavuz kateterin ilerlemesi, serbest sol atriyal duvarın yarananmasını önlemek için sürekli TÖE ve floroskopik izleme altında dikkatlice görüntülenmelidir. YKK güvenli bir şekilde sol atriya yerleştirildiğinde önce dilatör ardından tel geri çekilir. 3B TÖE kullanımı, sol atriya'daki YKK uzunluğunun ölçülmesini sağlar. Sonraki adımlarda YKK'nin sol atriya içerisinde itilmesi veya çekilmesi gerektiğinde bu uzunluğun bilinmesi çok önemlidir.<sup>154</sup>

### Klip Taşıma Sisteminin Sol Atriya İlerletilmesi

KTS, kateterin uç kısmına kadar yavaşça ilerletilir. Bu aşamada KTS'nin kateter içindeki hareketi floroskopi ile dikkatlice izlenmelidir. Aynı sırada TÖE ile kateterin IAS boyunca konumu, kateterin uç kısmı ile sol atriya serbest duvarı arasında güvenli bir boş-



**Şekil 48.** Mitraklip'in, kateter taşıma sistemi üzerinden ilerletilmesi sırasında 2B ve 3B TÖE imajlarından yararlanılmaktadır.



**Şekil 49.** 2B TÖE LVOT görüntüde Mitraklip cihazının sol ventrikül içinde konumlandırılması.

luk bulunup bulunmadığı ve sol atriyal apendiksle olan güvenlik mesafesi kontrol edilir. Böylelikle kateterin sağ atriyumuna geri çekilmesi, serbest duvar yaralanması ve tromboembolizm gibi komplikasyonlardan kaçınılabilir. 3B TÖE görüntüleri kateter ucunun izlenmesinde yararlı olabilir. Floroskopi kılavuzluğunda, kateterinin önündeki boşluğu değerlendirmek için Mitraklip KTS'den 1 cm dışarı itilir. Sürtünme hissedilmezse ve Mitraklip hareketi anormal değilse Mitraklip KTS'ye geri çekilir ve KTS aynı uzunlukta sol atriyumuna ilerletilir (Şekil 48).<sup>156</sup>

KTS,YKK'nin uç kısmına ulaştığında kateterin ucunun bulunduğu yer ajite serum fizyolojik ile TÖE'de kontrol edilmelidir. Kateter laterale doğru yönelmiş bir pozisyonda iken KTS kateter içinden çıkarılır.

#### Mitraklip'in Mitral Kapak Üzerinde Konumlandırılması

KTS, aortomitral komşuluk boyunca daha mediale; mitral kapak üzerine doğru çekilirken bu hareket 35°-55° aralığında TÖE probunun saat yönünün tersinde rotasyonu ve probun hafifçe geri çekilmesi ile izlenebilir. Bu manevralar sırasında sol üst pulmoner ven ile sol atriyal apendiks arasındaki atriyal çıkıntı KTS manevrası için engel teşkil edebilir ve bu çıkıntıya zarar vermemek için özen gösterilmelidir. Bu hareket sırasında en az iki TÖE düzleminde

kontrol gereklidir. İlk düzlem atriyal çıkıntı tarafından bloke edilen KTS'nin görüntülenmesini ikinci ise kılavuz kateterin IAS'a olan mesafesinin ölçülmesini sağlar.<sup>155</sup> Bu iki düzlem arasında düzenli bir çapraz kontrol gerekir. 3B TÖE, KTS'nin distal kısmının mitral kapaktaki hedefe yönlendirilmesinde oldukça faydalıdır.

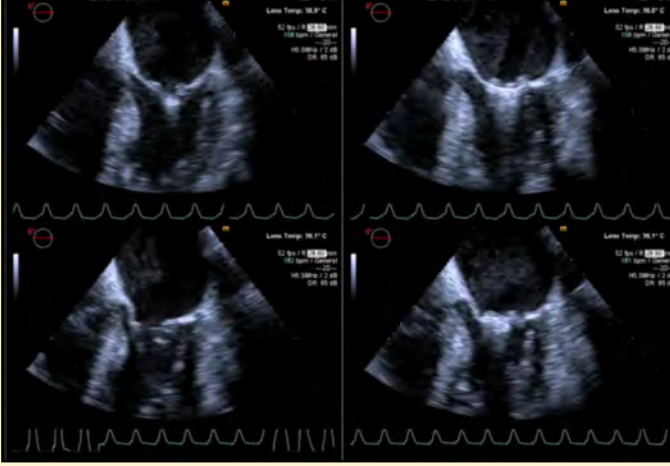
KTS'nin mitral kapak üzerinde konumlandırılmasının ardından, Mitraklip cihazının kolları mitral kapak üzerinde 180° açılarak sol ventriküle geçiş öncesi optimal konumlandırma yapılır. Mitraklip cihazının hedefi, kullanılması planlanan Mitraklip sayısına bağlıdır. Mitraklip'in ucu, en büyük PISA doğru yönlendirilmelidir. Birden fazla Mitraklip yerleştirilmesi planlanıyor ise medialden laterale doğru bir yaklaşım izlenmelidir.<sup>156</sup> Mitral kapak üzerinde Mitraklip açıldığında iki özel durumun kontrolü gereklidir. İlki KTS aksının mitral kapak düzlemine dik konumudur. İkinci durum, Mitraklip kolları açık pozisyonda iken, koaptasyon hattına tam olarak dik bir açının sağlanmasıdır. Mid özofajiyal 40°-60°deki interkomissüral görüntüde Mitraklip'in medial-lateral konumu değerlendirilirken, 135°-150°de LVOT görüntüde anterior-posterior pozisyonlama yapılır. X-plan görüntülemeye bu iki düzlem aynı anda izlenerek Mitraklip hizalaması yapılabilir. Doğru pozisyonda, interkomissüral görüntüde Mitraklip kolları görülmemeli ve LVOT görüntüde her iki Mitraklip kolu tam uzunlukta görülebilmelidir.<sup>152</sup> Bu aşamada 3B TÖE ile prob manipülasyonu azaltılarak Mitraklip pozisyonlaması yapılabilir. Ek olarak mitral yaprakçıklar seviyesinde TÖE pencerelerinin yeterli olmadığı durumlarda, transgastrik kısa eksen görüntüleri ile TTE kısa eksen görüntüleri kullanılabilir.

#### Mitraklip'in Sol Ventriküle İlerletilmesi

Rutin uygulamada, Mitraklip'in kolları açık olarak sol ventriküle ilerletilmesi önerilir. Ancak sol atriyumdan sol ventriküle geçiş sırasında Mitraklip'in dikkatlice düzenlenmiş olan oryantasyonu bozulabilir. LVOT görüntüsünde, mitral yaprakçıkların altında, regürjitan jet bölgesinde; kapatılan Mitraklip'in anesteziist tarafından solunum durdurularak ilerletilmesi sıklıkla tercih edilir.<sup>157</sup> Floroskopi ve TÖE kılavuzluğunda mitral kapak boyunca geçiş gözlemlenir. Mitraklip'in sol ventriküle ilerletilmesi, en iyi interkomissüral ve LVOT görüntülerinin aynı anda değerlendirilebildiği X-plan görüntülemeye izlenebilir. Geçiş sırasında kapatılmış olan Mitraklip'in kolları koaptasyon hattının altında tekrar açılır. 2B transgastrik kısa eksen imajlar, Mitraklip hizalamasının koaptasyon hattına göre gösterilmesine izin verir. Atriyal yüzden sağlanan 3B TÖE kapak altındaki ince hareketlerin dikkatlice izlenmesine olanak sağlar ve bu pencere Mitraklip'in koaptasyon hattına dik konumunu doğrulamada oldukça faydalıdır. Mitraklip pozisyonunda herhangi bir değişiklik yapılması gerekiyorsa, kordalar arasında dolaşmayı önlemek için bunlar minimum düzeyde olmalıdır. Önemli hareketler gerekiyorsa, Mitraklip güvenli bir şekilde manipüle edilebileceği sol atriyumuna geri çekilmelidir.<sup>148</sup> Mitraklip'in interkomissüral ve LVOT görüntülerinde MY jetini bölen doğru oryantasyonu, koaptasyon hattına dikey hizalanması ve her iki mitral yaprağın Mitraklip kollarının üzerinde serbestçe hareket ettiğinin doğrulanması mitral kapak yaprakçıklarının başarılı bir şekilde kavranması için çok önemlidir.

#### Kapakların Tutulması, Kapak Tutulumunun Değerlendirilmesi ve Mitraklip'in Serbest Bırakılması

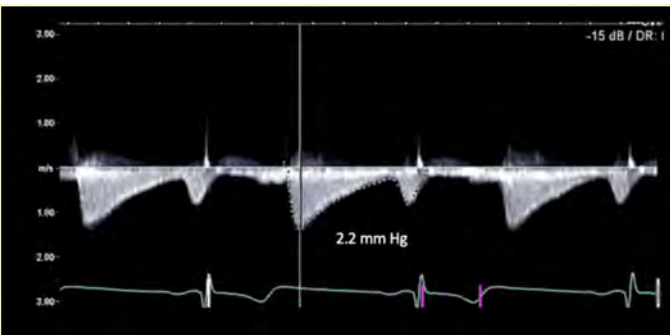
Mitral yaprakçıkların Mitraklip tarafından tutulması aşamasında tercih edilecek görüntüleme yöntemi 2B TÖE'dir. 3B TÖE ile sağlanan görüntü bu aşamada yeterli bir çözünürlük sağlamaz.<sup>155</sup> 2B TÖE ile LVOT görüntülemeye Mitraklip kolları 120°'lik bir açıyla konumlandırılır ve yaprakçıklar sıkıca yakalanana kadar geriye doğru çekilir (Şekil 49,50).



**Şekil 50. 2B TÖE LVOT görüntüde Mitraklip cihazının yaprakçıkları yakalama aşamasının görüntülenmesi.**

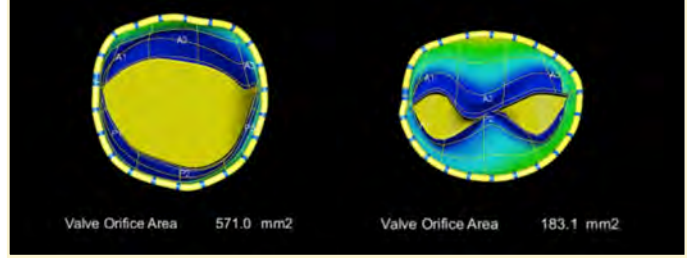


**Şekil 51. MY şiddetinde azalma ile birlikte pulmoner venlerde izlenen sistolik geri akımın kaybolması ve S' dalgasının baskın hale gelmesinin TÖE ile sol üst ve sağ üst pulmoner venlerde gösterilmesi.**



**Şekil 52. Mitraklip yerleştirildikten sonra mitral kapak üzerinden alınan ortalama gradient.**

Arka yaprakçığın yakalanması LVOT görüntülerinde, ön yaprakçığın yakalanması ise dört boşluk görüntülerde izlenebilir.<sup>154</sup> Mitraklip'in kolları arasında *korda tendinea*'nın sıkışması işlem başarısını olumsuz etkiler ve bu komplikasyon interkommissu-



**Şekil 53. Mitraklip yerleştirildikten sonra oluşan orifislerin 3B TÖE ile planimetrik olarak ölçülmesi, oluşan yeni alanların birbirine aritmetik olarak eklenmesi şeklinde yapılmaktadır.**

ral görüntülemeye kontrol edilebilir. Kıskaçlar ve kollar arasında yeterli yaprakçık dokusu yakalanırsa, Mitraklip kademeli olarak kapatılır ve kalan yetmezlik miktarı renkli Doppler ile izlenir. Mitral kapağın aşırı distorsiyonundan kaçınılmalıdır. Mitraklip ile kapak tutulumunun ekokardiyografik ilk sonuçları genel anestezi altında değerlendirilmelidir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta hastanın ilk ekokardiyografik ölçümleri esnasındaki hemodinamik parametrelere benzer şartların son ölçümler yapılırken sağlanmasıdır. Hemodinamik olarak benzer şartların sağlanması özellikle fonksiyonel MY'de önem taşır.<sup>155</sup> Ayrıca ekokardiyografi cihazının başlangıçtaki renk ve gain ayarları da korunmalıdır. Mitraklip KTS'den serbest bırakılmadan önce MY'de meydana gelecek azalma TÖE ile teyit edilmelidir. 2B TÖE'de renkli Doppler'de meydana gelen yeni ikili yetmezlik jet akımının toplam miktarı MY'nin olduğundan fazla tahmin edilmesine yol açabilir.<sup>158</sup> MY şiddetinde azalma ile birlikte pulmoner venlerde izlenen sistolik geri akımın kaybolması ve S' dalgasının baskın hale gelmesi beklenir (Şekil 51).

Mitraklip sonrası ilk sonuçların optimal bir şekilde değerlendirilmesi prognostik açıdan önem taşır. Ancak nativ MY'deki değerlendirme yöntemlerinin tümü, Mitraklip sonrası cihazın yarattığı artefakt ve kapaktaki morfolojik değişiklikler nedeni ile birebir uygulanamaz. Renkli Doppler, transmitral akım, regürjitan volüm gibi parametrelerin kullanışlı olmadığı gösterilmiş olmakla birlikte diğer kantitatif yöntemler rezidüel MY'nin değerlendirilmesinde ümit vaat edicidir. 3B vena kontrakta alanı değerlendirmesi oldukça karmaşıktır ancak pulmoner ven akım paterni ile prognostik değeri yüksektir. Bununla birlikte bu konuda halen bir validasyon çalışması yapılmamıştır. Bu alanda daha çok çalışma ve standardizasyonun yapılması oldukça büyük önem taşımaktadır.<sup>159</sup>

Mitraklip yerleştirildikten sonra, anlamlı bir kapak daralmasını dışlamak için mitral kapak gradyanı değerlendirilmelidir. Mitral gradyan değerlendirmesi ile yapılan ölçümler ikili orifisin planimetrik ölçümlerine benzer duyarlılıktadır.<sup>160</sup> Beş mmHg'ye kadar ortalama gradyan kabul edilebilir olarak değerlendirilir (Şekil 52).

Mitral kapağın planimetrik ölçümü kısa eksenli transgastrik görüntülerde ve 3B TÖE ile her 2 orifis alanının birbirine aritmetik eklenmesi şeklinde yapılabilir (Şekil 53).

Nihai orifis alanı ve geometrisi, 3B TÖE ile titiz bir şekilde değerlendirilebilir. Mitraklip implantasyonu sonrası sonuç tatmin etmezse Mitraklip tekrar açılabilir ve sonrasında daha optimal bir pozisyon elde etmek için yeniden konumlandırılabilir. Rezidüel MY tatmin edici ise Mitraklip, taşıma konumundan serbest bırakılır. Ardından KTS ve YKK geri çekilir. Sistemin geri çekilirken atriyal

yapılara temas etmemesini sağlamak için TÖE kullanılır. Tekrarlanan hemodinamik, anjiyografik ve ekokardiyografik değerlendirmeler yapılır. Transseptal ponksiyon sonucunda bir şant oluşmuş ise bunun derecesi de değerlendirilir.

## Sonuç

Mitral klip ciddi MY'si olan, cerrahi için yüksek riskli hastalarda oldukça iyi bir tedavi seçeneğidir. Bu prosedürün başarısı için titiz bir klinik ve ekokardiyografik analiz büyük önem taşımaktadır. 3B ekokardiyografi sadece preprosedüral mitral kapak değerlendirmesinde değil, aynı zamanda intraprocedüral kılavuzluk ile post-prosedüral komplikasyon ve ilk sonuçların değerlendirmesinde de kullanışlıdır.

## Triküspit Kapağın Transkatater Uçtan Uca Onarımında Görüntülemenin Rolü

**Dr. Gökhan Kahveci, Dr. Emir Derviş**

Orta veya ileri triküspit yetersizliği (TY) genel popülasyonun %0,55'ini, 75 yaş ve üzeri hastaların %4'ünü etkileyen, yaşla beraber sıklığı artış gösteren bir kapak patolojisidir.<sup>161</sup> Ayrıca sol ventrikül sistolik fonksiyonları ve pulmoner hipertansiyondan bağımsız olarak sağ kalp yetersizliği gelişimine katkısından ötürü artmış mortalite ve morbidite ile ilişkilidir.<sup>161,162</sup> Etiyolojisinin %90'ını sekonder sebepler oluşturmaktadır.<sup>161</sup> Primer veya sekonder pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda, basınç veya hacim yüklenmesiyle sağ ventrikül (RV) remodelinginin oluşması sonucu leaflet tethering ve anülüs dilatasyonu sekonder TY'nin oluşumu ile ilişkilidir.<sup>106</sup> Ek olarak ayrı bir subgrupta anülüs dilatasyonu ile ilişkili olarak izole TY izlenmektedir. Bu durum genellikle AF ile ilişkili olup, hastalarda pulmoner hipertansiyon veya sol ventrikül sistolik disfonksiyonu izlenmemektedir.<sup>163</sup> Primer TY sebepleri olarak infektif endokardit, romatizmal tutulum, karsinoid sendrom, miksomatöz hastalık, endokardiyal fibrozis, konjenital triküspit kapak patolojileri (örn. Ebstein anomalisi), torasik travma ve iyatrojenik (pacemaker leadleri, endomiyokardiyal biyopsi gibi) sebepler sayılabilir.<sup>106</sup> Tablo 11'de TY'nin primer ve sekonder sebepleri sıralanmıştır.

**Tablo 11. Triküspit Yetersizliği**

Primer	Sekonder
1. Romatizmal	1. RV remodelingin eşlik ettiği pulmoner hipertansiyon (Sol kalp kaynaklı sekonder veya primer)
2. Enfektif endokardit	2. Dilate kardiyomiyopati
3. İyatrojenik (cihaz leadli, endomiyokardiyal biyopsi)	3. Anülüs dilatasyonu (AF ile ilişkili)*
4. Doğuştan (Ebstein anomalisi, büyük arter transpozisyonu)	4. RV volüm yüklenmesi (şant/yüksek output)
5. Diğer (karsinoid sendrom, endomiyokardiyal fibrozis, ilaç kullanımı, radyasyon, travma)	

\*: İzole TY, AF'nin eşlik ettiği ve sol ventrikül EF >%60, sistolik pulmoner arter basıncının <50 mmHg olduğu ve eşlik eden sol taraf kapak hastalığının olmadığı ve triküspit kapak leafletlerinin normal görünümde olduğu durumlar için tanımlanmıştır.

Kapak yetersizliği derecelendirilirken ESC ve ACC/AHA kılavuzlarının önerdiği kantitatif ve kalitatif parametreler kullanılmaktadır. Anatomik olarak normal triküspit kapağı olan kişilerde TTE ile fizyolojik olarak herhangi bir sonuca yol açmayan eser ve hafif TY izlenebilir. Buna rağmen ciddi TY uzun dönemde kötü prognoz ile ilişkilidir.<sup>164</sup> Özellikle triküspit aparatın primer bozukluklarında kapak yetersizliği daha ciddi izlenmektedir.<sup>106</sup> Tablo 12'de ACC/AHA kılavuzunun TY derecelendirmesi gösterilmiştir.<sup>106</sup>

**Tablo 12. ACC/AHA Kılavuzunun TY Derecelendirmesi**

Evre	Tanımlama	Kapak Hemodinamisi	Hemodinamik Sonuçlar	Klinik Semptom ve Bulgular
B	İlerleyici TY	Santral jet RA'nın %50'sinden az alan kaplıyor Vena Kontrakta genişliği <0,7 cm ERO <0,40 cm <sup>2</sup> Regürjitan volüm <45 ml	Yok	Yok
C	Asemptomatik Ciddi TY	Santral jet RA'nın %50'sinden daha fazla alan kaplıyor Vena Kontrakta genişliği >0,7 cm ERO >0,40 cm <sup>2</sup> Regürjitan volüm >45 ml Üçgen şeklinde yoğun CW Doppler sinyali Hepatik vende sistolik geri akım	Dilate RV ve RA Artmış RA c-V dalgası	Venöz basınç artışı Semptom yok
D	Semptomatik Ciddi TY	Santral jet RA'nın %50'sinden daha fazla alan kaplıyor Vena Kontrakta genişliği >0,7 cm ERO >0,40 cm <sup>2</sup> Regürjitan volüm >45 ml Üçgen şeklinde yoğun CW Doppler sinyali Hepatik vende sistolik geri akım	Dilate RV ve RA Artmış RA c-V dalgası	Venöz basınç artışı Efor dispnesi, Yorgunluk Assit Ödem

c-V dalgası sistolik pozitif dalgayı belirtmektedir, ERO, effective regurgitant orifice; RA, sağ atriyum; RV, sağ ventrikül ve TY, triküspit yetersizliği

Tablo 13'te ise ESC kılavuzunda ciddi TY derecesinin ekokardiyografik metotla kalitatif ve kantitatif ölçümleri tanımlanmıştır.<sup>142</sup>

**Tablo 13. ESC Kılavuzunda Tanımlanan Ciddi TY Derecesinin Ekokardiyografik Olarak Kalitatif ve Kantitatif Ölçümleri**

Kalitatif	
Triküspit kapak morfolojisi	Anormal/flail
Renkli Doppler regürjitan jet	Çok geniş santral jet veya duvara çarpan egzantrik jet
Regürjitan jetin CW Doppler sinyali	Erken pik yapan yoğun/üçgen şeklinde
Semi-kantitatif	
Vena-kontrakta genişliği (mm)	>7a,b
PISA yarıçapı (mm)	>9c
Hepatik ven akımı	Sistolik geri akım
Triküspit inflow	E dalgası baskın $\geq 1$ m/s <sup>d</sup>
Kantitatif	
EROA (mm <sup>2</sup> )	$\geq 40$
Regürjitan volüm (ml/atım)	$\geq 45$
Kalp boşluklarında/damarlarda genişleme	RV, RA, inferior vena kava

CW, continuous wave; EROA, effective regurgitant orifice area; PISA, proximal isovelocity surface area; RA, sağ atriyum; RV, sağ ventrikül; TY, triküspit yetmezliği. a: Nyquist limit 50-60 cm/s, b: Tercihen biplane, c: Baseline Nyquist limit 28 cm/s olarak ayarlanır, d: Sağ atriyal basıncı artıran diğer sebeplerin yokluğunda.

Bununla beraber perkütan triküspit kapak tamiri çalışmaları ile "ciddi" TY derecesinin içinde farklı derecelendirmeler yapılması gerekliliği duyulmuştur.<sup>165</sup> Müdahale sonrası TY derecesinde-

**Tablo 14. Önerilen 5'li Triküspit Yetersizliği Evrelemesi**

	Hafif	Orta	Ciddi	Massive <sup>a</sup>	Torrential <sup>a</sup>
<b>Kalitatif</b>					
TK morfoloji	Normal/Anormal	Normal/Anormal	Anormal, flail, geniş koaptasyon defekti		
TY jeti renkli Doppleri	Hafif, santral	Orta	Çok geniş santral jet veya duvara çarpan egzantrik jet.		
TY jeti CW Doppler sinyali	Soluk,parabolik	Yoğun,parabolik	Erken pik yapan yoğun /üçgen şeklinde	Pik TY hızı < 2 m/s	-
<b>Semikantitatif</b>					
VK genişliği (mm)b	<3	3-6.9	7-13.9	14-20	>21
PISA yarıçapı (mm)	<5	6-9	>9	-	-
Hepatik ven akımı	Sistolik dominans	Sistolik blunting	Sistolik geri akım		
Triküspit inflow	Normal	Normal	Dominant E dalgası (≥1 cm/s)		
<b>Kantitatif</b>					
EROA (mm <sup>2</sup> )					
PISA ile	<20	20-39	40-59	60-79	≥80
EROA (mm <sup>2</sup> ) kantitatif Doppler ile	-	-	75-94	95-114	≥115
EROA (mm <sup>2</sup> ) 3B ile	-	-	75-94	95-114	≥115
Regürjitan volüm (ml) PISA ile	<30	30-44	45-59	60-74	≥75

a ileri çalışmalar gereklidir, b Biplane çalışılması önerilir.

CW, continuous wave; EROA, effective regurgitant orifice area; PISA, Proximal isovelocity surface area; TK, triküspit kapak; TY, triküspit yetersizliği; VK, vena kontrakta.

ki iyileşmeler, mevcut TY sınıflamasının açıklamasında güçlükler ortaya çıkarmaktadır. Örneğin Percutaneous Tricuspid Valve Annuloplasty System for Symptomatic Chronic Functional Tricuspid Regurgitation (SCOUT) çalışmasında kantitatif EROA'da  $-0,22 \pm 0,29$  mm<sup>2</sup> azalma meydana gelmiştir. Bununla beraber işlem öncesi EROA  $0,85 \pm 0,22$  mm<sup>2</sup> olup, işlem sonrası EROA  $0,63 \pm 0,29$  mm<sup>2</sup> hesaplanmıştır. Bu nedenle şu anki TY ciddiyet değerlendirmeye şemaları bu çalışmalarda "torrential" niteliğini hesaba katmamaktadır. SCOUT çalışmasında TY derecesi mevcut tanımlamaya göre "ciddi"den "ciddi"ye gerilemesine rağmen hastaların yaşam kalitesinde düzelme ve atım hacminde artış meydana gelmiştir.<sup>166</sup> TY ciddiyeti derecelendirmesinde yeni öneriler sunulmuştur.<sup>165</sup> Önerilen yeni TY derecelendirmesi Tablo 14'te özetlenmiştir.

Ekokardiyografi ile TY etiyojisi ve derecelendirilmesi dışında TY'nin RV üzerine etkileri değerlendirilmelidir. TY'si olan ve sol taraflı kapak cerrahisi planlanan hastada triküspit anülüs ölçümü yapılır. Triküspit anülüs diyastolik çapı >40 mm (>21 mm/cm<sup>2</sup>) olması, izole mitral kapak cerrahisi sonrası progresif veya persistan TY gelişiminde artmış risk ile ilişkilidir.<sup>167</sup> Pulmoner arter basıncı maksimal TY velositesi ile hesaplanır. RV sistolik fonksiyonu hesaplanması RV'nin geometrik yapısı, uygun görüntü elde edilmesinde ve volüm durumundan etkilendiği için zorluk teşkil etmektedir.<sup>168,169</sup> Bazı parametreler vasıtasıyla TTE ile RV fonksiyonları hakkında bilgi alınabilir. TTE'de normal RV sistolik fonksiyon diyebilme için "tricuspid annular plane systolic excursion" (TAPSE) > 16 mm, triküspit kapak sistolik anülüs velosite > 10 cm/s ve RV sistol sonu alan < 20 cm<sup>2</sup> veya fraksiyonel alan değişimi > %35 değerleri tanımlanmıştır.<sup>106</sup>

Ekokardiyografik yöntemler dışında pulmoner basıncın değerlendirilmesi açısından kardiyak kataterizasyon ve sağ ventrikül fonksiyonları ve kapak yetersizliği değerlendirilmesi amacıyla kardiyak MR yöntemleri kullanılabilir.<sup>142</sup>

## Tedavi

### Tıbbi Tedavi

Ciddi TY'si olan hastalarda genellikle periferik ödem, assit gibi sağ kalp yetersizliği bulguları mevcuttur. Diüretikler hacim yüklenmesini azaltmak için kullanılabilir (Sınıf 2a-C-EO).

