

Transkateter aort kapak implantasyonunda ekokardiyografik değerlendirme

Echocardiography in transcatheter aortic valve implantation

Dr. Saide Aytekin, Dr. Selen Yurdakul

İstanbul Florence Nightingale Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, İstanbul

Özet– Transkateter aort kapak implantasyonu (TAVİ), ciddi aort darlığı olan fakat ameliyat açısından yüksek risk taşıyan hastalar için önerilen yeni bir tedavi yöntemidir. Birçok çalışmada, bu yeni yöntemin yaşam kalitesinde belirgin yükselme ve sağkalımda anlamlı derecede artış sağladığı gösterilmiştir. TAVİ'nin başarısı uygun hasta seçiminin doğru bir şekilde yapılmasına bağlıdır. Ekokardiyografik görüntüleme, TAVİ tekniği ile tedavi edilmesi planlanan hastaların seçiminde, işleme kılavuzluk etmede ve sonrasında takiplerinde en önemli görüntüleme yöntemidir.

Summary– Transcatheter aortic valve implantation (TAVI) is a novel therapeutic option, recommended for the treatment of patients with severe aortic stenosis who are at high risk from conventional open surgery. Multiple registries have documented favorable outcomes, including survival and quality of life. Success of TAVI depends upon the consideration of patient selection. Echocardiography is a mandatory tool to provide important data in patient selection, evaluation, guidance of intervention, and patient follow-up.

Erişkinlerde aort darlığının (AD) en sık nedeni aort kapağının kalsifik dejenerasyonudur ve hastalar genellikle 75 yaşın üzerindedir.^[1] Aort kapağındaki darlık düzeyi, yıllar içerisinde giderek artarken, sol ventrikül, konsantrik hipertrofi sayesinde, gittikçe artan sistolik basınç yüküne uyum sağlamaya çalışır. Fakat artan basınç yükü, sol ventrikül tarafından dengelenemeyince, diyastolik fonksiyon bozukluğu, koroner rezervinde azalma, miyokart iskemisi ve sol ventrikül sistolik fonksiyonu bozukluğu gelişir.^[2,3] Semptomlu ciddi AD olan hastalarda aort kapak replasmanı ameliyatı sayesinde yaşam kalitesi ve yaşam süresi artmaktadır.^[4] Bu hastaların ileri yaşta olması nedeniyle, cerrahi girişim açısından yüksek risk oluşturabilecek ek hastalıklara sahip olma oranı yüksek olduğu için, ameliyat şansları azalmaktadır. Cerrahi yapılmayan olgularda, bir yıllık mortalitenin %38, beş yıllık mortalitenin ise %68 olduğu bildirilmektedir.^[5] Yüksek riskli olup cerrahi tedavi uygulanan hastalarda da mortalite yaklaşık %15 oranındadır.^[6]

Transkateter aort kapak implantasyonu (TAVİ), son yıllarda uygulanmakta olan, ciddi AD olan hastalar

için, cerrahi işleme seçeneği bir yöntemdir. Cerrahi girişim açısından yüksek riskli olan, ameliyat edilmesi mümkün olmayan veya ek hastalıkları nedeni ile ameliyat şansı olmayan hastalar için umut verici bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Transkateter aort kapak implantasyonu, ilk kez 1992 yılında, domuzlara aort kapağına biyoprotez uygulaması şeklinde bildirilmiştir.^[7] Cribier ve ark. ilk kez 2002 yılında, insanda TAVİ uygulamasını başarı ile gerçekleştirmişlerdir.^[8] TAVİ yönteminin, girişimde kullanılan bölgeye göre, başlıca transfemoral ve transapikal olmak üzere iki tipi mevcuttur. Transaksiller, transaortik ve transsubklavyen yaklaşımlar daha nadir kullanılmaktadır. Günümüze kadar, yaklaşık

Kısaltmalar:

2B	İki boyutlu
3B	Üç boyutlu
AD	Aort darlığı
AKA	Aort kapak alanı
ÇKBT	Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
EF	Ejeksiyon fraksiyonu
EOA	Efektif orifis alanı
İVS	İnterventriküler septum
LVOT	Sol ventrikül çıkış yolu
MDBT	Multi dedektör bilgisayarlı tomografi
mm	Milimetre
STB	Sinotubuler bileşke çapı
SVEF	Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu
TAVİ	Transkateter aort kapak implantasyonu
TÖE	Transözofajiyal ekokardiyografi
TTE	Transtoraksik ekokardiyografi

Geliş tarihi: 14.02.2016 Kabul tarihi: 21.03.2016

Yazışma adresi: Dr. Saide Aytekin, İstanbul Florence Nightingale Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, Abide-i Hürriyet Cad., No: 166 Şişli, İstanbul.

Tel: +90 212 - 224 49 50 e-posta: saytekin@superonline.com

© 2016 Türk Kardiyoloji Derneği



70.000 hastaya, ciddi AD nedeni ile TAVİ uygulanmıştır. Tek ve çok merkezli kayıtlarda ve bu konuda yapılmış tek randomize çalışma olan “PARTNER” (Placement of Aortic Transcatheter Valves) çalışmasından elde edilmiş verilere göre, TAVİ yöntemi ile implantasyon işlemi sonrasında hastalarda semptomlarda azalma, yaşam kalitesinde ve efor kapasitesinde belirgin iyileşme olduğu bildirilmektedir.^[9-12] Yeni yayımlanmış olan “CoreValve US High Risk Pivotal Trial” randomize çalışmasının sonuçlarına göre, yüksek riskli hastalarda TAVİ işleminin cerrahi uygulamaya göre bir yıllık sağkalımda anlamlı artış sağladığı ilk kez bildirilmiştir.^[13]

Günümüzde kullanılmakta olan kılavuzlara göre, ciddi AD; aort kapak efektif orifis alanının (EOA) $<1 \text{ cm}^2$, indeks EOA $<0.6 \text{ cm}^2 / \text{m}^2$ (EOA/vücut yüzey alanı), ortalama transaortik basınç farkının $>40 \text{ mmHg}$ ve maksimum jet hızın $\square 4 \text{ m/s}$ olması olarak tanımlanmaktadır.^[14]

TAVİ işleminde kullanılan kapak sistemleri

Günümüzde TAVİ’de iki farklı kapak-kateter sistemi kullanılmaktadır. Bunlar “Edwards-Sapien” kapak (Edwards Lifesciences, Irvine, CA, USA) ve “CoreValve Revalving system” (Medtronic, Minneapolis, MN, USA)’dir (Şekil 1).

“Edwards-Sapien” kapak, balon ile genişleyebilen, sıgır perikardından yapılmış, simetrik üç yaprakçıklı kapak yapısının paslanmaz çelik stent üzerine yerleştirilmiş olduğu kapak tipidir. “CoreValve” kapak ise, domuz perikardından yapılmış, üç yaprakçıklı, asimmetrik ve kendiliğinden genişleyebilen nitinol çatıya sahip bir sistemdir. “Edwards Sapien XT” kapak ise, kobalt krom tipi stente sahip bir yapıdadır. “Edwards-Sapien” kapak sistemine ait kullanımda, 23, 26 ve 29 milimetre (mm) olarak üç boyutu mevcuttur. “Ed-

wards Sapien XT” sisteminde 20, 23, 26 ve 29 mm, “CoreValve” sisteminde ise 26, 29 ve 31 mm kapaklar kullanılmaktadır.

TAVİ işlemi öncesinde uygun hasta seçimi kriterleri

Transkateter aort kapak implantasyonunun güvenli ve komplikasyonsuz olarak yapılabilmesinin temelinde “uygun hasta seçimi” olduğu görülmektedir. “Uygun hasta seçimi” ise klinik özelliklerin doğru belirlenmesi ve kardiyovasküler anatomisinin detaylı görüntülenmesi ile mümkündür. Bu nedenle iki boyutlu transtorasik ekokardiyografi (TTE), transözofajiyal ekokardiyografi (TÖE), çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi yöntemlerin bu konuda deneyimli kişilerce, çok disiplinli bir yaklaşımla değerlendirilmesi gerekmektedir. Günümüze kadar yapılmış klinik çalışmalardan elde edilmiş verilere göre, TAVİ için uygun hasta seçiminde dikkate alınması gereken bazı kriterler önerilmektedir (Tablo 1).^[15]

TAVİ işleminde ekokardiyografik değerlendirme

Ekokardiyografinin, hasta seçiminin yanı sıra işlem sırasında işleme kılavuzluk etmesi, olası komplikasyonların hızla belirlenerek tedavi edilmesinde, işlem sonrasında protez kapağın değerlendirilmesi ve uzun dönem sonuçlarının takibinde önemli bir yeri vardır (Tablo 2).

