

Aort Darlığının Ekokardiyografik Olarak Değerlendirilmesi

Dr Hakan Karpuz, Dr Barış İkitimur

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Aort darlığı (AD) erişkinlerde sık olarak görülen önemli bir kapak patolojisidir. Aort yaprakçıklarının akımda obstrüksiyon yaratmadan kalsifikasyonu ve kalınlaşması anlamına gelen aort sklerozunun 65 yaşın üzerindeki popülasyonun %25'inde görüldüğü göz önüne alınırsa klinik olarak anlamlı AD'nın varlığının belirlenmesi ve derecelendirilmesinin ne kadar önemli olduğu daha iyi anlaşılabilir (1). Valvüler AD'nın erişkinlerdeki etyolojileri arasında ilk sırayı, özellikle Batı ülkelerinde, konjenital biküspid ya da normal triküspid aort kapağının kalsifikasyonu almaktadır; buna karşılık, gelişmekte olan ülkelerde aort AD'nın hemen her zaman mitral kapağın tutulumu ile beraber olması, akut romatizmal ateşin etyolojik neden olarak halen önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir (2).

Aort kapak alanının (AKA) erişkinlerdeki normal değerleri 3-4 cm² civarındadır. 1.5-2 cm² arası hafif düzeyde darlık, 1-1.5 cm² arası orta derecede darlık, 0.7-1 cm² arası ileri derecede darlık ve 0.7 cm² ve altı değerler şiddetli (kritik) darlık olarak kabul edilmektedir (3).

Aort darlığı değerlendirilmesinde her ne kadar anamnez ve fizik muayene önemli ipuçları verebilse de teşhiste, daha da önemlisi aort darlığının şiddetini belirlemede çoğu zaman zorluklarla karşılaşılacaktır ve bu durum da non-invazif bir yöntem olan ekokardiyografinin ağırlığını arttırmaktadır. Aort darlığında ekokardiyografinin amaçları tanıyı kesinleştirmek ve etyoloji hakkında ipuçlarını da araştırarak kapağın anatomisini belirlemek, darlığın derecesini göstermek ve gelişmesini izlemek, eşlik eden diğer kapak patolojileri var ise ortaya çıkarmak ve sol ventrikülün bu darlığa verdiği cevabı değerlendirmek olarak özetlenebilir (4).

Ekokardiyografik olarak aort darlığının değerlendirilmesinde iki-boyutlu, M-Mod, ve Doppler ekokardiyografik yöntemlere başvurulmaktadır.

İki boyutlu ekokardiyografi

İki boyutlu ekokardiyografi kapağın yapısı ile ilgili faydalı bilgiler verir. Aort darlığı varlığında yaprakçıklarda kalınlaşma, hareket kısıtlanması, ve kubbeleşme "doming" görülebilir. Ayrıca, sol ventrikülün performansı ve duvar kalınlıkları bu yöntem ile net olarak değerlendirilebilir. İki boyutlu ekokardiyografi ile sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun belirlenmesi AD hastalarında operasyon gereği açısından, darlığa bağlı semptomların var olup olmadığına ek olarak, kullanılabilecek önemli bir parametredir (5).

Aort kapak alanını parasternal kısa aksta "planimetri" ile ölçmek mümkündür. Bu yöntemin en önemli zorluğu kalsifik aort kapağın küçük ve serbest kenarlarının düzensiz olmasıdır; ayrıca maksimum açılım kesitini yakalamak kalsifik kapağın düzlemsel bir yapı göstermemesi nedeni ile zor olabilir. Transözofajiyal ekokardiyografi ile yapılan planimetrisinin, kalp kateterizasyonu yapılarak Gorlin formülü ile hesaplanan AKA ile iyi korelasyon gösterdiğini belirten yayınlar bulunmaktadır (6, 7).

