

Transkateter aort kapak yerleştirme sonrası paravalvüler aort yetersizliği

Paravalvular aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement

Dr. Barış Buğan, Dr. Emin Murat Tuzcu

Cleveland Kliniği, Kardiyoloji Bölümü, Cleveland, OH, ABD

Özet- Transkateter aort kapak yerleştirme (TAKY), gelecekteki cerrahi tedavinin uygun olmadığı veya yüksek riskli olduğu ciddi aort darlığı bulunan hastalar için tedavi seçeneği kabul edilen, hızlı gelişen bir teknolojidir. Randomize çalışmalar, TAKY'nin cerrahi tedavinin uygun olmadığı hastalarda mortaliteyi azalttığını, yaşam kalitesini düzelttiğini, yüksek riskli hastalarda ise cerrahi tedavi ile benzer fayda oranları sağladığını göstermiştir. Fakat, bu tekniğin mükemmel olmasını önleyen bir kaç önemli eksikliği vardır. Bunların başında paravalvüler aort yetersizliği (PAY) gelir. Bu derlemenin amacı, TAKY sonrası gelişen PAY'nin mekanizması, sıklığı, tanısı ve tedavisini sunmaktır.

Summary- Transcatheter aortic valve replacement (TAVR) is a rapidly evolving technology that has been accepted as a treatment option in patients with severe aortic stenosis who are not suitable for or are at high risk for conventional surgery. Randomized trials have shown that TAVR decreases mortality and improves quality of life in patients who are not suitable for conventional surgery and that TAVR is not inferior to standard surgery in operable but high-risk patients. However, TAVR has several important limitations, the most prominent of which is residual paravalvular aortic regurgitation (PAR). The purpose of this review is to present the mechanism, incidence, assessment, and treatment of PAR after TAVR.

Transkateter aort kapak yerleştirme (TAKY) ameliyat olamayacak kadar yüksek riskli aort darlığı olan hastalar için en uygun tedavi seçeneği haline gelirken, riski yüksek olan hastalar için de alternatif bir tedavi olmuştur.^[1-3] Tüm dünyada TAKY hızla yaygınlaşmış ve artık orta riskli hastalar için alternatif bir tedavi olabileceği tartışılmaya başlamıştır. Fakat TAKY tedavi endikasyonlarını genişletmeden önce, işlem sonrası aort yetersizliği (AY) başta olmak üzere aşılması gereken bazı zorluklar vardır. AY, özellikle paravalvüler aort yetersizliği (PAY), TAKY sonrası sık karşılaşılan bir komplikasyon olup, kısa ve uzun dönem takiplerde artmış mortalite ile ilişkili bulunmuştur.^[4,5] Bu derleme ile TAKY tedavisinin en önemli engeli olan PAY'nin sıklığı, klinik etkileri, tedavi seçenekleri ve bu komplikasyonu azaltmaya yönelik yeni teknolojik gelişmeleri gözden geçirmek istedik.

Aort yetersizliği gelişimi ve sıklığı

Transkateter aort kapak yerleştirme sonrası gelişen AY kapak içi veya paravalvüler olmak üzere iki şekilde gözlenebilir. Az miktarda kapak içi yetersizlik sıklıkla fizyolojik bir etki olarak değerlendirilir. Ender de olsa, yapay kapağın işlem esnasında hasarlanması patolojik boyutta AY'ye yol açabilir.^[3] Cerrahi aort kapak replasmanı esnasında, kalsifik ve dar olan kapak yerinden çıkarılarak anülüs alanı temizlenir ve yeni yapay kapak, anülüs ve tüm çevre dokular net bir görüş alanı içerisinde dikilerek takılır. PAY oluşursa, neden genellikle dikişlerin kopmasıdır.

Kısaltmalar:

AY	Aort yetersizliği
HU	Hounsfield unit
MR	Manyetik rezonans
PAY	Paravalvüler aort yetersizliği
TAKY	Transkateter aort kapak yerleştirme
TEE	Transözofajiyal ekokardiyografi
TTE	Transtoraksik ekokardiyografi

Geliş tarihi: 13.08.2013 Kabul tarihi: 11.12.2013

Yazışma adresi: Dr. Emin Murat Tuzcu. Department of Cardiovascular Medicine, Heart and Vascular Institute, Cleveland Clinic, 9500 Euclid Avenue, J2-3 44195 Cleveland, United States.

Tel: +1 (216) 444 81 30 e-posta: tuzcu@ccf.org

© 2014 Türk Kardiyoloji Derneği



TAKY’de yapay kapak, kalsifiye olan anülüs alanına takılır. Bu durumda yapay kapağın tam ve simetrik bir şekilde yerleşmesi mümkün olmayabilir. Anülüs ve yapay kapak arasında AY ile sonuçlanan paravalvüler açıklık kalabilir.^[2,6,7]

Paravalvüler aort yetersizliği, cerrahi aort kapak replasmanı ile kıyaslandığında TAKY sonrası çok daha yaygın görülen bir komplikasyondur. Bildirilen AY görülme sıklığı TAKY için %50-85, cerrahi aort kapak replasmanı için %1-47.6 oranları arasındadır.^[5,6] Cerrahi aort kapak replasmanı sonrası orta veya ciddi aort yetersizliği sadece %0.9-4.2 oranlarında gözlenirken, TAKY sonrası daha sıklıkla ve %7-20 oranlarında gözlenmektedir.^[5-7] Athappan ve ark.^[5] yaptıkları geniş çaplı meta analizde orta veya ciddi AY’nin toplam sıklığını %11.7 oranında ve kendiliğinden genişleyen (the CoreValve-Medtronic, Inc., Minneapolis, MN) kapak takılan hastalarda balonla genişleyen (the Sapien val-

ve-Edwards Life Sciences, Inc., Irvine, CA) kapak kullanılan hastalara göre daha fazla saptamışlardır (sırasıyla, %16, %9.1).^[5] Kendiliğinden genişleyen kapak kullanıldığında orta veya ciddi AY sıklığının benzer şekilde daha fazla olduğu diğer birçok çalışmada da bildirilmiştir (Tablo 1, 2).^[7-16] Şimdiye kadar yayımlanmış olan AY sıklığı değerlerinde gözlenen oldukça büyük farklılıkların birçok nedeni vardır. Bu durum, kapak seçiminde kullanılan yöntemler, işlem tekniği ve operatör deneyimindeki farklılıklar, en önemlisi de yetersizlik derecelendirmesindeki zorluklar ve bu zorluklara bağlı olarak standardizasyonun yapılamaması ile açıklanabilir.

Klinik etkileri

Transkateter aort kapak yerleştirme sonrası AY sık gözlenen bir komplikasyon olması nedeniyle klinik etkileri üzerine yoğun bir şekilde odaklanılmıştır. İşlem

Tablo 1. Balonla genişleyen yapay kapak ile TAKY yapılan çalışmalarda orta ve ciddi AY görülme sıklıkları

Çalışma	Hasta sayısı	AY Oranları	%
Rodés-Cabau ve ark., 2010 ^[8]	339	Orta Ciddi	5 1
Leon ve ark., 2010 ^[9]	144	Orta-ciddi	12
Thomas ve ark., 2010 ^[10]	1038	Orta-ciddi	1.9
Smith ve ark., 2011 ^[7]	287	Orta-ciddi	12.2
Unbehaun ve ark., 2012 ^[11]	358	Orta	0.6

AY: Aort yetersizliği; TAKY: Transkateter aort kapak yerleştirme. ≥ 100 hasta sayısı olan çalışmalardan hazırlanmıştır.