TAVİ öncesinde ekokardiyografik değerlendirme

Transkateter aort kapak implantasyonu öncesinde ekokardiyografi, uygun hasta seçimi için çok önemli bir görüntüleme yöntemidir. Öncelikle ekokardiyografik olarak AD’nin ciddiyeti belirlenerek hastanın aort kapak replasmanına ihtiyacı olup olmadığı değerlendirilmesi gereklidir. Aort kapak replasmanı ihtiyacı kesinleştikten sonra ise yapılması gereken, eğer hasta yüksek risk nedeniyle ameliyat edilemeyecek ise TAVİ işlemi açısından başta aort kapak ve çıkan aorta olmak üzere, tüm kalp fonksiyonları ve diğer kapak fonksiyonları açısından detaylı bir şekilde değerlendirmektir.

Aort darlığının derecesinin ve kapak morfolojisinin değerlendirilmesi

“CoreValve” kapak sistemi için kabul edilebilir sınır AKA $<1 \text{ cm}^2$ ve/veya indeks AKA $<0.6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$;



Şekil 1. Transkateter aort kapak implantasyonu için kullanılan mevcut kapak sistemleri.

Tablo 1. TAVİ işlemi öncesi uygun hasta seçiminde klinik çalışmalarca belirlenmiş kriterler**TAVİ işlemine dahil edilme kriterleri**

1. Ekokardiyografik incelemede belirlenmiş ciddi kalsifik AD varlığı. (Ortalama basınç farkı >40 mmHg, jet hızı >4 m/s, AKA <1 cm² veya AKA/VYA (AKA indeksi) <0.6 cm²/m²)
2. Bir girişimci kardiyolog ve ve iki deneyimli kardiyovasküler cerrah, hastanın cerrahi açısından riskini değerlendirmeli ve yüksek riskli olduğuna karar vermelidir. Kardiyovasküler cerrahlardan en az biri tarafından hastanın fizik muayenesi yapılmış olmalıdır. (Yaşam beklentisinin 12 ayın üzerinde olduğu, lojistik EuroSCORE \geq 20 veya PARTNER çalışmasında tanımlanan STS mortalite risk skorunun %10'un üzerinde olduğu durumlar.)
3. Daha önce geçirilmiş ve sonucunda yapışıklıklar oluşmuş kalp cerrahisi, göğüs duvarına radyoterapi tedavisi almış olmak, çıkan aortada ciddi kalsifikasyonların görüldüğü "porselen aorta" varlığı, karaciğer sirozu, pulmoner hipertansiyon, sağ kalp yetersizliği olan hastalarda cerrahi girişim açısından yüksek risk varsa yerine TAVİ tercih edilebilir. (Lojistik EuroSCORE <20 veya STS mortalite risk skoru <10 olduğu durumlar dahil olmak üzere).

TAVİ işlemine dahil edilmeme kriterleri**Kesin kriterler**

1. TAVİ için karar verebilecek bir kalp takımının yokluğu
2. Kalp takımı tarafından TAVİ işleminin AVR işlemine alternatif olarak kabul edilmemiş olması

Klinik kontrendikasyonlar

1. Tahmini yaşam beklentisinin <1 yıl olması
2. Komorbiditelerin varlığı nedeni ile TAVİ işlemi sonrasında yaşam kalitesinin artma olasılığının olmaması
3. Sadece cerrahi yolla müdahale edilmesi gereken aort kapak dışındaki diğer kapakların primer hastalığı

Anatomik kontrendikasyonlar

1. Aort halkası büyüklüğünün uygun olmaması (<18 mm, >29 mm)
2. Sol ventrikül içinde trombus varlığı
3. Aktif endokardit
4. Koroner ağzında tıkanma riski (Asimetrik kapak kalsifikasyonu, halka ve koroner ağzı arasındaki mesafenin kısa oluşu, aort sinüslerinin küçük olması).
5. Çıkan aorta veya aort yayında hareketli trombus içeren plakların varlığı
6. Transfemoral /subklavyen girişim yolları için geçerli olmak üzere damar girişimine engel durumların varlığı: Damarın girişim için küçük olması, kalsifikasyon ve kıvrımlı yapıda olması.

Göreceli kontrendikasyonlar

1. Biküspit veya kalsifiye olmayan aort kapak
2. Revaskülarizasyon gerektiren koroner arter hastalığı varlığı
3. Hastanın hemodinamik olarak stabil olmaması
4. SV EF <20 olması
5. Transapikal girişim için geçerli olmak koşulu ile ciddi akciğer hastalığı varlığı ve SV apeksinin girişim için uygun olmaması

TAVİ: Transkateter aort kapak implantasyonu; AD: Aort darlığı; AKA: Aort kapak alanı; VYA: Vücut yüzey alanı; SV: Sol ventrikül; EF: Ejeksiyon fraksiyonu.

"Edwards Sapien" kapak sistemi için ise AKA <0.8 cm² dir. Aort kapağın ciddiyetini belirlemede TTE'de devamlı akım ve/veya "pulsed" dalgalı akım Doppleri kullanılır (Şekil 2). Aort kapak ve sol ventrikül çıkış yolundan (LVOT) ölçülen akım farkları (hız zaman integrali: TVI) ile LVOT çapının kullanıldığı devamlılık denklemi ile AKA hesaplanabilir.

$$AKA = \text{Alan}_{LVOT} \times \frac{TVI_{LVOT}}{TVI_{AK}}$$

İki boyutlu (2B) TTE kullanılarak yapılan AKA ölçümü, TÖE'ye genellikle üstündür. İki boyutlu (2B) TTE işlemi sırasında, transdüserin aort ve LVOT akımına paralel açı ile düşmesi, TÖE işlemine göre

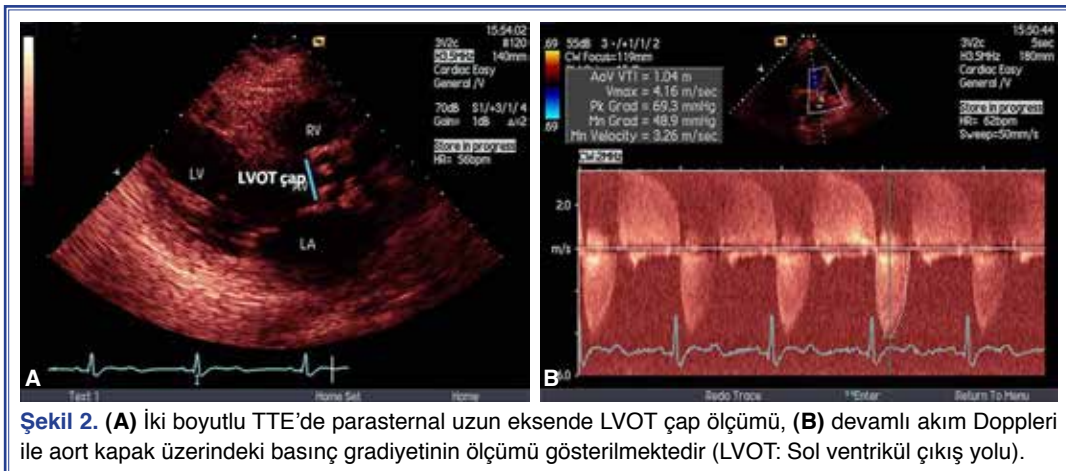
Tablo 2. TAVİ’de ekokardiyografinin kullanım aşamaları