M-mod ekokardiyografi

M-mod ekokardiyografi, Doppler yöntemlerinin ortaya çıkması ile AD değerlendirmesindeki önemini büyük ölçüde yitirmiştir. Parasternal uzun aksta aort kapağı yaprakçıklarının açılımları bu yöntem ile ölçülebilir (Resim 1). Maksimum açılım 11 mm'den az ise AKA<0.75 cm² olduğu, buna karşılık maksimum açılım 13 mm'den fazla ise AKA>1 cm² olduğu kabul edilebilir (8).

Doppler ekokardiyografi

Doppler ekokardiyografik değerlendirmede, AD şiddetinin belirlenmesi ve özellikle de takibi için en sık olarak maksimal ve ortalama aort basınç gradientleri kullanılmaktadır (8).

Maksimal basınç gradiyenti

Maksimal basınç gradiyenti, CW (continuous wave) Doppler ile akım hızı ölçülerek basitleştirilmiş Bernoulli denklemi ($P=4V^2$) yardımı ile hesaplanır (9). Sol ventrikül fonksiyonu korunmuş AD hastalarında akım hızına göre AKA değerlendirmesi şu şekildedir: akım hızı >4 m/s ise AKA <0.75 cm², akım hızı <3 m/s ise AKA >1 cm² olarak kabul edilebilir. Eğer akım hızı 3 ile 4 m/s arasında ise AKA diğer yöntemler ile hesaplanmalıdır. Hastaların bazal aort akım hızları prognozları ile de yakından ilişkilidir: asemptomatik olan hastalarda yapılan bir çalışmada bazal akım hızı <3 m/s olanlarda yıllık semptomların ortaya çıkış hızı %8 iken akım hızı 3-4 m/s arasında olanlarda bu değer %17 ve >4 m/s olanlarda %40 olarak bulunmuştur (10).

Ortalama basınç gradiyenti

Yapılan çalışmalarda ortalama basınç gradiyentinin, maksimum basınç gradiyentine göre kalp kateterizasyonu ile daha uyumlu sonuçlar verdiği gösterilmiştir (11). Ortalama gradiyent >50 mmHg ise AKA <0.75 cm², ortalama gradiyent <20 mmHg ise AKA >1 cm² olarak kabul edilebilir; şayet ortalama gradiyent 20-50 mmHg arası ise AKA diğer yöntemler ile hesaplanmalıdır (8).

Genel olarak aort basınç gradiyenti ölçümleri yapılırken bazı noktalara özellikle dikkat etmek gerekmektedir: CW Doppler akıma paralel olmalı, en yüksek basınç gradiyenti değerini elde edebilmek için gerekirse ölçüm birçok "pencereden" tekrarlanmalı ve hasta sinüs ritminde değil ise birbirini izleyen en az 4-6 vuruşta ölçüm yapıp ortalamaları alınmalıdır; ayrıca sol ventrikül çıkış yolunda ölçülen hız >1 m/s ise "basitleştirilmemiş" Bernoulli denklemi kullanılmalıdır. Bir diğer önemli nokta ise sol ventrikül debisinin düşük olduğu durumlarda AD şiddetinin değerlendirilmesi için basınç gradiyentleri kullanırken "dikkatli" olunması gereğidir; bu gibi durumlarda gerekirse dobutamin stres ekokardiyografinin yardımcı olabileceği unutulmamalıdır (12,13).

Aort kapak alanı (AKA)

Aort darlığı varlığında AKA ölçümü için en sık kullanılan ve en güvenilir yöntemlerden biri "devamlılık