Tablo 2. Kendiliğinden genişleyen yapay kapak ile TAKY yapılan çalışmalarda orta ve ciddi AY görülme sıklıkları

Çalışma	Hasta sayısı	AY Oranları	%
John ve ark., 2010 ^[12]	100	Orta Orta-ciddi	19.2 0.8
Tamburino ve ark., 2011 ^[13]	663	$\geq 2+$ AY	21
Gotzmann ve ark., 2011 ^[14]	145	Orta Ciddi	16 1
Sinning ve ark., 2012 ^[15]	146	Orta Ciddi	12.3 2.7
Ussia ve ark., 2012 ^[16]	178	Orta	15.2

AY: Aort yetersizliği; TAKY: Transkateter aort kapak yerleştirme. ≥ 100 hasta sayısı olan çalışmalardan hazırlanmıştır.

sonrası, 30 günlük, bir yıllık ve iki yıllık takiplerde, orta-ciddi AY'nin mortalitenin bağımsız bir öngördürücüsü olduğu gösterilmiştir.^[5] Bunun yanı sıra, hafif AY'nin mortalite ile ilişkisi olup olmadığı halen tartışmalıdır. Bazı çalışmalarda hafif AY'nin masum bir bulgu olduğu belirtilirken, PARTNER (Placement of AoRTic TraNscatheter) çalışmasının iki yıllık takip sonuçları, hafif AY'nin bile artmış mortalite ile ilişkili olduğunu ortaya koyması bu konudaki endişeleri artırmıştır.^[17] Ayrıca, Athappan ve ark.^[5] yaptığı meta analizle orta veya ciddi AY'nin yanı sıra, hafif AY'nin de artmış mortalite ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Şekil 1). Çalışmalar arasındaki çelişkili sonuçlar, TAKY sonrası AY'nin tanımlanması ve derecelendirilmesindeki zorluklardan kaynaklanıyor olabilir. Bu yaşanan zorluklar, AY ölçüm ve derecelendirilmesinde standart kriterlerin geliştirilmesi ile aşılabilir gibi gözükmektedir.

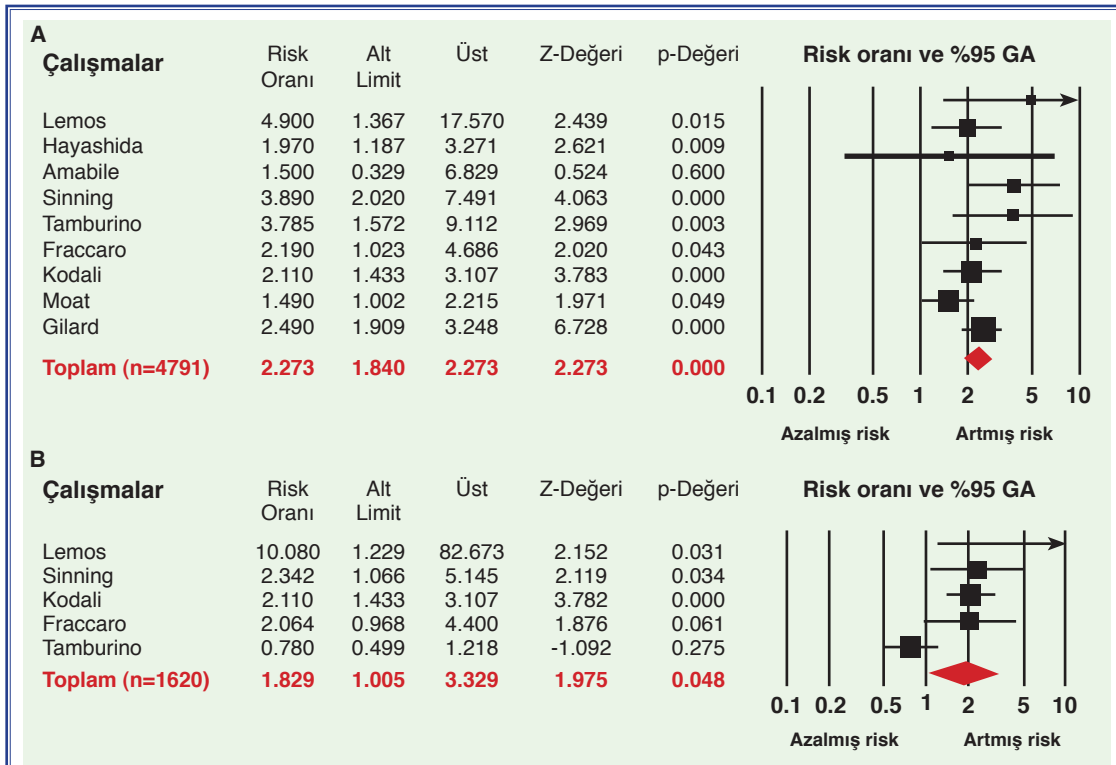
Paravalvüler aort yetersizliği risk belirteçleri

Hatalı aort anülüs ölçümleri ile yanlış yapay kapak seçimi, aort kökünün yaygın kalsifikasyonu, anülüsün eksenrik yapıda olması ve yapay kapağın yerleşti-

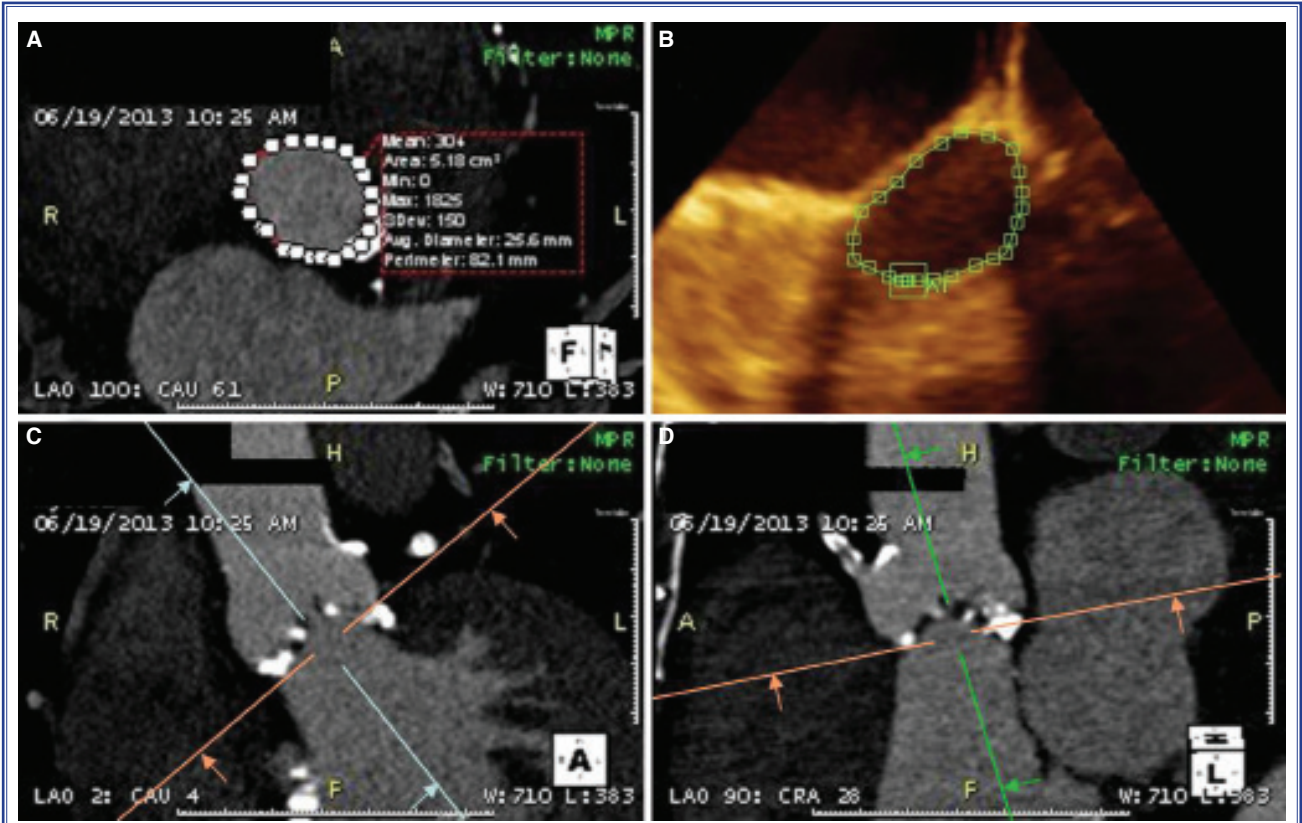
rilmesindeki hatalar, TAKY sonrası AY gelişiminin en önemli belirteçleridir.^[5] Bunların yanı sıra, erkek cinsiyet, New York Kalp Birliği fonksiyonel kapasite evre 4 gibi klinik bazı özelliklerin de belirleyici olabileceği bildirilmiştir.^[11] İşlem öncesi anülüs boyutlarının doğru ölçülmesi, tüm risk belirteçleri göz önünde bulundurulduğunda, PAY'yi önlemede en temel noktadır.