Loop diüretikleri semptomların geriletilmesi amacıyla kullanılsa da düşük-akım sendromunu kötüleştirilebilirlerinden ötürü kullanımları kısıtlıdır.<sup>106</sup> Aldosteron antagonistleri özellikle hepatik konjesyon varlığında faydalı olabilmektedir. Bununla birlikte tıbbi tedavinin ACC kılavuzunun tariflediği evre C ve D grubu hastalarda kullanımı kısıtlıdır. Daha çok TY'ye yol açan primer patolojinin düzeltilmesine yönelik hareket edilmesi önerilir. Düşük EF'li kalp yetersizliğinde kılavuzun önerdiği tıbbi tedavi verilmesi, pulmoner hipertansiyonu olan seçilmiş hastalarda ise RV artyük ve sekonder TY'yi azaltmak için spesifik pulmoner vazodilatörlerin kullanılması önerilebilir (Sınıf 2a- C-EO).<sup>170,171</sup> AF ile ilişkili anülüs dilatasyona sekonder TY varlığında ritmin sinüse restorasyonu düşünülebilir (Sınıf 2a- C-EO).<sup>172,173</sup>

### Girişimsel Tedavi

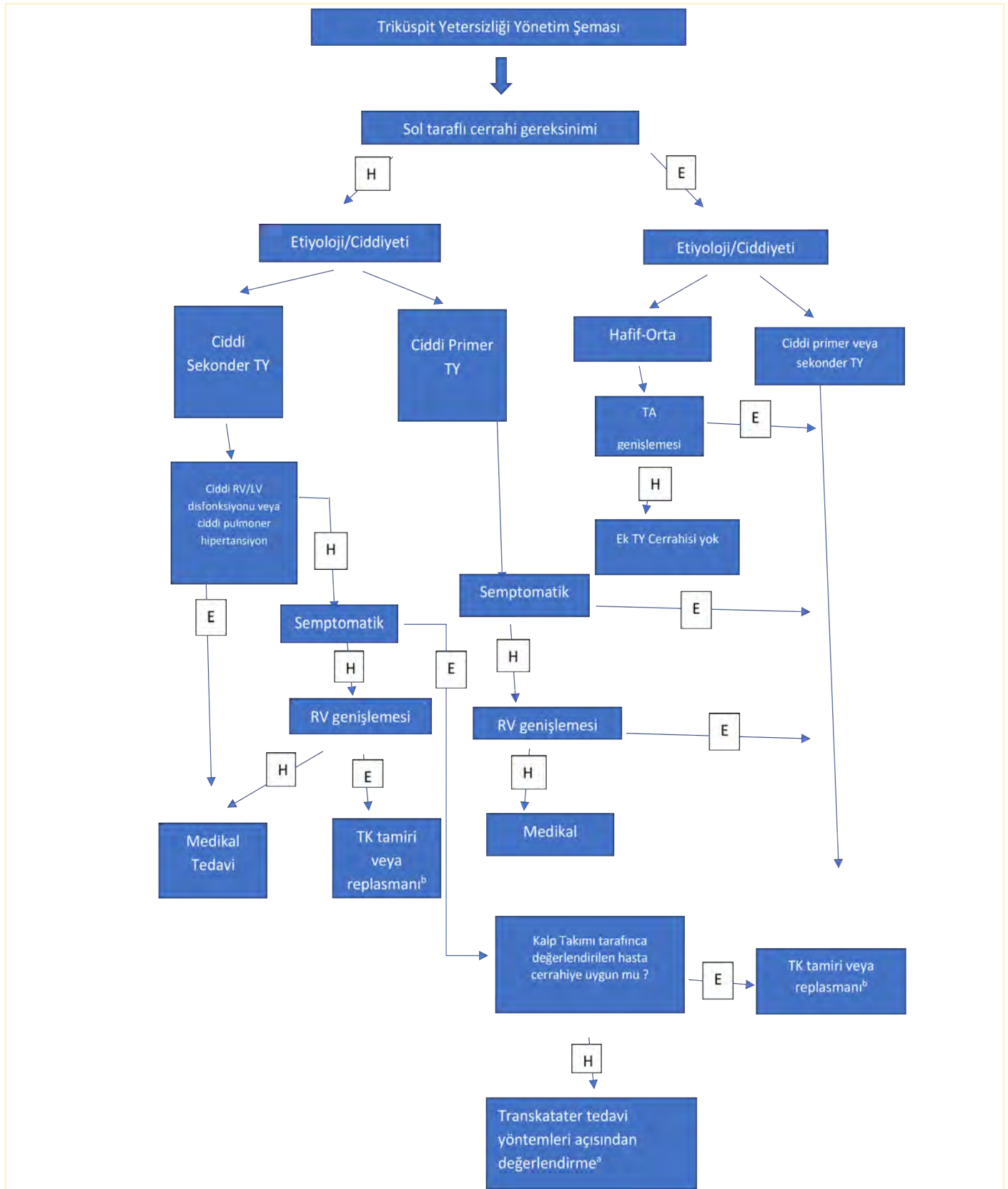
Triküspit kapak girişimleri klinik pratikte az kullanılmakta ve genellikle müdahale için geç kalınmaktadır.<sup>174</sup> Hastalarda cerrahi zamanlaması, cerrahi riskin artışıyla beraber olan geri dönüşümsüz RV ve organ yetersizliğinden kaçınılması açısından önem arz etmektedir.

ESC kılavuzlarında ileri düzeyde semptomatik primer TY olması durumunda cerrahi tedavi önerilmektedir (Sınıf 1-C). Asemptomatik veya hafif semptomatik olan seçilmiş hastalarda ise RV fonksiyonlarında azalma veya RV dilatasyonu gözlenmeye başladığı zaman cerrahi tedavi düşünülmelidir (Sınıf 2a-C).

Sol taraf kaynaklı cerrahiye gidecek olan hastalarda ciddi düzeyde TY olması durumunda (sınıf 1-B) veya hafif-orta düzeyde TY olan hastalarda triküspit anülüs dilatasyonu varlığında triküspit kapağa da müdahale edilmesi önerilmektedir (Sınıf 2a-B).<sup>142</sup> Cerrahi TK tamiri mortaliteyi artırmamakla beraber, ciddi TY'si olmasa bile TA dilatasyonu olan hastalarda RV reverse remodelingi destekleyerek fonksiyonel durumun iyileşmesine katkı sağlamaktadır.<sup>167,175,176</sup>

Bununla birlikte yeni gelişen veya kötüleşen sekonder TY'si olan hastaların re-operasyonlarında olasılıkla geç başvuru ve eşlik eden kötü klinik durumdan ötürü artmış postoperatif risk mevcuttur.<sup>177</sup> Bu zorlu senaryoda bile prognozun iyileştirilmesi amacıyla RV dilatasyonu veya RV sistolik fonksiyonlarında azalma olması durumunda, hasta semptomatik olmasa bile ciddi TY'nin





Şekil 54. ESC kılavuzunun önerdiği triküspit yetersizliği yönetim şeması. a: Triküspit kapak tedavilerinde uzman ekibin bulunduğu Kalp Takımı tarafından TK'nın transkateter işlemlere anatomik uygunluğu değerlendirilir. (Koaptasyon gap, lead ilişkili TY varlığı, tethering yüksekliği, jet lokasyonu) b: Tamire uygun değilse kapak replasmanı tercih edilir. E, evet; H, hayır; LV, sol ventrikül; RV, sağ ventrikül; TA, triküspit anülüsü; TK, triküspit kapak; TY, triküspit yetersizliği.

tedavi edilmesi düşünülmelidir (sol taraflı kapak disfonksiyonu, ciddi pulmoner hipertansiyon/akciğer hastalığı, ciddi RV/LV sistolik disfonksiyonu dışlandıktan sonra)(Sınıf 2a-B).

Bununla birlikte triküspit kapak tamiri replasmana tercih edilmezdir.<sup>167</sup> Ciddi anüler dilatasyon veya intrinsik kapak patolojisi var ise kapak replasmanı gerekli olabilir.<sup>142</sup>

Şekil 54 ve Tablo 15'te ESC kılavuzlarının TY tedavisindeki önerileri gösterilmiştir.<sup>142</sup>

**Tablo 15. Triküspit Kapak Yetersizliği Tedavisinde 2021 ESC Kılavuzu Önerileri**

Öneriler	Sınıf <sup>a</sup>	Seviye <sup>b</sup>
<b>Primer Triküspit Yetersizliğine Yönelik Öneriler</b>		
Sol taraflı cerrahiye gidecek hastalarda ciddi primer TY varlığında TK cerrahisi önerilir.	1	C
İzole ciddi TY' si olan semptomatik hastalarda RV disfonksiyonu yoksa cerrahi tedavi önerilir.	1	C
Sol taraflı cerrahiye gidecek olan hastalarda orta dereceli TY varlığında cerrahi tedavi düşünülmelidir.	2a	C
Hafif semptomatik veya asemptomatik olan izole ciddi TY'si ve RV dilatasyonu ve cerrahi tedaviye uygun olan hastalarda cerrahi düşünülmelidir.	2a	C
<b>Sekonder Triküspit Yetersizliğine Yönelik Öneriler</b>		
Sol taraflı cerrahiye gidecek hastalarda ciddi sekonder TY varlığında TK cerrahisi önerilir.	1	B
Sol taraflı cerrahiye gidecek hastalarda hafif veya orta dereceli TY ve dilate anülüs (2B ekokardiyografi ile ölçülen triküspit anülüs ölçümü > 40 mm veya 21 mm/m <sup>2</sup> ) varlığında cerrahi tedavi düşünülmelidir.	2a	B
Ciddi sekonder TY varlığında (öncesinde sol taraflı cerrahi geçmiş olsun veya olmasın) RV dilatasyonu veya semptomatik olması durumunda, RV veya LV disfonksiyonu yoksa cerrahi tedavi düşünülmelidir.c	2a	B
Semptomatik ciddi sekonder TY'si olan ve kalp takımıca ameliyat olamaz kararı verilen hastalarda, triküspit kapak hastalıklarınca uzmanlaşmış merkezlerde transkateter tedavi düşünülebilir.d	2b	C

LV, sol ventrikül; RV, sağ ventrikül; TK, triküspit kapak; TY, triküspit yetersizliği; 2B, iki boyutlu. aÖneri sınıfı; bKanıt düzeyi; cDaha önce sol taraflı cerrahi geçiren hastada tekrarlayan sol taraflı kapak disfonksiyonu dışlanmalıdır; dYaşam kalitesinde veya sağ kalımda artış beklenen ve triküspit kapak anatomisi uygun olan hastalarda tecrübeli merkezlerde Kalp Takımı kararına göre transkateter işlemler uygulanabilir.

ACC/AHA kılavuzlarında ise ciddi (evre C ve D) TY hastaları sol taraflı cerrahiye gidecek ise triküspit kapak cerrahisi önerilmektedir (sınıf 1-B-NR). Evre B TY'si olan hastalarda ise anülüs dilatasyonu (TTE ile diyastol sonu anülüs >40 mm) veya geçmişinde sağ kalp yetersizliği semptom ve bulguları var ise triküspit kapak cerrahisinin faydalı olabileceği belirtilmiştir (sınıf 2a-B-NR). Evre D primer TY'si olan hastalarda semptomların giderilmesi ve tekrarlayan yatışların azaltılması amacıyla izole TK cerrahisi fayda gösterebilir (sınıf 2a-B-NR). İzole sekonder medikal tedaviden fayda görmeyen evre D TY'si olan (pulmoner hipertansiyon veya sol kalp hastalığı olmayan) hastalarda semptomların giderilmesi ve tekrarlayan yatışların azaltılması amacıyla izole TK cerrahisi fayda gösterebilir (sınıf 2a-B-NR). Evre C primer TY'lerde progresif RV dilatasyonu ve RV disfonksiyonu olması durumunda izole triküspit kapak cerrahisi düşünülmelidir (Sınıf 2b C-LD). Daha önce sol taraflı cerrahi geçiren ve evre D TY'si olan hastalara ciddi RV disfonksiyonu ve pulmoner hipertansiyon yoksa cerrahi tedavi düşünülebilir (Sınıf 2b- B-NR).<sup>106</sup> Şekil 55'te ACC/AHA kılavuzlarının TY yaklaşım şeması resmedilmiştir.

İzole TK kapak cerrahisi mortalitesi yüksek olup %10 seviyesinde seyretmektedir.<sup>178-180</sup> Fransa'da yapılan bir çalışmada izole TK cerrahisi yapılan hastaların erken ve orta dönem sonuçları ve has-

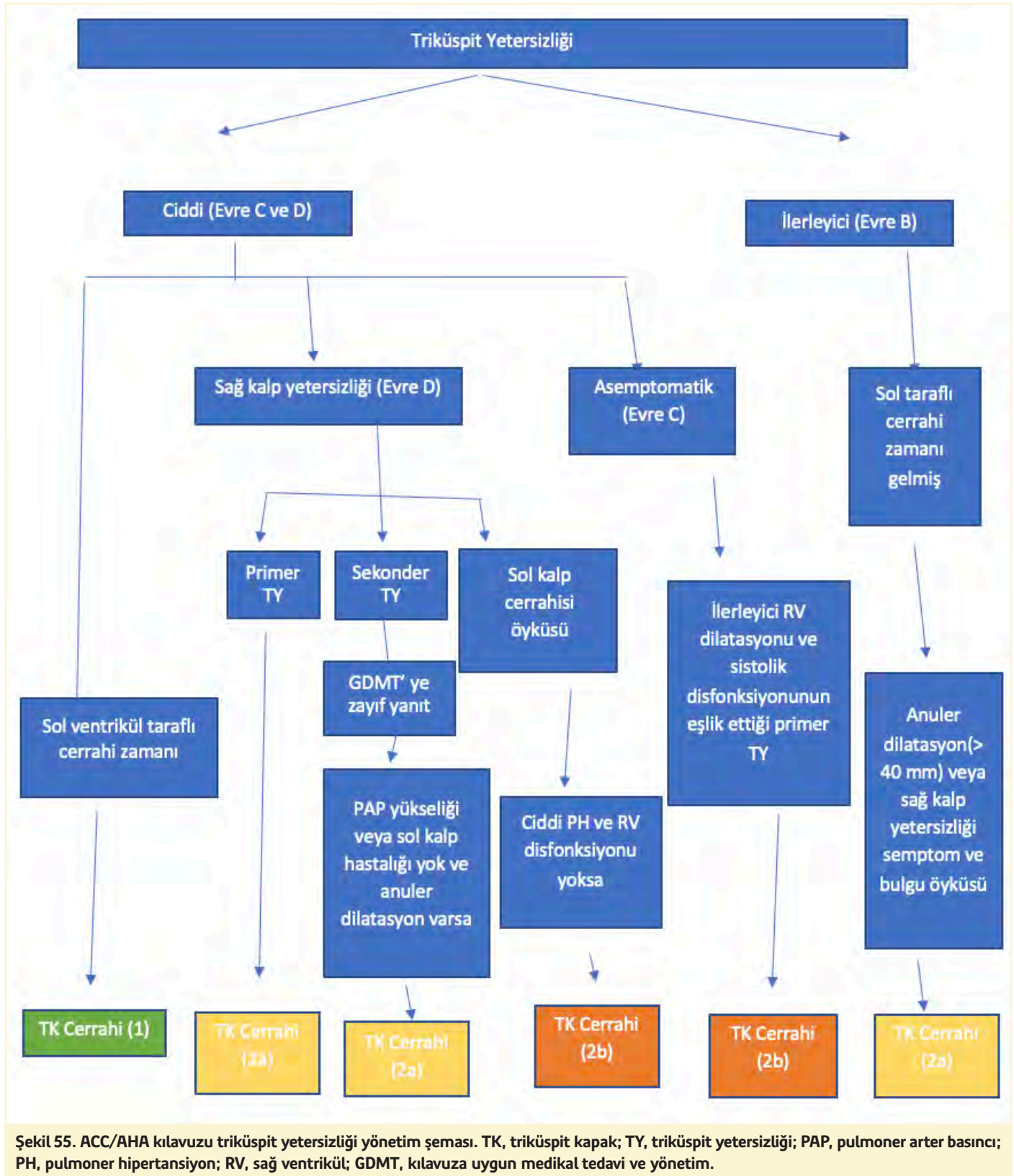
tanın kliniği ve kapak yapılarının sağ kalıma etkileri araştırılmıştır.<sup>181</sup> Bu çalışmada izole TK cerrahisi yüksek mortalite ile ilişkili bulunmuş olmakla beraber aslında mortalite ve morbiditenin TY etiolojisi ve mekanizmasından çok hastanın kliniği (NYHA 3/4 RV yetmezlik bulguları), ekokardiyografik bulguları (orta/ciddi RV disfonksiyonu ve dilatasyonu) ve laboratuvar belirteçleri (düşük GFR, düşük Protrombin zamanı) ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Buradan şu sonuç çıkarılmıştır: TK cerrahilerinde mortalitenin yüksek olmasının esas sebebi hastanın hastalığın ileri seviyelerinde ve bozulmuş karaciğer ve böbrek fonksiyonları ile başvurusudur.<sup>181</sup> Hem Society of Thoracic Surgeons (STS) hem de logistic EuroSCORE/EuroSCORE-II risk skorlamalarının her ikisinin de TK cerrahileri için dizayn edilmediği izlenmektedir. Bu çalışma ile TK cerrahisi için güncel bir mortalite risk skorlaması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Dreyfus ve ark.<sup>182</sup> tarafından izole TK cerrahisi sonrası mortalite tahmini için TRI-SCORE isimli risk skor modellemesi geliştirilmiştir (Tablo 16). Bu modellemede 8 farklı değişken olup maksimum 12 puan üzerinden beklenen mortalite 1 puandan 9 puana kadar %1'den %65'e kadar yükselmektedir.

**Tablo 16. TRI-SCORE Risk Faktörleri ve Puanlaması**

Risk faktörü	Puan
Yaş ≥70	1
NYHA fonksiyonel kapasite 3-4	1
Sağ kalp yetersizliği bulguları	2
Günlük furosemid dozu ≥125 mg	2
Glomerül filtrasyon hızı < 30 ml/dk	2
Total bilirubinde yükselme	2
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu <%60	1
Orta/ciddi düzeyde sağ ventrikül disfonksiyonu	1
Toplam	12

a: Çalışmada orta/ciddi düzeyde sağ ventrikül disfonksiyonu, TAPSE <17 ve/veya doku Doppler sistolik pik anüler hız 9,5 cm/s ve/veya görsel olarak belirgin olarak azalmış fraksiyonel alan değişimi olarak tanımlanmıştır.

Çalışmada risk skoru ≤3 düşük risk, 4-5 orta risk, ≥6 puan yüksek risk olarak kabul edilmiştir.<sup>182</sup> Bu sonuçlara göre hastanın performansı düşmeden, hastalığın geç ve umutsuz safhasına gelmeden önce TK müdahalesi yapılması düşünülebilir. Ek olarak geçmişte yüksek riskli TK cerrahisi olarak tanımlanan hastalar medikal tedavi ile izlenmekteydi. Fakat gelişen transkateter teknolojileri ve yayımlanan sonuçları yüz güldürücü olan çalışmalarla beraber bu tarz semptomatik yüksek riskli hastalar transkateter tedavilere yönlendirilebilir. Transkateter tedavilerle alakalı olarak ESC kapak kılavuzu kalp takımı tarafından ameliyata uygun görülmeyen fakat ciddi semptomatik TY'si olan hastalarda transkateter triküspit kapak tamirini önermektedir (Sınıf 2b-C).<sup>142</sup> Günümüzde en sık tercih edilen transkateter metod kapağın edge-to-edge tamiridir.<sup>183</sup> Bazı retrospektif analizlerde edge-to-edge tamirlerin yetersizlik derecesini anlamlı düzeyde azalttığı ve semptomları düzelttiği gösterilmiştir.<sup>184,185</sup> Uluslararası, prospektif bir çalışma ve TriClip (Abbott, Chicago, IL, USA) sisteminin kullanıldığı TRILUMINATE çalışmasının açıklanan birinci yıl verilerinde TY düzeyi anlamlı düzeyde gerilemiş, hastaneye yatışlar anlamlı düzeyde azalmış ve kırılğan yüksek riskli hasta popülasyonunda mortalite oranında azalma izlenmiştir.<sup>186</sup> Bu çalışmadan bahsetmek gerekirse 1 Ağustos 2017'den 29 Kasım 2018'e kadar toplam 85 adet, semptomatik, orta-ileri düzeyde TY'si olan ve cerrahi açıdan yüksek riskli kabul edilen ve sol taraflı veya pulmoner kapak cerrahisi ihtiyacı olmayan ve başarılı TriClip işlemi yapılmış hasta dahil edilmiştir. TRILUMI-



NATE çalışmasında ciddi kontrolsüz hipertansiyonu olan (Sistolik >180 mmHg, diyastolik > 110 mmHg), EKO ile ölçülen sistolik pulmoner arter basıncı > 60 mmHg olan, daha önce triküspit kapağına müdahale edilen, ICD veya pacemaker lead'i bulunan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca çalışmaya sa-

dece koaptasyon gap 10 mm altında olan hastalar dahil edilmiştir.<sup>187</sup> Çalışmada TY evrelemesi 5'li evreleme sistemine göre (hafif, orta, ileri, massive, torrential) yapılmıştır.<sup>165</sup> Çalışmanın birincil güvenlik sonlanım noktası 6 ay içerisinde kardiyovasküler ölüm, miyokart enfarktüsü, inme, cerrahi gerektiren infektif

endokardit, yeni gelişen böbrek yetmezliği, TK tamiri sistemi ile ilişkili işlem sonrasında meydana gelen olumsuz olaylar nedeniyle yapılan elektif olmayan cerrahiler oluşturmaktadır. Birincil etkinlik son noktası ise 30 gün içerisinde yetersizlik jetinde en az 1 birim azalma olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın sonucunda 1. ayda 71 (86%) hastada en az bir derece TY şiddetinde azalma gözlemlendi.<sup>187</sup> 1. yıl verilerinde ise hastaların %87'sinde  $\geq 1$  derece TY düzeyinde gerileme devam etmekteydi.<sup>186</sup> Ek olarak hastaların yaşam kalitesinde, klinik durumunda ve hastane yatışlarında belirgin düzelme izlendi. Klinik düzelme genelde ilk 1 ayda meydana geldi. NYHA sınıflamasında ve 6 dakika yürüme mesafesinde 30. gün ve 1. yıl arasında anlamlı farklılık yoktu. Hastaların 6 aylık takibinde majör adverse olay olarak 2 hastada kardiyovasküler ölüm, 1 hastada akut böbrek yetersizliği meydana geldi. Diğer klinik güvenlik sonlanım noktalarında ise 1 hastada yeni başlayan atriyal fibrilasyon, 9 hastada majör kanama gözlemlendi. Beş hastada tek leaflet cihaz yapışması (3 anterior, 2 septal) 6 hastada ise TK darlığı (ortalama gradyan = 5,3 mmHg) meydana geldi. TK darlığı gelişen hastalara ek herhangi bir müdahale yapılmamış olup hastalarda herhangi bir semptom izlenmedi. Tek leaflet yapışma sendromu olan hastalarda da bazal TY değerine göre bir artış veya semptomlarda kötüleşme gözlenmemiş olup hastalara ek müdahalede bulunulmamış. Altı aylık takipte miyokart enfarktüsü, inme, cihaz embolizasyonu izlenmemiş. Endokardit veya cihaz ilişkili acil ameliyat gereksinimi izlenmemiş. Sonuç olarak çalışmanın 1 yıllık sonuçları ile TriClip sisteminin orta ve ciddi TY'si olan frajil hastalarda güvenilir ve TY derecesini azaltmada etkili bir sistem olduğu gösterilmiştir.<sup>186</sup> Bununla birlikte uygun hastaların seçimi ve değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu hususta dikkat edilmesi gereken ekokardiyografik ve klinik parametreler mevcuttur.

TriClip cihazının kullanım önerilerinde anatomik koaptasyon gap  $\leq 10$  mm, TK cerrahisi yüksek risk ihtiva eden, ciddi mitral yetersizlik veya pulmoner hipertansiyonu (sistolik pulmoner arter basıncı  $>60$  mmHg) olmayan ve medikal tedaviye rağmen semptomatik olan hastalarda endikedir.<sup>188</sup> Kontraendikasyonlarda ise romatizmal TK, aktif endokardit, intrakardiyak, vena kava veya femoral vende trombus formasyonunun olması bulunmaktadır.<sup>188</sup> Ayrıca cihaz konjenital TK lezyonları ile ilişkili TY'lerde onaylanmamıştır. Gerekli olan minimum leaflet insersiyon bölgesi (küçük cihazlar için 6 mm, büyük cihazlar için 9 mm) en küçük mobil leaflet uzunluğunu tanımlamaktadır. Leaflet grasping triküspit darlığına yol açabileceği için implantasyon öncesi değerlendirmede ortalama basınç gradyanının  $\leq 3$  mmHg olması önerilir. ( $\geq 5$  mmHg ortalama gradyan işlem sonrası triküspit kapak darlığı gelişimi için ciddi risk faktörü olarak değerlendirilmelidir.<sup>188</sup> Avrupa'da kullanım izni olan diğer edge-to-edge tamir sistemi olan Edwards PASCAL kullanım kılavuzunda ise ekokardiyografik kontrendikasyonlarda, TK'nın iyi bir şekilde görüntülenememesi, intra kardiyak kitle, trombus veya vejetasyon olarak belirtilmiştir. Ek olarak operatörün tariflenen anatomik yapıları dikkate alması önerilir: dejeneratif olmayan TK hastalıkları, grasping bölgesinde orta-ciddi kalsifikasyon bulguları, anülüs veya subvalvüler aparatı ciddi kalsifikasyon, grasping alanında kleft veya perforasyon varlığı ve leaflet uzunluğunun  $<8$  mm olmasıdır.<sup>188</sup>

Perkütan TK tamiri için optimal ekokardiyografik kriterler hala gelişme aşamasındadır. TriValve kayıtlarında işlem öncesi RV boyut ve fonksiyonları ve ölçülen pulmoner arter basınçlarının klinik sonuçları öngörmediği gösterilmiştir.<sup>189</sup> Yine de koaptasyon gap ( $\leq 7$  mm), yetersizlik jetinin santral veya anteroseptal lokasyonda

olması ve tethering yüksekliğinin ( $\leq 10$  mm) olması yüksek işlem başarısı ve sonuç olarak yüksek sağ kalımla ilişkilidir.<sup>185</sup> Tablo 17'de prosedür başarısını etkileyen ekokardiyografik belirteçler ve ekokardiyografik dışlama kriterleri özetlenmiştir.<sup>188</sup>

**Tablo 17. İşlem Başarısını Öngördüren Ekokardiyografi Kriterleri ve Ekokardiyografik Dışlama Kriterleri**

İşlem başarısını öngördüren ekokardiyografi parametreleri
Koaptasyon gap $\leq 7$ mm
Leaflet uzunluğu $\geq 7$ mm
Tethering yüksekliği $\leq 10$ mm
Ortalama triküspit basınç gradyanı $\leq 3$ mmHg
Ekokardiyografik dışlama kriterleri
Kapağın yeterli düzeyde görüntülenememesi
Romatizmal/doğuştan etioloji
Aktif endokardit
İntrakardiyak trombus
Ciddi leaflet ve anülüs kalsifikasyon

## Ekokardiyografik Görüntüleme

### İşlem Öncesi Triküspit Kapağın Değerlendirilmesi

#### Triküspit Kapak Anatomisi

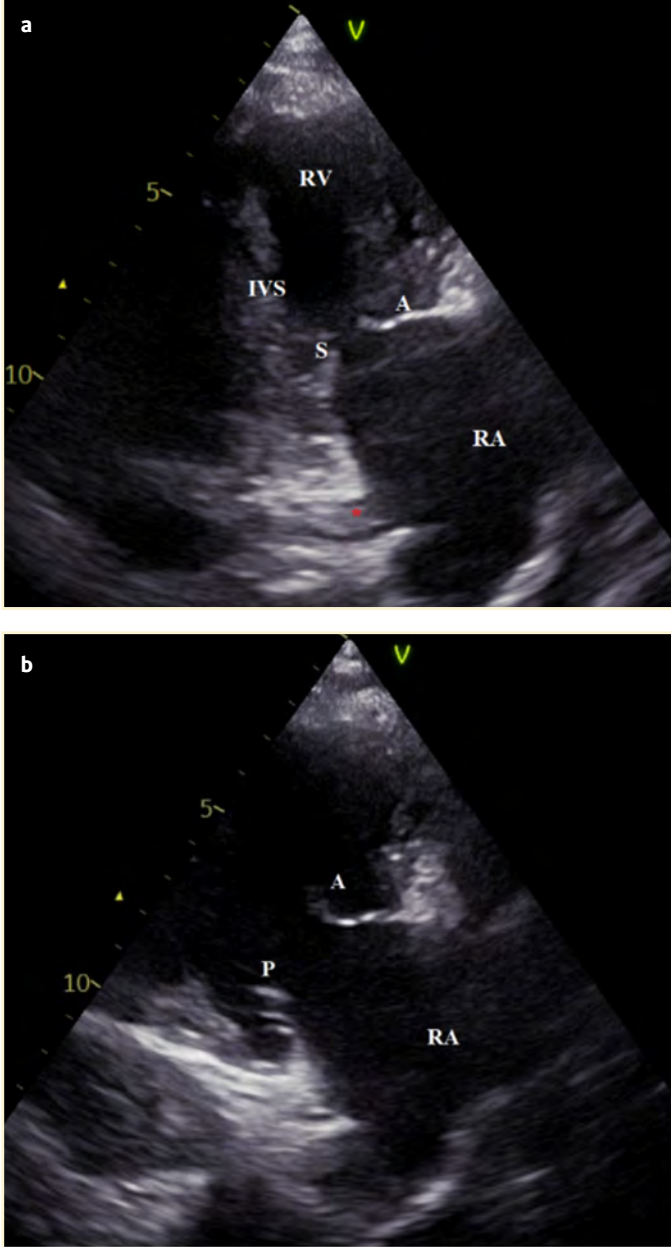
TK diğer kapaklara göre en apikal pozisyonda ve en geniş yüzey alanına (7-9 cm<sup>2</sup>) sahip kapaktır.<sup>190</sup> RA ve RV arasındaki düşük basınç farkı ve geniş yüzey alanından ötürü TK pik transtriküspit diyastolik velositesi 1 m/s, ortalama gradyan 2 mmHg'nin altındadır.<sup>191</sup> TK aynı mitral kapak gibi 4 parçadan oluşmaktadır: Triküspit leafletler, kordal yapılar, papiller kaslar ve triküspit anülüsü (atriyum ve ventriküle bağlı).<sup>191</sup>