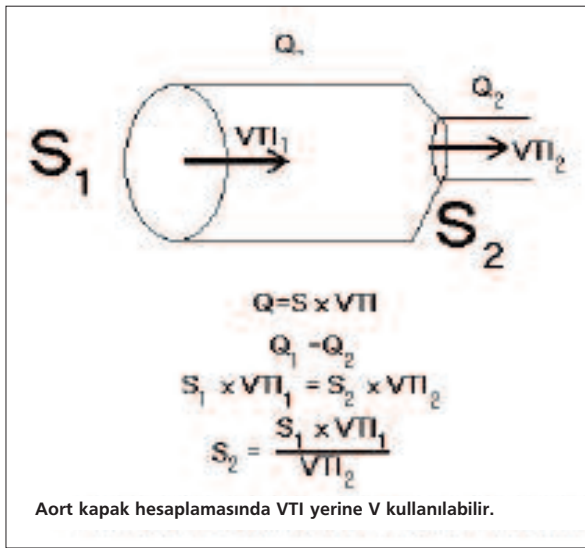
denklemi"dir. Bu denklem aort kapak altı akımı (Q1) ile aort kapak akımının (Q2) eşitliği prensibine dayanır (14) (Şekil 1). $Q1=V1 \times A1$ ve $Q2=V2 \times A2$ olduğu için $A2=(V1 \times A1) / V2$ eşitliği elde edilebilir. Bu denklemde A1 sol ventrikül çıkış yolu alanı, A2 aort kapak alanı, V1 sol ventrikül çıkış yolu sistolik akım hızı ve V2 aort kapağı sistolik akım hızıdır. Sol ventrikül çıkış yolu sistolik akım hızı (V1), PW (pulsed wave) Doppler ile apikal pencerede aort kapağın 1 cm kadar altından kaydedilir. Aort kapağı sistolik akım hızı (V2) ise, CW Doppler ile akımın en hızlı olduğu pencerede (genellikle apikal pencere) aort kapağı üzerinden kaydedilir (Resim 2). Sol ventrikül çıkış yolu alanının (A1) hesaplanmasında kullanılacak olan sol ventrikül çıkış yolu çapı ise parasternal uzun aksta, aort kapağı yaprakçıklarının yapışma noktaları arasında ölçülür (Resim 3); buradan elde edilecek çap yarıya bölünüp karesi alındıktan sonra p sayısı ile çarpıldığında A1 elde edilecektir. Bu denklem için gerekli olan parametrelerin özellikle de sol ventrikül çıkış yolu çapının doğru ölçümü AKA hesaplanmasında büyük önem taşımaktadır (15).

Sol ventrikül çıkış yolunda kalsifikasyon veya subvalvüler darlık olduğu durumlarda sol ventrikül çıkış yolu çapının sağlıklı ölçülebilmesi devamlılık denkleminin AKA hesaplanması için kullanımında güçlükler yaratabilmektedir. Bu gibi durumlarda kalp kateterizasyonunda kullanılan Gorlin formülünün, ekokardiyografi ile elde edilmiş parametreler ile kullanımının (Gorlin formülünün invazif olmayan varyantı) yararlı ve güvenilir olduğuna dair yayınlar vardır (16).

Aort kapak alanı devamlılık denklemi ile hesaplanamaz ise AD değerlendirilmesinde çeşitli parametreler kullanılması önerilmiştir. Bu parametrelerin mümkünse anlatılan diğer yöntemler ile birlikte kullanılması ve AD değerlendirilirken iyi bir sentez yapılması son derece önemlidir. Bu parametreler arasında aort kapak rezistansı (AKR), fraksiyonel kısalma hız oranı (FKHO), ejeksiyon fraksiyonu hız oranı (EFHO), sol ventrikül ejeksiyon zamanı farkı (DET), atım iş kaybı (AİK) ve Doppler hız indeksi (DHI) sayılabilir.

Aort kapak rezistansı (AKR)

Aort kapak rezistansı aort kapak basınç gradiyentinin sol ventrikül akımına oranıdır ve $4 \times V2^2 /$



Şekil 1: Devamlılık denkleminin prensibinin şematik anlatımı (S: Yüzey alanı, Q: Akım, VTI: Hız-zaman integrali, V: Hız)

($A_1 \times V_1$) formülü ile hesaplanır. (V_2 : aort kapağı sistolik akım hızı, V_1 : sol ventrikül çıkış yolu sistolik akım hızı, A_1 : sol ventrikül çıkış yolu alanı) (17,18). Aort kapağı maksimal sistolik akım hızı (V_2), CW Doppler ile akımın en yüksek olduğu pencereden (genellikle apikal pencere) ve aort kapağı üzerinden kaydedilir;

Fraksiyonel kılma hız oranı (FKHO)