Aort anülüsü ölçümü

Aort anülüsü ölçümü, ekokardiyografi, tomografi ve/veya manyetik rezonans (MR) görüntülemeyi içeren çok modellenli bir yaklaşım ile kapakçıkların aort kökünden kaynaklandığı noktalar esas alınarak sistol esnasında yapılır. İlk tercih edilen metod, anülüs ölçümü yanı sıra kapaklar ve sol ventrikül fonksiyonları hakkında da ek bilgiler veren ekokardiyografidir. Anülüs ölçümleri, iki boyutlu transtorasik ekokardiyografi (TTE) ile uzun eksen ve transözofajiyal ekokardiyografi (TEE) ile orta özefagus 120°-140° arası uzun eksen pencerede yapılır. Anülüsün dairesel bir yapıdan ziyade oval şekilli olması nedeniyle, çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) veya üç boyutlu



Şekil 1. Tüm nedenlere bağlı mortalite üzerine orta veya ciddi AY (A) ve hafif AY'nin (B) etkisini gösteren risk oranlarının meta-analiz diyagramı. Athappan ve ark.^[5] tarafından yapılan meta analizden uyarlanmıştır. AY: Aort yetersizliği; GA: Güven aralığı.



Şekil 2. Anülüsün dairesel bir yapıdan ziyade oval şekilli olduğunu ÇKBT ve üç boyutlu TEE ile farklı açılardan ortaya koyan görüntüleri. (A) Anülüsün ÇKBT ile kısa eksen kesitsel görüntüsü. (B) Anülüsün üç boyutlu TEE ile yeniden şekillendirilmesi sonrası elde edilen kısa eksen görüntüsü. (C) Koronal düzlemde sol ventrikül çıkış yolunun uzun eksen görüntüsü. (D) Sagittal düzlemde sol ventrikül çıkış yolunun uzun eksen görüntüsü. ÇKBT: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi; TEE: Transözofajiyal ekokardiyografi.

TEE ile yapılan ölçümlerin değerlendirmeye eklenmesi, tüm aort kökünün anatomisine hakimiyeti ve doğru yapay kapak seçimini sağlar (Şekil 2, Tablo 3). Kardiyak MR her hastada ihtiyaç duyulan bir görün-

tüleme yöntemi olmasa da, aort kökü ve aort kapak anatomik yapısını ve fonksiyonlarını ve sistolik fonksiyonları iyi değerlendirebildiği için, diğer yöntemlerle arada kaldığında tercih edilebilir.^[18,19] Çok

Tablo 3. TAKY öncesi aort anatomisinin değerlendirilmesinde görüntüleme yöntemlerinin etkinliği

Değerlendirilen anatomik alan	Görüntüleme yöntemi				
	2-B TTE	2-B TEE	3-B TEE	ÇKBT	MR
Aort darlığı ciddiyeti	++*	+†	++†	+†	±
Aort kapak morfolojisi	+	++	++	+	±
Aort kökü konumu	-	-	-	++	++
Aort kökü morfoloji	+	+	++	++	++
Aort anülüs çapı	+	+	±±	++	++
Koroner ostiyum-anüler mesafe	-	±	+	++	++
Kalsifikasyon dağılımı	±	+	+	++	-

-: kötü; ±: Sınırlı, +: İyi, ++: Çok iyi; *: Devamlılık denklemi ile yapılan ölçümler kullanıldığında; †: Planimetri ile yapılan ölçümler kullanıldığında; 2-B: 2-boyutlu; 3-B: 3-boyutlu; ÇKBT: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi; MR: Manyetik rezonans; TAKY: Transkateter aort kapak yerleştirme; TEE: Transözofajiyal ekokardiyografi; TTE: Transtorasik ekokardiyografi.

modelli yaklaşımda yer alan görüntüleme yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları Tablo 3’de özetlenmiştir.

1. Anülüs boyutlarının ölçümündeki hatalar:

Yapay kapak çapının, anülüs çapına göre küçük seçilmesi birçok PAY’nin ana nedenidir. Détaint ve ark.^[20] aşağıdaki kaplama indeksi formülünü:

Kaplama İndeksi = (Protez Kapak Çapı - Anülüs Çapı) / Protez Kapak Çapı x 100 kullanarak balon ile genişleyen kapak yerleştirme sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada, düşük kaplama indeksinin orta veya ciddi AY’nin bağımsız bir belirteci olduğunu ve kaplama indeksi %8’in üzerinde olan hastalarda orta ve üzerinde AY oluşmadığını bildirmiştir.^[20] Kendiliğinden genişleyen yapay kapak yerleştirilmesini içeren diğer birkaç çalışmada da benzer sonuçlar bildirilmiştir.^[15,21] Gripari ve ark.^[22] balon ile genişleyen yapay kapak yerleştirilen 135 hastanın değerlendirildiği diğer bir çalışmada, kaplama indeksinin orta veya ciddi PAY gelişiminin bağımsız bir belirteci olduğunu göstermişlerdir.