TAVİ öncesi değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> Aort kapak yapısı (biküspit/triküspit, kalsifikasyon derecesi, yerleşimi) Aort kapaktaki darlık derecesi (AKA, basınç farkı ölçümü) Aort halkası çapı (Kapak boyutunun seçimi) Aort yetersizliğinin derecesi SVEF, çapları ve hacimleri Eşlik eden diğer kapak patolojileri Hipertrofi derecesi
TAVİ sırasında değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> Ameliyat odasında, işlemin hemen öncesinde aort halkası çapının tekrar değerlendirilmesi ve uygun kapağın seçimi Apikal girişimler için SV apeksinin yerinin belirlenmesi Balon valvüloplastiden hemen sonra aort kapaktaki darlık ve yetersizliğin derecesinin belirlenmesi (Ciddi AY’de vazopresör ve sıvı desteğinin planlanmasında SV boyutlarının takibi önemlidir) Kapağın implantasyonundan hemen önce kapağın halkadaki konumunun belirlenmesi Kapağın implantasyonundan hemen sonra aort yetersizliğinin belirlenmesi (valvüler/ paravalvüler) Kapağın implantasyonundan hemen sonra kapağın konumunun ve hareketinin değerlendirilmesi Komplikasyonların değerlendirilmesi (perikart tamponadı, aort diseksiyonu, yeni gelişen mitral yetersizliği)
TAVİ sonrası değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> İşlem sonrası biyoprotez kapak ve SV fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve takibi

TAVİ: Transkateter aort kapak implantasyonu; AKA: Aort kapak alanı; SVEF: Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu; SV: Sol ventrikül; AY: Aort yetersizliği.

daha kolay olduğundan, AKA ölçümü, 2B TTE ile daha güvenilirdir. Sol ventrikül çıkış yolu çapının değerlendirilmesinde ise, TÖE, 2B TTE’ye göre daha üstündür. Transözofajiyal ekokardiyografi sırasında, 110–150°’de, orta özefagus seviyesinde, sistol ortasında, aort yaprakçıklarının en açık olduğu noktada, nonkoroner ve sağ koroner yaprakçıkların aort kökü-

ne yapışma noktalarından paralel olarak çizilen çizgi LVOT çapı olarak değerlendirilir. Sol ventrikül çıkış yolunun sirküler olmadığı durumda, hipertrofik obstrüktif kardiyomiyopati, belirgin subaortik septal hipertrofi, subaortik membran, sub veya supravavüler darlık, orta-ciddi aort yetersizliği varlığında devamlılık denklemi doğru sonuç vermeyebilir.



Aort darlığının değerlendirilmesinde zor durumlar

Sol ventrikül sistolik fonksiyonlarının bozuk olduğu durumlarda, ciddi AD tanısı zorlaşabilir. “Low flow, low gradiyent” düşük akım, düşük basınç farkı olarak adlandırılan bu durumda düşük sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonuna (SVEF) (EF <%40) veya düşük atım hacmine (sol ventrikül diyastol sonu hacmi-sistol sonu hacmi farkı ≤ 40 ml/m²) eşlik eden, aort yaprakçıklarının açılımının kısıtlı görüldüğü, (AKA <1 cm² ve/veya indeks AKA <0.6 cm²/m²) ancak aort kapak üzerinde ölçülen ortalama basınç farkının <40 mmHg ölçüldüğü bir durum söz konusudur. Bu durum, aort kapakta gerçek bir darlık olmaksızın, düşük kalp debisinin neden olduğu yalancı bir aort darlığını veya gerçekten kapak açılımının ciddi derecede kısıtlı olduğu ciddi AD’yi düşündürür. Düşük akımlı, düşük basınç farklı ciddi AD’nin ayırıcı tanısı dobutamin stres ekokardiyografisi ile yapılabilir. Düşük doz dobutamin altında yapılan stres ekokardiyografisinde, dobutamin dozu arttıkça, transaortik basınç farkında artış meydana gelirken, kapak alanı sabit kalıyorsa, bu gerçek ciddi AD’yi, hem basınç farkı hem kapak alanında artış oluyorsa, yalancı AD’yi gösterir. Yalancı AD’de, düşük kalp debisi nedeniyle yeterince açılmayan yarı esnek aort yaprakçıkları, dobutaminin etkisiyle artan akım hızına bağlı olarak daha iyi açılma olanağı bulur ve böylece kapak alanı artar. Gerçek ciddi aort darlığında ise, dobutamin etkisiyle artan akım hızı transaortik basınç farkını yükseltir. Ancak, ileri derecede kalsifik, sertleşmiş, esnekliğini kaybetmiş aort yaprakçıkları daha fazla açılmayacağından, kapak alanında değişiklik gözlenmez. Bu durumda ayırıcı tanının yapılması çok önemlidir, çünkü, gerçek ciddi AD ameliyattan fayda görmekte iken, yalancı ciddi AD’de ameliyatın yararı yoktur. Düşük akımlı, düşük basınç farklı ciddi AD’de stres ekokardiyografi ile değerlendirilmesi gereken diğer bir parametre ise, kasılma kapasitesi (kontraktıl rezerv)’dir. Dobutamin stresi altında sol ventrikül atım hacminde >%20 artış söz konusuysa kontraktıl rezerv yeterlidir ve bu hastalar ameliyattan fayda görecektir. Dobutamin stresi altında sol ventrikül atım hacminde <%20’lik bir artış oluyorsa, kasılma kapasitesinin yetersiz olduğu düşünülür. Fakat hasta semptomlu ise yine de cerrahi girişim önerilir. Ancak ameliyattan elde edilecek fayda, kasılma fonksiyonu yeterli olan hastalara göre daha düşük, komplikasyon oranı ise daha yüksektir.^[16]

2007 yılında Hachicha ve ark., ciddi AD olan hastaların bir kısmını oluşturan yeni bir grup tanımlamışlardır.^[17] Paradoksal düşük akım düşük basınç farkı olarak tanımlanan bu hastalarda normal SVEF’li ve transvalvüler basınç farkı yüksek olan ciddi AD’li hastaların aksine, AKA ≤ 1 cm² ve/veya indeks AKA ≤ 0.6 cm²/m², ortalama transvalvüler basınç farkı ≤ 40 mmHg ve SVEF ≥ 50 olan hastalardır. Bu hasta grubunda normal SVEF’ye rağmen, düşük transaortik akıma bağlı düşük basınç farkı saptanır. Sol ventrikül konsantrik hipertrofinin ve SV ardyükünün daha fazla, ancak SVEF’nin daha düşük ancak hala normal sınırlarda olduğu belirtilmiştir. Oldukça önemli bir grubu oluşturan bu hastaların genellikle, ciddi AD’nin ileri evresinde oldukları düşünülmektedir.

Planimetrik AKA ölçümü, aort kapağın alanının ölçümünde kullanılan bir diğer yöntemdir. TEE’de kısa eksen görüntülerde, 35–50°’de, aort kapağın planimetrik olarak alanı, sistol ortasında ölçülebilir. Ancak ciddi kalsifikasyon gösteren ve subkormusüral yapışiklikler içeren aort kapaklarda sıklıkla yanlış sonuç alınabilir. Bu nedenle 2009 yılında Avrupa Kalp Cemiyeti tarafından yayımlanan “Kapak darlıklarının değerlendirilmesinde ekokardiyografi” ile ilgili önerileri içeren kılavuzda, AKA ve ortalama basınç farkı ölçümleri birinci düzey öneri iken, planimetrik kapak alanı değerlendirmesi ikinci düzey öneri olarak sunulmuştur.^[18]

Aort kapağın morfolojisinin değerlendirilmesi, diğer önemli bir noktadır. Yaprakçık sayısının değerlendirilmesi, kapak kalsifikasyonunun derecesi, yerleşimi ve yayılımı, aort yetersizliğinin varlığı ve derecesinin belirlenmesi gerekir. Transtorasik ekokardiyografi ve TÖE’de aort yaprakçıklarının anatomik özellikleri, sayısı, kalınlıkları, hareketliliği ve mevcut kalsifikasyonlar ayrıntılı olarak değerlendirilebilir. Aort yaprakçıkları üzerindeki kalsifikasyonun derecesi ekokardiyografi ve ÇKBT ile değerlendirilebilir.^[19]