Fraksiyonel kılma hız oranı sol ventrikül fraksiyonel kılma yüzdesinin aort kapağı basınç gradyentine olan oranıdır ve $\%FS/4 \times V_2$ formülü ile hesaplanır (FS : fraksiyonel kılma, V_2 : aort kapağın sistolik akım hızı) (19). Sol ventrikül yüzde fraksiyonel kılma ($\%FS$), M-mod ile parasternal uzun aksa (EDD-ESD)/EDD formülü ile bulunur. (EDD: diastol sonu sol ventrikül çapı, ESD: sistol sonu sol ventrikül çapı).

Ejeksiyon fraksiyonu hız oranı (EFHO)

Ejeksiyon fraksiyonu hız oranı sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu yüzdesinin aort kapağı basınç gradyentine oranıdır; $\%EF/(4 \times V_2)$ formülü ile bulunur (EF : sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu-iki boyutlu eko-

kardiyografi ile apikal pencerede ölçülür, V_2 : aort kapağı sistolik akım hızı) (20).

Sol ventrikül ejeksiyon zamanı farkı (DET)

DET, Doppler ile ölçülen sol ventrikül ejeksiyon zamanı (Dop. ET) ile "öngörülen" sol ventrikül ejeksiyon zamanı (Pre. ET) arasındaki farktır. Doppler ejeksiyon zamanı apikal 5 veya 3 boşlukta kaydedilen aort kapağı sistolik akımının başı ile sonu arasındaki zaman ölçülerek bulunur. Öngörülen ejeksiyon zamanı ise Doppler ile ölçülen atım volümü (SV) yardımı ile Harley tarafından tarif edilen regresyon denklemi ile hesaplanır: $0.002 \times SV/0.106$ (21).

Atım işi kaybı (AİK)

AİK aort kapağı basınç gradyentinin sistolik kan basıncına olan oranıdır ve $4 \times V_2^2 / (SKB)$ formülü ile hesaplanır (V_2 : aort kapağı sistolik akım hızı, SKB: sistolik kan basıncı; sistolik kan basıncı konvansiyonel yöntem ile koldan ölçülür) (22).

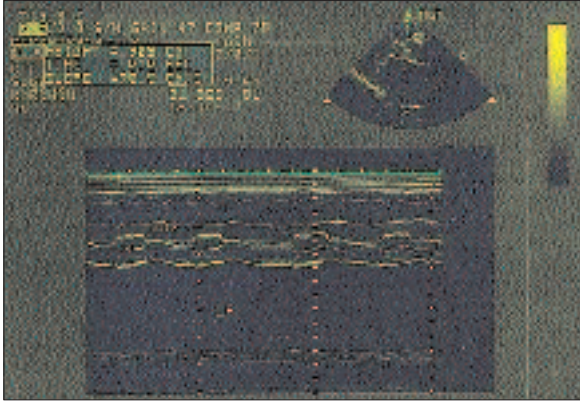
Doppler hız indeksi (DHI)

Doppler hız indeksi sol ventrikül çıkış yolu sistolik akım hızının aort kapağı sistolik akım hızına oranıdır. V_1/V_2 (V_1 : sol ventrikül çıkış yolu akım hızı, V_2 : aort kapağı sistolik akım hızı) (15).

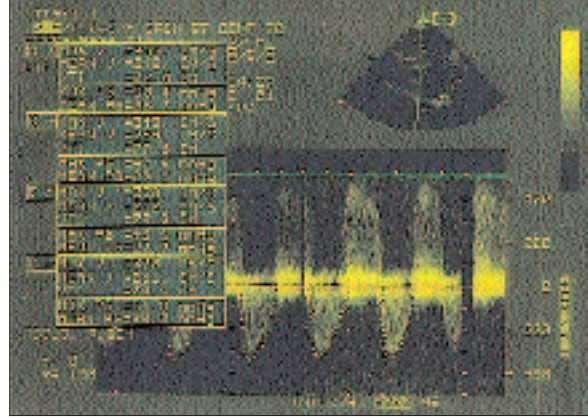
Yukarıda anlatılan bu parametrelerin bazılarının faydalanılarak AKA hesaplanmasına çalışılmıştır: $AKA = 1.81 (DHI) + 0.06$; $AKA = 0.45 (FKHO) + 0.19$; $AKA = 0.81 (DET) + 0.46$ (23).