Aort anülüsü çoğu zaman daire değil oval şekildedir. Bu nedenle, iki boyutlu ekokardiyografi ile anülüs ölçümleri, doğru anatomik noktalardan yapılsa bile hatalı sonuç verebilir. Çoğu zaman ölçülen çap kısa eksenini temsil eder. Bu durumda elde edilen ölçümler hatalı kapak seçilmesine yol açarak TAKY sonrası AY ile sonuçlanabilir. Birçok çalışma, doğru anülüs ölçümlerinin tomografi kılavuzluğunda elde edildiğini ve üç boyutlu TEE ve tomografi ölçümlerinin en uygun protez kapak seçimini sağlayarak işlem sonrası AY gelişimini önlemede anahtar role sahip olduğunu göstermiştir (Tablo 3).^[5,23,24] Ayrıca, tomografi ve MR görüntülemesi ile yapılan diğer birkaç çalışmada, aort anülüsünün iki boyutlu ekokardiyografiye göre daha büyük ölçülmesinin işlem sonrası AY gelişimini azalttığı bildirilmiştir. Fakat hatalı büyük anülüs ölçümü ile daha büyük çaplı kapak yerleştirilmesinin anülüsün yırtılmasına, koroner arter tıkanıklığına ve aritmi gibi diğer ciddi komplikasyonlara yol açabileceği unutulmamalıdır.^[23] Sonuç olarak, çok sayıda görüntüleme yöntemi kullanılarak doğru seçilen yapay aort kapağın aort kökü ve sol ventrikül çıkış yoluna tam olarak yaslanması, PAY’yi de içeren işlem komplikasyonlarının gelişmesini engelleyecektir.

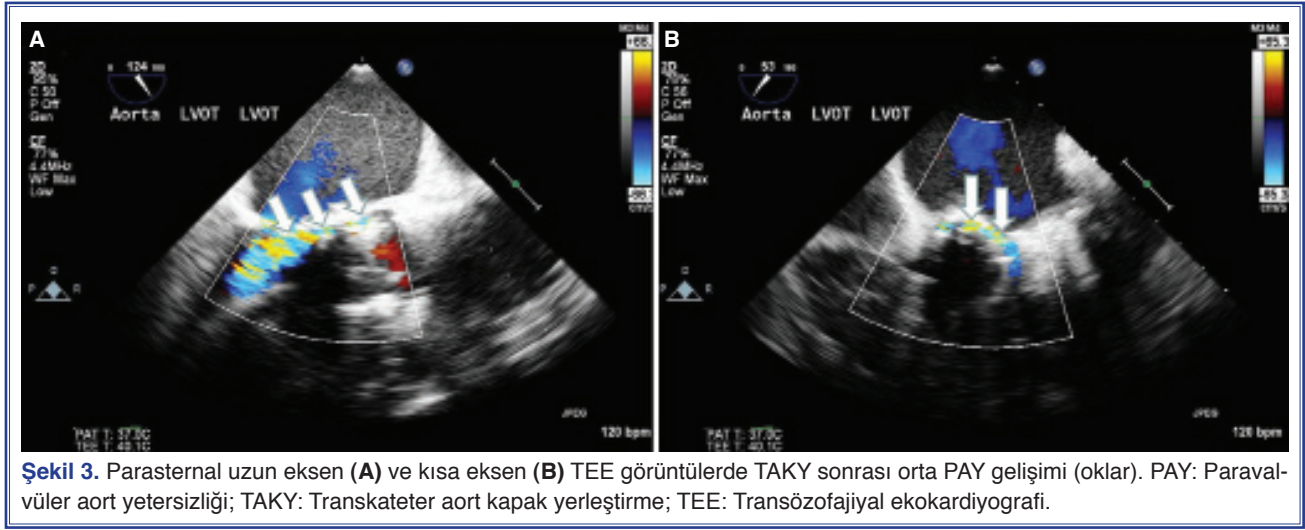
2. Aort kökü kalsifikasyonu: Aort kökü kalsifikasyonu, takılan kapağın tam olarak genişlemesine ve aort duvarına tümüyle temas etmesine engel ola-

rak AY’ye neden olur. Özellikle de asimetrik yaygın kalsifikasyon AY riskini belirgin olarak artırmaktadır.^[5,25,26] Birçok çalışmada, farklı görüntüleme ve derecelendirme sistemleri kullanılarak belirlenen aort kökü kalsifikasyonunun işlem sonrası AY oluşumu ile ilişkisi gösterilmiştir. En sık kullanılan Agatston derecelendirilmesi, EKG duyarlı çok kesitli tomografi kullanılarak elde edilen, tüm kapak ve ayrı ayrı kapakçık kalsifikasyonu hakkında bilgi veren bir sistemdir.^[27] Öncelikle atenüasyon katsayısı, anülüs ve kapakçıkların ayrı ayrı aldığı Hounsfield unit (HU) değerlerine göre belirlenir ve 130 HU eşik değeri kullanılarak şu şekilde hesaplanır: 1=130-199 HU, 2=200-299 HU, 3=300-399 HU ve 4 ≥400 HU. Hesaplanan bu değerler ölçüm yapılan alan ile çarpılarak toplam Agatston derecesi elde edilir.^[27] Yüksek Agatston derecesi, orta veya ciddi AY gelişimi ve yeniden müdahale ihtiyacı ile ilişkili bulunmuştur.^[5,25] Kapakçıkların kalsifikasyonu ile aynı lokalizasyondan kaynaklı AY oluşumu arasında güçlü bir ilişki olduğu da saptanmıştır.^[26]

3. Yapay kapağın uygun anatomik yerine yerleştirilmesi: İşlem sonrası PAY de dahil olmak üzere birçok komplikasyonu önlemek için büyük bir öneme sahip olan kapağın yerleştirileceği yer, floroskopi ve anjiyografi ile belirlenir.^[1,5] Bu nedenle, floroskopik görüntülemede anatomik noktalar doğru belirlenmelidir.^[1,3] Sol ventrikül çıkış yolu ile çıkan aort arasındaki açı ve takılan kapağın sol ventrikül çıkış yoluna doğru derinliği, işlem sonrası AY’nin bağımsız belirleyicileri olarak saptanmıştır.^[28] Yerleştirme sonrası açının fazla olması, yapay kapağın anülüse çepeçevre temas etmesini bozarak paravalvüler açıklık olmasına ve AY’ye yol açar. Yapay kapak çok aşağıya veya yukarıya doğru yerleştirilirse de, kapağı kaplayan etekler anülüs etrafına yeterli yapışmayı sağlayamayacağı için AY’ye yol açabilir.^[5] İşlem tecrübesinin artması ile birlikte anlamlı üç boyutlu görüntüleme ve yeni cihazların gelişimi yapay kapağın uygun yere yerleştirilmesini sağlayarak işlem sonrası AY gelişimini azaltacaktır.

Paravalvüler aort yetersizliğinin değerlendirilmesi

Yapay kapak varlığı ve yaygın kalsifikasyon nedeniyle oluşan akustik gölgelenme ve jet akımının eksenrik yapıda olması, PAY’nin yerinin kesin olarak belirlenmesine ve doğru derecelendirilmesinde zorluklara yol açmaktadır.^[29] Ekokardiyografi (TTE ve



Şekil 3. Parasternal uzun eksen (A) ve kısa eksen (B) TEE görüntülerde TAKY sonrası orta PAY gelişimi (oklar). PAY: Paravalvüler aort yetersizliği; TAKY: Transkateter aort kapak yerleştirme; TEE: Transözofajiyal ekokardiyografi.