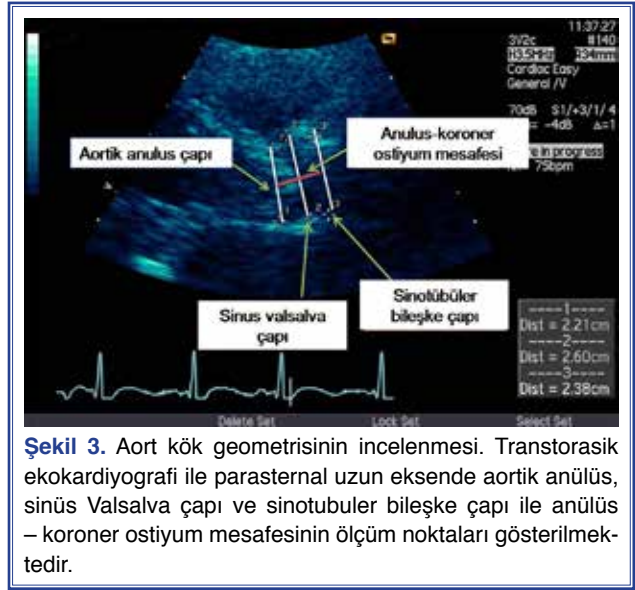
1. Derece: Aort yaprakçıklarının üzerinde kalsifikasyonun görülmediği düzeydir.
2. Derece: Aort yaprakçıklarının üzerinde noktasal tarzda, hafif derecede kalsifikasyonun görüldüğü düzeydir.
3. Derece: Aort yaprakçıklarının üzerinde, birçok sayıda ve büyük birikimler halinde, orta derecede kalsifikasyonun olduğu durumdur.
4. Derece: Aort yaprakçıklarının tümünde, ileri derecede, yaygın kalsifikasyonun görüldüğü durumdur.

İki yaprakçıklı aort kapaklarda, eliptik şeklindeki bir orifise biyoprotez kapağın yerleştirilmesinin zor olabileceği düşünülerek, TAVİ işlemi için birçok çalışmada kontrendike bir durum olduğu düşünülmektedir. Ancak, az sayıda olguda başarı sağlandığı ifade edilmektedir.^[20] Kapak kalsifikasyonu, floroskopi sırasında protez kapağın yerleşim yerini tayin edebilmek için referans noktaları olacağından gereklidir. Ancak, çok büyük ve kırılabilir kalsifikasyonlar serebral emboliye yol açabilir. Yine sağ koroner yaprakçıkta asimetrik büyük kalsifikasyon bulunması, sağ koroner artere embolizasyon riski taşımaktadır. Mitral ön yaprakçık halkası bileşkesinde ektopik kalsifikasyon, TAVİ sırasında kalsifikasyonun mitral kapağa doğru yer değiştirmesine neden olarak ve mitral ön yaprakçık hareketini ve dolayısıyla mitral kapak fonksiyonunu bozarak, önemli derecede mitral yetersizliğine neden olabilir.^[21] Aort kapak morfolojisi hem TTE, hem de TÖE ile değerlendirilmelidir.

Aort kök geometrisinin değerlendirilmesi

Aort kök geometrisinin incelenmesi, TAVİ öncesi yapılması gereken değerlendirmelerin başında gelir. Hasta için uygun protez kapak seçimini belirleyen, aort halkası çapı ölçümüdür. Doğru kapak seçimi, hem TAVİ sonrası kapak fonksiyonları açısından, hem de yerleştirme sırasında protezin büyüklüğü ile ilgili gelişebilecek komplikasyonların önlenmesi açısından önem taşır. Aort kökü genişliğine göre büyük seçilmiş bir kapak, implantasyon sırasında aort kökünde ve/veya çıkan aortada diseksiyon, koroner ağzının tıkanması ve suboptimal stent açılmasına yol açabilir. Aynı zamanda, TAVİ işlemi için uygun olmayan genişlikte aort kökü varlığında, TAVİ sırasında kapak asandan aortaya veya sol ventrikül içine yer değiştirebilir veya implantasyon sonrasında ciddi paravalvuler yetersizliğe neden olabilir.^[22] “CoreValve” kapak sisteminin asimetrik şekilli oluşu ve boyunun, enine oranla daha uzun olması nedeniyle, işlem öncesinde aort kökünün detaylıca incelenmesi gerekir.

Aort kökü, aort halkası, sinüs valsalva ve sinotübüler bileşke olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır (Şekil 3). Aort halkasının doğru olarak ölçülmesi, protez kapak numarasını doğru seçmek için önemlidir. Aort halkası büyüklüğünün doğru olarak karar verilmesi TÖE, aort kök anjiyografisi (koroner anjiyografi sırasında), multi dedektör bilgisayarlı tomografi (MDBT) veya bu tekniklerin bir birleşimi ile mümkündür. Yapılan birçok çalışmada aort halka-



Şekil 3. Aort kök geometrisinin incelenmesi. Transtorasik ekokardiyografi ile parasternal uzun ekseninde aortik anülüs, sinüs Valsalva çapı ve sinotübüler bileşke çapı ile anülüs - koroner ostiyum mesafesinin ölçüm noktaları gösterilmektedir.

sı çap ölçümünün iki boyutlu TÖE ile yapılmasının klinik sonuçlar ile uyumlu olduğunun gösterilmesine rağmen, bazı çalışmalara göre, MDBT ile ölçüm ile karşılaştırıldığında, TÖE ile ölçümler daha düşük değerler verebilmektedir.^[23] Multidedektör bilgisayarlı tomografi ile yapılmış çalışmalarda, çoğu hastada aort halkasının oval şekli net olarak gösterilmiştir.^[24] Binder ve ark. tarafından yapılmış olan ileriye dönük bir çalışmada, aort halkasının MDBT ile yapılan alan ölçümlerinin, TÖE ile yapılan ölçümlere göre önemli paravalvüler regürjitasyon, hastane içi ölüm ve halka yırtılması açısından daha üstün olduğu gösterilmiştir.^[25] Aynı çalışmada, TAVİ işlemi öncesi aort halkasının çevre ölçümlerinin üç boyutlu ekokardiyografik olarak yapılması önerilmektedir.

“Edwards-Sapien” kapak sistemine ait 23 ve 26 mm olmak üzere iki çeşit kapak Amerika’da kullanımda iken, Avrupa’da ek olarak 29 mm kapak da mevcuttur. 23 mm kapak için önerilen aort halkası çapı 18–21 mm, 26 mm kapak için ise 22–24.5 mm, 29 mm kapak için ise 25–27.5 mm’dir. “CoreValve” sisteminde ise, 26, 29 ve 31 mm’lik üç boyutta protez kapak mevcut olup, 26 mm kapak için 20–23 mm; 29 mm kapak için 24–27 mm, 31 mm kapak için 26–29 mm aort halkası çapı öngörülmektedir (Tablo 3).

Sinüs Valsalva çapı, sinotübüler bileşke çapı (STB) ve aort halkası-koroner ağzı uzaklığı ölçümleri ise, TAVİ sırasında gerek protez kapak, gerekse doğal kapaktan kaynaklanan yapıların yer değiştirmesi sonucu, koroner ağzlarının tıkanma ihtimalini ortaya

koymak amacıyla yapılır. “Edwards-Sapien” kapak sistemi için, halka-koroner ağzı uzaklığı dışındaki ölçümler önerilmemektedir. Halka koroner ağzı uzaklığı, kapak halkasının sağ koroner ağzına uzaklığını gösterir. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesi, ekokardiyografiye oranla daha doğru sonuç verir.^[20] “Edwards-Sapien” kapak sisteminde, 23 mm kapak için halka-koroner ağzı mesafesinin >10 mm, 26 mm için ise >11 mm olması önerilmektedir. “CoreValve” sisteminde ise hem 26, hem de 29 mm kapaklar için halka-koroner ağzı mesafesinin >14 mm olması tavsiye edilmektedir (Tablo 3). Bunun dışında; “CoreValve” sisteminde protez uzunluğu ve asimetrik kapak yapısı nedeniyle sinüs Valsalva çapı, STB ve asandan aorta çapı da dikkatlice değerlendirilmelidir. Sinüs Valsalva çapı, aort halkası çapına paralel olup, sinüs Valsalvanın en geniş mesafesini göstermelidir. Sinotubuler bileşke ise yine sinüs Valsalva çapına paraleldir ve sinüsün daralıp, çıkan aorta ile birleştiği noktadan yapılan ölçüm ile belirlenir. Çıkan aorta çapı ise TÖE’de çıkan aortanın görüntülenebildiği kısımdaki en geniş yerinden ölçülmelidir.