Ayrıca, son yıllarda "enerji kaybı indeksi" gibi henüz deneysel olarak ortaya konan birtakım parametreler yardımı ile de AD değerlendirilmesine çalışılmıştır (24). Sol ventrikül çıkış yolundan assandan aortaya doğru geçen kan, aort kapağından geçerken ısı şeklinde enerji kaybeder. Bu kaybedilen enerji miktarının, AD varlığında, sol ventrikülün üstlendiği ekstra yükün belirlenmesinde ve darlığın hemodinamik etkilerinin değerlendirilmesinde faydalı olabileceği düşünülmüştür.

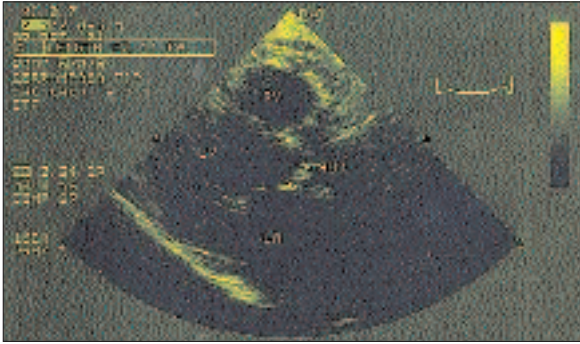
Bütün bu çabalara rağmen AD değerlendirilmesinde hiçbir ekokardiyografik parametre ideal değildir. Kanımızca AD değerlendirmesinde en iyi yaklaşım, elde edilebilecek tüm parametrelerin kullanılması ve bunlar ile dikkatli bir sentez yapıp "klinik" ile uyumun da gözetilmesidir.



Resim 1: Parasternal uzun aksta aort kapak yaprakçıklarının açılımlarının M-mod ile ölçülmesi (AOV: Aort kapak, LA: Sol atriyum)



Resim 2: Apikal pencerede CW Doppler ile aort kapak sistolik akım hızının ölçülmesi (atriyal fibrilasyon olan hastada birbirini izleyen dört vuruşta ölçüm yapılmıştır)



Resim 3: Sol ventrikül çıkış yolu çapının parasternal uzun aksta iki boyutlu ekokardiyografi ile ölçülmesi (AOV: Aort kapak, LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül, LA: Sol atriyum)