TEE), anjiyografi, hemodinamik basınç kayıtları ve hatta MR görüntülemesi ile çok modellenmiş bir yaklaşım PAY'nin ciddiyetini doğru belirleyebilir. Özellikle son zamanlarda MR görüntülemesinin kapak yetersizliğini değerlendirmede çok etkin olduğu ve prognostik bilgiler verdiği saptanmıştır.^[30] Sherif ve ark.^[31] TAKY sonrası AY'yi ekokardiyografi, anjiyografi ve MR görüntülemesi ile değerlendirmiş ve ekokardiyografinin AY'yi gerçek ciddiyetinden daha hafif olarak değerlendirdiğini, aortografinin ise MR'ye benzer sonuçlar verdiğini saptamıştır. Bu sonuçlar MR görüntülemesinin TAKY sonrası AY'yi değerlendirmek için faydalarını ortaya koysa da, günümüzde daha çok araştırma amaçlı kullanılabilir. Sonuç olarak, PAY değerlendirilmesi, hem işlem sırasında hem de takip döneminde çok modellenmiş bir yaklaşım gerektirebilir. Özellikle orta ve ciddi AY varlığının işlem esnasında tespiti, hayat kurtarıcı olabilecek tedavi önlem-

lerinin alınmasına olanak sağlayacaktır.

1. Ekokardiyografik değerlendirme: Ekokardiyografi, AY'nin tespiti ve değerlendirilmesinde hızlı ve kullanışlı bir yöntemdir. Ayrıca ekokardiyografik değerlendirme ile kapağın genel görünümü, diğer kalp boşlukları ve sol ventrikül fonksiyonları hakkında da ek bilgiler elde edilebilir. Yapay kapak tüm ekokardiyografik pencereler kullanılarak değerlendirilmelidir (Şekil 3).^[29,32] Özellikle işlem esnasında TEE ile yapay kapak değerlendirilirken, kapağın ön bölgesinde oluşan akustik gölgelenme orta-özofajiyal pencereden transgastrik pencereye inilerek ortadan kaldırılabilir.^[5,19,32] Merkezi jetlerin aksine, paravalvüler jetlerin eksantrik akım yapısında olması, standart kantitatif ve yarı kantitatif değerlendirmeler ile doğru bir derecelendirmeyi engelleyebilir.^[29] Ayrıca ekokardiyografik ölçümlerin TAKY sonrası AY için geçerliliği henüz doğrulanmamıştır. Bu belirsizliğe bir

Tablo 4. TAKY sonrası AY değerlendirilmesi için VARC-II önerileri^[32]

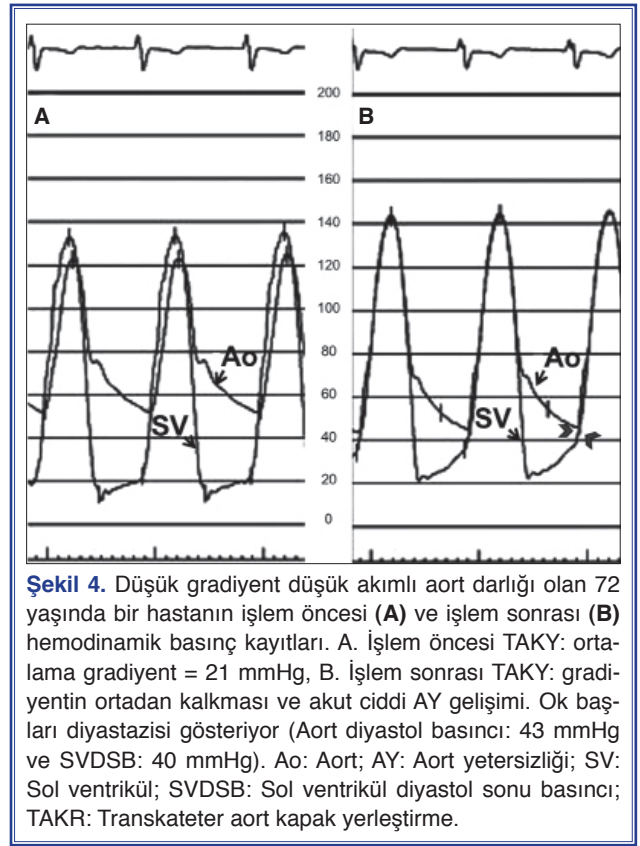
	Hafif	Orta	Ciddi
Yarı-kantitatif ölçütler			
İnen aortada diyastolik ters akım	Yok veya kısa süren	Orta seviyede	Tüm diyastolde
Yetersizlik akımının dairesel boyutu (%)	<10	10-29	>30
Kantitatif ölçütler			
EROA (cm ²)	<0.10	0.10-0.29	≥0.30
R Hacmi (mL)	<30	30-59	≥60
RF (%)	<30	30-49	≥50

AY: Aort yetersizliği; EROA: Etkili regürjitasyon orifis alanı; R: Regürjitasyon; RF: Regürjitasyon fraksiyonu; VARC: Valve academic research consortium. Kappetein ve ark.^[32] tarafından derlenen makaleden uyarlanmıştır.

ölçüde çözüm olması amacıyla yakın zamanda, Valve Academic Research Consortium (VARC-II), TAKY sonrası AY değerlendirilmesi için önerilerini yayımlamıştır (Tablo 4).^[32] Mevcut öneriler doğrultusunda, iki boyutlu ve Doppler ekokardiyografinin yanı sıra üç boyutlu ekokardiyografi kullanımı ile daha etkin yetersizlik akımı değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

2. Hemodinamik değerlendirme: Aort diyastolik basıncının ani düşmesi, geniş nabız basıncı ve sol ventrikül diyastol sonu basıncının yükselmesi ile karşımıza çıkan klasik akut AY bulguları TAKY sonrası gelişen AY'de görülebilir. Hatta diyastaz adı verilen diyastol sonu aort ve sol ventrikül basınçlarının eşitlenmesi, ciddi AY bulgusu olabilir (Şekil 4).^[33] Fakat bu bulgular diyastolik ve sistolik kan basıncını, arterin elastikliğini ve miyokart kompliyansını değiştiren başta ileri yaş ve arterioskleroz olmak üzere diğer etkenler sonucu olarak da ortaya çıkabilir.^[34] TAKY tedavisi ileri yaş ve yaygın birçok morbiditeleri olan riskli grup hastalara uygulanır. Bu nedenle, özellikle anormal hemodinamik bulgular gözlemlendiğinde, değerlendirme yapay kapak yerleştirilmesi öncesi ve sonrası hemodinamik basınç kayıtları karşılaştırılarak yapılmalıdır (Şekil 4). Yakın zamanda, Sinning ve ark.^[15] diyastol sonu aort basıncı ile sol ventrikül basıncının farkının sistolik kan basıncına oranıyla elde edilen AY indeksini tanımlamışlardır. İndeksin 25'in altında olmasının artmış bir yıllık mortalite ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.^[15] Fakat bu indeksin klinik tedavi kararını etkileme konusundaki geçerliliğini doğrulayacak daha fazla veriye ihtiyaç vardır.

3. Anjiyografik değerlendirme: Aort kökü anjiyografisi, AY değerlendirilmesi için kullanılan yarı kantitatif ve subjektif invaziv bir yöntemdir. TAKY sonrası AY değerlendirilmesinde ekokardiyografik görüntülemeyi tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabilir. Kontrast enjeksiyonu esnasında, optimal değerlendirme elde etmek için kılavuz teller ve kateterler sol ventrikülden çıkan aortaya geri çekilmelidir. AY ciddiyeti Sellers kriterleri kullanılarak değerlendirilir:^[35] Hafif (1+); Sol ventrikülden boyanma olmadan küçük miktar kontrast varlığı, Orta (2+); Sol ventrikülden her atımda temizlenen kontrast ile zayıf boyanma, Orta-Ciddi (3+); Sol ventrikülden her atımda temizlenmeyen ve yoğunluğu çıkan aort ile eşit gözlenen belirgin boyanma, Ciddi (4+); Sol ventrikülden her atımda temizlenmeyen ve yoğunluğunun çıkan aortadan daha fazla olduğu gözlenen belirgin boyanma.