#### Triküspit Kapak Leafletleri

TK genellikle eşit olmayan 3 adet leafletten oluşmasına rağmen, biküspit veya üçten fazla leafletten meydana gelebilir.<sup>190,192</sup> Leafletler vücudun anatomik pozisyonuna göre septal, anterior-superior ve inferior şeklinde tanımlanır.<sup>191</sup> Buna rağmen isimlendirme septal, anterior ve posterior şeklinde yapılmıştır. Anterior leaflet, daha geniş bir yüzey ve daha büyük hareket alanı ile en geniş ve en uzun radyal uzunluğa sahiptir. En kısa sirküferansiyel çapa sahip olan posterior leaflet birden fazla skalloptan meydana gelebilir. Septal leaflet en kısa radyal uzunluğa sahip olup en az hareketli olanıdır.<sup>193</sup> Leafletlerin anatomik belirteçleri anülüsün boyutu ve şekline göre değişiklikler gösterebilmekte beraber, posterior ve septal leaflet arasındaki komissür genellikle koroner sinüsün sağ atriyuma açıldığı bölgenin yanında yer almaktadır. Septal ve anterior leaflet arasındaki komissür ise genellikle aortik kökün non-koroner sinüs valsalvasına komşudur. Anterior ve septal leaflet sirküferansiyel en geniş alana sahip olduğu için antero-septal komissür en uzun olanıdır.<sup>193</sup> Koaptasyon bölgesi anülüs hizasında veya anülüsün hemen altındadır ve koaptasyon uzunluğu 5-10 mm arasındadır.<sup>194</sup> Bu uzun koaptasyon uzunluğu bir rezerv olarak görev alıp, koaptasyon defekti gelişmeden önce anülüsün biraz genişlemesine izin vermektedir.<sup>193</sup>

#### Korda ve papiller kaslar

Anterior ve posterior olmak üzere 2 adet papiller kas ve değişkenlik gösteren 3. bir papiller kas mevcuttur. Anterior papiller kas en büyük papiller kas olup hem anterior hem posterior leaflete korda vermektedir. Bifid veya trifid yapıda olabilen posterior papiller kas ise posterior ve septal leafletlere korda vermektedir. Septal papiller kas değişkenlik gösterip küçük, multiple olabilir veya vaskülerin %20'sinde septal papiller kas bulunmayabilir. Korda direkt septumdan anterior ve septal leafletlere uzanım gösterebilir. Ak-



**Şekil 56. A, B. Parasternal inflow pencereler. (A) Koroner sinüs ostiumu (\*) veya IVS gözlenmesi durumunda anterior ve septal leafletler gözlenir. (B) Prob inferior ve sağa doğru biraz daha açıldırılıp IVS görülmediği zaman anterior ve posterior leafletler gözlenir. A, anterior; IVS, interventriküler septum; P, posterior; RA, sağ atriyum; RV, sağ ventrikül; S, septal.**

sesuar korda direk sağ ventrikül serbest duvarına ve moderatör banda tutunabilir.<sup>193</sup>

### Triküspit Anülüs

Normal triküspit anülüs D şeklinde olup iki ayrı parçadan oluşmaktadır: RV ve RA serbest duvarına karşılık gelen geniş C şeklindeki segment ve nispeten düz yapıda olan ve septal leaflet ve ventriküler septuma karşılık gelen segmentten oluşmaktadır.<sup>193</sup>

Triküspit anülüs, yüklenme koşullarına göre değişimine izin veren kompleks ve dinamik bir yapıya sahiptir. Mitral anülüsün aksine triküspit anülüse karşılık gelen semilunar kapağın fibröz

devamlılığı yoktur.<sup>190</sup> Triküspit anülüs sağlıklı grupta çevresi ve alanı sırasıyla  $12 \pm 1$  cm ve  $11 \pm 2$  cm<sup>2</sup>'dir.<sup>195</sup> Ayrıca atriyal sistol esnasında ve yine geç sistol/erken diyastol esnasında anülüs alanı ( $29,6 \pm 5,5$ ) ve çevresinde ciddi oranda artış meydana gelmektedir.<sup>190</sup>

Posteroseptal anülüs daha ventriküler bir yerleşim gösterirken anteroseptal parça daha atriyal yerleşim göstermektedir.<sup>167,196</sup> Sekonder TY'de anülüs posterior serbest duvar ve laterale doğru genişleyip daha sferik ve düz bir yapı halini alır.<sup>197</sup> Kalbin fibröz iskeleti ile olan ilişkisinden ötürü anülüsün septal segmentinin genişlemesi kısıtlıdır.<sup>198</sup>

### Triküspit Kapağın Transtorasik Ekokardiyografi ile Görüntülenmesi

Triküspit kapağın kompleks yapısından ötürü 3 leafletli tek bir düzlemde göstermek güçtür. Bundan ötürü birçok farklı pencereden bazı anatomik belirteçleri kullanarak kapağın yapısı ve yetersizlik jetinin patofizyolojisi değerlendirilmeye çalışılır. Örneğin anterior ve septal leaflet arasındaki komissür aort kapağın non koroner küspisine komşuyken, koroner sinüs ise posterior ve septal leaflet arasındaki komissüre komşudur.<sup>199</sup> Triküspit kapağın TTE ile değerlendirilmesindeki ilk pencere:

#### Parasternal Uzun Aks Sağ Ventrikül Inflow Pencere

Parasternal uzun aks görüntüde prob inferior ve sağa doğru tilt edilirse sağ ventrikül inflow pencere elde edilir. Görüntüden uzak olan leaflet septal (düzlemde sol ventrikül/septum, koroner sinüs ostiumu gözüküyorsa) veya posterior leaflet (prob daha fazla inferior ve sağa tilt edilirse ve interventriküler septum veya koroner sinüs gözlenmezse), görüntüye yakın olanda ise anterior leaflet gözlenir (Şekil 56A-B).<sup>200</sup>

#### Parasternal Kısa Aks Pencere

Sağ ventrikül inflow pencereden probun 90 derece kadar saat yönünde rotasyonu ile kapağın anterior leafleti görüntülenebilir. Şayet görüntü düzlemi sol ventrikül çıkış yoluna doğru prob tilt edilirse septal leaflet görülebilir.

#### Apikal 4 Boşluk Pencere

Bu pencerede tipik olarak septal leaflet ve posterior veya anterior leafletler görülebilmektedir. Probun anteriora açılması ile aortanın hafif görülmesiyle anterior ve septal leafletler, probun posteriora doğru açıldırılıp koroner sinüsün görülmesiyle septal ve posterior leafletler değerlendirilebilir (Şekil 57A-B-C).

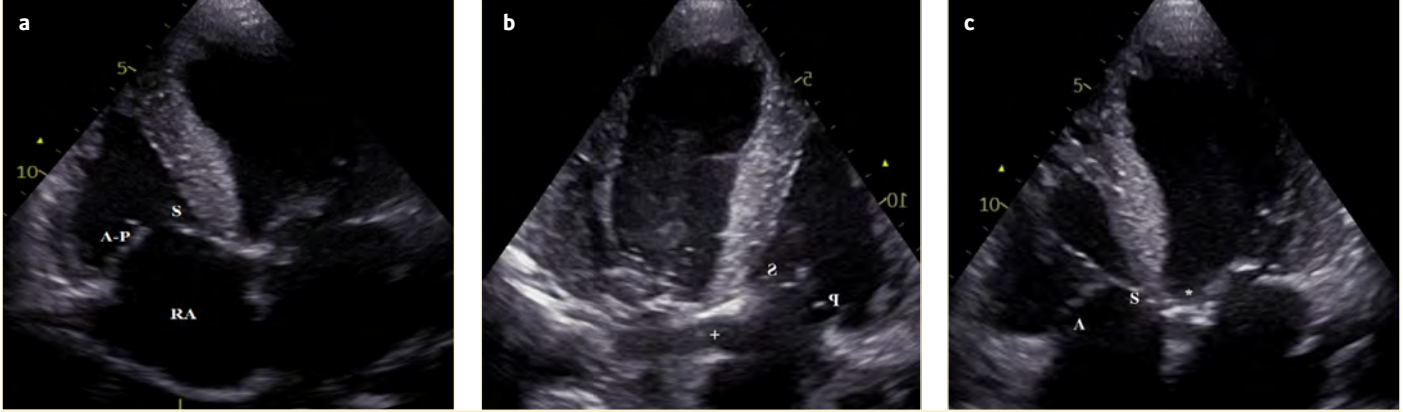
ASE kılavuzları sağ ventrikül incelemesini apikal 4 boşluk, sağ ventrikül odaklı apikal 4 boşluk ve modifiye 4 boşluk görüntülerden yapılmasını önermektedir.<sup>21</sup> Septolateral triküspit anülüs ölçümü apikal 4 boşluk pencerede diyastol sonunda yapılmalıdır. Triküspit tenting yüksekliği ve alanı sistol sonunda yapılmalıdır.<sup>190</sup>

Ek olarak RA doluş basınçları için subkostal pencereden vena kava inferior boyutu ve respiratuar değişiklikleri incelenmelidir.

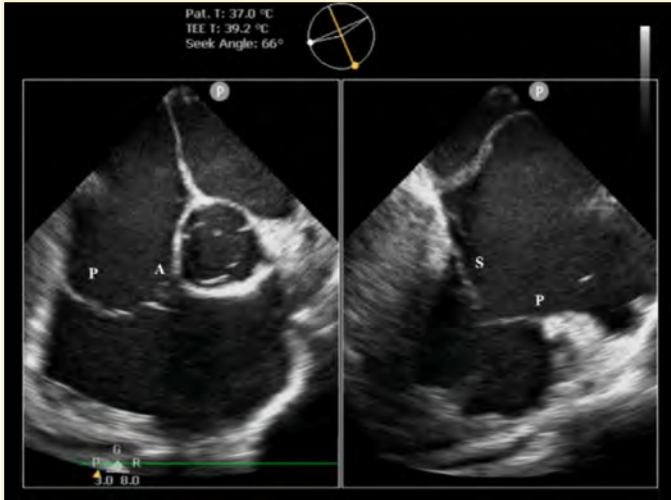
### Üç Boyutlu Görüntüleme

Üç boyutlu ekokardiyografi, görüntülerin doğruluğunu, TK leafletlerinin tanımlanmasını, ilişkili anatomik yapıların değerlendirilmesini ve iki boyutlu görüntülerin zihinde yeniden inşa edilmesini büyük oranda kolaylaştırmaktadır.<sup>201</sup> Lang ve ark.<sup>12</sup> görüntü standardizasyonu açısından ventriküler veya atriyal oryantasyondan bağımsız olarak interatriyal septumun inferiora (saat 6 yönünde) olmasını önermişlerdir.

Üç boyutlu görüntüler apikal, subkostal veya parasternal akstan elde edilebilir. Hangi aksta akustik görüntü kalitesi en iyi ise 3B



**Şekil 57. A-C. Apikal 4 boşluk pencerede septal leaflet ile beraber anterior veya posterior leaflet gözlenir. Hafif posterior angulasyon ile koroner sinüs (+) gözlenmesi ile septal ve posterior leafletler gözlenirken anterior angulasyon ile LVOT (\*) girişinin gözlenmesi ile anterior ve septal leafletler gözlenir. A, anterior; P, posterior; RA, sağ atriyum; S, septal.**



**Şekil 58. Midözofageal komissüral pencerede anterior ve posterior leaflet izlenmektedir. Posterior leafletin biplane görüntülemesi ile septal ve posterior leaflet gözlenmiştir. A, anterior; P, posterior; S, septal.**

görüntü elde edilirken o pencere kullanılır.<sup>202</sup> Bununla birlikte apikal boşluklardan sistol esnasında (kapalı kapak), parasternal pencerelerden ise diyastol esnasında (açık kapak) TK 3 boyutlu daha net görüntülenebilir.<sup>190</sup>

Kaliteli 3B görüntü elde etmek için öncesinde hatların net bir şekilde görülebildiği 2B görüntüler elde edilebilmelidir.<sup>203</sup> Uzaysal rezolüsyonu ve volüm hızını en üst noktaya çıkarabilmek için piramidal görüntü hacmi tüm leafletlerin görüldüğü ayırıcı anatomik belirteçleri de içeren en düşük noktaya indirilmelidir. Temporal rezolüsyonun artırılması için ise alınan atım sayısı artırılabilir. Fakat atım sayısı arttıkça hasta ve/veya operatörün hareketleri neticesi ile yapışma artefaktı meydana gelme olasılığı da artacaktır.<sup>12</sup> Kapağın üç boyutlu görüntülenmesi sayesinde leafletlerin yerleşimi, yetersizlik jetinin tam olarak nereden kaynaklandığı ve ek olarak anatomik belirteçlerin de gözlenmesi ile kapak net bir şekilde değerlendirilebilecektir. Ek olarak triküspit kapağın anterior yerleşimli olması nedeniyle TTE ile TÖE'ye göre daha iyi 3B görüntüler elde edilebilme olasılığı yüksektir.<sup>203</sup>

### Triküspit Kapağın Transözofageal Ekokardiyografi ile Görüntülenmesi

İşlem öncesinde triküspit kapağın anatomisinin ve yetersizliğin yapısının TÖE ile değerlendirilmesi gerekir. Her bir pencerede aynı anda biplane görüntüleme yapılması anatominin anlaşılması açısından önemlidir.<sup>203</sup> Triküspit kapak mid özofageal pencereden başlanarak distal özofagus ve transgastrik pencerelerden değerlendirilir.

### Mid Özofageal TÖE Pencereler

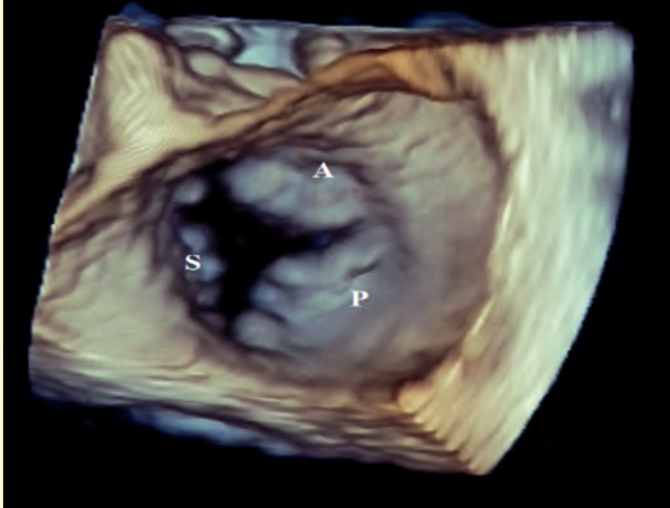
Dört boşluk görüntülemeye tipik olarak septal ve anterior leaflet gözlenir. Septal leaflet belirgin olmakla beraber anterior leafleti doğrulamak için biplane inceleme yapılmalıdır. Leafletin aortaya komşu olması ile anterior leaflet doğru olarak görülebilir. Ek olarak 4 boşluk görüntülemeye retrofleksiyonla beraber aç 30 dereceye artırılarak posterior leaflet görülebilir. Probu açısı 60-70 dereceye getirildiği zaman, biplane inceleme ile antero-septal ve postero-septal komissürlerin görüldüğü, komissüral pencere olarak adlandırılan görüntü elde edilir (Şekil 58). Aç 90 dereceye getirildiği zaman anterior ve posterior leafletler gözlenir. Biplane inceleme ile septal leaflet ile anterior ve posterior leafletin ayrı ayrı değerlendirilmesi sağlanır.<sup>203</sup> Bikaval pencerede superior ve inferior vena kava ve interatriyal septum izlenir. Bu pencerede eustachian valve, Chiari network, pacemaker leadleri ve patent foramen ovale varlığı değerlendirilmelidir. İşlem esnasında cihazın takılabileceği anatomik varyasyonlara dikkat edilmelidir.

### Distal Özofageal TÖE Pencereler

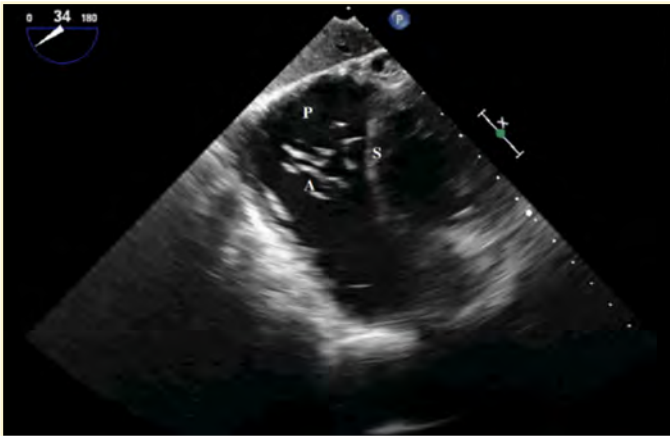
Probu hafifçe distale itilmesiyle, sol atriyumun pencereden çıkması ile sağ yapılar daha net değerlendirilir. Derin özofagus 0 derecede anterior ve posterior leaflet gözlenir. Probu 90 derece açıldığında anterior ve septal leaflet değerlendirilir.

### 3 Boyutlu Görüntüleme

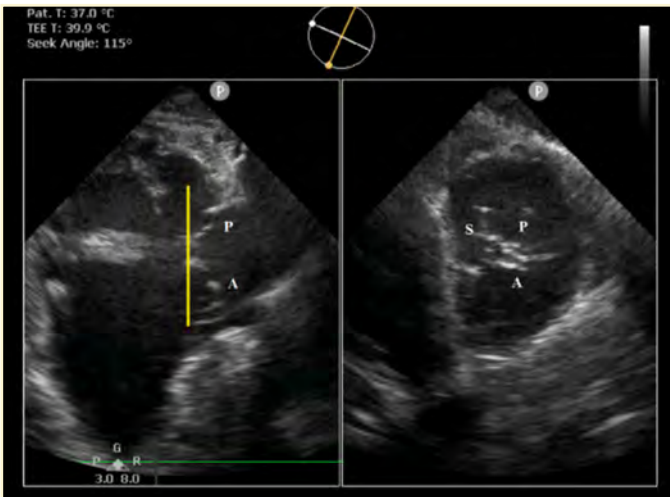
İki boyutlu görüntü kalitesi iyi olduğu sürece triküspit anülüs ve leafletlerin değerlendirilmesi için farklı pozisyonlardan 3B görüntüler elde edilmelidir (Şekil 59). Optimal görüntülemeye aortik kök ve interatriyal septum gibi anatomik belirteçlerin yer almasına dikkat edilmelidir. Modifiye bikaval pencereden alınan full volume 3B görüntüler triküspit kapağın aort ve interatriyal septumla olan ilişkisine göre leafletlerin ve anatominin tanımlanmasında yardımcı olacaktır. Ek olarak sol yapıların olmamasından ötürü daha iyi görüntüler elde etmek için distal özofageal pence-



**Şekil 59.** Üç boyutlu görüntüleme ile triküspit kapak anatomisinin değerlendirilmesi. A, anterior; P, posterior; S, septal.



**Şekil 60.** Transgastrik kısa aks pencerede her 3 leafletin görüntülenmesi. Bu pencere 2B ile her 3 TK leafletinin aynı anda görüntülediği tek penceredir. A, anterior; P, posterior; S, septal.



**Şekil 61.** Transgastrik RV inflow pencerede posterior ve anterior leafletlerin ucundan yapılan biplane görüntüleme ile her 3 leaflet net bir şekilde gözlemlenebilir.



**Şekil 62.** Klip sisteminin bikaval pencerede sağ atriyum içerisine taşınması.

reler de kullanılabilir. Tatmin edici görüntülerin elde edilememesi durumunda yüzeysel ve derin transgastrik pozlardan denemeler yapılmalıdır. Hastaların 3D ile renkli Doppler değerlendirmesinde kaçağın anatomisi ve ciddiyeti hakkında da bilgiler elde edilebilir.

#### Transgastrik Görüntüleme

İşlem öncesi stratejinin planlanmasında ve yetersizliğin genişliği ve yapısını değerlendirmede en önemli penceredir. Optimal değerlendirilmede her 3 leaflet ve koaptasyon hattı net bir şekilde gösterilmelidir.

Distal özofagustayken kalp 0 derecede ekranın tam ortasında olacak şekilde probun pozisyonu alındıktan sonra, prob mideye doğru yavaşça ittirilir, karaciğer görüldükten sonra anterior ve sağ angulasyon ile triküspit kapağın anterior ve posterior leafleti gözlenir. Prob açısı 20-40 derecedeyken transgastrik kısa aks görüntü elde edilir ve bu pencerede her 3 leaflet de gözlenir (Şekil 60). Septuma yakın olan posterior leaflet iken proba yakın olan posterior leaflet, uzak olan ise anterior leaflettir. Multiplane görüntülemeler ile kesitin leaflet uçlarından olduğu doğrulanmalıdır (Şekil 61). Bu pencerede yetersizlik jetinin hangi leafletler arasında olduğu saptanıp cihazın hedefleneceği leafletler belirlenip strateji buna göre planlanmalıdır.

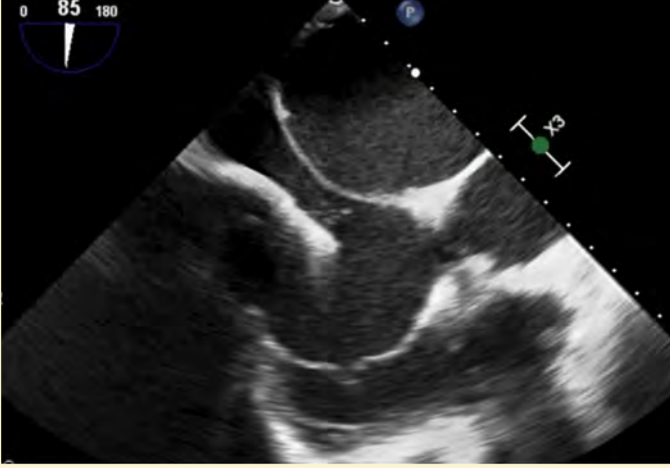
#### Intraprosedürel Görüntüleme

İşlemden önce TK leaflet anatomisi, yetersizlik jetinin yeri ve leaflet yakalama işleminin TÖE ile multiplan gösterilmesi hayati önem taşır. Daha önce bahsedilen pencerelerden işlem sırasında aktif olarak tüm seviyelerden multiplan görüntüler alınması, triküspit kapağın ve yetersizliğin 3B gösterilmesi gerekir.

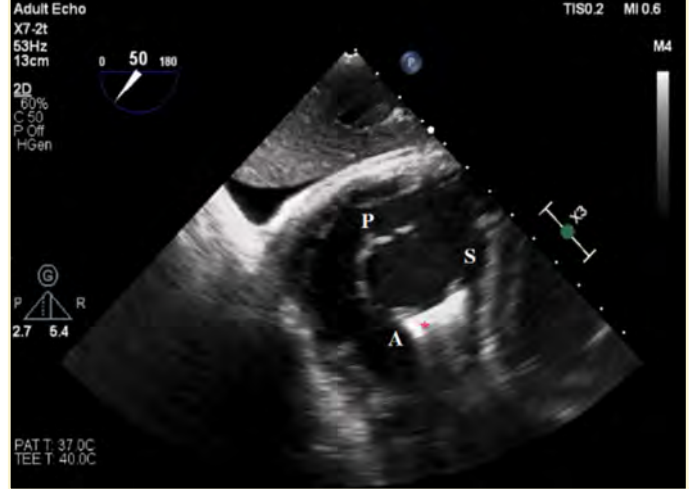
Anterior ve septal veya posterior ve septal olmak üzere iki adet leaflete klip işlemi yapılacaktır ve işlemden başlangıç olarak hedeflenen triküspit yetersizlik jeti özellikle transgastrik kısa aks pencereden net bir şekilde gösterilmelidir.

Klip taşıma sisteminin triküspit kapağa yönlendirilmesi ilk adımdır. Bu işlem esnasında görüntüleme bikaval pencereden faydalanılır (Şekil 62-63).

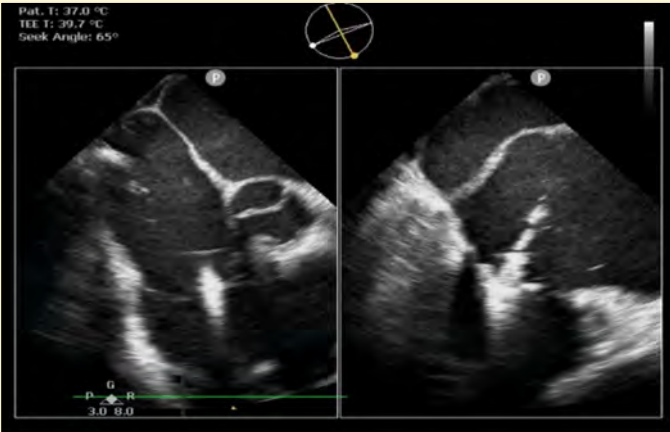
Klip sisteminin taşınması esnasındaki en önemli nokta ise olası interatriyal septum hasarı ve olası perforasyonundan kaçınılmasıdır. Taşıma sistemi, geliş esnasında interatriyal septumun inferioruna doğru yönlenebilir ve sistem rijit bir yapıda olduğu için sistemin daha da ileri ittirilmesi sonucu septumda hasar meydana gelebilir.<sup>199,203,204</sup>



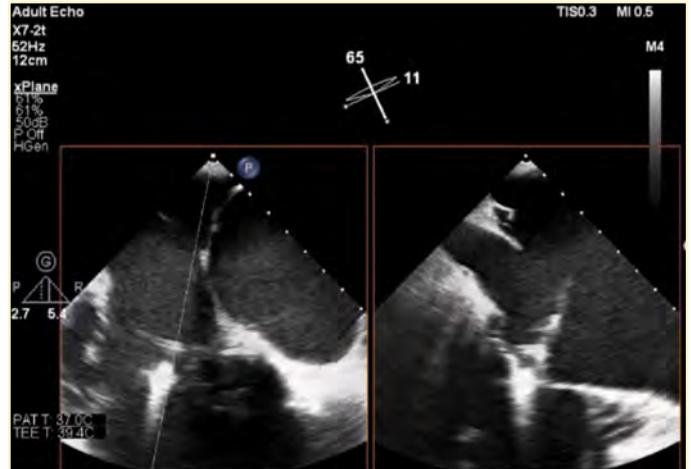
Şekil 63. Triklip sisteminin modifiye bikaval pencerede triküspit kapağa koaksiyel bir şekilde yönlendirilmesi.