Kaynaklar

1. Lindroos M, Kupari M, Heikkilä J, Tilvis R. Prevalence of aortic valve abnormalities in the elderly: An echocardiographic study of a random population sample. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21:1220-5.
2. National Health Care for Health Statistics: Vital and Health Statistics, Series 13. Hyattsville, MD, National Center for Health Statistics, 1995, p. 127.
3. Rahimtoola SH. Perspective on valvular heart disease: Update II. In: Knoebel S, ed. *An Era in Cardiovascular Medicine*. New York: Elsevier; 1991. 45-7.
4. Cheitlin MD, Alpert JS, Armstrong WF, et al. ACC/AHA guidelines for the clinical application of echocardiography: a report of the ACC/AHA task force on practice guidelines developed in collaboration with the American Society of Echocardiography. *Circulation* 1997; 95: 1686-744.
5. Aikawa K, Otto CM. Timing of surgery in aortic stenosis. *Progr in Cardiovasc Dis* 2001; 43:477-93.
6. Cornier B, lung B, Porte JM, et al. Value of multiplane transesophageal echocardiography in determining aortic valve area in aortic stenosis. *Am J Cardiol* 1996; 77:882-5.
7. Kim KS, Maxted W, Nanda NC, et al. Comparison of multiplane and biplane transesophageal echocardiography in assessment of aortic stenosis. *Am J Cardiol* 1997; 79:436-41.
8. Weyman AE, Griffin BP. Left ventricular outflow tract: The aortic valve, aorta, and subvalvular outflow tract. In: Weyman AE, ed. *Principles and practice of echocardiography*. 2nd ed. Lea&Febiger; 1994. pp. 514-27.
9. Currie PJ, Seward JB, Reeder GS, et al. Continuous-wave Doppler echocardiographic assessment of severity of calcific aortic stenosis: a Doppler-catheter correlative study in 100 adult patients. *Circulation* 1985; 71:1162-9.
10. Otto CM, Burwash IG, Legget ME, et al. A prospective study of asymptomatic valvular stenosis: Clinical, echocardiographic, and exercise predictors of outcome. *Circulation* 1997; 95:2262-70.
11. Oh JK, Taliario CP, Holmes DR Jr, et al. Prediction of the severity of aortic stenosis by Doppler aortic valve area determination: prospective Doppler-catheterization correlation in 100 patients. *J Am Coll Cardiol* 1988; 11: 1127-34.
12. DeFlippi CR, Willet DL, Brickner ME, et al. Usefulness of dobutamine echocardiography in distinguishing severe from nonsevere valvular aortic stenosis in patients with depressed left ventricular function and low transvalvular gradients. *Am J Cardiol* 1995; 75:191-3.
13. Monin JL, Monchi M, Gest V, Duval-Moulin AM, Gueret P, et al. Aortic stenosis with severe left

- ventricular dysfunction and low transvalvular pressure gradients. J Am Coll Cardiol 2001; 37: 2101-7.
14. Skjaerpe T, Hegrenaes L, Hatle L. Noninvasive estimation of valve area in patients with aortic stenosis by Doppler ultrasound and two-dimensional echocardiography. Circulation 1985; 72:810-8.
 15. Karpuz H, Jeanrenaud X, Aebischer N, Kappenberger L. Aort stenozunun değerlendirilmesinde "Doppler hız indeksinin" yeri. Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi 1995; 23: 248-51.
 16. Wandt B, Sorgaard F, Bojo L. Non-invasive variant of Gorlin formula can be used to identify severe aortic stenosis. Clin Physiol 1994; 14:311-6 .
 17. Antonini-Canterin F, Faggiano P, Zanutinni D, et al. Is aortic valve resistance more clinically meaningful than aortic valve area in aortic stenosis? Heart 1999; 82:9-10.
 18. Cannon JD, Zile MR, Crawford FA, Carabello SA. Aortic valve resistance as an adjunct to the Gorlin formula in assessing the severity of aortic stenosis in symptomatic patients. J Am Coll Cardiol 1992; 20: 1517-23.
 19. Karpuz H, Aebischer N, Ozsahin M, Goy JJ, Kappenberger L, Jeanrenaud X. Usefulness of echocardiographic velocity ratio for detection of significant aortic stenosis. Am J Cardiol 1999; 94: 1101-3.
 20. Antonini-Canterin F, Pavan D, Burelli C, et al. Validation of ejection fraction-velocity ratio: a new simplified "function corrected" index for assessing aortic stenosis severity. Am J Cardiol 2000; 86: 427-33.
 21. Zoghbi WA, Farmer KL, Soto JG, et al. Accurate noninvasive quantification of stenotic aortic valve area by Doppler echocardiography. Circulation 1986; 73:452-9.
 22. Voelker W, Reul H, Nienhaus G, et al. Comparison of valvular resistance, stroke work loss and Gorlin valve area for quantification of aortic stenosis. Circulation 1995; 91: 1196-204.
 23. Karpuz H, Jeanrenaud X, Ozsahin M, Goy JJ, Kappenberger L. New mathematical models to estimate aortic valve area by echocardiography. Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi 2000; 3:180-5.
 24. Garcia D, Pibarot P, Dumesnil JG, et al. Assessment of aortic valve stenosis severity: a new index based on the energy loss concept. Circulation 2000; 101: 765-71.



Ressam Prof.Dr. Fikri Cantürk'ün "Yalı Çapkını" isimli çalışması.