Tedavi

Transkateter aort kapak yerleştirme sonrası gelişen akut PAY'nin kalp yetersizliğine ilerleyişini ve mortalite ile sonuçlanmasını engellemeye yönelik etkili tedavi yönetimi için dünya genelinde kabul görmüş bir algoritma henüz bulunmamaktadır. Bu nedenle PAY oluşumunun önlenmesi tedavide anahtar role sahiptir. İşlem öncesi ayrıntılı inceleme ile mevcut riskler belirlenerek, doğru anülüs ölçümü yapıp, işlem esnasında da kapağın uygun yerleştirilmesi dikkatli bir şekilde yapıldığında, PAY büyük ölçüde önlenir. Tüm önlemlere rağmen PAY geliştiğinde, yerleştirme sonrası balonla genişletme, kapak içerisine kapak yerleştirilmesi ve özellikle kendiliğinden genişleyen yapay kapaklar için kapan (snare) kateterlerin yardımıyla yeniden pozisyon verilmesi temel tedavi seçenekleridir. Tedavi seçeneğini AY'nin nedeni ve ciddiyeti belirler.^[36-39] Yapay kapakların yerleştirilmesi esnasında tam açılmanın sağlanamaması PAY'nin en önemli nedenidir ve genellikle ilk tedavi tercihi yerleştirme sonrası balonla genişletmedir. Birçok hastada uygun cevap alınabilse de, balonla genişletme ile fazla açılma, inme, kapağın hasarlanması, PAY'nin devam etmesi, anülü-

sün yırtılması ve atriyoventriküler blok gelişimini içeren komplikasyon risklerini de beraberinde getirdiğini düşündürülen veriler vardır.^[37] Yapay kapakların anülüs seviyesinden sol ventrikül çıkış yoluna doğru çok daha aşağıya takılması PAY'nin önemli bir diğer nedenidir. Bu durumda, kendiliğinden genişleyen kapak kapan kateter ile yakalanarak daha uygun bir yere takılabilir. Fakat kapan kateter ile yapılan manevralar esnasında, kapağın kendisi ve çevre dokulardaki aterom plaklar ve kalsifik parçalar yerinden ayrılarak emboliye yol açabilir. Ayrıca çıkan aorta, yapay kapak ve koroner arter ağzlarının hasarlanabileceği akılda tutulmalıdır.^[36,38] Yapay kapak içerisine kapak yerleştirilmesi, balonla yeniden genişletme ve diğer teknikler ile PAY düzeltilemediğinde veya özellikle balonla genişleyen yapay kapaklarda kapağa yeniden pozisyon verilememesi nedeniyle tercih edilen tedavi seçeneğidir. İtalya TAKY çalışmasının kayıtları incelendiğinde, 663 hastanın 24'üne (%3.6) hemodinamiyi bozan PAY nedeniyle kapak içerisine kapak yerleştirildiği bildirilmiş ve başarılı tek kapak takılan hastalar ile kapak içerisine kapak yerleştirilen bu hastaların bir yıllık sonuçları karşılaştırıldığında, benzer sonuçlar gözlenmiştir.^[39] Komplikasyon olarak sadece pil takılmasını gerektiren atriyoventriküler blok gelişimi daha fazla oranda saptanmıştır.^[39] Sınırlı hasta sayısına sahip diğer çalışmalarda da kapak içerisine kapak yerleştirilmesini destekleyici sonuçlar bildirilmiştir.^[40,41] Bu konu ile ilgili olarak en geniş seri, Makkar ve ark.^[42] tarafından PARTNER çalışmasında yer alan 2554 hastadan elde edilen 64 hastanın (%2.54) verileri ile yakın zamanda yayımlanmıştır. Hastaların 61'ine TAKY sonrası AY nedeniyle kapak içerisine kapak yerleştirilmiştir. AY gelişen 61 hastanın 31'inde (%50.8) transvalvüler

AY, 22'sinde (%36.1) PAY ve 8'inde (%13.1) ise hem transvalvüler AY hem de PAY rapor edilmiştir. Çalışmanın bir yıllık takip sonuçları incelendiğinde, gruplar arasında kapak fonksiyonları benzer bulunmuştur. Fakat diğer çalışma sonuçlarının aksine, kapak içerisine kapak yerleştirilen hastaların kardiyovasküler nedenlere bağlı mortalitesinin artmış olduğu bildirilmiştir (Risk oranı 1.86, 95% güven aralığı [GA] 1.03-3.38, p=0.041).^[42] Daha geniş çaplı çalışmaların uzun dönem sonuçları ile kapak içerisine kapak yerleştirilmesinin PAY tedavisindeki yararı daha da netlik kazandırmaktadır.

Vasküler kapama cihazları kullanılarak paravalvüler açıklık tamiri, cerrahi sonrası sıklıkla kullanılan ve klinik faydaları birçok çalışmada gösterilmiş bir yöntemdir. İşlem başarı oranları %89.3, yıllık takip süresince semptomsuz hasta oranları %72 olarak bildirilmiştir.^[43] TAKY sonrası paravalvüler açıklığın vasküler kapama cihazlarıyla başarıyla tedavi edildiğini bildirmiş olgular olmasına rağmen,^[44] geniş çaplı çalışmalar yapıldıktan sonra tedavideki yeri belirlenebilecektir. Yüksek riskli olsa da ameliyat olabilecek hastalarda standart cerrahi kapak replasmanı, tüm perkütan tedavi yöntemlerine rağmen hastanın stabilitesini bozan PAY devam ettiğinde kaçınılmaz son çare tedavi olarak uygulanabilir.

Yeni teknolojik gelişmeler

Son zamanlarda PAY'nin oluşumunu azaltmaya yönelik transkateter yapay kapak sistemleri ve teknolojileri umut verici şekilde gelişmektedir (Tablo 5). Bu yeni geliştirilen cihazlarda aort duvarına daha iyi yapışma, cihazın yeniden yakalanabilmesi ve pozis-

Tablo 5. Yeni nesil yapay kapakların pilot çalışmalarında elde edilen AY oranları

Araştırılan yapay kapak	AY oranları
Lotus Valve (Boston Scientific, Natick, MA, ABD) ^[46]	Otuz günlük takip; %1.9 orta AY
Portico Valve (St. Jude Medical, Minneapolis, Minnesota, ABD) ^[47]	İşlem sonrası; %90 ≤ hafif AY %10 orta AY
Edwards Saphien 3 (Edwards Lifesciences, Irvine, CA, ABD) ^[48]	Otuz günlük takip; %27 hafif AY
Direct Flow Medical (Santa Rosa, CA, ABD) ^[49]	İki yıllık takip; %27 hafif AY

AY: Aort yetersizliği.