Aort kökü ve çıkan aortanın incelenmesi sırasında, sol ventrikül çıkış yolunun yani subaortik geometrinin incelenmesi de gerekir. “CoreValve” kapak sisteminin kullanılması planlanıyorsa, sol ventrikül çıkış yolunda belirgin engelleme olması veya interventriküler septum (İVS) kalınlığının >17 mm olması durumunda TAVİ işleminin uygulanması önerilmez.

Sol ventrikül fonksiyonlarının ve diğer kapak yapılarının değerlendirilmesi

Sol ventrikül çapları ve fonksiyonunun değerlendirilmesi ekokardiyografi ile yapılmalıdır. Sol ventrikül EF’nin belirlenmesi hastanın hem ameliyat hem de TAVİ açısından taşıdığı riskin belirlenmesi için önemlidir. Her iki kapak tipi içinde önerilen sol ventrikül EF’nin >%20 olmasıdır. Duvar hareket bozukluklarının TAVİ öncesinde tayini, TAVİ sırasında meydana gelebilecek komplikasyonlara ait yeni gelişen duvar hareket bozukluğundan ayırt edilebilmesi açısından önemlidir.

Diğer kapaklarda ciddi derecede hastalık bulunması, hastaya TAVİ yapılma kararını etkileyebilir. Çünkü, TAVİ’nin seçilmesi durumunda perkütan yolla sadece bir kapağın sorunu çözümlenmiş olacaktır. Böyle bir durumda cerrahinin zorlanması düşünülebilir. “CoreValve” kapak sistemi için >2. derece mitral

Tablo 3. “CoreValve” ve “Edwards-Sapien” protez kapak sistemleri için kapak boyutu ile ilişkili aort kök geometrisi ölçümleri

“CoreValve” 26 mm

- Aort halkası çapı 20–23 mm
- Sinüs valsalva çapı ≥ 27 mm
- Sinüs valsalva yüksekliği ≥ 15 mm
- Sinotübüler bileşke çapı <40 mm
- Çıkan aorta çapı <40 mm
- Kapak halkası-koroner ağzı mesafesi ≥ 14 mm

“CoreValve” 29 mm.

- Aort halkası çapı 24–27 mm
- Sinüs Valsalva çapı ≥ 28 mm
- Sinüs Valsalva yüksekliği ≥ 15 mm
- Sinotübüler bileşke çapı <43 mm
- Çıkan aorta çapı <43 mm
- Aort halkası-koroner ağzı mesafesi ≥ 14 mm

“CoreValve” 31 mm.

- Aort halkası çapı 26-29 mm
- Sinüs Valsalva çapı ≥ 29 mm
- Sinüs Valsalva yüksekliği ≥ 15 mm

“Edwards Sapien” 23 mm.

- Aort halkası çapı 18–21 mm
- Aort halkası-koroner ağzı mesafesi ≥ 10 mm

“Edwards Sapien” 26 mm

- Aort halkası çapı 22–24.5 mm
- Aort halkası-koroner ağzı mesafesi ≥ 11 mm

“Edwards Sapien” 29 mm.

- Aort halkası çapı 25–27.5 mm

yetersizliği, “CoreValve” protez kapağın sol ventrikül uzantısı, mitral kapak ön yaprakçık hareketini veya korda yapısını etkileyerek mitral kapak fonksiyonunu bozabileceği için kontrendikedir.

Bunların dışında sol kalp boşluklarında kitle, trombus varlığı, serebral embolizasyon açısından risk taşıyacağından TAVİ için kontrendikedir. Aortada ciddi derecede ateroskleroz plaklarının bulunması durumunda ise, transfemoral yol dışında bir yol kullanılmalıdır.

TAVİ öncesi ekokardiyografik değerlendirmede üç boyutlu ekokardiyografinin yeri

Transkateter aort kapak implantasyonu öncesi değerlendirme aşamasında, aort halkası ölçümü için ya-

pılan 2B TTE ve TÖE incelemelerde netlik konusunda şüphe varsa veya elde edilen değerler, belirlenen kestirim değerlerinin sınırındaysa ve bu nedenle net karar verilemiyorsa 3B TÖE bu konuda karar verdirici olabilir.^[26] Aynı zamanda, aort kapaktaki kalsifikasyon, İVS'ye veya mitral kapak ön yaprakçığına doğru uzanıyorsa 3B TÖE incelemesi, aort halkası çapının güvenilir bir şekilde ölçümü için gerekli olabilir. İşlem öncesi yapılan aort halkası ölçümlerinin sadece iki boyutlu değerlendirme ile sınırlı kalması, bu değer, gerçek halkası çapından daha düşük elde edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle 3B TÖE, özellikle aort kapak alanının ve halka çapının güvenilir ve gerçek değerlere oldukça yakın ölçümü için önerilmektedir. Son yıllarda yapılmış bazı çalışmalarda, 3B TÖE ile yapılan aort kök geometrisi ile ilgili ölçümlerin ÇKBT ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.^[27] Aynı zamanda, 2B olarak ölçülmesi mümkün olmayan halka-sol koroner ağzı mesafesinin ölçümü, sadece 3B TÖE ile mümkündür. Çünkü, sol koroner ağzı sadece koronal planda görüntülenebilmektedir. 3B TÖE ile, koronal planda, "full-volume" modunda değerlendirme ile sol koroner ağzı görüntülenmekte ve sol koroner yaprakçığın uzunluğu da ölçülebilmektedir. "Edwards Sapien" 23 mm kapak için, halka-sol koroner ağzı mesafesinin genellikle \square 10 mm olması, 26 mm kapak için ise \square 11 mm olması önerilmektedir. "CoreValve" kapak sistemi için bu ölçümün önemi yoktur.

TAVİ sırasında ekokardiyografik değerlendirme

Transkateter aort kapak implantasyonu sırasında meydana gelebilecek komplikasyonların azaltılabilmesi için çeşitli görüntüleme yöntemlerinden faydalanılabilir. Bunların başında floroskopi, TTE ve TÖE gelmektedir. Floroskopi ve TTE hafif bir sedasyon ve lokal anestezi altında uygulanabilirken, TÖE için genel anestezi gereklidir. Transkateter aort kapak implantasyonu sırasında ideal olan solunum desteği altında TÖE ile floroskopinin birlikte kullanılmasıdır.^[18] Çeşitli çalışmalarda, transfemoral yolla, "Edwards" kapak kullanılarak yapılan TAVİ işleminde TÖE kılavuzluğu %74,^[19] "CoreValve" ile ise %89 (Leicester verileri) olarak bildirilmiştir. Transapikal yaklaşım zaten genel anestezi gerektirdiğinden, floroskopi ile TÖE'nin bir arada kullanımı kaçınılmazdır.

Aort kapağın kılavuz tel ile geçilmesi

Transkateter aort kapak implantasyonunda ilk aş-

ma kılavuz telin aort kapaktan geçmesi ve balonun aort kapak halkasına yerleştirilmesidir. Floroskopi, bu aşamada referans olarak nonkoroner yaprakçığındaki kalsifikasyonu kullanır. Transözofajiyal ekokardiyografide ise aort kapak, 45° kısa eksen ve 120° uzun eksen doğrudan görüntülenebilir. Aort halkasının açılı olması veya morfolojik olarak üç yaprakçıklı olmayan aort kapaklarda, aort kapağın kılavuz tel ile geçilmesi zor olabilir. Bu durumda, aort ağzının TÖE ile net bir biçimde görüntülenmesi işlemciye kolaylık sağlar (Şekil 4).