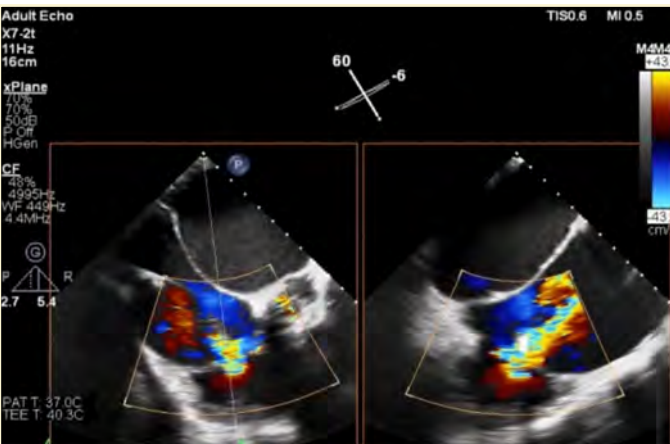
Şekil 66. Transgastrik kısa aks pencerede Triklip sisteminin anterior ve septal leaflete perpendiküler olarak pozisyon aldığı gösterilmiştir. A, anterior; P, posterior; S, septal.



Şekil 64. İnterkomissüral pencerede TriClip sisteminin anteroseptal oryantasyonda TV yönünde ilerletilmesi. Biplane kullanılarak sistemin anterior ve septal leaflet komşuluğunda olduğu eş zamanlı olarak gösterilmiştir.



Şekil 67. İnterkomissüral pencerede biplane kullanılarak leafletlerin yakalanmasının gösterilmesi.



Şekil 65. Cihaz oryantasyonu esnasında renkli Doppler kullanımı.

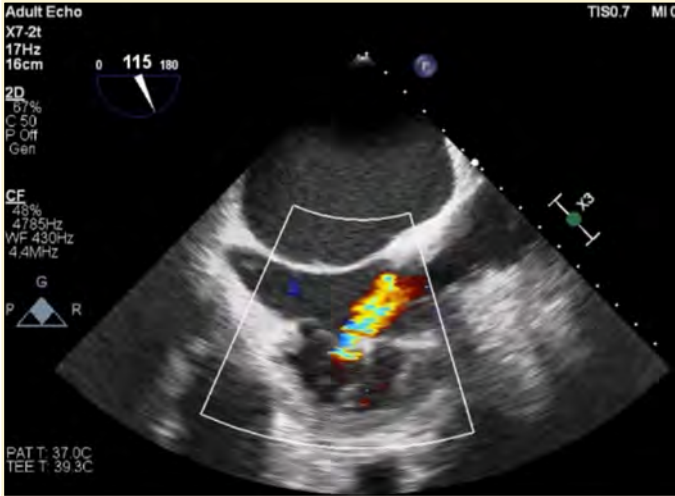
İnterkomissüral pencere veya derin özofagus 60-80 derecede taşıma sisteminin kapağı geçişi gösterilir (Şekil 64-65). Geçiş esnasında sistemin kapağa koaksiyel olması gerekir. Bu açıdaki mul-

tiplane görüntüler ile yetersizlik jetinin tam olarak kaynaklandığı yer gösterilir ve klip sisteminin rotasyonu ona göre yapılır.

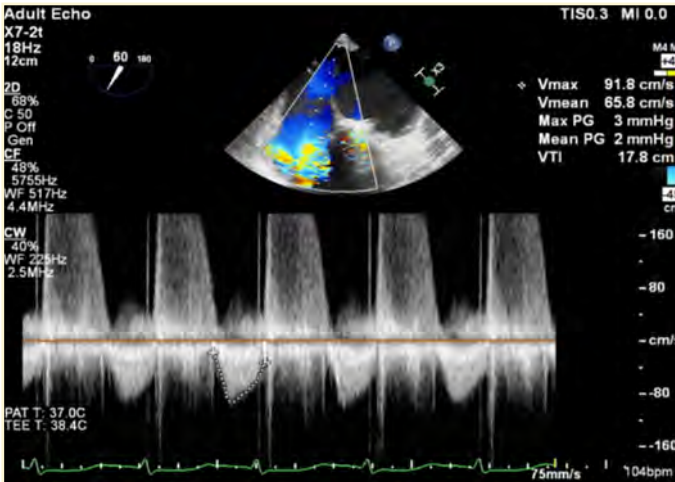
Transgastrik kısa aksta her 3 leafletin koaptasyon hattı optimal bir şekilde görülebilir (Şekil 66). Bu pencere, klip sisteminin sağ ventriküle yönlendirilmesinde ve rotasyonunun devamlı olarak izlenebilmesinde oldukça faydalıdır. Tek bir aksta koaptasyon hattı net bir şekilde gözlenemiyorsa multiplane incelemelerden faydalanmalıdır. Ek olarak 3B görüntüleme ile klip pozisyonunun uygunluğu doğrulanmalıdır.

Leafletin yakalanmasında, ortogonal-multiplane görüntüleme ile cihazın her iki kolunun da hedeflenen leafletlere yönlendirildiğinin net bir şekilde gösterilmesi gerekir (Şekil 67). Primer pencere komissüral pencere olarak ayarlanarak klip septal komissür boyunca kolayca konumlandırılabilir. Anteroseptal yakalama için sekonder düzlemin anteriora (aortaya doğru) yönlendirilmesi, posteroseptal yakalama için sekonder düzlemin posteriora (aortadan uzağa) doğru yönlendirilmesi gerekir. Klip yerleştirildikten sonra klip bırakılmadan önce yeterli leaflet dokusunun yakalandığının gösterilmesi gerekir. Birçok görüntü penceresinden 2B ile klip sisteminin yanındaki leaflet hareketinin kısıtlanması, 3B ile





**Şekil 68.** Modifiye bikaval pencerede işlem sonrası yetersizlik jetinin gerilediğinin gösterilmesi. Bu hastada anterior ve septal leafletler arasında 2 adet klip sistemi kullanılmıştır.



**Şekil 69.** Klip implantasyonu sonrası CW Doppler ölçümünde triküspit kapak üzerindeki ortalama gradyanın 4 mmHg altında olduğu gösterilmiştir.

doku köprüsünün gösterilmesi ve TY jetinin azaldığının gösterilmesi ile doğrulanabilir (Şekil 68).<sup>204</sup> İşlem sonrası transvalvüler gradyanın 4 mmHg altında olması hedeflenir (Şekil 69).<sup>203</sup>

## Sonuç

Ciddi TY uzun dönemde kötü sonlanımı olan önemli mortalite sebeplerinden birisidir. Bu açıdan triküspit yetersizliği değerlendirmesi, takibi ve sınıflandırması önem arz etmektedir. Cerrahi müdahaleye uygun olmayan hastaların ise transkateter yöntemleri ile hayat kalitelerinde ve hastane yatışlarında ciddi anlamda iyileşme sağlanabilmektedir.

## Perkütan Sol Atriyal Apendiks Kapatılmasında Transözofageal Ekokardiyografinin Kullanımı

**Dr. Büşra Güvendi Şengör, Dr. Alev Kılıçgedik**

Atriyal fibrilasyon (AF), 80 yaş ve üzerinde prevalansı %13'e ulaşan ve tüm iskemik inmelerin %15-%20'sinden sorumlu, klinikte en sık görülen aritmidir.<sup>205,206</sup> Oral antikoagülan tedavi, iskemik inme-

de ve mortalitede azalma sağlasa da kanama riski ve dar terapötik aralığı nedeni ile her hasta için uygun bir seçenek olmamaktadır. Bu hastalarda, serebral tromboembolinin önemli bir kaynağı olan sol atriyal apendiks (LAA) perkütan kapatılması, alternatif tedavi seçeneği olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>207</sup> TÖE, işlem öncesi değerlendirmede, işlem sırasında rehberlikte ve işlem sonrası takipte önemli rol oynamaktadır. Bu başlıkta, LAA kapatma için en sık kullanılan 3 cihaz (Watchman, Amulet, Lambre) için perioperatif ekokardiyografik değerlendirmeden bahsedilecektir.

## Sol Atriyal Apendiks Anatomisi

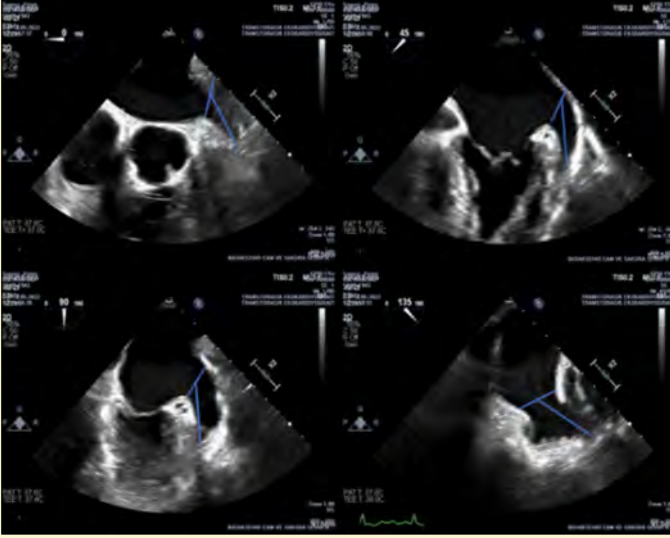
LAA, sol atriyumun ana gövdesine bağlı, tübüler, kör uçlu bir kesedir. Hastaların %70'inde bükülmüş veya spiral eksene sahip olup, boyut ve şekil olarak büyük oranda farklılık göstermektedir.<sup>208</sup> Girişinin sıklıkla oval şekilli olması nedeniyle bir büyük ve bir de küçük açıklık çapı vardır. Anatomik giriş açıklığı çoğu cihaz için önem arzeden *landing zone*'dan (cihazın yerleştirilme bölgesi) farklıdır ve sol tarafta bulunan pulmoner venlerden Marshall ligamenti ya da coumadin ridge olarak bilinen yapı ile ayrılır. Giriş açıklığını, boyun, gövde ve son olarak da apeks takip eder.<sup>209</sup> Anatomik olarak ostium, boyun ve lobe bölge olmak üzere üç kısma ayrılır.<sup>210</sup> Genellikle 2 lobludur (%54), iç yüzeyinde pektinat kaslar tarafından oluşturulan kompleks indentasyonlar mevcuttur. Morfolojik olarak, tavuk kanadı (%48), kaktüs (%30), rüzgâr tulumu (%19) ve karnabahar (%3) olmak üzere dört farklı sınıfa ayrılmıştır. Tavuk kanadı en yaygın olanıyken embolik olaylarla en sık ilişkilendirilen karnabahar morfolojisidir.<sup>211</sup> Tavuk kanadı morfolojisi değişken çap, daha sığ derinlik nedeni ile seçilecek cihaz tipinden bağımsız olarak işlemsel zorluk nedenidir.<sup>209</sup>

## Perkütan LAA Kapama

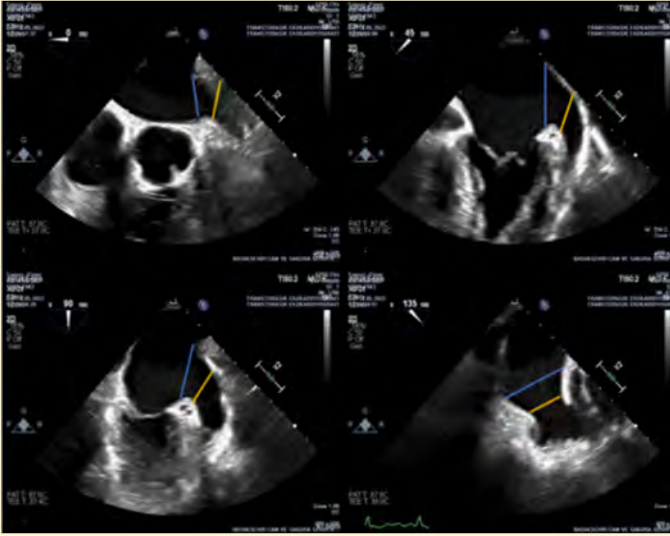
### Preprosedüral Değerlendirme

LAA kapatma büyük ölçüde anatomik yapının doğru belirlenmesine bağlıdır. Perkütan LAA kapamada, uygun cihazı seçmek için LAA boyutlarının doğru ölçülmesi çok önemlidir. Doğru cihaz boyutunu seçmek, işlem başarısının anahtarıdır. Cihaz boyutunun küçük seçilmesi, embolizasyon ve cihaz çevresinden kaçaklara sebep olurken olduğundan büyük seçilmesi, tamponad veya üst pulmoner ven obstrüksiyonu ile sonuçlanabilir. Bu nedende *landing zone* ve giriş açıklığının doğru ölçülmesi işlemin güvenle yapılması ve başarısında önemli rol oynamaktadır.<sup>212</sup>

TÖE, LAA anatomisini ve çevre yapılarla ilişkisini değerlendirmek, uygun cihaz ve boyuta karar vermek, trombus varlığını araştırmak ve olası anatomik kontrendikasyonları tanımlamak için kullanılan ana görüntüleme yöntemidir. Prosedür sırasında 2 ve 3 boyutlu TÖE yanında floroskopi kullanılabileceği gibi işlem öncesi bilgisayarlı tomografi ya da manyetik rezonans görüntüleme LAA'nın ayrıntılı değerlendirilmesinde kullanılabilir.<sup>211</sup> TÖE öncesi açıklık ve sedasyona bağlı oluşacak sıvı kaybının LAA ölçümlerini olduğundan az gösterebileceği unutulmamalıdır; hasta övolemik ve sol atriyal basıncı  $\geq 12$  mmHg iken ölçümlerin yapılması ve işlem öncesi 500-1000 cc serum fizyolojik verilmesi önerilmektedir.<sup>213</sup> Doğru boyutta cihaz seçimi için LAA boyutu en geniş olduğunda, yani ventriküler sistolün sonunda ve normal sol atriyum doluluk basınçlarında ölçüm yapılmalıdır.<sup>211,213</sup> TÖE görüntüleri 4 ayrı midözofajiyal düzlemde ve tipik olarak  $\sim 0^\circ$ ,  $\sim 45^\circ$ ,  $\sim 90^\circ$ , and  $\sim 135^\circ$ 'lerden değerlendirilmelidir. LAA kalbin en anterolateral yerleşimli yapısıdır. TÖE probunun midözofajiyal seviyede  $50^\circ$ - $70^\circ$  arasında hafif retrofleksiyonda doğru pozisyonlanması LAA'nın en iyi uzun aks (en uzun derinlik) görüntüsünü sağlar. Bu planda ayrıca mitral annulus, circumflex (CX) arter (LAA'nın medialinde), limbus veya coumadin ridge (lateral ve superiorunda) ve sol üst



**Şekil 70. WATCHMAN cihazı için yapılan ölçümler (yatay çizgi landing zone'u, dikey çizgi ile LAA derinliğini göstermektedir.)**



**Şekil 71. Amulet cihazı için yapılan ölçümler (sarı çizgi landing zone'u göstermektedir.)**

pulmoner venler (lateralde) görüntülenebilir. Eğer LAA daha anterior yerleşimli ise uzun aksı en iyi  $0^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 'ler arasında ve daha lateral yerleşimli ise  $70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ 'ler arasında en iyi görüntülenebilir. LAA'nın kısa aksı (en kısa derinlik) en iyi  $135^{\circ}$ 'den görüntülenir. İki boyutlu görüntüleme probu ile görüntülenmesi zor olsa da 3B prob ile  $45^{\circ}$ 'den biplan görüntüleme ile doğru pozisyonlama sağlanabilir.<sup>213</sup> Giriş açıklığı genellikle oval olduğundan  $\sim 135^{\circ}$ 'lerde daha düşük derecelere göre LAA orifisinin daha geniş ölçüleceği göz önünde bulundurulmalıdır.<sup>214</sup> Bu TÖE görüntüsü ve ölçümü; implantasyon sonrası en sık cihaz çevresi kaçığın olduğu yer olmasından dolayı cihazın kapatma başarısını belirler.

Uygun bir perkütan kapama cihaz seçimi, *landing zone* ölçümlerinin doğruluğuna bağlıdır. Güvenli ve sabit bir cihaz konumu elde etmek için seçeceğimiz cihaz boyutu *landing zone* ölçümlerinden birkaç mm büyük olmalıdır. Tespit lobunun maksimum uzunluğuna, seçilen cihazın yerleşim için uygun alana sahip olduğundan emin olmak için ilave olarak ölçülmelidir. Farklı cihaz dizaynları

için üreticilerin önerileri doğrultusunda farklı ölçümler yapılmaktadır.<sup>212,215</sup> Septal ponksiyonunun yerini etkileyebileceği için işlem öncesi giriş açıklığı, boyun ve lob arasındaki açı değerlendirilmelidir. Ek lobların sayısı ve başlangıç kısımları araştırılmalıdır.<sup>211</sup>

Ülkemizde halihazırda kullanılmakta olan WATCHMAN, Amulet ve LAMBRE olmak üzere üç perkütan kapama cihazı mevcuttur. WATCHMAN, dış çapı 14 Fr olan, polietilen kumaşla kaplı nitinol çerçeveli, çevresinde 10 adet sabitleme kancası bulunan self-expandable sistemdir. Diğer kapama sistemlerine göre hakkında daha çok veri mevcuttur. Amulet, 14,4-16,5 Fr dış çaplı, sabit boyutlu ve kaplama diski olan, lob ve stabilizasyon kancası bulunan ikinci nesil self-expandable sistemdir. Tasarımı birinci nesil AMPLATZER kardiyak pluglara dayanmaktadır. Amulet, LAA'yı daha iyi kapatmak için birinci nesil cihazlara göre biraz daha büyük bir diske sahiptir. Orta kısmı ve lob, birinci nesil plaklara göre daha uzun olup, cihaz esnekliğini ve stabilitesini artırmak için cihaz çevresinde daha fazla sabitleyici tel bulunur. Son yıllarda kullanımı artan LAMBRE, yaklaşık 10 Fr dış çapında, şemsiye şeklinde sabitleme bölümü, apendiksi izole eden örtü diski ve bunları birbirine bağlayan ince silindirik parçadan oluşan, nitinol örgü ve polyester membrandan yapılmış self-expandable sistemdir. Şemsiye bölümünde cihazın daha iyi sabitlenmesini sağlayan 8 distal kancaya ve ucunda 8 adet "U" şeklinde yuca sahiptir.<sup>215</sup>

WATCHMAN ve LAMBRE için LAA değerlendirmesi 2B TÖE ile  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  ve  $135^{\circ}$ 'lerden en geniş *landing zone*'u ve apendiks derinliğini bulmak için yapılır. Watchman cihazı için *landing zone* ölçümü mitral kapak annulusunun en üstü veya CX seviyesindeki LAA giriş açıklığının inferior kısmından, sol üst pulmoner ven sınırının 2 cm aşağısına doğru yapılır. LAA derinliği ise bu ölçüme dik bir çizgi çizilerek elde edilir (Şekil 70). İki boyutlu TÖE ile değerlendirildiğinde her açıdan ölçülen *landing zone* aynı düzlemde değerlendirilmemiş olabilir; bu kısıtlılığın üstesinden 3D MPR modu ölçümleri ile gelinebilir. Üç boyutlu MPR modu ile LAA'nın iki farklı uzun aks görüntüsü hizalanarak LAA'nın kısa aks görüntüsü elde edilir ve daha kesin *landing zone* çap ölçümleri yapılabilir, ölçümler sonucu en geniş *landing zone* çapına göre cihaz seçimi yapılır, en geniş çapın %8-%20 fazlası cihaz çapı olarak belirlenir.<sup>209</sup> LAA giriş açıklığı çok küçük ( $<16,8$  mm) veya çok genişse ( $>30,4$  mm), LAA derinliği çok sığ ise (LAA derinliği en geniş LAA giriş açıklığı çapından az ise), ikincil LAA lobunun derinliği LAA giriş açıklığına çok yakınsa Watchman cihaz kullanılamaz.

Amulet cihaz için ekokardiyografik değerlendirme Watchman cihazda olduğu gibi 2B TÖE ile  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  ve  $135^{\circ}$ 'lerden yapılır. Bununla beraber uzun aks görüntülerden ( $30^{\circ}$ - $60^{\circ}$  arasında) en küçük *landing zone* çapı ölçümü ve kısa aks görüntülerden ( $120^{\circ}$ - $150^{\circ}$  arasında) en geniş *landing zone* çapı ölçümüne odaklanılması önerilmektedir.<sup>209</sup> Cihaz boyutu için ölçümler, Watchman cihaz için olan ölçümlerden farklıdır. LAA giriş açıklığı çapı; pulmoner ven coumadin ridge ile CX arteri arasındaki çizgidir. Bu çizgiye dik olarak LAA boynuna doğru 10-12 mm distalden *landing zone* ölçülür, ana lobun derinliği cihazın beklenen aksına göre hesaplanır (Şekil 71).<sup>210</sup> Cihaz seçimi, temelde operatörlerin deneyimine ve seçimlerine göre yapılır da tavuk kanadı ya da çok loblu LAA morfolojisine sahip hastalarda ya da kasıktan ulaşım da sıkıntı ön görüldüğünde LAMBRE sistemi ön planda düşünülmelidir.<sup>215,216</sup>

### Periprosedüral Değerlendirme

İşlem sırasında, 2B ve 3B ekokardiyografi, floroskopiye destekleyen en değerli görüntüleme yöntemidir. Transseptal ponksiyon öncesi

trombüs varlığının değerlendirilmesinde, ponksiyonu yönlendirmede, işlem sırasında kateter ve kılıfın yerinin doğrulanmasında, cihazın konumlandırılmasında ve yerleştirilmesinde TÖE rehberlik etmektedir.

### Transseptal Ponksiyon

Transseptal ponksiyon yeri, cihazın yerleştirilmesinde ve pozisyonlandırılmasını etkileyen belki de en önemli aşamadır. LAA anterolateral yerleşimli olduğu için transseptal ponksiyon fossa ovalisin daha inferior ve posterior bir lokalizasyonundan yapılır. Böylece sheat pozisyonunun LAA'ya ulaşabilmesi için daha koaksiyel olması sağlanır. Superior ve inferior oryantasyon için bikaval görüntü ile başlanır (90° - 110° arası) fossa ovalisin mid ve inferiorunda tenting görüldükten sonra anteroposterior değerlendirme için 45°'de görüntüler alınır. Uygun yerden transseptal ponksiyon yapıldıktan sonra tel ya da kateter sistemi sol üst pulmoner vene park edilir.

### Watchman İşlem Sırasında Görüntüleme

Bazal intraprosedural 2B ve 3B değerlendirme ile başlanır. İşlem sırasında mutlaka LAA'da trombüs dışlanmalı, uygun cihaz ve boyut seçimi için ölçümler floroskopi ile desteklenerek tekrarlanmalıdır.<sup>217</sup> Kalp içi trombüs, perikardiyal efüzyon varlığı, interatriyal septum ve LAA özellikleri değerlendirilir. LAA gövdesi ve giriş açıklığı ölçümleri tekrar yapılır. Kapak anormallikleri, hareketli aortik aterom ve intrakardiyak shunt araştırılır. Transseptal ponksiyon sonrası, 2B ve 3B ekokardiyografi kılavuzluğunda 14 Fr Watchman yerleştirme sistemi bir pigtail kateter ile sol atriya ilerletilir. Üç boyutlu TÖE, LA'dan LAA'ya geçişe kadar tüm kateterin görüntülenmesini sağlar. Böylece kateterin ucunun septumdan geçişi ve ne kadar uzakta ve sol atriya içinde olduğu görülebilir ve olası bir interatriyal septum ya da atriyal serbest duvar yaralanmasının önüne geçilebilir. Kılavuz kateter LAA ağzına ilerletildikten sonra bir pigtail kateter kılavuz kateter içinden LAA içine ilerletilerek LAA'nın floroskopik değerlendirilmesi için kontrast anjiyografi yapılır. Bu sırada 2B ve 3B ekokardiyografide LAA içinde çok sayıda bubble görülür. Daha sonra kılavuz kateter LAA içinde uygun şekilde yerleştirilir ve pigtail çekilir. Watchman device ilerletilir. Cihaz serbestleştirilmeden önce dört "PASS" kriterinin karşılanması gerekir.<sup>218</sup> Bu kriterler; **Position**, **Anchor**, **Size** ve **Seal** olarak adlandırılır.

**Position** (konum): Cihazın omzu yani LAA orifisi içindeki kavisli kısmı LAA dan fazlasıyla dışarı taşımış olmamalıdır.

**Anchor** (çapa): Tug test yapılır. Cihaz TÖE altında geri çekilir ve bırakıldığında orijinal pozisyona geri dönmelidir.

**Size** (boyut): 2B TÖE ile 0°, 45°, 90° ve 135°'den yapılan görüntülemeler ile cihaz çapının sıkıştırılma oranı %8 ile %20 arasında olmalıdır.

**Seal** (kapatma): Cihaz çevresinden olan kaçaklar 3B TÖE altında değerlendirilir ve cihazın LAA duvarına en yakın olduğu düzlemde kaçığın en dar enine kesiti yani vena kontraktası (VC) ölçülür. Kaçağın VC'si <5 mm ise kabul edilebilir ancak VC >5 mm ise cihaz tekrar konumlandırılır ya da daha büyük bir cihaz ile değiştirilir.

Düşük Nyquist limit (20-30 cm/sn) ile kaçak değerlendirilmesi yapılması önerilmekte olup 3B TÖE ile kaçığın çevresel yayılımı değerlendirilebilir.

### Amulet İşlem Sırasında Görüntüleme

Transseptal ponksiyon yapıldıktan sonra tel sol superior pulmoner vene ilerletilir. Üzerinden kılavuz kateter sol atriya ilerletilir.

Amulet cihazlar için cihazın boyutuna göre 12 Fr ve 14 Fr olmak üzere 2 kılavuz kateter seçeneği vardır. Kateter LA'ya ilerletildikten sonra tel geri çekilir ve kateter LAA'ya yönlendirilir. Kateter ucu LAA'da *landing zone*'a yerleştirilir, Amulet cihaz kateter içinden ilerletilir ve cihazın lobu kısmen açılarak yerleştirilmeye başlanır. Cihazın lobu tam olarak *landing zone*'a yerleştirildikten sonra eğer açısı ve pozisyonu uygun ise cihazın diski açılır.

Cihazı bırakmadan önce bazı kontroller yapılır:

Cihaz lobu lastik şekilli olmalı.

Cihaz lobu ve diski arasında belli bir derecede ayrılmanın olduğu gösterilmeli.

Cihaz diski, LA gövdesine göre konkav olmalı.

Cihaz lobunun aksı LAA boynunun aksına dik olmalı.

Cihaz lobunun en az 2/3'lük kısmı CX arterin distaline konumlanmalı.

Cihaz stabilitesi için tug testi yapılmalı.