yon verilebilmesi hedeflenmektedir.^[45] Hala devam eden pilot çalışmaların ilk sonuçları orta veya ciddi aort yetersizliği oranlarının yok denecek kadar az olduğunu göstermiştir (Tablo 5).^[46-49] Ayrıca bir diğer aşılması gereken zorluk, işlemden hemen sonra yeterliliğin kaynaklandığı yerin, nedeninin ve ciddiyetinin belirlenebilmesi için en iyi görüntülemeyi sağlayabilmektir. Bu nedenle işlem esnasında tomografi ve MR görüntüleme olanağı sağlayabilecek hemodinami laboratuvarları için çalışmalar sürmektedir.^[50]

Sonuç

Transkateter aort kapak yerleştirme ile perkütan tedavi yöntemlerinde yeni bir dönem açılmış olmasına rağmen, PAY'nin artmış mortalite ile olan ilişkisi, bu tedavinin yaygınlaşmasındaki en önemli engel olarak durmaktadır. Fakat mevcut teknik donanım ile PAY'yi önlemek için, işlem öncesi uygun hasta seçimi ve bu hastaların aort anatomisinin detaylı değerlendirilmesi sayesinde uygun kapak seçimi en kritik role sahiptir. Ayrıca yeni geliştirilecek teknolojiler sayesinde yeni yapay kapak sistemleri ve yerleştirme teknikleri yanı sıra daha da düzelecek anatomik değerlendirme ve anülüs ölçümleri TAKY sonrası PAY'nin önemli oranda azalmasına yol açarak daha iyi klinik sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca gelecekte yapılacak çalışmalar, PAY'nin tespiti ve ciddiyetinin standardizasyonunu sağlayacaktır. Tüm bu gelişmeler sayesinde, TAKY tedavisi, sadece ameliyat edilemeyecek ve yüksek riskli hastalar için değil tüm hasta grupları için bir tedavi seçeneği haline gelebilecektir.

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

KAYNAKLAR

- 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. J Am Coll Cardiol 2012;59:1200-54. [CrossRef](#)
- Dvir D, Barbash IM, Ben-Dor I, Torguson R, Badr S, Minha S, et al. Paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: diagnosis, clinical outcome, preventive and therapeutic strategies. Cardiovasc Revasc Med 2013;14:174-81. [CrossRef](#)
- Lerakis S, Hayek SS, Douglas PS. Paravalvular aortic leak after transcatheter aortic valve replacement: current knowledge. Circulation 2013;127:397-407. [CrossRef](#)
- Généreux P, Head SJ, Hahn R, Daneault B, Kodali S, Williams MR, et al. Paravalvular leak after transcatheter aortic valve replacement: the new Achilles' heel? A comprehensive review of the literature. J Am Coll Cardiol 2013;61:1125-36.
- Athappan G, Patvardhan E, Tuzcu EM, Svensson LG, Lemos PA, Fraccaro C, 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;61:1585-95. [CrossRef](#)
- Sponga S, Perron J, Dagenais F, Mohammadi S, Baillet R, Doyle D, et al. Impact of residual regurgitation after aortic valve replacement. Eur J Cardiothorac Surg 2012;42:486-92.
- Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. N Engl J Med 2011;364:2187-98. [CrossRef](#)
- Rodés-Cabau J, Webb JG, Cheung A, Ye J, Dumont E, Feindel CM, et al. Transcatheter aortic valve implantation for the treatment of severe symptomatic aortic stenosis in patients at very high or prohibitive surgical risk: acute and late outcomes of the multicenter Canadian experience. J Am Coll Cardiol 2010;55:1080-90. [CrossRef](#)
- Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. N Engl J Med 2010;363:1597-607. [CrossRef](#)
- Thomas M, Schymik G, Walther T, Himbert D, Lefèvre T, Treede H, et al. Thirty-day results of the SAPIEN aortic Bioprosthesis European Outcome (SOURCE) Registry: A European registry of transcatheter aortic valve implantation using the Edwards SAPIEN valve. Circulation 2010;122:62-9. [CrossRef](#)
- Unbehaun A, Pasic M, Dreyse S, Drews T, Kukucka M, Mladenow A, et al. Transapical aortic valve implantation: incidence and predictors of paravalvular leakage and transvalvular regurgitation in a series of 358 patients. J Am Coll Cardiol 2012;59:211-21. [CrossRef](#)
- John D, Buellesfeld L, Yuecel S, Mueller R, Latsios G, Beucher H, et al. Correlation of Device landing zone calcification and acute procedural success in patients undergoing transcatheter aortic valve implantations with the self-expanding CoreValve prosthesis. JACC Cardiovasc Interv 2010;3:233-43. [CrossRef](#)
- 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](#)
- Gotzmann M, Pljakic A, Bojara W, Lindstaedt M, Ewers A, Gerding A, et al. Transcatheter aortic valve implantation in patients with severe symptomatic aortic valve stenosis-predictors of mortality and poor treatment response. Am Heart J 2011;162:238-45 e1.
- Sinning JM, Hammerstingl C, Vasa-Nicotera M, Adenauer V, Lema Cachiguango SJ, Scheer AC, et al. Aortic regurgitation index defines severity of peri-prosthetic regurgitation and