Aortik balon valvüloplasti

Transkateter aort kapak implantasyonunda ikinci aşama, hızlı ventriküler pace altında aort kapağa balon valvüloplastisi uygulamasıdır. Buradaki amaç, hareketi ileri derecede kısıtlı ve kalsifik aort kapağının, TAVİ için hazır hale getirilmesidir. Valvüloplastide kullanılacak balonun büyüklüğü, halka çapına göre belirlenir. Balonun aort kapak içerisine yerleştirilmesi ve şişirilmesi, floroskopi ile TÖE eşliğinde yapılmalıdır (Şekil 4). Ekokardiyografi, balonun şişirilmesi sırasında, uygunsuz balon hareketini tespit edebilir. Aort kapak içindeki balon, nadir de olsa sinotübüler bileşkenin küçük olduğu durumda veya kalbin aksiyal hareketi sonucu ventrikül içine doğru veya protez mitral kapak varlığında geriye aortaya doğru yer değiştirebilir. Bu durum, ekokardiyografi ile kolaylıkla tanınır ve işlemciye balonu doğru yere kaydırmada kılavuzluk eder. Ayrıca, balon valvüloplastiden hemen sonra TÖE ile aort yaprakçıklarının hareketi, aort yetersizliğinin varlığı ve derecesi, yaprakçık açıklığı, transaortik basınç farkı değerlendirilmelidir.^[28]

Protez kapağın konumlandırılması ve yerleştirilmesi

Başarılı valvüloplasti sonrası üçüncü aşama, protez kapağın aort halkasına yerleştirilmesidir. Protezi taşıyan kateter femoral yolda arkaya doğru transpikal yolda ise öne doğru olarak aort kapağa floroskopi ve TÖE kılavuzluğunda ilerletilir. Protez aort kapağın aort kökü içerisinde doğru konumlandırılması %1.2–4.0 civarında oluşabilen ciddi paravalvüler kaçak veya protez kapak göçü gibi ciddi komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir.^[23,26] Protez kapağın konumlandırılmasında; TÖE'de yine uzun eksen görüntüleri tercih edilir. "Edwards-Sapien" kapak sistemi için, protezin aortaya ait sınırı ideal olarak doğal aort yaprakçıklarının uçlarına yakın, ventrikül sınırı



Şekil 4. Transözofajiyal ekokardiyografide aort kapağın uzun eksen görüntüsü: **(A)** Aort kapak içerisinde geçmiş kılavuz tel nonkoroner ve sağ koroner küspislerin arasında izlenmektedir. **(B)** Hızlı ventrikül pacing sırasında balon valvüloplasti görüntüsü. **(C)** Aort kapak içerisindeki kılavuz telin 3B transözofajiyal ekokardiyografi görüntüsü.

ise aort kapak halkası ekseninden 5 mm aşağıda konumlandırılmalıdır (Şekil 5). “CoreValve” sisteminde ise, protez boyu daha uzun olduğundan, işlem sonrası ileti bozukluğu gelişmesi veya pil uygulaması gerekliliği ortaya çıkabileceğinden dolayı, yeni bir uygulama olarak, protezin ventrikül sınırının, aort halkası ekseninden en fazla 5 mm aşağıda konumlandırılması önerilmektedir.^[29,30] Bu durumda da protezin genişlemesi sırasında radyal güçler nedeniyle protez sol ventrikül çıkış yoluna doğru çekilebilir ve mitral ön yaprakçığının üzerine yerleşerek mitral kapak fonksiyonunu bozabilir.

TAVİ işlemi sırasında 3 boyutlu transözofajiyal ekokardiyografinin yeri

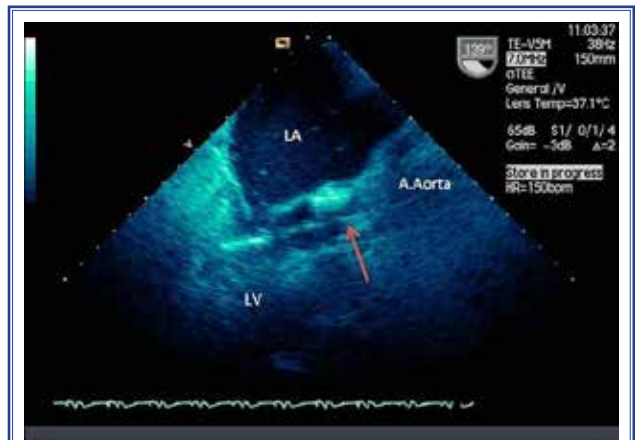
Transkateter aort kapak implantasyonu işlemi sırasında, 2B TÖE uzun aks görüntüsünde, aort kapak net görüntülense de, gerek mitral ön yaprakçığından, gerekse aort kapak ve halkasından kaynaklanan ciddi kalsifikasyonlar, akustik gölgelenmeye neden olarak değerlendirmeyi zorlaştırabilir. Bu nedenle, biyoprotez kapağın yerleştirilmesi aşamasında, “live 3D (narrow sector)” modunda, 3B TÖE’ nin kılavuzluğu önerilmektedir. Özellikle 3B TÖE sırasında, “biplan” görüntü modunda, eş zamanlı olarak uzun aks ve kısa aks görüntüleme aort kapak görüntülenmesi yapılabilir.^[21]

TAVİ sonrası ekokardiyografik değerlendirme:

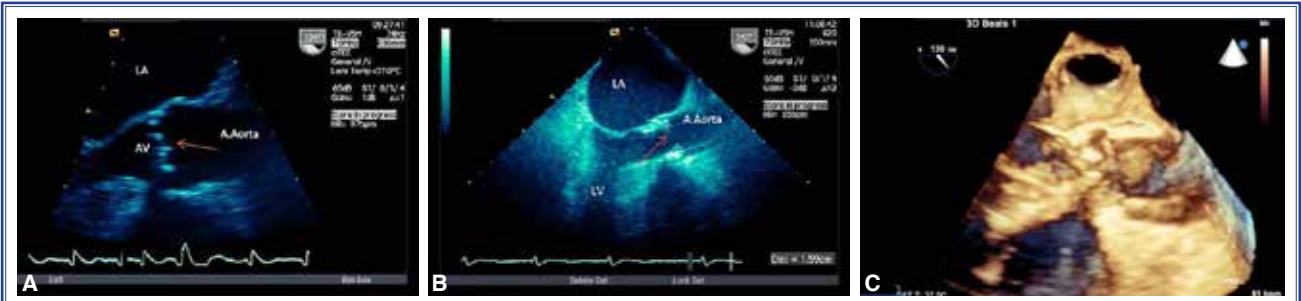
İşlemden hemen sonra değerlendirme

Protez kapak yerleştirildikten hemen sonra, kapağın konumunun ve protez yaprakçık hareketlerinin, TÖE ile hızlı bir şekilde kontrol edilmesi gereklidir. (Şekil 6) Protez yaprakçıkların hareketi 2B TÖE’de en iyi kısa eksen görüntülerde 40–60°’de gözlenebilir. Nadir olarak yaprakçıkların bir veya daha fazlasının

hareket etmediği fark edilirse, kateterin elle yönlendirilmesi ile aort duvarına veya doğal kapağa takılmış olan yaprakçık serbestleştirilerek normal hareket sağlanabilir. Transaortik basınç farkı, kateter ile ve ekokardiyografik olarak ölçülmelidir. Biyoprotez aort kapakta hafif derecede paravalvüler yetersizlik akımı, işlem sonrasında çoğu hastada görülebilen bir durumdur.^[31] Ciddi valvüler veya paravalvüler yetersizlik akımı görülmesi durumunda, protez kapak içerisinde daha büyük çapta balonla genişletme yapılarak yetersizlik akımı azaltılabilir. Fakat bu durumda da, aort yırtılması, protez kapak yaprakçıklarının zedelenmesi ve stentin aşırı genişlemesi riskleri açısından dikkat edilmelidir. Kateterin henüz protez kapak içerisinde olduğu dönemde, protez kapakta olduğundan fazla yetersizlik akımı görülebilir. Kateter protez kapak içerisinde çıkarıldıktan sonra yetersizlik akımları, TTE ve TÖE ile yeniden değerlendirilmelidir. Transözofajiyal ekokardiyografi probu henüz çıkarılmadan önce, mutlaka transgastrik seviyede aort kapağa ait gerika-



Şekil 5. İki boyutlu transözofajiyal ekokardiyografide aort kapak içerisinde kapak kateter sistemi izlenmektedir.