Amulet cihaz için cihaz çevresinden kaçaklar düşük Nyquist limit (35-45 cm/sn) ile değerlendirilebilir. Çapı <3 mm defektler ya da çoklu jetler varlığında toplamı <3 mm kaçaklar küçük kaçak olarak değerlendirilir, 3-5 mm orta ve >5 mm kaçaklar geniş kaçaklar olarak değerlendirilir.<sup>209,210</sup>

### LAmbre İşlem Sırasında Görüntüleme

LAmbre cihazı şeklinde çapa/kancalardan oluşan LAA'nın trabekula ve pektinat kaslarını hedef alan bir stabilizasyon sistemine sahiptir.<sup>215,219</sup> Yapısı nedeniyle LAA perforasyon riski, bu cihazda en düşüktür.<sup>219</sup> Cihazın kılavuz kateteri LAA'nın proksimaline konumlandırılır, sonrasında şemsiye yerleştirilir. Tug testi ile cihaz stabilitesi, kontrast çalışma ve TÖE ile cihazın LAA ağzını tam olarak kapatıp kapatmadığı teyit edilir. Farklı boyutlarda birçok seçeneğinin olması LAMBre cihazını, LAA ağzı 12 mm'den büyük tüm LAA anatomilerinde (çoklu loba sahip, geniş ağızlı, derinliği göreceli olarak az olan LAA'larda) kullanabilme avantajı sağlar.<sup>215,216,219</sup>

Ayrıca 2B ve 3B TÖE kullanımı, cihaz yerleşimi sonrası kaçak değerlendirmede ve komplikasyonları tanıma yardımcı olmaktadır. Cihaz boyutu en geniş LAA çapından az olmamalıdır, LAA anatomisine, üreticinin önerilerine ve operatörün deneyimine göre 2-6 mm daha büyük seçilmelidir.<sup>215</sup> Cihazın doğru konumlandırılması da çok önemlidir. Cihazın çok derine yerleştirilmesi proksimal lobların kapatılmasını engellerken, daha proksimal konumlandırılması stabilizasyonu azaltarak embolizasyon ile sonuçlanabilir.<sup>211</sup> Cihazın yerleştirilmesi sonrası, cihaz komşuluğundaki mitral kapak aparatı, sol üst pulmoner ven ya da CX arteri mutlaka olası basıya karşı dikkatlice incelenmelidir. Ayrıca LA ve LAA arası bağlantı olup olmadığı, düşük Nyquist limitinde renkli Doppler ile kontrol edilmelidir. Perikardiyal efüzyon, tamponad, iyatrojenik atriyal septal defekt ve olası trombüs gibi komplikasyonlar da işleme son verilmeden ekokardiyografi ile kontrol edilmelidir.<sup>211,219</sup>

### Takip

İşlem sonrasında cihaz embolizasyonunun olmadığını doğrulamak ve perikardiyal efüzyonu dışlamak için taburculuk öncesi transtorasik ekokardiyografi önerilmektedir. TÖE, genellikle 1, 3, 6 ve 12. ayda cihaz embolizasyonunu, erozyonu, trombüs oluşumunu ya da cihaz çevresinden kaçığı değerlendirmek için kullanılır. Bir yılın sonunda, komplikasyon şüphesi yoksa TTE takipte tercih edilmek-

tedir.<sup>211</sup> Her takip sırasında transseptal ponksiyona sekonder, rezidü atriyal septal defekt yeniden değerlendirilmelidir. Watchman cihazı takıldıktan sonra, endotelizasyon yaklaşık olarak 45 gün içinde olur. Watchman ve Amulet cihaz yerleştirilmesi sonrası 45. günde ekokardiyografik değerlendirme yapılır, cihaz pozisyonu ve stabilizasyonu değerlendirilir.<sup>209</sup> LAA'nın tamamen kapatılarak cihaz çevresinden kaçak olmaması işlem başarısının en önemli belirleyicisi olmakla beraber, cihaz çevresinde kaçak işlem sonrası yaygın görülmektedir;  $\leq 3-5$  mm kaçak kabul edilebilir olabilmektedir. İşlem sırasında oluşan kaçak takiplerde artarak devam edebilir ya da takiplerde kaçak gelişebilir. Cihaz çevresindeki aralığın  $>5$  mm olduğu durumda, antikoagülasyona devam edilmesi önerilmektedir.<sup>220,221</sup> Cihaz üzerinde trombus varlığı değerlendirilir.

## Sonuç

Perkütan LAA kapama, nonvalvüler AF'li uygun hastalarda embolik olayları önlemek için kullanılan, yeni ve gelişmekte olan bir tedavi yöntemidir. İki boyutlu ve üç boyutlu TÖE, işlem öncesi uygun hastaların belirlenmesinde, uygun cihaz ve boyutlarının seçiminde, işlem sırasında ve sonrası takipte en sık kullanılan görüntüleme yöntemi olup, işleme kılavuzluk etmekte önemli bir role sahiptir.

## Hipertrofik Kardiyomiyopati Olgularında Septal Alkol Ablasyonu İşleminde Görüntüleme

**Dr. Mert Pehlivan Altın, Dr. Selcen Yakar Tülüce**

Hipertrofik kardiyomiyopati (HKM) sadece yüklenme koşulları ile açıklanamayacak olan sol ventrikül (LV) hipertrofisi olarak tanımlanmaktadır. Hastalığın patolojisinde LV hipertrofisine sıklıkla miyokardiyal fibrillerde dizilim bozukluğu, interstisyel fibrozis ve intramural küçük damar hastalığı da eşlik eder. Prevelansı 1:500 olup aslında göreceli olarak sık görülen bir kardiyomiyopatidir. Olguların %50-%60'ında otozomal dominant geçiş gösteren bir kardiyak sarkomer protein gen mutasyonu varken %40-%50 olguda ise sporadik bir mutasyon vardır.<sup>222</sup> Hastalar asemptomatik olabilecekleri gibi kalp yetersizliği, aritmi, ani kardiyak ölüm gibi farklı klinik durumlarla da karşımıza gelebilirler. Göğüs ağrısı, dispne, çarpıntı, presenkop ve senkop gibi semptomlar hastalık seyrinde izlenebilir. Bu semptomlar genellikle farklı derecelerde görülen LV diyastolik ve sistolik disfonksiyonuna, dinamik LVOT obstrüksiyonuna, miyokart iskemisine ve aritmilere bağlı olarak gelişir. HKM'li hastaların 1/3'ünde LVOT'ta herhangi bir basınç gradiyenti saptanmazken geri kalan olgularda ise istirahat esnasında ya da eforla gradiyent saptanır.<sup>223</sup>

HKM yıllık mortalite oranı %3-%4 olarak bildirilen bir hastalık olup semptomatik obstrüktif HKM'si olan hastalarda tedavinin amacı fonksiyonel kapasiteyi artırma, LVOT obstrüksiyonunu azaltma, diyastolik dolumu iyileştirme ve sağkalımı artırmaktır.<sup>224</sup> Hastalığın ana semptomları olan senkop, anjina ve dispnenin hepsinin patofizyolojisinde LVOT'da anlamlı gradiyent varlığının önemli bir etken olduğu düşünüldüğünde, tedaviyle LVOT basınç gradiyentinin azaltılmasının önemi daha iyi anlaşılabilir. Buna yönelik başlangıç tedavi medikal olmak üzere septal alkol ablasyonu (SAA) ve cerrahi miyektomi uygulanabilecek başlıca yöntemlerdir. Anjiyografi laboratuvarlarında yapılan SAA işlemi ile hipertrofi nedeniyle azalmış olan LVOT alanı artırılabilir, mitral yetersizliğin ciddiyeti azaltılabilir ve koroner akım rezervi artırılabilir.<sup>225-227</sup> LVOT gradiyentinin azaltılması LV art-yükünü azaltarak kardiyak atım hacminin artmasını da sağlar. Bu hemodinamik değişiklikler nedeniyle aorttaki diyastolik basınç artarken LV diyastolik basıncı azalır ve böylece koroner dolum basıncı artar. Bunlara ek olarak hemodinamik ve ekokardi-

yografik çalışmalar SAA ardı miyokardın relaksasyon göstergelerinin, özellikle de aktif relaksasyonun, düzelererek diyastolik fonksiyonlarda iyileşme olduğunu da ortaya koymuştur.<sup>225-230</sup>

Sol ventrikül obstrüksiyonu olan hastalarda miyokart infarktüsü sonrası obstrüksiyonun kaybolabileceği çok daha önceleri gösterilmişti.<sup>231</sup> HKM'li hastalarda LVOT gradiyentini azaltmak amacıyla ilk kateter bazlı tedavi fikri ise Kuhn ve arkadaşları<sup>232</sup> tarafından septumu perfüze eden koroner arter balon ile oklüde edildiğinde sistolik duvar hareketinin azaldığının fark edilmesi ile oluştu. 1995 yılında ilk kez Sigwart<sup>233</sup> perkütanöz olarak SAA yaparak 3 hastadaki olumlu sonuçları açıkladı. İlk başta bu yöntem zaten malign ventriküler taşikardi riski olan bu hasta grubunda miyokardiyal skar yükünü artırabileceği düşünülerek uzun dönem sonuçlar açısından sorgulandı.<sup>234,235</sup> Özellikle miyokardiyal kontrast ekokardiyografinin de kullanıma girmesi ile SAA, miyektomiye alternatif daha az invaziv bir yöntem olarak dünyanın birçok yerinde uygulanmaya başlandı.<sup>236</sup> İlk kez Faber ve ark.<sup>237</sup> tarafından tanımlanmış olan ekokardiyografi kılavuzluğunda SAA bugün dünyada birçok merkezde uygulanan tedavi yöntemi oldu. Bu bölümün amacı SAA işlemi için uygun hastaların seçilmesinde, işlem sırasında ve sonraki takiplerde ekokardiyografik incelemenin yerinin, inceliklerinin ve öneminin anlatılmasıdır.

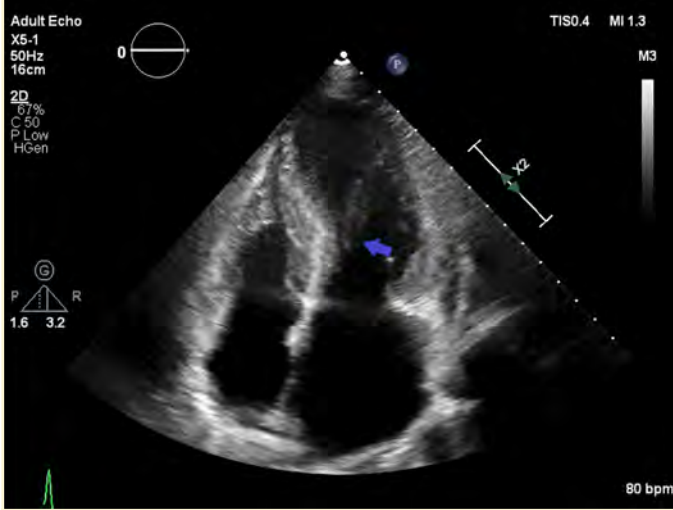
## İşlem Öncesi Görüntüleme

### Anatominin Değerlendirilmesi

Daha önceleri SAA, interventriküler septum kalınlığı 17-30 mm olan hastalara önerilmekteydi. Yapılan yayınlarda daha ince septum kalınlıklarında da (15-16 mm) SAA'nın etkili ve güvenli olduğu gösterilmiştir.<sup>238</sup> Özellikle  $<16$  mm olan septal kalınlıklarda miyektomi tedavisi ile hem iyatrojenik ventriküler septal defekt gelişme hem de yetersiz miyektomi nedeniyle yüksek rezidüel LVOT gradiyenti kalma ihtimali daha yüksektir.<sup>239</sup> Septal kalınlığın  $>30$  mm olduğu hastalarda ve septumda yoğun skarı bulunan olgularda ise SAA ile fayda görülme ihtimali daha düşüktür.<sup>222</sup> Masif septal hipertrofinin olduğu özellikle genç hasta popülasyonunda obstrüksiyon aynı zamanda midventriküler düzeyde de olabileceğinden genişletilmiş miyektomi tüm seviyelerdeki obstrüksiyonu azaltarak veya ortadan kaldırarak daha fazla semptomatik rahatlama sağlayabilir. Tedavi yöntemi seçilirken septal kalınlık önemli olmakla birlikte, kardiyak görüntüleme sırasında sadece septal kalınlığı ölçmek yeterli değildir. LVOT obstrüksiyonu mitral kapakların uzunluğuna, mitral kapağın altındaki submitral kordalara, papiller kas sayı, hipertrofi ve insersiyon anormalliklerine de bağlı olabileceğinden (Şekil 72, Video 9-10) obstrüksiyon mekanizmasının gereğinde transözofajiyal ekokardiyografi, kardiyak manyetik rezonans görüntüleme gibi diğer görüntüleme yöntemleri ile de değerlendirilmesi gerekebilir.<sup>240</sup> Çünkü LVOT obstrüksiyon mekanizmasında septal kalınlık dışındaki anormalliklerin katkı düzeyinin belirlenmesi hangi invaziv tedavi yönteminin seçileceğine kılavuzluk edecektir.

### Basınç Gradiyenti

Obstrüktif tip HKM tanısı istirahat LVOT gradiyentinin  $\geq 30$  mmHg olduğu hastalarda, latent tip obstrüktif HKM tanısı ise istirahat gradiyentinin  $<30$  mmHg olup provakasyonla gradiyentin  $\geq 30$  mmHg olduğu olgularda konulur. HKM'li bir olgunun SAA veya cerrahi miyektomi tedavisine aday olabilmesi için kılavuzlar doğrultusunda önerilen negatif inotropik ajanlara rağmen belirgin semptomatik olması (NYHA III) ve istirahat veya provakasyon sırasında değerlendirilen LVOT gradiyentinin ise  $>50$  mmHg olması gerekmektedir (Tablo 18).<sup>222</sup> Yani obstrüktif tip HKM tanısı koymak için belirlenmiş olan LVOT gradiyenti ile hastayı invaziv bir



**Şekil 72.** Sol ventrikül çıkış yoluna yapışan yalancı tendonun (mavi ok) apikal 4 boşluk pencere ekokardiyografik görüntüsü; hasta bu nedenle SAA'ya uygun görülmeyle cerrahi olarak tedavi edildi. SAA, septal alkol ablasyonu.

tedaviye yönlendirmek için belirlenmiş LVOT gradiyent değerleri kılavuzlarda birbirinden farklıdır<sup>223</sup> ancak bazı merkezler SAA tedavisine hastayı referans etmek için eşik değer olarak istirahat gradiyentini  $\geq 30$  mmHg, provokasyon gradiyentini ise  $\geq 50$  mmHg olarak belirlemiştir.<sup>239</sup>

**Tablo 18. Septal Alkol Ablasyonu İşlemi için Uygun Hasta Özellikleri**

Optimal medikal tedaviye rağmen persistan ciddi semptomların olması (NYHA sınıf III/IV)
Mitral kapağın sistolik öne hareketine bağlı dinamik LVOT obstrüksiyonu olması (istirahat veya provokasyonla zirve gradiyent $>50$ mmHg)
Ventriküler septum kalınlığının $\geq 15$ mm olması
İntrinsik mitral kapak hastalığı olmaması
Berberinde kardiyak cerrahi gerektiren ek bir hastalığın (örneğin koroner bypass cerrahisi veya kapak replasmanı, asendan aort replasmanı) olmaması
NYHA, New York Heart Association Kalp yetmezliği sınıfı; LVOT, sol ventrikül çıkış yolu.

### Elektrokardiyografi

Hem SAA hem de cerrahi miyektomi işlemleri kardiyak ileti sisteminde atriyoventriküler (AV) blok ve kalıcı pil ihtiyacı ile sonuçlanabilecek hasara yol açabilir. Bu nedenle işlem öncesi kardiyak ileti sisteminin değerlendirilmesi çok önemlidir. Tipik olarak SAA yapılan hastalarda sağ dal bloğu, cerrahi miyektomi yapılan hastalarda ise daha çok sol dal bloğu gelişmekte olup, işlem öncesi kontralateral dal bloğu varlığı tam AV blok ve kalıcı pil ihtiyacı gelişeceğinin önemli bir öngördürücüsüdür.<sup>241</sup> Bu nedenle bazı yayınlarda SAA yapılacak hastalarda işlem öncesi sol dal bloğu, cerrahi miyektomi yapılacak hastalarda ise işlem öncesi sağ dal bloğu varlığı bu işlemlere rölatif kontrendikasyon olarak kabul edilmektedir.<sup>238</sup>

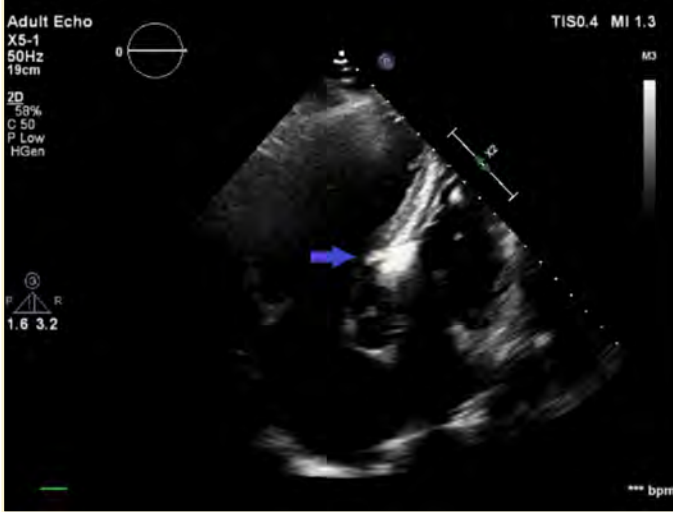
### Peroperatif Görüntüleme

**Dr. İrem Dilara Can, Dr. Halenur Sarıbaş, Dr. Elmas Kaplan, Dr. Ertan Andaç Al, Dr. Omac Tüfekçioğlu**

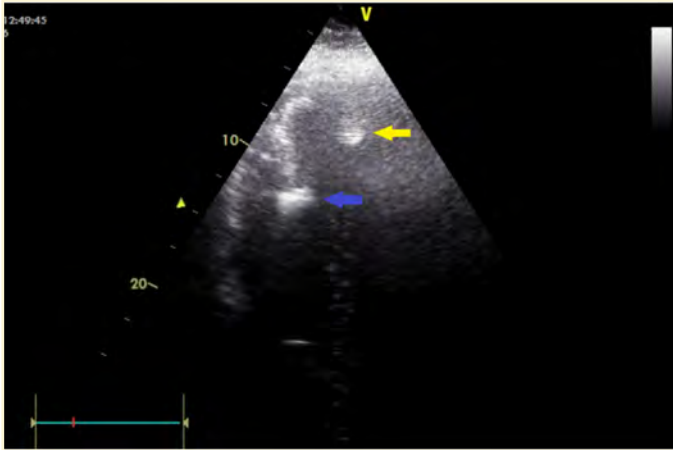
Tanının doğrulanması, obstrüksiyonun yerinin (LVOT veya mid-ventriküler gibi) ve ciddiyetinin belirlenmesi için ayrı bir seansta veya SAA işleminden hemen önce sol kalp kateterizasyonu hem istirahat hem de provokasyon sırasında (Valsalva manevrasının strain fazında veya ekstrasistolik atım sonrası) gradiyenti değer-

lendirilmesi için hemen hemen tüm hastalara yapılır. İşlem öncesi hem olası koroner arter hastalığını dışlamak hem de LVOT obstrüksiyonunun olduğu (anterior mitral kapağın temas ettiği) septal alanı kanlandırması en olası olan septal arterin veya dalının belirlenebilmesi için hastalara koroner anjiyografi de yapılır. Bu amaçla standart Judkins tekniği kullanılarak femoral arter ve vene ponksiyon yapılır; arteriyel ve venöz girişler kullanılarak sağ ventrikül apeksine 6F geçici kalp pili, LV içine 5F/6F "pigtail" veya "multipurpose" kateter, asendan aortaya ise 6F/7F guiding kateter yerleştirilir.<sup>242</sup> Genellikle SAA için hedef arter, sol ön inen koroner arterden (LAD) çıkan ilk büyük septal arter veya onun bir dalıdır ancak diğer kardiyak bölümlerin kanlanmasında olduğu gibi septumun kanlanmasında da birçok varyasyonla karşılaşılacağı için intrakoroner eko-kontrast madde verilerek TTE yapılması mutlaka gereklidir. TTE işlemi sırasında başlangıç LVOT gradiyenti de değerlendirilerek kaydedilir. Hedef septal damar belirlendikten sonra, iyi destek veren bir kateter ile sol ana koroner artere angajman sağlanır ve öngörülen hedef septal damara 0,014 inç kılavuz tel ile girilir. Ardından bu kılavuz tel üzerinden, şişirildiğinde hedef septal arteri tam tıkayacak çapta veya daha büyük bir balon kateter gönderilir. Gönderilen bu balon kateter (1,5-2,5 mm, tercihen  $\leq 10$  mm uzunluğunda), rutin koroner girişimsel işlemlerde kullanılan hızlı değiştirilebilir monorail balon kateter sisteminin aksine, over-the-wire (OTW) sistemindedir. OTW sisteminde balon kateterin uzunluğu boyunca biri uçtaki balona uzanan ve balonun şişirilmesini sağlayan, diğeri ise telin geçişini sağlayan iki adet lümen bulunmaktadır. Böylelikle balonun ilgili septal arter bölgesine ilerletilmesi ardi şişirilmesiyse septal arterin proksimaldeki LAD damar ağıyla ilişkisi tam olarak kesilirken; telin geri alınmasıyla boş kalan tel lümeninden, septal arterin kanlandığı alana izole bir şekilde hem kontrast ajan hem de alkol verilmesi mümkün olmaktadır. OTW balon, LAD içine taşmaksızın şişirildikten sonra 0,014 inç tel geri alınır. Telin çıkarıldığı lümen içerisinden septal artere anjiyografik kontrast ajan verilerek olası LAD içerisine geri akım varlığı ve septal arterin kollateral bağlantıları anjiyografik olarak değerlendirilir. Geri akım ve ablasyon hedeflenen bölge dışında kollateral varlığı olmadığı görüldüğünde miyokardiyal kontrast ekokardiyografi işlemine geçilebilir. Koroner anjiyografi lümenografik bir yöntem olduğundan, anjiyografik olarak balonlanan septal arterin kanlandığı alan net olarak ayırt edilemez. Bu nedenle septal arterin LVOT obstrüksiyonu ile ilişkili septal miyokart alanını kanlandırmıyor olması yetersiz işlem başarısına ya da hedef bölge dışındaki alanları da (papiller kas vb.) kanlandırıyor olması komplikasyonlara yol açabileceğinden, SAA'da alkol enjeksiyonu öncesi, miyokardiyal kontrast ekokardiyografi ile bu septal arterin kanlandığı miyokart alanının netleştirilmesi hayati öneme sahiptir. Değerlendirilen septal artere alkol enjeksiyonu kararı ancak miyokardiyal kontrast ekokardiyografik değerlendirme ışığında verilebilir.

Miyokardiyal kontrast ekokardiyografi için kullanılan kontrast maddeler flakon içerisindeki kuru tozun, serum fizyolojik ile karıştırılıp, ardından 30-60 saniye çalkalanmasıyla hazırlanır.<sup>243</sup> Farklı kontrast ajanların, kuru toz şeklindeki flakonlarının, serum fizyolojik ile seyreltilme oranları üretici firma önerileri doğrultusunda birbirinden farklıdır. Örneğin en sık kullanılan ajanlardan biri olan "Levovist" (Berlex Laboratories, Montville, NJ) (konsantrasyon 450 mg/ml) SAA işlemi sırasında yaklaşık 1,0-1,5 mL süspan-siyon olarak kullanılmıştır ve kapiller ağa geçebilir özellikte palmitin asit ile stabilize edilmiş galaktoz bazlı kabuğu olan hava içeren 7-8  $\mu$ m çapta mikrosferik kabarcıklar içermektedir.<sup>244</sup> Hazır olarak üretilmiş kontrast ajanlar yerine, basit ve ucuz bir yöntem



**Şekil 73.** Miyokardiyal kontrast ekokardiyografi sırasında apikal 5 boşluk pencerede septum bazalinin kontrastlandığı (mavi ok) görülmektedir.



**Şekil 74.** Miyokardiyal kontrast ekokardiyografi sırasında Apikal 4 boşluk pencerede yapılan görüntülemelerde, hem septum (mavi ok) hem de papiller kasta (sarı ok) kontrastlanma görülmektedir. Papiller kasta kontrastlanma görülmesi nedeniyle diğer septal arterler de değerlendirilmiş olup, septum dışı kardiyak yapılarda kontrastlanmanın devam etmesi nedeniyle hasta SAA için uygun bulunmadı. SAA, septal alkol ablasyonu.

olarak 3 ml intravasküler kontrast (anjyografi sırasında kullanmış olduğumuz) +2 mL serum fizyolojik +1 mL havanın, 3 musluklu damar yolunda iki enjektör yardımıyla çalkalanması sonucu elde edilen karışımın işlem sırasında yapılan kontrast ekokardiyografi işleminde kullanılabilirliğini belirten yayınlar da mevcuttur.<sup>245</sup> Hazır kontrast ajanlara ulaşımın kısıtlı olduğu durumlarda kullanılabilir diğer bir alternatif de soğuk çalkalanmış Gelafundin %4 (Braun, Melsungen, Almanya) solüsyonudur ve hazır kontrastlara üstün olabileceği de belirtilmektedir.<sup>246</sup>

OTW balon kateterin balonu şişirilmiş vaziyetteyken, telin geri alınmasıyla boşalan santral lümeni içerisinde 1-2 mL seyreltilmiş ekokardiyografik kontrast madde (örn. Definity, Lantheus Medical Imaging, North Billerica, MA; Optison, GE Healthcare, Milwaukee, WI; Levovist, Berlex Laboratories, Montville, NJ; So-

noVue, Bracco, Milan, Italy) veya Türkiye'de olmadığı için günlük klinik pratiğimizde yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanan intravasküler (anjyografide kullandığımız) kontrast + serum fizyolojik + havadan oluşan çalkalanmış karışım septal arterin içine verilir ve ardından 1-2 mL serum fizyolojik ile yıkama yapılarak eşzamanlı ekokardiyografik görüntüleme yapılır (Şekil 73, Video 11).<sup>245,247</sup> Kontrast verilmesi öncesinde ekokardiyografik olarak daha iyi bir görüntü kalitesi için 2 derece harmonik ayarı ve kontrast baloncuk yıkımının azaltılması için düşük mekanik indeks ayarı (<1) yapılmalıdır.<sup>248</sup> Septal arter perfüzyon sahası içinde dağılan kontrast madde ekokardiyografide hiperekojen görünüme sebep olarak alkol verilmesi sonucu enfarkt oluşturulacak olan alanın sınırlarını çizer. Kontrast dağılımı esnasında değerlendirme için çoğu merkezde görüntüleme yöntemi olarak TTE kullanılmaktadır. İşlem sırasında kontrast ajan verildikten hemen sonra apikal dört ve üç boşluk, parasternal uzun ve kısa eksen olmak üzere birçok pencereden miyokardiyal kontrast dağılımının sınırlarının değerlendirilmesi çok önemlidir.<sup>247</sup> Mitral aparatın septuma temas ettiği noktanın tam belirlenebilmesi için farklı septal dallara eko-kontrast madde verilmesi gerekebilir.<sup>240</sup> 3B TTE kullanılarak yapılan miyokardiyal kontrast ekokardiyografinin aynı anda daha çok kesit elde etmesi nedeniyle periprocedürel komplikasyonları azaltmada daha başarılı olacağını öne süren çalışmalar da mevcuttur. İşlem sırasında 3B-TTE kullanılırken apikal görüntülerden tek-atım "full volume" modunda hem sağ ventrikül hem de sol ventrikül kavitelelerini içerecek sektör genişliğinde olabilecek en yüksek kare hızı (frame rate, en az 30 Hz) ayarlanmalıdır. Multiplan kesitlerde off-line analizlerle hedeflenen bölgede yeterli kontrastlanma olup olmadığı değerlendirilir. Hedeflenen septal bölge yeterince kontrastla dolmuyorsa, septumun 1/3'ünden daha uzun bir bölümü doluyorsa veya sağ ventriküle bakan interventriküler septum kontrastlanıyorsa, sağ veya sol ventrikül serbest duvarı, papiller kaslar kontrastlanıyorsa bu durumda verilen septal dalın uygun olmadığı düşünülmelidir (Şekil 74).<sup>248</sup> Eğer hiperekojen miyokart alanı obstrüktif LVOT jetine komşu bölgeyle, sistolik anterior hareket sonucu anterior mitral yaprağın septuma temas ettiği bölgeyi içeriyor ve enfarkt oluşturulmak istenen septal alan dışındaki dokularda (LV anterior duvar, sağ ventrikül serbest duvar, papiller kaslar vb.) opaklanma görülüyorsa, SAA işlemi 1'er mL fraksiyonlar ile hedef bölgeye saf alkol enjeksiyonu yapılarak tamamlanır.<sup>249</sup> Aksi halde mevcut septal damardan çıkılarak başka bir septal damar miyokardiyal kontrast ekokardiyografi ile SAA açısından değerlendirilmelidir. Alkol enjeksiyonu sırasında sürekli floroskopik, hemodinamik ve elektrokardiyografik izlem yapılır. Ancak uygun anatomik alanda kontrastlanma görülmediğinde, başka septal artere veya dalına geçilmesine rağmen tekrarlanan kontrast ekokardiyografi ile yine uygun anatomik bölge saptanamazsa bu durumda etanol verilmeden işlem sonlandırılır ve hastanın SAA işlemi için uygun olmadığı düşünülür. Alkol enjeksiyonu yapılmaya uygun bulunan hastalarda işlem sırasında göğüs ağrısı gelişeceğinden intravenöz analjezi de yapılır.