- predicts outcome in patients after transcatheter aortic valve implantation. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:1134-41. [CrossRef](#)
16. Ussia GP, Barbanti M, Petronio AS, Tarantini G, Ettori F, Colombo A, et al. Transcatheter aortic valve implantation: 3-year outcomes of self-expanding CoreValve prosthesis. *Eur Heart J* 2012;33:969-76. [CrossRef](#)
 17. Kodali SK, Williams MR, Smith CR, Svensson LG, Webb JG, Makkar RR, et al. Two-year outcomes after transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N Engl J Med* 2012;366:1686-95. [CrossRef](#)
 18. Tuzcu EM, Kapadia SR, Schoenhagen P. Multimodality quantitative imaging of aortic root for transcatheter aortic valve implantation: more complex than it appears. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:195-7. [CrossRef](#)
 19. Bloomfield GS, Gillam LD, Hahn RT, Kapadia S, Leipsic J, Lerakis S, et al. A practical guide to multimodality imaging of transcatheter aortic valve replacement. *JACC Cardiovasc Imaging* 2012;5:441-55. [CrossRef](#)
 20. Détaint D, Lepage L, Himbert D, Brochet E, Messika-Zeitoun D, Jung B, et al. Determinants of significant paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve: implantation impact of device and annulus discongruence. *JACC Cardiovasc Interv* 2009;2:821-7. [CrossRef](#)
 21. Samim M, Stella PR, Agostoni P, Kluin J, Ramjankhan F, Sieswerda G, et al. A prospective “oversizing” strategy of the Edwards SAPIEN bioprosthesis: results and impact on aortic regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013;145:398-405.
 22. Gripari P, Ewe SH, Fusini L, Muratori M, Ng AC, Cefalù C, et al. Intraoperative 2D and 3D transoesophageal echocardiographic predictors of aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation. *Heart* 2012;98:1229-36. [CrossRef](#)
 23. Willson AB, Webb JG, Labounty TM, Achenbach S, Moss R, Wheeler M, et al. 3-dimensional aortic annular assessment by multidetector computed tomography predicts moderate or severe paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: a multicenter retrospective analysis. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:1287-94. [CrossRef](#)
 24. Schultz CJ, Tzikas A, Moelker A, Rossi A, Nuis RJ, Geleijnse MM, et al. Correlates on MSCT of paravalvular aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation using the Medtronic CoreValve prosthesis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;78:446-55.
 25. Koos R, Mahnken AH, Dohmen G, Brehmer K, Günther RW, Autschbach R, et al. Association of aortic valve calcification severity with the degree of aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation. *Int J Cardiol* 2011;150:142-5.
 26. Ewe SH, Ng AC, Schuijff JD, van der Kley F, Colli A, Palmes M, et al. Location and severity of aortic valve calcium and implications for aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation. *Am J Cardiol* 2011;108:1470-7. [CrossRef](#)
 27. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:827-32. [CrossRef](#)
 28. Sherif MA, Abdel-Wahab M, Stöcker B, Geist V, Richardt D, Tölg R, et al. Anatomic and procedural predictors of paravalvular aortic regurgitation after implantation of the Medtronic CoreValve bioprosthesis. *J Am Coll Cardiol* 2010;56:1623-9.
 29. Sinning JM, Vasa-Nicotera M, Chin D, Hammerstingl C, Ghanem A, Bence J, et al. Evaluation and management of paravalvular aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol* 2013;62:11-20. [CrossRef](#)
 30. Myerson SG. Valvular and hemodynamic assessment with CMR. *Heart Fail Clin* 2009;5:389-400. [CrossRef](#)
 31. Sherif MA, Abdel-Wahab M, Beurich HW, Stöcker B, Zachow D, Geist V, et al. Haemodynamic evaluation of aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation using cardiovascular magnetic resonance. *EuroIntervention* 2011;7:57-63. [CrossRef](#)
 32. Kappetein AP, Head SJ, Généreux P, Piazza N, van Mieghem NM, Blackstone EH, et al. Updated standardized endpoint definitions for transcatheter aortic valve implantation: the Valve Academic Research Consortium-2 consensus document. *J Am Coll Cardiol* 2012;60:1438-54. [CrossRef](#)
 33. Mann T, McLaurin L, Grossman W, Craige E. Assessing the hemodynamic severity of acute aortic regurgitation due to infective endocarditis. *N Engl J Med* 1975;293:108-13. [CrossRef](#)
 34. Franklin SS, Gustin W 4th, Wong ND, Larson MG, Weber MA, Kannel WB, et al. Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure. The Framingham Heart Study. *Circulation* 1997;96:308-15. [CrossRef](#)
 35. Sellers RD, Levy MJ, Amplatz K, Lillehei CW. Left retrograde cardioangiography in acquired cardiac disease: technic, indications and interpretations in 700 cases. *Am J Cardiol* 1964;14:437-47. [CrossRef](#)
 36. Eggebrecht H, Doss M, Schmermund A, Nowak B, Krissel J, Voigtländer T. Interventional options for severe aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation: balloons, snares, valve-in-valve. *Clin Res Cardiol* 2012;101:503-7. [CrossRef](#)
 37. Nombela-Franco L, Rodés-Cabau J, DeLarochelière R, Larose E, Doyle D, Villeneuve J, et al. Predictive factors, efficacy, and safety of balloon post-dilation after transcatheter aortic valve implantation with a balloon-expandable valve. *JACC Cardiovasc Interv* 2012;5:499-512. [CrossRef](#)
 38. Vavuranakis M, Vrachatis D, Stefanadis C. CoreValve aortic bioprosthesis: repositioning techniques. *JACC Cardiovasc Interv* 2010;3:565-6. [CrossRef](#)
 39. Ussia GP, Barbanti M, Ramondo A, Petronio AS, Ettori F, Santoro G, et al. The valve-in-valve technique for treatment of aortic bioprosthesis malposition: an analysis of incidence and 1-year clinical outcomes from the Italian CoreValve registry. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:1062-8. [CrossRef](#)
 40. Gerckens U, Latsios G, Mueller R, Buellesfeld L, John D, Yucel S, et al. Procedural and mid-term results in patients with aortic stenosis treated with implantation of 2 (in-series)

- CoreValve prostheses in 1 procedure. JACC Cardiovasc Interv 2010;3:244-50. [CrossRef](#)
41. Giri J, Bortnick AE, Wallen T, Walsh E, Bannan A, Desai N, et al. Procedural and clinical outcomes of the valve-in-valve technique for severe aortic insufficiency after balloon-expandable transcatheter aortic valve replacement. Catheter Cardiovasc Interv 2012;80:139-47. [CrossRef](#)
42. Makkar RR, Jilaihawi H, Chakravarty T, Fontana GP, Kapadia S, Babaliaros V, et al. Determinants and outcomes of acute transcatheter valve-in-valve therapy or embolization: a study of multiple valve implants in the U.S. PARTNER trial (Placement of AoRTic TraNscathetER Valve Trial Edwards SAPIEN Transcatheter Heart Valve). J Am Coll Cardiol 2013;62:418-30. [CrossRef](#)
43. Rihal CS, Sorajja P, Booker JD, Hagler DJ, Cabalka AK. Principles of percutaneous paravalvular leak closure. JACC Cardiovasc Interv 2012;5:121-30. [CrossRef](#)
44. Sinning JM, Vasa-Nicotera M, Werner N, Nickenig G, Hammerstingl C. Interventional closure of paravalvular leakage after transcatheter aortic valve implantation. Eur Heart J 2012;33:2498. [CrossRef](#)
45. Sinning JM, Werner N, Vasa-Nicotera M, Ghanem A, Hammerstingl C, Grube E, et al. Innovations and novel technologies in TAVI. Second generation transcatheter heart valves. Minerva Cardioangiol 2013;61:155-63.
46. Boston Scientific Corporation. Boston Scientific Reports Lotus™ Valve System Met Primary Performance Endpoint in REPRISE II Trial. PRNewswire. May 22, 2013. Available at: <http://www.prnewswire.com/news-releases/boston-scientific-reports-lotus-valve-system-met-primary-performance-endpoint-in-reprise-ii-trial-208486531.html>. Accessed July 30, 2013.
47. Willson AB, Rodès-Cabau J, Wood DA, Leipsic J, Cheung A, Toggweiler S, et al. Transcatheter aortic valve replacement with the St. Jude Medical Portico valve: first-in-human experience. J Am Coll Cardiol 2012;60:581-6. [CrossRef](#)
48. Binder RK, Rodès-Cabau J, Wood DA, Mok M, Leipsic J, De Larochelière R, et al. Transcatheter aortic valve replacement with the SAPIEN 3: a new balloon-expandable transcatheter heart valve. JACC Cardiovasc Interv 2013;6:293-300. [CrossRef](#)
49. Bijuklic K, Tuebler T, Reichenspurner H, Treede H, Wandler A, Harreld JH, et al. Midterm stability and hemodynamic performance of a transfemorally implantable nonmetallic, retrievable, and repositionable aortic valve in patients with severe aortic stenosis. Up to 2-year follow-up of the direct-flow medical valve: a pilot study. Circ Cardiovasc Interv 2011;4:595-601. [CrossRef](#)
50. Delgado V, Kapadia S, Schalij MJ, Schuijff JD, Tuzcu EM, Bax JJ. Transcatheter aortic valve implantation: implications of multimodality imaging in patient selection, procedural guidance, and outcomes. Heart 2012;98:743-54. [CrossRef](#)

Anahtar sözcükler: Aort kapağı/anormallik; aort kapağı yetersizliği/ etyoloji; ekokardiyografi, transözofajiyal; kalp kateterizasyonu; kalp kapak protezi.

Key words: Aortic valve/abnormalities; aortic valve insufficiency/ etiology; echocardiography, transesophageal; cardiac catheterization; heart valve prosthesis.