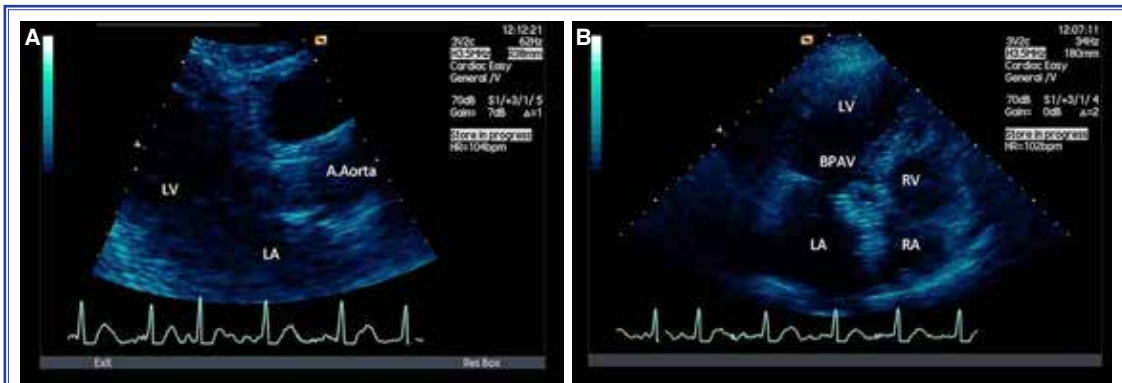
Şekil 6. Ciddi aort darlıklı bir hastanın transkateter aort kapak implantasyonu öncesi ve sonrası iki boyutlu transözofajiyal ekokardiyografi görüntüleri: **(A)** Transkateter aort kapak implantasyonu öncesi aort yaprakçık açıklığının ileri derecede kısıtlı olduğu görülmektedir. **(B)** Transkateter aort kapak implantasyonu sonrası aort yaprakçık açıklığının belirgin olarak arttığı izlenmektedir. **(C)** Transkateter aort kapak implantasyonu sonrası aort yaprakçık açıklığının üç boyutlu transözofajiyal ekokardiyografide uzun eksen görüntülenmesi.

çan akımlar, devamlı akım Doppleri, “pulsed” akım Doppleri ve renkli Doppler ile değerlendirilmelidir. Vena kontrakta büyüklüğünün ölçümü, aort yetersizliğinin derecelendirilmesinde efektif regürjitan orifis alanının bir göstergesi olduğundan, güvenilir bir değerlendirme sayılabilir. Fakat, protez kapak varlığında, akustik gölgelenmeye bağlı olarak, dikiş halkasının bazı bölgeleri net olarak görülemeyebilir.

Komplikasyonların değerlendirilmesi

Protez kapağın implantasyonu sonrası meydana gelebilecek kalp tamponadı, koroner tıkanması veya aort diseksiyonu gibi komplikasyonlar açısından hızlı bir değerlendirme yapılmalıdır. Transkateter aort kapak implantasyonu işlemi sırasında akut miyokart enfarktüsü, kalp durması, serebral emboli gibi ciddi komplikasyonların, TÖE ile hızlı bir şekilde fark edilmesi ve acil olarak tedavisi hayati öneme sahiptir. Ani gelişen ciddi bir hipotansiyon durumunda; akut koroner tıkanması, mitral kapak fonksiyonu bozukluğu,

protez kapak fonksiyonu bozukluğu, kanama, diseksiyon, tamponad, ciddi ventriküler aritmi ve inme akla gelmelidir. Transözofajiyal ekokardiyografi ile uzun eksende özefagus ortası seviyesinde 3 boşluk görüntülenmesinde, hipovolemiye bağlı sol atriyum kollapsı, sol ventrikülde koroner embolizasyonuna bağlı gelişen yeni bir duvar hareket bozukluğu, protez kapak yaprakçıklarının hareketi, yeni gelişen ciddi mitral yetersizliği, aort diseksiyonu ve perikard sıvısı varlığı araştırılmalıdır. Transkateter aort kapak implantasyonu işlemi sonrası, var olan mitral yetersizliğinin ani olarak artışı, sağ ventrikül “pacing” işlemine bağlı SV asenkronisi sonucu, biyoprotez kapağın yerleştirilmesi gereken yerden farklı olarak, mitral kapağa doğru yerleşmiş olmasından veya kapak altı aygıtın hasarlanması sonucu meydana gelebilir. Mitral kapak altı aygıtın hasarlanması, öne doğru apikal yaklaşım sırasında olabilecek bir komplikasyondur. Nadir olarak (%0–4) aort kökünün yırtılması görülebilir. Bu komplikasyon, özellikle ciddi kapak halkası kalsifikasyonu



Şekil 7. Transkateter aort kapak implantasyonu yapılan bir hastanın birinci ay transtorasik ekokardiyografi kontrol görüntüleri izlenmektedir. **(A)** Parasternal uzun ekseninde normal görünümde biyoprotez aort kapak (“Edwards-Sapien”) görüntüsü. **(B)** Apikal beş boşluk görüntülemesinde biyoprotez kapak görüntüsü.

varlığında veya biyoprotez kapak numarasının, aort halkasına göre daha büyük olduğu durumda, balon valvüloplastinin hemen sonrasında görülebilir.^[32]

TAVİ işlemi sonrası değerlendirilmede üç boyutlu transözofajiyal ekokardiyografinin yeri

Transkateter aort kapak implantasyonu işlemi sırasında kapağın yerleştirilmesinin hemen sonrasında, 3B TÖE ile kapağın pozisyonu, anatomik diğer yapılar ile ilişkisi ve fonksiyonları net olarak değerlendirilebilir. Uzun ve kısa aks görüntülemenin eş zamanlı olarak yapılabildiği “biplan” modunda valvüller ve paravalvüler gerikaçan akımlar, renkli Doppler ile net olarak değerlendirilir. Orta özefagus veya derin gastrik seviyede alınan 3B renkli Doppler görüntülemeler ile regürjitan orifis alanlarının direkt planimetrik ölçümleri yapılabilir.^[21]

Uzun dönem takip

Transkateter aort kapak implantasyonu işlemi başarılı bir şekilde sonuçlandıktan sonra hasta taburcu olmadan önce yapılan TTE incelemesinde, protez kapak fonksiyonları, mitral kapak fonksiyonları ve sol ventrikül fonksiyonları değerlendirilmelidir (Şekil 7). Transkateter aort kapak implantasyonu sonrası, protez aort kapakta ciddi yetersizlik akımı gelişme oranı düşüktür (%1–3). Ancak %50 oranında hafif derecede paravalvüler yetersizlik akımı görülebildiği bildirilmektedir.^[33] Bir yıllık takiplerde hafif derecedeki yetersizlik akımlarının selim seyrettiği gözlenmiştir.

Ciddi aort darlığı olan çoğu hastada, sol ventrikül diastol sonu basıncındaki artışa bağlı olarak gelişen fonksiyonel mitral yetersizliği bulunur. Mitral kapaktaki bu yetersizlik akımının, protez aort kapağın yerleştirilmesinden sonra azalması beklenir. Ayrıca, protez kapak implantasyonu sonrası sol ventrikül fonksiyonlarında iyileşme görülebilir.

Sonuçlar

Transkateter aort kapak implantasyonu, aort kapak replasmanı ameliyatı açısından yüksek riskli olarak kabul edilen ciddi AD olan hastalarda klinik ve hemodinamik iyileşme sağlayan, güvenilir bir yöntemdir. Transkateter aort kapak implantasyonu işleminin başarısı, öncelikle deneyimli kişiler tarafından detaylı ekokardiyografik görüntüleme yapılarak, uygun hastanın doğru bir şekilde seçiminin yapılmasına bağlıdır. Ayrıca TAVİ işlemi sırasında floroskopiye ile

ekokardiyografinin, girişimsel ekokardiyografi uygulayıcısı tarafından kullanımı, işlemin doğru bir şekilde yönlendirilmesini ve işlem sonrası komplikasyonların önlenmesini sağlayacaktır.

Yazar(lar) ya da yazı ile ilgili bildirilen herhangi bir ilgi çakışması (conflict of interest) yoktur.