Kullanılan alkol miktarı merkezler arasında farklılık göstermektedir. Euro-ASA çalışmasında 1,5-2,5 mL etanolün hem periprocedürel AV blok gelişmesi olarak değerlendirilen güvenlik, hem de etkinlik sonuçları bakımından en uygun doz olduğu öne sürülmüştür. Kashtanov ve ark.<sup>250</sup> ise HKM'li 150 olguda yaptığı bir çalışmada perforatör arter genişliğinden ve interventriküler septum kalınlığından bağımsız olarak SAA işleminde standart 3 mL alkol kullanmış ve olguların 15 yıllık izleminde standart 3 mL alkol kullanımının güvenilir olduğunu öne sürmüş olsalar da çalışmada bildirilen 15 yıllık izleme ulaşan hasta sayısı yeterli gözük-

memekte ve kalıcı kalp pili ihtiyacı artmış gözükmemektedir. Septal kalınlığın  $\geq 30$  mm olduğu hastalarda yapılan bir başka çalışmada septal kalınlığın  $\geq 30$  mm olduğu hastalarda ortalama  $2,7 \pm 1,3$  mL alkol kullanılmışken septal kalınlığı  $< 30$  mm olan hasta grubunda ise  $2,2 \pm 0,9$  mL alkol kullanılmıştır.<sup>239</sup> Her 1 cm septal kalınlığa 1 mL alkol kullanımını öneren merkezler de mevcuttur. Unutulmaması gereken bir diğer nokta ise işlem sırasında özellikle mitral kapağın septuma temas ettiği bölgelerde  $< 1$  mm kalınlığındaki septal dalcıkların bile ablasyonu gerekebilir. İnfarkt alanı arttıkça skara bağlı gelişecek aritmi sıklığı da artabileceğinden en optimal miktarda alkol verilmesi önemlidir. Bir diğer dikkat edilmesi gereken nokta ise alkol enjeksiyonunun yavaş yapılmasıdır (1 mL/dakika).<sup>240</sup> Çoğunlukla 1 mL'lik insülin enjektörleri bu yavaş enjeksiyon için uygundur. Uygun septal perforan damara alkol enjeksiyonunun hemen ardından işlem esnasında invaziv olarak ölçülen LVOT gradiyentinde başlangıç gradiyentine göre  $> 50$  düşüş olması başarılı bir işlem olarak kabul edilmektedir. Bu hedefe varılamaması halinde öncelikle aynı septal damara alkol enjeksiyonunun tekrarlanması, yine başarılı olunamaması halinde ise başka bir septal damarın alkol ablasyonu açısından değerlendirilmesi önerilmektedir. Çoğunlukla ekokardiyografik olarak hem gradiyent hem de mitral yetersizliğinin derecesi görüntüleme ekibi tarafından değerlendirilir. Alkol enjekte edildikten sonra yaklaşık 10 dakika daha balon şişirilmiş vaziyette bekletilerek doku temasının devam etmesi sağlanırken aynı zamanda diğer dal veya dalcıklara yayılımın engellenmesi sağlanır.<sup>244</sup> Basınç düşüş hedefine ulaşılmamasından sonra, balon indirilir ve septal arterin tıkanıp LAD'ın açık olduğunu göstermek için koroner anjiyografi tekrarlanarak işlem sonlandırılır.<sup>242</sup> Hem işlem sırasında hem de sonrasında perikardiyal mayi veya kardiyak tamponad gelişimi için de dikkat edilmelidir. İşlem sırasında ya da sonrasında gelişebilecek komplikasyonlar Tablo 19'da listelenmiştir (Tablo 19).

**Tablo 19. İşlem Sırasında ya da Sonrasında Gelişebilecek Komplikasyonlar**

İleti anormallikleri (1.-2. Derece ya da tam AV blok)
Erken veya geç dönemde görülebilen mortalite
Ventriküler fibrilasyon
LAD diseksiyonu
LAD'ye alkolün yayılması sonucu anterior miyokard infarktüsü
Perikardiyal effüzyon
Koroner arter spazmı
Kardiyojenik şok
Pulmoner emboli
Serebrovasküler olay
AV, atrioventriküler; LAD, sol ön inen arter.

### Postoperatif Görüntüleme

Septal alkol ablasyonu sonrasında hastalar yoğun bakım ünitesinde takip edilir. Yoğun bakım takip süresi en az 24-48 saat olmak üzere, yoğun bakım ve hastanede yatış süreleri kliniklerin uyguladıkları protokollere göre değişmektedir. Ek olarak yoğun bakım takibi süresince ya da takibin ilk 24-48 saatinde geçici kalp pili kablosu yerinde bırakılarak ritim izlemi yapılır.<sup>240,242,244,251,252</sup> Kontrol ekokardiyografi ile duvar kalınlığı ve gradiyentler ise postop birinci günde, taburculuk öncesi, taburculuk sonrası 3. ay, 6. ay ve 1. yılın sonunda değerlendirilir.<sup>242,245,251,253</sup> İşlem sırasında alkol enjeksiyonundan hemen sonraki, başarı kriteri sayılan ve miyokardiyal sersemleme ile ilişkili olan LVOT'ta  $> 50$  gradiyent düşüşü bazı hastalarda tüm bu ekokardiyografi izlemleri boyunca stabil seyretmektedir. Basınç gradiyentinin hep erken postop dönemdeki gibi düşük seyrettiği duruma monofazik patern de-

nilir. Başarılı SAA işlemi uygulanan bazı hastalarda ise postop ilk 3 günde gradiyent işlem öncesi seviyesine yükselirken, bunu ilk 3 ay içerisinde alkol enjeksiyonundan hemen sonraki başarılı düşüş gradiyent seviyesine dönüş takip eder ve bu durum trifazik patern olarak adlandırılır.<sup>251</sup> Trifazik patern görülen bu hasta grubunda, ilk 3 günde görülen gradiyent artışı ablasyon uygulanan bölgenin ödemi ya da diğer sağlam segmentlerin hiperkontraktilesiyle ilişkilendirilmektedir.<sup>254</sup> Sonrasındaki daha yavaş ve kalıcı olarak gradiyentin tekrar düşmesi ise septumdaki skar oluşumu, inceleme ve sol ventrikül yeniden biçimlenmesinin ürünüdür.<sup>252</sup> İşlem sonrası septum kalınlığı ortalama 0,4-0,7 cm kadar azalmaktadır, bu azalmanın genellikle ilk 3 ayda tamamlandığı belirtilmekle birlikte, bir yıla kadar uzayabileceğini belirten yayınlar da mevcuttur.<sup>242,254</sup> Gradiyentteki düşüşün ise uzun vadede bu septal inceleme paralel olarak bazı vakalarda daha da arttığı görülebilmektedir. Bu nedenle prosedür başarısını değerlendirmek için sadece ilk aylarda yapılan değerlendirmeler değil, 1 yıllık izlemin sonundaki ekokardiyografik değerlendirme dikkate alınmalıdır.<sup>240</sup> Hastaların ekokardiyografi ile takiplerinde mitral yetersizlik derecesinin azaldığı ve sistolik pulmoner arter basıncının da düştüğü gösterilmiştir.<sup>255</sup> Bu nedenle tekrar girişime karar vermeden önce yeterli izlem süresinin gerektiği akıld tutulmalıdır.<sup>242</sup>

### Peroperatif Ekokardiyografi

Peroperatif transözofageal ekokardiyografi (PTE) kardiyak ve non-kardiyak cerrahi işlemlerde monitörizasyon ve tanı için kullanılmaktadır. Operasyon sırasında hacim durumu, iskemi tespiti, inotropi/vazopressör tedavisi ihtiyacı ve temel yapısal kalp hastalıklarını PTE ile kolaylıkla değerlendirilir.<sup>256</sup> PTE klasik transözofageal ekokardiyografi ve transtorasik prop üzerine steril naylon kaplama ile epikardiyak ekokardiyografiyi içerir.<sup>257</sup> Transözofageal ekokardiyografi nispeten güvenlidir ve 10 000 hastada  $< 1$  mortalite ve 1000 hastada 2-5 hastada morbiditeye sahiptir.<sup>258,259</sup> Epikardiyak ekokardiyografinin bilinen komplikasyonu yoktur.<sup>257</sup>

### Sol Ventrikül Global ve Bölgesel Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

LV fonksiyonunun değerlendirilmesi PTE'nin en sık kullanıldığı endikasyonudur. Hem kardiyak hem de non-kardiyak operasyonlarda kullanılır. LV doğrusal ve volümetrik ölçümleri ile global longitudinal deformasyonu değerlendirilir. ASE ve EACVI kılavuzlarında belirtilen 17-segment LV modeli üzerinden, global ve segmenter fonksiyonlarının belirlenmesi orta özofageal seviyede alınan 4-boşluk, 2-boşluk ve uzun aks görüntüleri ile yapılır.<sup>21</sup> Transgastrik kısa aks görüntülerden de sol ventrikül mid segmentleri değerlendirilir.<sup>256</sup>

### Sağ Ventrikül Global Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

RV fonksiyonu değerlendirme PTE'nin ikinci en sık kullanılan endikasyonudur. RV fonksiyonunu etkileyen çok sayıda operasyon vardır. Kalp dışı operasyonlar arasında karaciğer nakli için RV fonksiyonu değerlendirilmesi önemlidir. Sirotik hastalarda yüksek debi ve artan ön yük LV dolum basıncını ve pulmoner arter basıncını yükseltebilir. Siroza bağlı kronik devam eden hiperdinamik durum, sağ kalbin genişlemesine ve hatta sağ kalp yetmezliğine neden olabilir. Altta yatan porto-pulmoner hipertansiyon olasılığının da sağ kalp yetmezliği oluşumuna katkıda bulunabileceği unutulmamalıdır.<sup>260</sup> Kalp nakli, LV destek cihazı, pulmoner vasküler cerrahiler ile sol kalbi ilgilendiren pek çok kardiyak cerrahi işlemde mutlaka RV fonksiyonu değerlendirilmelidir.<sup>256</sup> RV ve sağ atriyal (RA) boyutu ölçülmelidir. Birden fazla akustik pencere kullanılarak RV'nin hem kalitatif hem de kantitatif olarak parametreleri ölçülmelidir. En sık kullanılan parametrelerden; RV sistolik

fonksiyonu için fraksiyonel alan değişikliği, doku Doppler görüntüleme türevli triküspit lateral anüler sistolik hız dalgası, M-mod türevli triküspit anüler düzlem sistolik sapması, RV duvarı longitüdüal deformasyonu ve Doppler ile miyokardiyal performansın RV indeksinden en az biri veya bunların bir kombinasyonu ile RV fonksiyonu değerlendirilir. Triküspit regürjitasyon jeti kullanılarak hesaplanan RV sistolik basıncı ve inferiyor vena kava boyutuna ve kollapsına dayalı RA basıncı tahmini yapılmalıdır.<sup>21</sup>

### Hipovolemi

Hipovolemi perioperatif dönemde hemodinamik instabilitenin yaygın bir nedenidir. Hipovolemide ekokardiyografik ilk bulgular sol ventrikül diyastolik boyutunun azalmasıdır. Tanı ve takibinde en sık kullanılan ekokardiyografik parametreler, transgastrik midpapiller kısa aks görüntüsünde elde edilen LV diyastol sonu çapı ve LV diyastol sonu alanıdır. PTE ile hipovolemik hastanın hacim resüsitasyonu veya pozitif inotropik desteği takip edilmelidir.<sup>21,256</sup>

### Pulmoner Emboli

Hem cerrahi hem de travma sonrasında akut pulmoner emboli (APE) için artmış risk mevcuttur. Bu nedenle APE tanısında altın standart olmasa da PTE kullanılır. PTE ile sağ kalp içerisindeki trombüs doğrudan görülebilir fakat pulmoner arter içindeki trombüsün görüntülenmesi her zaman mümkün olmayabilir. Ancak hemodinamik olarak anlamlı APE'yi teşhis etmek için RV disfonksiyonu (örneğin RV dilatasyonu, RV duvar hipokinezisi) ve RV serbest duvarının atipik bölgesel duvar hareketi anormallikleri önemli ipucu verir.<sup>256</sup>

### Mitral Kapak Cerrahisi

Mitral kapağın kompleks anatomisi nedeniyle mitral kapak stenozu ve MY cerrahisinde PTE mutlak gereklilik göstermektedir. Kapak patolojisinin anatomik ve hemodinamik ciddiyeti ameliyat öncesi belirlenmelidir.

Mitral stenoz değerlendirmesinde romatizmal ve dejeneratif etiolojinin ayırt edilmesi gereklidir. Özellikle hastalarda düşük-akım düşük-gradient fizyolojisinin de olabileceği göz önünde tutulup multimodalite görüntüleme yöntemleri ile kapak alanının planimetrik olarak belirlenmesi önemlidir. Ayrıca kapak kalsifikasyonunun ve özellikle anüler kalsifikasyonun değerlendirilmesi gereklidir. Mitral stenozu eşlik eden diğer patolojilerin de (diğer kapak patolojileri) değerlendirilmesi gerekir.

Mitral yetmezliğin preoperatif değerlendirmesinde mitral yaprakçık mobilitesine dayanan Carpentier sınıflandırması kullanılır. Genellikle MY mekanizmasını sınıflandırmak ve cerrahi ekibe uygun vakaları tanımlamak için kullanılır. Tip I MY, normal mitral yaprakçık hareketi, genellikle mitral anüler dilatasyon veya mitral yaprakçık perforasyonu durumunda oluşur. Tip II MY, aşırı mitral yaprakçık hareketi ayarında ortaya çıkar ve mitral kapak prolapsusu veya yaprakçık kopmasına (flail) bağlıdır (etkilenen yaprakçıktan uzağa yönlendirilen jet). Tip III MY, sınırlı mitral yaprakçık hareketliliğine bağlıdır ve hem sistolik hem de diyastolik yaprakçık kısıtlamasını içeren tip IIIa ve sistol sırasında sınırlı yaprakçık hareketine bağlı olan tip IIIb'ye (etkilenen yaprakçığa yönelik jet) ayrılır. Tip IIIa MY, romatizmal veya kalsifik dejeneratif mitral kapak hastalığında görülür, tip IIIb MR, LV dilatasyonuna veya LV duvar hareket bozukluğunda görülür (yaprakçık tethering ile birlikte).<sup>261</sup> Orta özofageal 5-boşluk veya uzun aks görünümünde, diyastol ortasında arka ve ön mitral yaprakçıklarının uzunlukları, sistol sonunda mitral anülüstün koaptasyon noktasına ölçülen ön ve arka yaprakçık yüksekliklerinin

oranı, sistol sonunda mitral yaprakçıkların koaptasyon noktasından interventriküler septuma olan mesafe (C-septal mesafesi) ve mitral kapak ile aortik kapak anüler düzlemleri arasındaki açı ölçülmelidir.<sup>21,261</sup> Mitral kapak onarımı sonrası ön yaprağın sistolik öne hareketi (SAM) ciddi bir komplikasyondur. SAM'ın operasyon öncesi bağımsız öngörücüleri; kalın bazal interventriküler septum (>15 mm), kısa C-sept mesafesi (<25 mm), dar aorto-mitral açı (<120°), papiller kasların öne doğru yer değiştirmesi ve ön ve arka yaprakçıkların uzunlukları arasındaki oranın >1,3 olmasıdır.<sup>21</sup>

Minimal invaziv veya robotik cerrahide PTE kanülasyon için kullanılır. Femoral venöz kateterin vena kava inferiyordan RA'yı geçiş süperiyör vena kavaya girdiğinin görüntülenmesi gerekir. Ayrıca femoral arterden giren arteriyel kanülün aortik köke kadar geldiğini ve sinüs valsavadan 2-4 cm daha distale yerleştiği ve kardiyoopleji sırasında aortanın endovasküler olarak tam oklüde edildiği (cross-clamp) görüntülenir. Koroner sinüs kateterinin yerleştirilmesinde de PTE önemli yer tutar; ayrıca persistan sol süperiyör vena kavanın tespit edilmesi gerekir. Özellikle persistan sol süperiyör vena kavanın olduğu hastalarda retrograd kardiyoopleji sırasında yeterli akım sağlanamayacaktır. Venöz kanülün yerleştirilmesi sırasında interatriyal septum, fossa ovalis ve sağ atriyal apendikste travmadan kaçınmak ve büyük kalibreli arteriyel kanülün yerleştirilmesi sırasında aort yaralanmasını izlemek için dikkatli olunmalıdır.<sup>21,261</sup>

Mitral tamiri sonrasında kapak değerlendirmesi aort cross-clamp kaldırıldıktan, yeterli LV dolun hacminin, sistolik basıncın yeterli yüksekliği ve kalp hızının <100/dk olması sağlandıktan sonra değerlendirilir. Mitral kapak onarımının değerlendirilmesi şunları içerir: (1) rezidüel MY, (2) iyatrojenik mitral darlık (ortalama gradient <6 mmHg, özellikle Alfieri tipi müdahale sonrasında), (3) SAM (değerlendirmede yeterli hacim ekspansiyonu ve kalp hızı kontrolü dikkat edilmesi), (4) LV işlevi, (5) yeni gelişen LV de lateral ve posteriyör duvar hareket bozukluğu (posteriyör anüloplastiye bağlı sirkumfleks arter travması), (6) iyatrojenik aort yetersizliği (mitral kapağa yakınlıkları nedeniyle NC veya LC aort küspislerinin çekilmesine bağlı) ve (7) çok nadir görülen LV'den koroner sinüse, RA'ya veya RV'ye iyatrojenik fistül oluşumu. Mitral kapak metalik protez kapak ile değiştirilirse pompa sonrası (1) paravalvüler yetmezlik, (2) küspislerin açılımı ve (3) koroner arter hasarı yönünden değerlendirilme yapılmalıdır.<sup>21,261</sup>

### Aort Kapak Cerrahisi

Aort darlığı genellikle romatizmal, dejeneratif veya konjenital etiolojiler ile gelişir. Kalsifik darlıklarda tercih aort kapağının metalik protez kapak ile değiştirilmesidir. PTE ile anülüs çapının değerlendirilmesi gerekir. Anülüs çapının <2,0 cm olması halinde operasyon sonrası hasta-protez uyumsuzluğu olasılığı yüksek olur. Pompa çıkışında bazal septal hipertrofiye bağlı ve aort kökünün öne açılmasına bağlı LV çıkış yolu obstrüksiyonu araştırılmalıdır. LV diyastol sonu çapı <42 mm, hiperdinamik ve asimetric hipertrofik bir LV (IVS/arka duvar >1,45), aort kapak replasmanı sonrası LV çıkış yolu obstrüksiyonunun bağımsız belirleyicileridir.<sup>262</sup>

Protez kapaklarda paravalvüler aort yetersizliği ciddiyetine göre gerekirse tekrar kalp durdurularak düzeltilir. Biyolojik stentless protez kapaklarda paravalvüler kaçak vena kontraktası <3 mm'den küçük olanlar pompa çıkışında protamin sonrası düzelmeye ihtimali yüksek olması nedeniyle düzeltmeye gidilmez ancak protamin sonrası da tekrar kontrol edilir. Eğer vena kontraktası 3 mm'den büyük ise protamin öncesi tekrar pompaya girilerek



paravalvüler yetmezlik düzeltilir.<sup>263</sup> Aortik kök yırtıkları, LV çıkış yolundan RA'ya fistül oluşması (Gerbode), anatomik yakınlığı nedeniyle mitral kapak bozuklukları, interventriküler septuma di-seksiyon ve RV veya LV'ye aortadan fistül oluşması nadir de olsa görülebilecek komplikasyonlardır.<sup>261</sup>

Aort yetersizliği (AY) tamirinde de mitral kapak için kullanılan Carpentier sınıflamasına benzer bir sınıflama kullanılır. Tip I (normal küspis hareketliliği), tip II (artırılmış küspis hareketliliği) veya tip III (sınırlı küspis hareketliliği). Tip I AY'de küspis mobilitesi normaldir, ancak aort kök kompleksinin (anülüs, kök veya sinotübüler bileşke) dilatasyonu veya en yaygın olarak santral yetersizlikle sonuçlanan aort perforasyonu nedeniyle AY vardır. Tip II AY'de, tipik olarak etkilenen uçtan uzağa yönlendirilmiş egzantrik AY ile sonuçlanan, prolapsus veya flailden kaynaklanan aşırı küspis hareketliliği vardır. Küsp prolapsusu triküspit aort kapaklarında ortaya çıkabilir (en sık olarak sağ kapakçık tutulur), ancak daha sık olarak, yapışık küspisin en sık etkilendiği biküspit kapaklarda ortaya çıkar, ancak her iki kapakçık da sarkabilir. Küsp prolapsusu, küsp plikasyon veya resüspanسیون onarım tekniklerine uygundur. Tip III AY'de, fibrozis veya postenfamatuvar veya dejeneratif değişikliklerden kaynaklanan kalsifikasyon görülür. Tip III AY, tamir için en az uygun olanıdır. Biküspit kapaklar anülüsün geniş olması ve küspislerin asimetrik olması nedeniyle çoğu zaman tamire uygun olmazlar.<sup>21,261</sup>

Aort yetersizliği tamiri sonrasında pompa devre dışı kaldığında; hafiften daha fazla rezidü AY saptanmasının, anüler düzlemin altında yer alan koaptasyon uçlarının varlığının, koaptasyon uzunluğunun <4 mm ve efektif küspis yüksekliğinin <9 mm olmasının 2 yıl içinde tekrarlayan anlamlı AY'yi öngördüğü gösterilmiştir.<sup>264</sup>

### PTE'nin Diğer Kullanım Yerleri

Sol ventrikül destek cihazlarının (LVAD) yerleştirilmesinde PTE önemli rol oynamaktadır. Operasyon sırasında patent foramen ovale değerlendirilmesi için kontrast çalışma yapılması gereklidir. LVAD çalıştıktan sonra oluşturacağı sol atriyal emme etkisi ile RA'dan deoksijenize kan sol sisteme geçebilir. Aort yetmezliği de LVAD sonrasında sürekli olarak kanın LV'den alınıp tekrar aort kanülü ile aortadan geri dönmesine neden olacağından değerlendirilmede önemlidir. LV ve sol atriyum içerisinde trombusün değerlendirmesi de komplikasyonların önlenmesi açısından değerlidir. LV kanül pozisyonunun mitral kapağa doğru implante edildiği kontrol edilir. LVAD çalıştırdıktan sonra interventriküler septum pozisyonu ve RV fonksiyonu kontrol edilir.

PTE triküspit ve pulmoner kapak operasyonlarında, kalp ve akciğer nakillerinde, eksternal sirkulatuvar destek sistemlerinin takılması ve çıkarılması sırasında ve kardiyak kitlelerde önemli kullanım alanına sahiptir.<sup>265</sup> PTE modern ameliyathanelerde kalbin yapısal bozukluklarını ve hemodinamik bozulmanın takip ve tedavisi için vazgeçilmez bir araçtır.

\*Videolara, makalenin online versiyonundan erişilebilir.

**Çıkar Çatışmazlığı:** Yazarlar çıkar çatışmazlığı bildirmemiştir.

**Teşekkür:** "Aortik ve Mitral Paravalvüler Kaçaklarda Görüntüleme" başlığında kullanılan iki boyutlu ve üç boyutlu ekokardiyografi görüntülerinin tamamı Mehmet Akif Ersoy Göğüs ve Kalp Damar Cerrahisi Hastanesi Ekokardiyografi Laboratuvarı'na aittir. Tüm vakalar, işlemlerin de girişimsel kardiyoloğu olan Prof. Dr. Mehmet Ertürk'ün izni ile paylaşmıştır.

## Kaynaklar

1. Ntaios G, Papavasileiou V, Sagris D, et al. Closure of Patent Foramen Ovale Versus Medical Therapy in Patients With Cryptogenic Stroke or Transient Ischemic Attack: Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke*. 2018;49(2):412-418. [\[Crossref\]](#)
2. Pristipino C, Sievert H, D'Ascenzo F, et al. European position paper on the management of patients with patent foramen ovale. General approach and left circulation thromboembolism. *Eur Heart J*. 2019;40(38):3182-3195. [\[Crossref\]](#)
3. Mojadidi MK, Meier B, Tobis JM. Patent Foramen Ovale Closure for Stroke, Myocardial Infarction, Peripheral Embolism, Migraine, and Hypoxemia. 1st ed. Academic Press, Elsevier Inc; 2020.
4. Silvestry FE, Cohen MS, Armsby LB, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(8):910-958. [\[Crossref\]](#)
5. Mahmoud AN, Elgendy IY, Agarwal N, Tobis JM, Mojadidi MK. Identification and quantification of patent foramen ovale-mediated shunts: echocardiography and transcranial Doppler. *Interv Cardiol Clin*. 2017;6(4):495-504. [\[Crossref\]](#)
6. Mojadidi MK, Roberts SC, Winoker JS, et al. Accuracy of transcranial Doppler for the diagnosis of intracardiac right-to-left shunt: a bivariate meta-analysis of prospective studies. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7(3):236-250. [\[Crossref\]](#)
7. Yamashita E, Murata T, Goto E, et al. Inferior Vena Cava Compression as a Novel Maneuver to Detect Patent Foramen Ovale: A Transesophageal Echocardiographic Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;30(3):292-299. [\[Crossref\]](#)
8. Ayan K, De Boeck B, Velthuis BK, Schaap AJ, Cramer MJM. Lipomatous hypertrophy of the interatrial septum. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2005;21(6):659-661. [\[Crossref\]](#)
9. Hotda MK, Krawczyk-Ozóg A, Koziej M, et al. Patent Foramen Ovale Channel Morphometric Characteristics Associated with Cryptogenic Stroke: The MorPFO Score. *J Am Soc Echocardiogr*. 2021;34(12):1285-1293.e3. [\[Crossref\]](#)
10. Rana BS, Thomas MR, Calvert PA, Monaghan MJ, Hildick-Smith D. Echocardiographic evaluation of patent foramen ovale prior to device closure. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2010;3(7):749-760. [\[Crossref\]](#)
11. Roy DA, Sharma R, Bunce N, Ward D, Brecker SJ. Selecting the optimal closure device in patients with atrial septal defects and patent foramen ovale. *Interv Cardiol*. 2012;4(1):85-100. [\[Crossref\]](#)
12. Lang RM, Badano LP, Tsang W, et al. EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(1):3-46. [\[Crossref\]](#)
13. Salaun E, Carles S, Bigand E, et al. High Radiation Exposure of the Imaging Specialist During Structural Heart Interventions With Echocardiographic Guidance. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10(6):626-627. [\[Crossref\]](#)
14. Meier B. Closure of patent foramen ovale: technique, pitfalls, complications, and follow up. *Heart*. 2005;91(4):444-448. [\[Crossref\]](#)
15. Hoffman JI, Christianson R. Congenital heart disease in a cohort of 19,502 births with long-term follow-up. *Am J Cardiol*. 1978;42:641-647. [\[Crossref\]](#)
16. Bartel T, Müller S. Device closure of interatrial communications: peri-interventional echocardiographic assessment. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(7):618-624. [\[Crossref\]](#)
17. Fraker Jr TD, Harris PJ, Behar VS, Kisslo JA. Detection and exclusion of interatrial shunts by two-dimensional echocardiography and peripheral venous injection. *Circulation*. 1979;59(2):379-384. [\[Crossref\]](#)
18. Baumgartner H, De Backer J. The ESC Clinical Practice Guidelines for the Management of Adult Congenital Heart Disease 2020. *Eur Heart J*. 2020;41(43):4153-4154. [\[Crossref\]](#)
19. Kitabatake A, Inoue M, Asao M, et al. Noninvasive evaluation of the ratio of pulmonary to systemic flow in atrial septal defect by duplex Doppler echocardiography. *Circulation*. 1984;69(1):73-79. [\[Crossref\]](#)
20. Rufino Nascimento LG, Dehant P, Jimenez M, Dequeker JL, Castela E, Choussat A. Calculation of the pulmonary to systemic flow ratio using echo-Doppler in septal defects-correlation with oximetry. *Rev Port Cardiol*. 1989;8(1):35-40.

21. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(1): 1-39. [\[Crossref\]](#)
22. Tamborini G, Marsan NA, Gripari P, et al. Reference values for right ventricular volumes and ejection fraction with real-time three-dimensional echocardiography: evaluation in a large series of normal subjects. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(1):109-115. [\[Crossref\]](#)
23. Abbas AE, Fortuin FD, Schiller NB, Appleton CP, Moreno CA, Lester SJ. A simple method for noninvasive estimation of pulmonary vascular resistance. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41(6):1021-1027. [\[Crossref\]](#)
24. Steele PM, Fuster V, Cohen M, Ritter DG, McGoon DC. Isolated atrial septal defect with pulmonary vascular obstructive disease-long-term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation.* 1987;76(5):1037-1042. [\[Crossref\]](#)
25. Vogel M, Berger F, Kramer A, Alexi-Meskishvili V, Lange PE. Incidence of secondary pulmonary hypertension in adults with atrial septal or sinus venosus defects. *Heart.* 1999;82(1):30-33. [\[Crossref\]](#)
26. Masutani S, Senzaki H. Left ventricular function in adult patients with atrial septal defect: implication for development of heart failure after transcatheter closure. *J Card Fail.* 2011;17(11):957-963. [\[Crossref\]](#)
27. Cooke JC, Gelman JS, Harper RW. Echocardiologists' role in the deployment of the Amplatzer atrial septal occluder device in adults. *J Am Soc Echocardiogr.* 2001;14(6):588-594. [\[Crossref\]](#)
28. Franke A, Kühl HP, Rulands D, et al. Quantitative analysis of the morphology of secundum-type atrial septal defects and their dynamic change using transesophageal three-dimensional echocardiography. *Circulation.* 1997;96(9 Suppl):II-323-7.
29. Hajizeinali A, Sadeghian H, Rezvanfard M, Alidoosti M, Zoroufian A, Volman MA. A comparison between size of the occluder device and two-dimensional transesophageal echocardiographic sizing of the ostium secundum atrial septal defect. *Cardiovasc J Afr.* 2013;24(5):161-164. [\[Crossref\]](#)
30. Rana BS. Echocardiography guidance of atrial septal defect closure. *J Thorac Dis.* 2018;10(Suppl 24):S2899-S2908. [\[Crossref\]](#)
31. Faletta F, Scarpini S, Moreo A, et al. Color Doppler echocardiographic assessment of atrial septal defect size: correlation with surgical measurements. *J Am Soc Echocardiogr.* 1991;4(5):429-434. [\[Crossref\]](#)
32. Saric M, Perk G, Purgess JR, Kronzon I. Imaging atrial septal defects by real-time three-dimensional transesophageal echocardiography: step-by-step approach. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(11):1128-1135. [\[Crossref\]](#)
33. Rao PS. Role of Echocardiography in the Diagnosis and Interventional Management of Atrial Septal Defects. *Diagnostics (Basel).* 2022;12(6):1494. [\[Crossref\]](#)
34. Mallula K, Amin Z. Recent changes in instructions for use for the Amplatzer atrial septal defect occluder: how to incorporate these changes while using transesophageal echocardiography or intracardiac echocardiography? *Pediatr Cardiol.* 2012;33(7):995-1000. [\[Crossref\]](#)
35. Ho M.-L, Bhalla S, Bierhals A, Gutierrez F. MDCT of partial anomalous pulmonary venous return (PAPVR) in adults. *J Thorac Imag.* 2009;24(2):89-95. [\[Crossref\]](#)
36. Katre R, Burns SK, Murillo H, Lane MJ, Restrepo CS. Anomalous pulmonary venous connections. *Semin Ultrasound CT MR.* 2012;33(6):485-499. [\[Crossref\]](#)
37. Puchalski MD, Lui GK, Miller-Hance WC, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transesophageal Echocardiographic Examination in Children and All Patients with Congenital Heart Disease: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2019;32(2):173-215. [\[Crossref\]](#)
38. Podnar T, Martanovic P, Gavora P, Masura J. Morphological variations of secundum-type atrial septal defects: feasibility for percutaneous closure using Amplatzer septal occluders. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2001;53(3):386-391. [\[Crossref\]](#)
39. Harper RW, Mottram PM, McGaw DJ. Closure of secundum atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder device: techniques and problems. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2002;57(4):508-524. [\[Crossref\]](#)
40. Meadows AK, Ordovas K, Higgins CB, Reddy GP. Magnetic resonance imaging in the adult with congenital heart disease. *Semin Roentgenol.* 2008;43(3):246-258. [\[Crossref\]](#)
41. Piaw CS, Kiam OT, Rapae A, et al. Use of non-invasive phase contrast magnetic resonance imaging for estimation of atrial septal defect size and morphology: a comparison with transesophageal echo. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2006;29(2):230-234. [\[Crossref\]](#)
42. Shah TR, Beig JR, Choh NA, Rather FA, Yaqoob I, Jan VM. Phase contrast cardiac magnetic resonance imaging versus transoesophageal echocardiography for the evaluation of feasibility for transcatheter closure of atrial septal defects. *Egypt Heart J.* 2022;74(1):27. [\[Crossref\]](#)
43. Goo HW, Park IS, Ko JK, et al. CT of congenital heart disease: normal anatomy and typical pathologic conditions. *Radiographics.* 2003;23 Spec No:S147-65.S165 [\[Crossref\]](#)
44. Eom HJ, Yang DH, Kang JW, et al. Preoperative cardiac computed tomography for demonstration of congenital cardiac septal defect in adults. *Eur Radiol.* 2015;25(6):1614-1622. [\[Crossref\]](#)
45. Bartakian S, El-Said HG, Printz B, Moore JW. Prospective randomized trial of transthoracic echocardiography versus transesophageal echocardiography for assessment and guidance of transcatheter closure of atrial septal defects in children using the Amplatzer septal occluder. *JACC Cardiovasc Interv.* 2013;6(9):974-980. [\[Crossref\]](#)
46. Azhar AS. Safety and efficacy of transthoracic versus transesophageal echocardiography in transcatheter closure of atrial septal defects. Reporting a single center experience from Saudi Arabia. *Saudi Med J.* 2016;37(11):1196-1205. [\[Crossref\]](#)
47. Yamano M, Yamano T, Nakamura T, et al. Appropriate selection of echocardiographic guidance for transcatheter atrial septal defect closure. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2020;36(5):855-863. [\[Crossref\]](#)
48. Sobrino A, Basmadjian AJ, Ducharme A, et al. Multiplanar transesophageal echocardiography for the evaluation and percutaneous management of ostium secundum atrial septal defects in the adult. *Arch Cardiol Mex.* 2012;82:37-47.
49. Knepp MD, Rocchini AP, Lloyd TR, Aiyagari RM. Long-term follow up of secundum atrial septal defect closure with the amplatzer septal occluder. *Congenit Heart Dis.* 2010;5(1):32-37. [\[Crossref\]](#)
50. Mainzer G, Braver Y, Khoury A, et al. Morphologic, mechanical, conductive, and hemodynamic changes following transcatheter closure of atrial septal defect. *Congenit Heart Dis.* 2010;5(1):25-31. [\[Crossref\]](#)
51. Kılıçaslan B, Ekinci S, Kurşun M, et al. Association of cardiac adaptations with NT-proBNP levels after percutaneous closure of atrial septal defect. *Turk Kardiyol Dern Ars.* 2019;47(4):258-264.
52. Wunderlich NC, Dalvi B, Ho SY, Küx H, Siegel RJ. Rheumatic Mitral Valve Stenosis: Diagnosis and Treatment Options. *Curr Cardiol Rep.* 2019;21(3):14. [\[Crossref\]](#)
53. Harken DE, Ellis LB. The surgical treatment of mitral stenosis; valvuloplasty. *N Engl J Med.* 1948;239(22):801-809. [\[Crossref\]](#)
54. Inoue K, Owaki T, Nakamura T, et al. Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1984;87(3):394-402. [\[Crossref\]](#) [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(19\)37390-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(19)37390-8)
55. Vahanian A, Palacios IF. Percutaneous approaches to valvular disease. *Circulation.* 2004;109(13):1572-1579. [\[Crossref\]](#)
56. Palacios IF, Sanchez PL, Harrell LC, Weyman AE, Block PC. Which patients benefit from percutaneous mitral balloon valvuloplasty? Prevalvuloplasty and post valvuloplasty variables that predict long-term outcome. *Circulation.* 2002;105(12):1465-1471. [\[Crossref\]](#)
57. Nobuyoshi M, Arita T, Shin-Ichi S, et al. Percutaneous balloon mitral valvuloplasty: a review. *Circulation.* 2009;119: e211-e219. [\[Crossref\]](#)
58. Ben Farhat M, Ayari M, Maatouk F, et al. Percutaneous balloon versus surgical closed and open mitral commissurotomy: seven-year follow-up results of a randomized trial. *Circulation.* 1998; 97(3):245-250.
59. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012): The Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2012;33(19):2451-2496. [\[Crossref\]](#)

60. Passeri JJ, Dal-Bianco JP. Percutaneous Balloon Mitral Valvuloplasty Echocardiographic Eligibility and Procedural Guidance. *Intervent Cardiol Clin*. 2018;7(3):405-413. [\[Crossref\]](#)
61. Perez de Isla L, Casanova C, Almeria C, et al. Which method should be the reference method to evaluate the severity of rheumatic mitral stenosis? Gorlin's method versus 3D-echo. *Eur J Echocardiogr*. 2007;8(6):470-473. [\[Crossref\]](#)
62. Holmin C, Messika-Zeitoun D, Mezalek AT, et al. Mitral leaflet separation index: a new method for the evaluation of the severity of mitral stenosis? Usefulness before and after percutaneous mitral commissurotomy. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;20(10):1119-1124 [\[Crossref\]](#)
63. Duggal B, Bajaj M, Prabhu S, Mathew T. The mitral leaflet separation index for assessment of mitral stenosis during percutaneous mitral commissurotomy: validation of the index in the immediate post-PMC period. *Echocardiography*. 2012;29(10):1143-1148. [\[Crossref\]](#)
64. Seow SC, Koh LP, Yeo TC. Hemodynamic significance of mitral stenosis: use of a simple, novel index by 2-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19(1):102-106. [\[Crossref\]](#)
65. Kinsara AJ, Awadallah AM, AlZaki M, Goda H, Nanda NC. Mitral leaflet separation index for mitral valve assessment during balloon mitral valvuloplasty. *Echocardiography*. 2020;37(8):1159-1163. [\[Crossref\]](#)
66. Bigdelu L, Poorzand H, Azari A, et al. Mitral leaflet separation to evaluate the severity of mitral stenosis: validation of the index by transesophageal three-dimensional echocardiography. *Echocardiography*. 2018;35(3):361-436. [\[Crossref\]](#)
67. Alkhouly AA, Al-Amin AM, Mukarrab MI. Role of three-dimensional transesophageal echocardiography in predicting mitral regurgitation after percutaneous balloon mitral valvuloplasty. *Indian Heart J*. 2018;70(6):836-842. [\[Crossref\]](#)
68. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, et al. Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve: an analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. *Br Heart J*. 1988;60(4):299-308. [\[Crossref\]](#)
69. Cannan CR, Nishimura RA, Reeder GS, et al. Echocardiographic assessment of commissural calcium: a simple predictor of outcome after percutaneous mitral balloon valvotomy. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(1):175-180. [\[Crossref\]](#)
70. Padiál LR, Freitas N, Sagie A, et al. Echocardiography can predict which patients will develop severe mitral regurgitation after percutaneous mitral valvulotomy. *J Am Coll Cardiol*. 1996; 27(5):1225-1231. [\[Crossref\]](#)
71. Nunes MC, Tan TC, Elmariah S, et al. The echo score revisited: impact of incorporating commissural morphology and leaflet displacement to the prediction of outcome for patients undergoing percutaneous mitral valvuloplasty. *Circulation*. 2014;129(8):886-895. [\[Crossref\]](#)
72. Anwar AM, Attia WM, Nosir YF, et al. Validation of a new score for the assessment of mitral stenosis using real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:13-22. [\[Crossref\]](#)
73. Sanati HR, Kiavar M, Salehi N, et al. Percutaneous mitral valvuloplasty-a new method for balloon sizing based on maximal commissural diameter to improve procedural results. *Am Heart Hosp J*. 2010;8(1):29-32.
74. Meneguz-Moreno RA, Costa R, Gomes NL. Very long term follow-up after percutaneous balloon mitral valvuloplasty. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2018;11(19):1945-1952. [\[Crossref\]](#)
75. Thomas JD, Wilkins GT, Choong CY, et al. Inaccuracy of mitral pressure half-time immediately after percutaneous mitral valvotomy. Dependence on transmitral gradient and left atrial and ventricular compliance. *Circulation*. 1988;78(4):980-993. [\[Crossref\]](#)
76. Koren O, Israeli A, Rozner E, Darawshy N, Turgeman Y. Clinical and echocardiographic trends in percutaneous balloon mitral valvuloplasty. *J Cardiothorac Surg*. 2021;16(1):68. [\[Crossref\]](#)
77. Chen CR, Cheng TO. Percutaneous balloon mitral valvuloplasty by the Inoue technique: a multicenter study of 4832 patients in China. *Am Heart J*. 1995;129(6):1197-203. [\[Crossref\]](#)
78. Nunes MC, Levine RA, Braulio R, et al. Mitral regurgitation after percutaneous mitral valvuloplasty insights into mechanisms and impact on clinical outcomes. *J Am Coll Cardiol Img*. 2020;13(12):2513-2526. [\[Crossref\]](#)
79. Salemi A, Worku BM. Standard imaging techniques in transcatheter aortic valve replacement. *J Thorac Dis*. 2017;9(Suppl 4):S289-S298. [\[Crossref\]](#)
80. Perry TE, George SA, Lee B, et al. A guide for pre-procedural imaging for transcatheter aortic valve replacement patients. *Perioper Med (Lond)*. 2020;9(1):36. [\[Crossref\]](#)
81. Zamorano JL, Goncalves A, Lang R. Imaging to select and guide transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J*. 2014;35(24):1578-1587. [\[Crossref\]](#)
82. Delgado V, CT Ng A, Shanks M, et al. Transcatheter aortic valve implantation: role of multimodality cardiac imaging. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2010. 8(1): p. 113-23. [\[Crossref\]](#)
83. Duran C, et al., Multidetector Computed Tomography (MDCT) Angiography in the pre-procedural assessment of patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. *Eurasian J Med*. 2020; 52(1):86-93. [\[Crossref\]](#)
84. Guo R, Xie M, Yen Yim W, et al. Dose approach matter? A meta-analysis of outcomes following transfemoral versus transapical transcatheter aortic valve replacement. *BMC Cardiovasc Disord*. 2021.21(1):358. [\[Crossref\]](#)
85. Genevex P, Webb JG, Svensson LG, et al. Vascular complications after transcatheter aortic valve replacement: insights from the PARTNER (Placement of AoRTic TraNscatheter Valve) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(12):1043-1052. [\[Crossref\]](#)
86. Feuchtner G, Plank F, Bartel T, et al. Prediction of paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve implantation by computed tomography: value of aortic valve and annular calcification. *Ann Thorac Surg*. 2013;96(5):1574-1580. [\[Crossref\]](#)
87. Delgado V, CT Ng A, van de Veire NR, et al. Transcatheter aortic valve implantation: role of multi-detector row computed tomography to evaluate prosthesis positioning and deployment in relation to valve function. *Eur Heart J*. 2010;31(9):1114-1123 [\[Crossref\]](#).
88. Ribeiro HB, Nombela-Franco L, Urena M, et al. Coronary obstruction following transcatheter aortic valve implantation: a systematic review. *JACC Cardiovasc Interv*. 2013;6(5):452-461. [\[Crossref\]](#)
89. Rashid HN, Brown AJ, McCormick LM, et al. Subclinical leaflet thrombosis in transcatheter aortic valve replacement detected by multidetector computed tomography- a review of current evidence. *Circ J*. 2018;82(7):1735-1742. [\[Crossref\]](#)
90. Mehrotra P, Flynn AW, Jansen K, et al. Differential left ventricular outflow tract remodeling and dynamics in aortic stenosis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(11):1259-1266. [\[Crossref\]](#)
91. LaBounty TM, Miyasaka R, Chetcuti S, et al. Annulus instead of LVOT diameter improves agreement between echocardiography effective orifice area and invasive aortic valve area. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7(10):1065-1066. [\[Crossref\]](#)
92. Binder RK, Webb JG, Willson AB, et al. The impact of integration of a multidetector computed tomography annulus area sizing algorithm on outcomes of transcatheter aortic valve replacement: a prospective, multicenter, controlled trial. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(5):431-438.
93. Jilaihawi H, Kashif M, Fontana G, et al. Cross-sectional computed tomographic assessment improves accuracy of aortic annular sizing for transcatheter aortic valve replacement and reduces the incidence of paravalvular aortic regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(14):1275-1286. [\[Crossref\]](#)
94. Stella S, Italia L, Geremi G, et al. Accuracy and reproducibility of aortic annular measurements obtained from echocardiographic 3D manual and semi-automated software analyses in patients referred for transcatheter aortic valve implantation: implication for prosthesis size selection. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20(1):45-55. [\[Crossref\]](#)
95. Hahn RT, Little SH, Monaghan MJ, et al. Recommendations for comprehensive intraprocedural echocardiographic imaging during TAVR. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015;8(3):261-287. [\[Crossref\]](#)

96. Otto CM, Kumbhani DJ, Alexander KP, et al. 2017 ACC Expert consensus decision pathway for transcatheter aortic valve replacement in the management of adults with aortic stenosis: a report of the american college of cardiology task force on clinical expert consensus documents. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(10):1313-1346. [\[Crossref\]](#)
97. Leon MB, Smith CR, Mack M, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*. 2010; 363(17):1597-1607. [\[Crossref\]](#)
98. Shivaraju, A., et al., Tools and techniques - clinical: fluoroscopic balloon sizing of the aortic annulus before transcatheter aortic valve replacement (TAVR) - follow the "right cusp rule". *EuroIntervention*. 2015;11(7):840-842. [\[Crossref\]](#)
99. Hammermeister K, Sethi G K, Henderson W G, Grover F L, Oprian C, Rahimtoola S H. Outcomes 15 years after valve replacement with a mechanical versus a bioprosthetic valve: final report of the Veterans Affairs randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 2000;36(4):1152-1158. [\[Crossref\]](#)
100. Ionescu A, Fraser A G, Butchart E G. Prevalence and clinical significance of incidental paraprosthetic valvar regurgitation: a prospective study using transoesophageal echocardiography. *Heart*. 2003;89(11):1316-1321. [\[Crossref\]](#)
101. Rallidis L S, Moysakakis I E, Ikonomidis I, Nihoyannopoulos P. Natural history of early aortic paraprosthetic regurgitation: a five- year follow- up. *Am Heart J*. 1999;138(2 Pt 1):351-357. [\[Crossref\]](#)
102. Davila-Roman VG, Waggoner AD, Kennard ED, Holubkov R, Eric Jamieson WR, Englberger L, Carrel T P, et al. Prevalence and severity of paravalvular regurgitation in the Artificial Valve Endocarditis Reduction Trial (AVERT) echocardiography study. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(7):1467-1472. [\[Crossref\]](#)
103. Van Belle E, Juthier F, Susen S, et al. Postprocedural aortic regurgitation in balloon- expandable and self- expandable transcatheter aortic valve replacement procedures: analysis of predictors and impact on long- term mortality: insights from the FRANCE2 registry. *Circulation*. 2014;129(13):1415-1427. [\[Crossref\]](#)
104. Athappan G, Patvardhan E, Tuzcu EM, et al. Incidence, predictors, and outcomes of aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: meta-analysis and systematic review of literature. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(15):1585-1595. [\[Crossref\]](#)
105. Pate GE, Al Zubaidi A, Chandavimol M, et al. Percutaneous closure of prosthetic paravalvular leaks: case series and review. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2006;68(4):528-533. [\[Crossref\]](#)
106. Otto CM, Nishimura RA, Bonow O, et al. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the american college of cardiology/american heart association joint committee on clinical practice guidelines. *Circulation*. 2021;143(5):e35-e71. [\[Crossref\]](#)
107. Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J, et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging endorsed by the Chinese Society of Echocardiography, the Inter-American Society of Echocardiography, and the Brazilian Department of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(6):589-590. [\[Crossref\]](#)
108. Lázaro C, Hinojar R, Zamorano JL. Cardiac imaging in prosthetic paravalvular leaks. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2014;4(4):307-313. [\[Crossref\]](#)
109. Pibarot P, Dumesnil JG. Prosthetic heart valves: selection of the optimal prosthesis and long-term management. *Circulation*. 2009;119(7):1034-1048. [\[Crossref\]](#)
110. De Cicco G, Russo C, Moreo A, et al. Mitral valve periprosthetic leakage: anatomical observations in 135 patients from a multicentre study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2006;30(6):887-891. [\[Crossref\]](#)
111. Bach DS. Transesophageal echocardiographic (TEE) evaluation of prosthetic valves. *Cardiol Clin*. 2000;18(4):751-771. [\[Crossref\]](#)
112. Zoghbi WA, Chambers JB, Dumesnil JG, et al. Recommendations for evaluation of prosthetic valves with echocardiography and doppler ultrasound: a report From the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Task Force on Prosthetic Valves, developed in conjunction with the American College of Cardiology Cardiovascular Imaging Committee, Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association, the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography and the Canadian Society of Echocardiography, endorsed by the American College of Cardiology Foundation, American Heart Association, European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography, and Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(9):975-1014; quiz 1082-1084. [\[Crossref\]](#)
113. Zamorano JL, Badano LP, Bruce C, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2011;32(17):2189-2214. [\[Crossref\]](#)
114. Giblett JP, Rana BS, Shapiro LM, Calvert PA. Percutaneous management of paravalvular leaks. *Nat Rev Cardiol*. 2019;16(5):275-285. [\[Crossref\]](#)
115. Franco E, Almería C, Alberto de Agustín J, et al. Three-dimensional color Doppler transesophageal echocardiography for mitral paravalvular leak quantification and evaluation of percutaneous closure success. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(11):1153-1163. [\[Crossref\]](#)
116. Gafoor S, Franke J, Bertog S, et al. A quick guide to paravalvular leak closure. *Interv Cardiol*. 2015;10(2):112-117. [\[Crossref\]](#)
117. Babur Güler G, Ertürk M. Aortik paravalvüler kaçaklarda görüntüleme. Kırcı C, editör. *Perkütan Paravalvüler Leak Kapatma*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.19-26.
118. Kronzon I, Sugeng L, Perk G, et al. Real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography in the evaluation of post-operative mitral annuloplasty ring and prosthetic valve dehiscence. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(17):1543-7. [\[Crossref\]](#)
119. Krishnaswamy A, Kapadia SR, Tuzcu EM. Percutaneous paravalvular leak closure- imaging, techniques and outcomes. *Circ J*. 2013;77(1):19-27. [\[Crossref\]](#)
120. Dvir D, Barbash IM, Ben-Dor I, et al. Paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: diagnosis, clinical outcome, preventive and therapeutic strategies. *Cardiovasc Revasc Med*. 2013;14(3):174-181. [\[Crossref\]](#)
121. Pibarot P, Hahn RT, Weissman NJ, Monaghan MJ. Assessment of paravalvular regurgitation following TAVR: a proposal of unifying grading scheme. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015;8(3):340-360. [\[Crossref\]](#)
122. Pflaumer A, Schwaiger M, Hess J, Lange R, Sernet H. Quantification of periprosthetic valve leakage with multiple regurgitation jets by magnetic resonance imaging. *Pediatr Cardiol*. 2005;26(5):593-594. [\[Crossref\]](#)
123. Jerez-Valero M, Urena M, Webb JG, et al. Clinical impact of the presence of aortic regurgitation following transcatheter aortic valve implantation: insights into the degree and acuteness of presentation. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2014;7(9): 1022-1032. [\[Crossref\]](#)
124. Kumar R, Jelmin V, Kliger C, Ruiz CE. Percutaneous paravalvular leak closure. *Cardiol Clin*. 2013;31(3):431-440. [\[Crossref\]](#)
125. Hildick-Smith D, Behan MWH, De Giovanni J. Percutaneous closure of an aortic paravalvular leak via the transradial approach. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2007;69(5):708-710. [\[Crossref\]](#)
126. Rihal CS, Sorajja P, Booker JD, Hagler DJ, Cabalka AK. Principles of percutaneous paravalvular leak closure. *JACC Cardiovasc Interv*. 2012;5(2):121-130. [\[Crossref\]](#)
127. Singh P, Manda J, Hsiung MC, et al. Live/real time three- dimensional transesophageal echocardiographic evaluation of mitral and aortic valve prosthetic paravalvular regurgitation. *Echocardiography*. 2009;26(8):980-987. [\[Crossref\]](#)
128. Arribas- Jimenez A, Rama-Merchan JC, Barreiro-Pérez M, et al. Utility of real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography in the assessment of mitral paravalvular leak. *Circ J*. 2016;80(3):738-744. [\[Crossref\]](#)
129. Biner S, Rafique AM, Kar S, Siegel RJ. Live three-dimensional transesophageal echocardiography-guided transcatheter closure of a mitral paraprosthetic leak by Amplatzer occluder. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(11):1282.e7-1282.e9. [\[Crossref\]](#)