KAYNAKLAR

1. Roberts WC, Ko JM. Frequency by decades of unicuspid, bicuspid, and tricuspid aortic valves in adults having isolated aortic valve replacement for aortic stenosis, with or without associated aortic regurgitation. *Circulation* 2005;111:920–5.
2. Stephan PJ, Henry AC 3rd, Hebler RF Jr, Whiddon L, Roberts WC. Comparison of age, gender, number of aortic valve cusps, concomitant coronary artery bypass grafting, and magnitude of left ventricular-systemic arterial peak systolic gradient in adults having aortic valve replacement for isolated aortic valve stenosis. *Am J Cardiol* 1997;79:166–72. [CrossRef](#)
3. Peterson KL, Tsuji J, Johnson A, Di Donna J, Le Winter M. Diastolic left ventricular pressure-volume and stress-strain relations in patients with valvular aortic stenosis and left ventricular hypertrophy. *Circulation* 1978;58:77–89. [CrossRef](#)
4. Schwarz F, Baumann P, Manthey J, Hoffmann M, Schuler G, Mehmel HC, et al. The effect of aortic valve replacement on survival. *Circulation* 1982;66:1105–10. [CrossRef](#)
5. Ross J, Braunwald E. Aortic stenosis. *Circulation* 1968;38:61–7. [CrossRef](#)
6. Dewey TM, Brown D, Ryan WH, Herbert MA, Prince SL, Mack MJ. Reliability of risk algorithms in predicting early and late operative outcomes in high-risk patients undergoing aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:180–7. [CrossRef](#)
7. Andersen HR, Knudsen LL, Hasenkam JM. Transluminal implantation of artificial heart valves. Description of a new expandable aortic valve and initial results with implantation by catheter technique in closed chest pigs. *Eur Heart J* 1992;13:704–8.
8. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002;106:3006–8. [CrossRef](#)
9. Tamburino C, Capodanno D, Ramondo A, Petronio AS, Ertori F, Santoro G, et al. Incidence and predictors of early and late mortality after transcatheter aortic valve implantation in 663 patients with severe aortic stenosis. *Circulation* 2011;123:299–308. [CrossRef](#)
10. Godino C, Maisano F, Montorfano M, Latib A, Chieffo A, Michev I, et al. Outcomes after transcatheter aortic valve implantation with both Edwards-SAPIEN and CoreValve devices in a single center: the Milan experience. *JACC Cardiovasc Interv* 2010;3:1110–21. [CrossRef](#)

11. Eltchaninoff H, Prat A, Gilard M, Leguerrier A, Blanchard D, Fournial G, et al. Transcatheter aortic valve implantation: early results of the FRANCE (FRench Aortic National Core-Valve and Edwards) registry. *Eur Heart J* 2011;32:191–7.
12. Avanzas P, Muñoz-García AJ, Segura J, Pan M, Alonso-Briales JH, Lozano I, et al. Percutaneous implantation of the CoreValve self-expanding aortic valve prosthesis in patients with severe aortic stenosis: early experience in Spain. *Rev Esp Cardiol* 2010;63:141–8. [CrossRef](#)
13. Adams DH, Popma JJ, Reardon MJ, Yakubov SJ, Coselli JS, Deeb GM, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis. *N Engl J Med* 2014;370:1790–8.
14. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Barón-Esquivias G, Baumgartner H, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). *Eur Heart J* 2012;33:2451–96. [CrossRef](#)
15. Holmes DR Jr, Mack MJ, Kaul S, Agnihotri A, Alexander KP, Bailey SR, et al. 2012 ACCF/AATS/SCAI/STS expert consensus document on transcatheter aortic valve replacement: developed in collaboration with the American Heart Association, American Society of Echocardiography, European Association for Cardio-Thoracic Surgery, Heart Failure Society of America, Mended Hearts, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Ann Thorac Surg* 2012;93:1340–95. [CrossRef](#)
16. Quere JP, Monin JL, Levy F, Petit H, Baleynaud S, Chauvel C, et al. Influence of preoperative left ventricular contractile reserve on postoperative ejection fraction in low-gradient aortic stenosis. *Circulation* 2006;113:1738–44. [CrossRef](#)
17. Hachicha Z, Dumesnil JG, Bogaty P, Pibarot P. Paradoxical low-flow, low-gradient severe aortic stenosis despite preserved ejection fraction is associated with higher afterload and reduced survival. *Circulation* 2007;115:2856–64. [CrossRef](#)
18. Baumgartner H, Hung J, Bermejo H, Chambers JB, Evangelista A, Griffin BP, et al. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *JASE* 2009;1–23.
19. Willmann JK, Welshaupt D, Lachat M, Kobza R, Roos JE, Seifert B, et al. Electrocardiographically gated multidetector row CT for assessment of valvular morphology and calcification in aortic stenosis. *Radiology* 2002;225:120–8. [CrossRef](#)
20. Delgado V, Tops LF, Schuijff JD, van der Kley F, van de Veire NR, Schaliq MJ, et al. Successful deployment of a transcatheter aortic valve in bicuspid aortic stenosis: role of imaging with multislice computed tomography. *Circ Cardiovasc Imaging* 2009;2:12–3. [CrossRef](#)
21. Goncalves A, Marcos-Alberca P, Zamorano JL. Echocardiography: guidance during valve implantation. *Eurointervention* 2010(6 Suppl):14–9.
22. Chin Derek. Echocardiography for transcatheter aortic valve implantation. *Eur J Echocardiogr* 2009;10:21–9. [CrossRef](#)
23. Koos R, Altiok E, Mahnken AH, Neizel M, Dohmen G, Marx N, et al. Evaluation of aortic root for definition of prosthesis size by magnetic resonance imaging and cardiac computed tomography: implications for transcatheter aortic valve implantation. *Int J Cardiol* 2012;158:353–8. [CrossRef](#)
24. Schultz CJ, Moelker A, Piazza N, Tzikas A, Otten A, Nuis RJ, et al. Three dimensional evaluation of the aortic annulus using multislice computer tomography: are manufacturer's guidelines for sizing for percutaneous aortic valve replacement helpful? *Eur Heart J* 2010;31:849–56. [CrossRef](#)
25. Binder RK, Webb JG, Willson AB, Urena M, Hansson NC, Norgaard BL, 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;62:431–8. [CrossRef](#)
26. Zamorano JL, Badano LP, Bruce C, Chan KL, Gonçalves A, Hahn RT, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease. *Eur Heart J* 2011;32:2189–214. [CrossRef](#)
27. Otani K, Takeuchi M, Kaku K, Sugeng L, Yoshitani H, Haruki N, et al. Assessment of the aortic root using real-time 3D transesophageal echocardiography. *Circ J* 2010;74:2649–57.
28. Nico RL, Veire VD. Imaging to guide transcatheter aortic valve implantation. *J Echocardiogr* 2010;8:1–6. [CrossRef](#)
29. Czerwińska K, Hryniewiecki T, Oręziak A, Dąbrowski M, Michałowska I, Witkowski A, et al. Conduction disturbances and permanent cardiac pacing after transcatheter implantation of the CoreValve aortic bioprosthesis: initial single centre experience. *Kardiol Pol* 2012;70:121–8.
30. Bleiziffer S, Ruge H, Hörer J, Hutter A, Geisbüsch S, Brockmann G, et al. Predictors for new-onset complete heart block after transcatheter aortic valve implantation. *JACC Cardiovasc Interv* 2010;3:524–30. [CrossRef](#)
31. Rallidis LS, Moyssakis IE, Ikonomidis I, Nihoyannopoulos P. Natural history of early aortic paraprosthetic regurgitation: a five-year follow-up. *Am Heart J* 1999;138(2 Pt 1):351–7.
32. Yan TD, Cao C, Martens-Nielsen J, Padang R, Ng M, Vallye MP, et al. Transcatheter aortic valve implantation for high-risk patients with severe aortic stenosis: A systematic review. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139:1519–28. [CrossRef](#)
33. Vahanian A, Alfieri O, Al-Attar N, Antunes M, Bax J, Cormier B, et al. Transcatheter valve implantation for patients with aortic stenosis: a position statement from the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society of Cardiology (ESC), in collaboration with the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J* 2008;29:1463–70. [CrossRef](#)

Anahtar sözcükler: Aort darlığı; ekokardiyografi; transkateter aort kapak implantasyonu.

Keywords: Aortic stenosis; echocardiography; transcatheter aortic valve implantation.