130. Becerra JM, Almeria C, de Isla LP, Zamorano J. Usefulness of 3D transoesophageal echocardiography for guiding wires and closure devices in mitral perivalvular leaks. *Eur J Echocardiogr.* 2009;10(8):979-981. [\[Crossref\]](#)
131. Ruparelia N, Cao J, Newton JD, Wilson N, Daniels MJ, Ormerod OJ. Paravalvular leak closure under intracardiac echocardiographic guidance. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2018;91(5):958-965. [\[Crossref\]](#)
132. Al'Aref SJ, Devereux RB, Cheung JW, Bergman G. Bioprosthetic mitral valve paravalvular leak closure using intracardiac echocardiography-guided three dimensional electroanatomic mapping. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2018;92(2):E135-E138. [\[Crossref\]](#)
133. Kliger C, Eiros R, Isasti G, et al. Review of surgical prosthetic paravalvular leaks: diagnosis and catheter-based closure. *Eur Heart J.* 2013;34(9):638-649. [\[Crossref\]](#)
134. McElhinney DB. Will there ever be a food and drug administration-approved device for transcatheter paravalvular leak closure? *Circ Cardiovasc Interv.* 2014;7(1):2-5. [\[Crossref\]](#) h
135. Gafoor S, Steinberg DH, Franke J, et al. Tools and techniques -- clinical: paravalvular leak closure. *EuroIntervention.* 2014;9(11):1359-1363. [\[Crossref\]](#)
136. Cruz-Gonzalez I, Rama-Merchan JC, Rodríguez-Collado J, et al. Transcatheter closure of paravalvular leaks: state of the art. *Neth Heart J.* 2017;25(2):116-124. [\[Crossref\]](#)
137. O'Rourke DJ, Palac RT, Malenka DJ, Marrin CA, Arbuckle BE, Plehn JF. Outcome of mild periprosthetic regurgitation detected by intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38(1):163-166. [\[Crossref\]](#)
138. Cho IJ, Moon J, Shim CY, et al. Different clinical outcome of paravalvular leakage after aortic or mitral valve replacement. *Am J Cardiol.* 2011;107(2):280-284. [\[Crossref\]](#)
139. Cho IJ, Hong GR, Lee S, Byung-Chul C, Jong-Won Ha, Chung N. Predictors of prognosis in patients with mild to moderate paravalvular leakage after mitral valve replacement. *J Card Surg.* 2014;29(2):149-154. [\[Crossref\]](#)
140. Alfieri O, Maisano F, De Bonis M, et al. The double-orifice technique in mitral valve repair: a simple solution for complex problems. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;122(4):674-681. [\[Crossref\]](#)
141. Stone GW, Lindenfeld J, Abraham WT, et al. Transcatheter mitral-valve repair in patients with heart failure. *N Engl J Med.* 2018;379(24):2307-2318. [\[Crossref\]](#)
142. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2022;43(7):561-632. [\[Crossref\]](#)
143. Biner S, Perk G, Kar S, et al. Utility of combined two-dimensional and three-dimensional transesophageal imaging for catheter-based mitral valve clip repair of mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011;24(6):611-617. [\[Crossref\]](#)
144. Silvestry FE, Rodriguez LL, Herrmann HC, et al. Echocardiographic guidance and assessment of percutaneous repair for mitral regurgitation with the Evalve MitraClip: lessons learned from EVEREST I. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20(10):1131-1140. [\[Crossref\]](#)
145. Feldman T, Wasserman HS, Herrmann HC, et al. Percutaneous mitral valve repair using the edge-to-edge technique: six-month results of the EVEREST Phase I Clinical Trial. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46(11):2134-2140. [\[Crossref\]](#)
146. Franzen O, Baldus S, Rudolph V, et al. Acute outcomes of MitraClip therapy for mitral regurgitation in high-surgical-risk patients: emphasis on adverse valve morphology and severe left ventricular dysfunction. *Eur Heart J.* 2010;31(11):1373-1381. [\[Crossref\]](#)
147. Biner S, Siegel RJ, Feldman T, et al. Acute effect of percutaneous MitraClip therapy in patients with haemodynamic decompensation. *Eur J Heart Fail.* 2012;14(8):939-945. [\[Crossref\]](#)
148. Katz WE, Conrad Smith AJ, Crock FW, Cavalcante JL. Echocardiographic evaluation and guidance for MitraClip procedure. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2017;7(6):616-632. [\[Crossref\]](#)
149. Mantovani F, Clavel MA, Vatury O, et al. Cleft-like indentations in myxomatous mitral valves by three-dimensional echocardiographic imaging. *Heart.* 2015;101(14):1111-1117. [\[Crossref\]](#)
150. Estévez-Loureiro R, Franzen O, Winter R, et al. Echocardiographic and clinical outcomes of central versus noncentral percutaneous edge-to-edge repair of degenerative mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(25):2370-2377. [\[Crossref\]](#)
151. Tamburino C, Ussia GP, Maisano F, et al. Percutaneous mitral valve repair with the MitraClip system: acute results from a real world setting. *Eur Heart J.* 2010;31(11):1382-1389. [\[Crossref\]](#)
152. Aman E, Smith TW. Echocardiographic guidance for transcatheter mitral valve repair using edge-to-edge clip. *J Echocardiogr.* 2019;17(2):53-63. [\[Crossref\]](#)
153. Sherif MA, Paranskaya L, Yucel S, et al. MitraClip step by step: how to simplify the procedure. *Neth Heart J.* 2017;25(2):125-130. [\[Crossref\]](#)
154. Wunderlich NC, Siegel RJ. Peri-interventional echo assessment for the MitraClip procedure. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2013;14(10):935-949. [\[Crossref\]](#)
155. Faletta FF, Pedrazzini G, Pasotti E, et al. Role of real-time three dimensional transoesophageal echocardiography as guidance imaging modality during catheter based edge-to-edge mitral valve repair. *Heart.* 2013;99(16):1204-1215. [\[Crossref\]](#)
156. Labrousse L, Dijos M, Leroux L, et al. Guidance of the MitraClip® procedure by 2D and 3D imaging. *Arch Cardiovasc Dis.* 2018;111(6-7):432-440. [\[Crossref\]](#)
157. Bhattacharya S, He Z. Mechanics of mitral valve edge-to-edge-repair and MitraClip procedure. *J Long Term Eff Med Implants.* 2015;25(1-2):135-145. [\[Crossref\]](#)
158. Quaife RA, Salcedo EE, Carroll JD. Procedural guidance using advance imaging techniques for percutaneous edge-to-edge mitral valve repair. *Curr Cardiol Rep.* 2014;16(2):452. [\[Crossref\]](#)
159. Huerta SPC, de Agustín Loeches JA. Intraoperative echocardiographic assessment of mitral regurgitation after mitral clip implantation: literature review. *REC Interv Cardiol.* 2022;4:47-56. [\[Crossref\]](#)
160. Maisano F, Redaelli A, Pennati G, Fumero R, Torracca L, Alfieri O. The hemodynamic effects of double-orifice valve repair for mitral regurgitation: a 3D computational model. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;15(4):419-425. [\[Crossref\]](#)
161. Topilsky Y, Maltais S, Medina Inojosa J, et al. Burden of tricuspid regurgitation in patients diagnosed in the community setting. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019;12(3):433-442. [\[Crossref\]](#)
162. Chorin E, Rozenbaum Z, Topilsky Y, et al. Tricuspid regurgitation and long-term clinical outcomes. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2020;21(2):157-165. doi [\[Crossref\]](#)
163. Topilsky Y, Nkomo VT, Vatury O, et al. Clinical outcome of isolated tricuspid regurgitation. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014;7(12):1185-1194. [\[Crossref\]](#)
164. Nath J, Foster E, Heidenreich PA. Impact of tricuspid regurgitation on longterm survival. *J Am Coll Cardiol.* 2004;43(3):405-409. [\[Crossref\]](#)
165. Hahn RT, Zamorano JL. The need for a new tricuspid regurgitation grading scheme. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017;18(12):1342-1343. [\[Crossref\]](#)
166. Hahn RT, Meduri CU, Davidson CJ, et al. Early feasibility study of a transcatheter tricuspid valve annuloplasty: SCOUT trial 30-day results. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69(14):1795-1806. [\[Crossref\]](#)
167. Dreyfus GD, Corbi PJ, Chan KM, Bahrami T. Secondary tricuspid regurgitation or dilatation: which should be the criteria for surgical repair?. *Ann Thorac Surg.* 2005;79(1):127-132. [\[Crossref\]](#)
168. Ling LF, Obuchowski NA, Rodriguez L, Popovic Z, Kwon D, Marwick TH. Accuracy and interobserver concordance of echocardiographic assessment of right ventricular size and systolic function: a quality control exercise. *J Am Soc Echocardiogr.* 2012;25(7):709-713. [\[Crossref\]](#)
169. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(7):685-788. [\[Crossref\]](#)
170. Antoniou T, Koletsis EN, Prokakis C, et al. Hemodynamic effects of combination therapy with inhaled nitric oxide and iloprost in patients with pulmonary hypertension and right ventricular dysfunction after high-risk cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2013;27(3):459-466. [\[Crossref\]](#)

171. McLaughlin VV, Archer SL, Badesch DB, et al. ACCF/AHA 2009 expert consensus document on pulmonary hypertension a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents and the American Heart Association developed in collaboration with the American College of Chest Physicians; American Thoracic Society, Inc.; and the Pulmonary Hypertension Association. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(17):1573–1619. [\[Crossref\]](#)
172. Wang J, Han J, Li Y, et al. Impact of surgical ablation of atrial fibrillation on the progression of tricuspid regurgitation and right-sided heart remodeling after mitral-valve surgery: a propensity-score matching analysis. *J Am Heart Assoc*. 2016;5(12):e004213. Published 2016 Dec 5. [\[Crossref\]](#)
173. Stulak JM, Schaff HV, Dearani JA, Orszulak TA, Daly RC, Sundt TM 3rd. Restoration of sinus rhythm by the Maze procedure halts progression of tricuspid regurgitation after mitral surgery. *Ann Thorac Surg*. 2008;86(1):40–45. [\[Crossref\]](#)
174. Kadri AN, Menon V, Sammour YM, et al. Outcomes of patients with severe tricuspid regurgitation and congestive heart failure. *Heart*. 2019;105(23):1813–1817. [\[Crossref\]](#)
175. Van de Veire NR, Braun J, Delgado V, et al. Tricuspid annuloplasty prevents right ventricular dilatation and progression of tricuspid regurgitation in patients with tricuspid annular dilatation undergoing mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(6):1431–1439. [\[Crossref\]](#)
176. Chikwe J, Itagaki S, Anyanwu A, Adams DH. Impact of concomitant tricuspid annuloplasty on tricuspid regurgitation, right ventricular function, and pulmonary artery hypertension after repair of mitral valve prolapse. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(18):1931–1938. [\[Crossref\]](#)
177. McCarthy PM, Bhudia SK, Rajeswaran J, et al. Tricuspid valve repair: durability and risk factors for failure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;127(3):674–685. [\[Crossref\]](#)
178. Zack CJ, Fender EA, Chandrashekar P, et al. National trends and outcomes in isolated tricuspid valve surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(24):2953–2960. [\[Crossref\]](#)
179. De Meester P, Van De Bruaene A, Voigt JU, Herijgers P, Budts W. Outcome and determinants of prognosis in patients undergoing isolated tricuspid valve surgery: retrospective single center analysis. *Int J Cardiol*. 2014;175(2):333–339. [\[Crossref\]](#)
180. Dreyfus J, Ghalem N, Garbarz E, et al. Timing of referral of patients with severe isolated tricuspid valve regurgitation to surgeons (from a French nationwide database). *Am J Cardiol*. 2018;122(2):323–326. [\[Crossref\]](#)
181. Dreyfus J, Flagiello M, Bazire B, et al. Isolated tricuspid valve surgery: impact of aetiology and clinical presentation on outcomes. *Eur Heart J*. 2020;41(45):4304–4317. [\[Crossref\]](#)
182. Dreyfus J, Audureau E, Bohbot Y, et al. TRI-SCORE: a new risk score for in-hospital mortality prediction after isolated tricuspid valve surgery. *Eur Heart J*. 2022;43(7):654–662. [\[Crossref\]](#)
183. Mehr M, Taramasso M, Besler C, et al. 1-year outcomes after edge-to-edge valve repair for symptomatic tricuspid regurgitation: results from the trivalve registry. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(15):1451–1461. [\[Crossref\]](#)
184. Orban M, Rommel KP, Ho EC, et al. Transcatheter edge-to-edge tricuspid repair for severe tricuspid regurgitation reduces hospitalizations for heart failure. *JACC Heart Fail*. 2020;8(4):265–276. [\[Crossref\]](#)
185. Besler C, Orban M, Rommel KP, et al. Predictors of procedural and clinical outcomes in patients with symptomatic tricuspid regurgitation undergoing transcatheter edge-to-edge repair. *JACC Cardiovasc Interv*. 2018;11(12):1119–1128. [\[Crossref\]](#)
186. Lurz P, Stephan von Bardeleben R, Weber M, et al. Transcatheter edge-to-edge repair for treatment of tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77(3):229–239. [\[Crossref\]](#)
187. Nickenig G, Weber M, Lurz P, et al. Transcatheter edge-to-edge repair for reduction of tricuspid regurgitation: 6-month outcomes of the TRILLUMINATE single-arm study [published correction appears in *Lancet*. 2020 Mar 14;395(10227):870]. *Lancet*. 2019;394(10213):2002–2011. [\[Crossref\]](#)
188. Rdzanek A, Szymański P, Gackowski A, et al. Percutaneous tricuspid edge-to-edge repair – patient selection, imaging considerations, and the procedural technique. Expert opinion of the Working Group on Echocardiography and Association of Cardiovascular Interventions of the Polish Cardiac Society. *Kardiol Pol*. 2021;79(10):1178–1191. [\[Crossref\]](#)
189. Karam N, Mehr M, Taramasso M, et al. Value of echocardiographic right ventricular and pulmonary pressure assessment in predicting transcatheter tricuspid repair outcome. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020;13(10):1251–1261. [\[Crossref\]](#)
190. Hahn RT. State-of-the-art review of echocardiographic imaging in the evaluation and treatment of functional tricuspid regurgitation. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2016;9(12):e005332. [\[Crossref\]](#)
191. Martinez RM, O’Leary PW, Anderson RH. Anatomy and echocardiography of the normal and abnormal tricuspid valve. *Cardiol Young*. 2006;16(Suppl 3):4–11. [\[Crossref\]](#)
192. Xanthos T, Dalivigkas I, Ekmektzoglou KA. Anatomic variations of the cardiac valves and papillary muscles of the right heart. *Ital J Anat Embryol*. 2011;116(2):111–26.
193. Dahou A, Levin D, Reisman M, Hahn RT. Anatomy and physiology of the tricuspid valve. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(3):458–468. [\[Crossref\]](#)
194. Silver MD, Lam JHC, Ranganathan N, Wigle ED. Morphology of the human tricuspid valve. *Circulation*. 1971;43(3):333–48. [\[Crossref\]](#)
195. Fukuda S, Saracino G, Matsumura Y, et al. Three-dimensional geometry of the tricuspid annulus in healthy subjects and in patients with functional tricuspid regurgitation: a real-time, 3-dimensional echocardiographic study. *Circulation*. 2006;114(1 suppl):I492–I498. [\[Crossref\]](#)
196. Fawzy H, Fukamachi K, Mazer CD, et al. Complete mapping of the tricuspid valve apparatus using three-dimensional sonomicrometry. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(4):1037–43. [\[Crossref\]](#)
197. Mahmood F, Kim H, Chaudry B, et al. Tricuspid annular geometry: a three-dimensional transesophageal echocardiographic study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2013;27(4):639–46. [\[Crossref\]](#)
198. Rodés-Cabau J, Hahn RT, Latib A, et al. Transcatheter therapies for treating tricuspid regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67(15):1829–45. [\[Crossref\]](#)
199. Ancona F, Stella S, Taramasso M, et al. Multimodality imaging of the tricuspid valve with implication for percutaneous repair approaches. *Heart*. 2017;103(14):1073–1081. [\[Crossref\]](#)
200. Chan KL, Veinot JP. Anatomic Basis of Echocardiographic Diagnosis. London: Springer; 2011. [\[Crossref\]](#)
201. Badano LP, Agricola E, Perez de Isla L, Gianfagna P, Zamorano JL. Evaluation of the tricuspid valve morphology and function by trans-thoracic real-time three-dimensional echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10(4):477–484. [\[Crossref\]](#)
202. Muraru D, Hahn RT, Soliman OI, Faletra FF, Basso C, Badano LP. 3-dimensional echocardiography in imaging the tricuspid valve. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(3):500–515. [\[Crossref\]](#)
203. Ro R, Tang GHL, Seetharam K, et al. Echocardiographic imaging for transcatheter tricuspid edge-to-edge repair. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(5):e015682. [\[Crossref\]](#)
204. Hahn RT, Nabauer M, Zuber M, et al. Intraprocedural imaging of transcatheter tricuspid valve interventions. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(3):532–553. [\[Crossref\]](#)
205. Go AS, Hylek EM, Phillips KA, et al. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the AnTicoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study. *JAMA*. 2001;285(18):2370–2375. [\[Crossref\]](#)
206. Camm AJ, Lip GY, De Caterina R, et al. 2012 focused update of the ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation: An update of the 2010 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation. Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association. *Eur Heart J*. 2012;33(21):2719–2747. [Published correction appears in *Eur Heart J*. 2013 Mar;34(10):790] [Published correction appears in *Eur Heart J*. 2013;34(36):2850–1]. [\[Crossref\]](#)
207. Reddy VY, Sievert H, Halperin J, et al. Percutaneous left atrial appendage closure vs warfarin for atrial fibrillation: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2014;312(19):1988–1998. [Published correction appears in *JAMA*. 2015 Mar 10;313(10):1061] [\[Crossref\]](#)

208. Al-Saady NM, Obel OA, Camm AJ. Left atrial appendage: structure, function, and role in thromboembolism. *Heart*. 1999;82(5):547-554. [\[Crossref\]](#)
209. Vainrib AF, Harb SC, Jaber W, et al. Left atrial appendage occlusion/exclusion: Procedural image guidance with transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2018;31(4):454-474. [\[Crossref\]](#)
210. Wunderlich NC, Beigel R, Swaans MJ, Ho SY, Siegel RJ. Percutaneous interventions for left atrial appendage exclusion: Options, assessment, and imaging using 2D and 3D echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015;8(4):472-488. [\[Crossref\]](#)
211. Di Biase L, Santangeli P, Anselmino M, et al. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(6):531-538. [\[Crossref\]](#)
212. Dudzinski DM, Schwartzberg S, Upadhyay GA, Hung J. Role of transesophageal echocardiography in left atrial appendage device closure. *Interv Cardiol Clin*. 2014;3(2):255-280. [\[Crossref\]](#)
213. Saw J, Kar S, Price MJ. Left atrial appendage closure: Mechanical approaches to stroke prevention in atrial fibrillation, 1st edition, Humana Press, 2016. [\[Crossref\]](#)
214. Iriart X, Ciobotaru V, Martin C, et al. Role of cardiac imaging and three-dimensional printing in percutaneous appendage closure. *Arch Cardiovasc Dis*. 2018;111(6-7):411-420. [\[Crossref\]](#)
215. Chan SK, Kannam JP, Douglas PS, Manning WJ. Multiplane transesophageal echocardiographic assessment of left atrial appendage anatomy and function. *Am J Cardiol*. 1995;76(7):528-530. [\[Crossref\]](#)
216. Chen S, Chun KRJ, Bordignon S, et al. Left atrial appendage occlusion using LAmbré Amulet and Watchman in atrial fibrillation. *J Cardiol*. 2019;73(4):299-306. [\[Crossref\]](#)
217. Zhou Q, Song H, Zhang L, et al. Roles of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in peri-operation of transcatheter left atrial appendage closure. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(4):e5637. [\[Crossref\]](#)
218. Meier B, Blaauw Y, Khattab AA, et al. EHRA/EAPCI expert consensus statement on catheter-based left atrial appendage occlusion. *EuroIntervention*. 2015;10(9):1109-1125. [\[Crossref\]](#)
219. Ali M, Rigopoulos AG, Mammadov M, et al. Systematic review on left atrial appendage closure with the LAmbré device in patients with non-valvular atrial fibrillation. *BMC Cardiovasc Disord*. 2020;20(1):78. [\[Crossref\]](#)
220. Athanassopoulos GD. 3D printing for left atrial appendage (LAA) modeling based on transesophageal echocardiography: A step forward in closure with LAA devices. *Cardiology*. 2016;135(4):249-254. [\[Crossref\]](#)
221. Viles-Gonzalez JF, Kar S, Douglas P, et al. The clinical impact of incomplete left atrial appendage closure with the Watchman Device in patients with atrial fibrillation: A percutaneous closure of the left atrial appendage versus warfarin therapy for prevention of stroke in patients with atrial fibrillation (PROTECT AF) substudy. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(10):923-929. [\[Crossref\]](#)
222. Elliott PM, Anastakis A, Borger MA, et al. 2014 ESC guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: The task force for the diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2014;35(39): 2733-2779. [\[Crossref\]](#)
223. Ommen SR, Mital S, Burke MA, et al. 2020 AHA/ACC Guideline for the diagnosis and treatment of patients with hypertrophic cardiomyopathy: Executive summary: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2020;142:e558-e631. [\[Crossref\]](#)
224. Ommen SR, Maron BJ, Olivetto I, et al. Long-term effects of surgical septal myectomy on survival in patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46(3):470-476. [\[Crossref\]](#)
225. Sitges M, Qin JX, Lever HM, et al. Evaluation of left ventricular outflow tract area after septal reduction in obstructive hypertrophic cardiomyopathy: a real-time 3-dimensional echocardiographic study. *Am Heart J*. 2005;150(4):852-858. [\[Crossref\]](#)
226. vanDokkum WG, Beek AM, ten Cate FJ, et al. Early onset and progression of left ventricular remodeling after alcohol septal ablation in hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Circulation*. 2005;111(19):2503-2508. [\[Crossref\]](#)
227. Mazur W, Nagueh SF, Lakkis NM, et al. Regression of left ventricular hypertrophy after nonsurgical septal reduction therapy for hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Circulation*. 2001;103(11):1492-1496. [\[Crossref\]](#)
228. Meliga E, Steendijk P, Valgimigli M, Ten Cate FJ, Serruys PW. Effects of percutaneous transluminal septal myocardial ablation for obstructive hypertrophic cardiomyopathy on systolic and diastolic left ventricular function assessed by pressure-volume loops. *Am J Cardiol*. 2008;101(8):1179-1184. [\[Crossref\]](#)
229. Nishihara K, Mikami T, Takatsui H, et al. Usefulness of early diastolic flow propagation velocity measured by color M-mode Doppler technique for the assessment of left ventricular diastolic function in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Soc Echocardiogr*. 2000;13(9):801-808. [\[Crossref\]](#)
230. Jassal DS, Neilan TG, Fifer MA, et al. Sustained improvement in left ventricular diastolic function after alcohol septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Eur Heart J*. 2006;27(15):1805-1810. [\[Crossref\]](#)
231. Come PC, Riley MF. Hypertrophic cardiomyopathy. Disappearance of auscultatory, carotid pulse, and echocardiographic manifestations of obstruction following myocardial infarction. *Chest*. 1982;82(4):451-454. [\[Crossref\]](#)
232. Kuhn H, Gietzen F, Leuner C, Gerenkamp T. Induction of subaortic septal ischaemia to reduce obstruction in hypertrophic obstructive cardiomyopathy. Studies to develop a new catheter-based concept of treatment. *Eur Heart J*. 1997;18(5):846-851. [\[Crossref\]](#)
233. Sigwart U. Non-surgical myocardial reduction for hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Lancet*. 1995;346(8969):211-214. [\[Crossref\]](#)
234. Goodwin JF, Oakley CM, Sigwart U. Non-surgical myocardial reduction for hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Lancet*. 1995;346(8990):1624. [\[Crossref\]](#)
235. Maron BJ. Controversies in cardiovascular medicine. Surgical myectomy remains the primary treatment option for severely symptomatic patients With obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*. 2007;116(2):196-206. [\[Crossref\]](#)
236. Braunwald E. A new treatment for hypertrophic cardiomyopathy? *Eur Heart J*. 1997;18:709-710. [\[Crossref\]](#)
237. Faber L, Seggewiss H, Gleichmann U. Percutaneous transluminal septal myocardial ablation in hypertrophic obstructive cardiomyopathy: Results with respect to intraprocedural myocardial contrast echocardiography. *Circulation*. 1998;98(22):2415-2421. [\[Crossref\]](#)
238. Veselka J, Faber L, Liebrechts M, et al. Short- and long-term outcomes of alcohol septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy in patients with mild left ventricular hypertrophy: A propensity score matching analysis. *Eur Heart J*. 2019;40(21):1681-1687. [\[Crossref\]](#)
239. Veselka J, Jensen M, Liebrechts M, et al. Alcohol septal ablation in patients with severe hypertrophy. *Heart*. 2020;106(6):462-466. [\[Crossref\]](#)
240. Veselka J. Ten tips and tricks for performing alcohol septal ablation in patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Int J Angiol*. 2020;29(3):180-182. [\[Crossref\]](#)
241. Cuoco F, Gold MR. Newer applications of cardiac pacemakers and extracardiac stimulation. In: Zipes DP, Jalife J, Stevenson WG, eds. *Cardiac Electrophysiology From Cell to Bedside*. Philadelphia, PA Elsevier; 2018:1167-1172. [\[Crossref\]](#)
242. Leal S, Galeote G, Jiménez-Valero S, et al. Percutaneous alcohol septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy: Technical review and long-term clinical and echocardiographic outcomes. *Rev Port Cardiol*. 2012;31(5):363-371. [\[Crossref\]](#)
243. Contrast Agents Introduction to contrast, escardio.org. July 6, 2020. Available at: <https://www.escardio.org/Education/Practice-Tools/EACVI-toolboxes/Contrast-Echo/Lectures/Contrast-Agents>. Accessed April 12, 2022.

244. Faber L, Seggewiss H, Welge D, et al. Echo-guided percutaneous septal ablation for symptomatic hypertrophic obstructive cardiomyopathy: 7 years of experience. *Eur J Echocardiogr.* 2004;5(5):347-355. [\[Crossref\]](#)
245. Arias EA, Peña-Duque MA, Martínez Ríos MA. Bubble contrast echocardiography for alcohol septal ablation. *Rev esp cardiol.* 2019;72(5):416-416. [\[Crossref\]](#)
246. Seggewiss H, Batzner A. Alcohol septal ablation in obstructive hypertrophic cardiomyopathy is a safe procedure in experienced hands. *Rev Port Cardiol.* 2020;39(6):305-307. [\[Crossref\]](#)
247. Nagueh SF, Bierig SM, Budoff MJ, et al. American Society of Echocardiography clinical recommendations for multimodality cardiovascular imaging of patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011;24(5):473-498. [\[Crossref\]](#)
248. La Canna G, Scarfò I, Arendar I, et al. Targeting alcohol septal ablation in patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy candidates for surgical myectomy: Added value of three-dimensional intracoronary myocardial contrast echocardiography. *J ClinMed.* 2021;10(10):2166. [\[Crossref\]](#)
249. Faber L, Ziemssen P, Seggewiss H. Targeting percutaneous transluminal septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy by intraprocedural echocardiographic monitoring. *J Am Soc Echocardiogr.* 2000;13(12):1074-1079. [\[Crossref\]](#)
250. Kashtanov MG, Rzhannikova AD, Chernyshev SD, et al. Outcomes of hypertrophic obstructive cardiomyopathy patients undergoing alcohol septal ablation with a standard 3 mL dose of ethanol: Focus on long-term safety. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2020;95(6):1212-1218. [\[Crossref\]](#)
251. Yoerger DM, Picard MH, Palacios IF, Vlahakes GJ, Lowry PA, Fifer MA. Time course of pressure gradient response after first alcohol septal ablation for obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2006;97(10):1511-1514. [\[Crossref\]](#)
252. El Masry H, Breall JA. Alcohol septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Current Cardiology Reviews.* 2008;4(3):193-197. [\[Crossref\]](#)
253. Kashtanov M, Rzhannikova A, Chernyshev S, Kardapoltsev L, Idov E, Berdnikov S. Results of ten-year follow-up of alcohol septal ablation in patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Int J Angiol.* 2018;27(4):202-207. [\[Crossref\]](#)
254. Okay T. Hipertrofik obstrüktif kardiyomiyopatiye septal arter ablasyonu. In: Enar R, ed. *Pratik invaziv kardiyoloji, klinik ve teknik ipuçları.* İstanbul: Nobel Matbaacılık;2014:537-545.
255. Delgado V, Sitges M, Andrea R, et al. Clinical and echocardiographic follow-up of patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy treated by percutaneous septal ablation. *Rev Esp Cardiol.* 2006;59(11):1123-1130. [\[Crossref\]](#)
256. Reeves ST, Finley AC, Skubas NJ, et al. Basic perioperative transesophageal echocardiography examination: A consensus statement of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26(5):443-56. [\[Crossref\]](#)
257. Reeves ST, Glas KE, Eltzschig H, et al. Guidelines for performing a comprehensive epicardial echocardiography examination: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20(4):427-37. [\[Crossref\]](#)
258. Hilberath JN, Oakes DA, Shernan SK, Bulwer BE, D'Ambra MN, Eltzschig HK. Safety of transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23(11):1115-27. [\[Crossref\]](#)
259. Freitas-Ferraz AB, Rodés-Cabau J, Junquera Vega L, et al. Transesophageal echocardiography complications associated with interventional cardiology procedures. *Am Heart J.* 2020;221:19-28. [\[Crossref\]](#)
260. Han S, Park J, Hong SH, Park CS, Choi J, Chae MS. Cardiovascular manifestation of end-stage liver disease and perioperative echocardiography for liver transplantation: anesthesiologist's view. *Anesth Pain Med.* 2022;17(2):132-144. [\[Crossref\]](#)
261. Thaden JJ, Malouf JF, Rehfeldt KH, et al. Adult intraoperative echocardiography: A comprehensive review of current practice. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020;33(6):735-55. [\[Crossref\]](#)
262. Bartunek J, Sys SU, Rodrigues AC, van Schuerbeeck E, Mortier L, de Bruyne B. Abnormal systolic intraventricular flow velocities after valve replacement for aortic stenosis: Mechanisms, predictive factors, and prognostic significance. *Circulation.* 1996;93(4):712-9. [\[Crossref\]](#)
263. Lau WC, Carroll JR, Deeb GM, Tait AR, Bach DS. Intraoperative transesophageal echocardiographic assessment of the effect of protamine on paraprosthetic aortic insufficiency immediately after stentless tissue aortic valve replacement. *J Am Soc Echocardiogr.* 2002;15(10 pt 2):1175-80. [\[Crossref\]](#)
264. le Polain de Waroux JB, Pouleur AC, Robert A, et al. Mechanisms of recurrent aortic regurgitation after aortic valve repair: Predictive value of intraoperative transesophageal echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2009;2(8):931-9. [\[Crossref\]](#)
265. Tufekcioglu O, Firincioglu CL, Arda K, Fansa I, Saritas A, Karahan M. Echocardiography findings in 16 cases of cardiac echinococcosis: Proposal for a new classification system. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20(7):895-904. [\[Crossref\]](#)