

Aort Yetersizliğinde Transözofajiyal Ekokardiyografi ile Ölçülen Vena Kontrakta Genişliğinin Kantitatif Doppler ve Anjiyografik Derecelendirme ile Karşılaştırması

Uz. Dr. Bülent MUTLU, Uz. Dr. Cem ERMEYDAN, Uz. Dr. Nuri KURTOĞLU,
Dr. Mustafa KARABULUT, Doç. Dr. Yelda BAŞARAN
Koşuyolu Kalp Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, İstanbul

ÖZET

Aort yetersizliği (AY) değerlendirmesinde birçok eko-Doppler metodu kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle kaçak jeti büyüklüğü, kaçak alanı, kaçak akımı ve hacmi hesaplanarak AY ciddiyeti hakkında karar verilmektedir. Özellikle semikantitatif yöntemler olmak üzere tüm yöntemlerin hemodinamik ve teknik sınırlamaları vardır. Son dönemde mitral yetersizliğinde kullanılan vena kontrakta (VK) yönteminin hemodinamik değişkenlerden az etkilenmediği ve anjiyografik, kantitatif Doppler sonuçları ile iyi korelasyon gösteren pratik bir ölçüm olduğu gösterilmiştir. Ancak AY'de transtorasik ekokardiyografide (TTE) VK'nın net olarak görüntülenememesi nedeniyle az sayıda çalışma vardır. Transözofajiyal ekokardiyografi (TÖE) ile VK'nın incelendiği tek çalışma bulunmaktadır. Bu amaçla TÖE uygulanan 50 AY'likli vaka incelendi. VK genişliği renkli Doppler ekokardiyografide kapak koaptasyonu sonrasındaki AY jetinin en dar olduğu kısım olarak ölçüldü. VK genişliği TTE ile vakaların 24'ünde (%48), TÖE ile vakaların 44'ünde (%88) net olarak görüntülendi. VK genişliği, kantitatif Doppler ile hesaplanan kaçak hacmi ($r=0.91$, $p<0.0001$), kaçak alanı ($r=0.94$, $p<0.0001$) ve semikantitatif olarak yapılan anjiyografik derecelendirme ile ($r=0.84$, $p<0.001$) iyi korelasyon gösterdi. VK genişliği ve kantitatif Doppler yöntemleri ile hesaplanan kaçak hacimleri arasında yüksek korelasyon saptandı ($y = 11.7x + 3.1$, $r = 0.91$, $p<0.0001$, ort. fark = 9.1 ± 1.4 ml, $SEE = 3.4$ ml). Ciddi AY (AY kaçak hacmi > 40 ml) tanısında 3.8 mm üzerindeki VK genişliğinin duyarlılığı %100 ve özgüllüğü %84.6 olarak bulundu.

Sonuç; TÖE ile AY VK görüntülenmesi vakaların önemli bölümünde yapılabilmektedir. Ölçülen VK genişliği anjiyografik ve kantitatif Doppler metotları ile iyi korelasyon göstermektedir. Kolay ve hızlı bir şekilde ölçülebilen VK genişliğinin AY saptanması ve değerlendirilmesinde güvenilir ve pratik bir yöntem olarak klinikte kullanılabileceği görüldü.

Anahtar kelimeler: Aort yetersizliği, vena kontrakta, transözofajiyal ekokardiyografi

Aort yetersizliğinin (AY) kantitatif olarak değerlendirilmesi, klinik kararın belirlenmesinde önemlidir (1). AY derecelendirmesi, renkli Doppler haritalama (2), basınç yarılanma zamanı (3), planimetrik kaçak alanı (4,5), renkli Doppler kaçak alanı (6) ve devamlılık eşitliği (7) gibi birçok yöntem kullanılarak yapılmaktadır. Renkli Doppler haritalama en sık kullanılan yöntem olmakla birlikte teknik ve hemodinamik değişkenlerden etkilenmektedir (8,9). Devamlılık eşitliğinin anulus ölçümlerinden kaynaklanan hataları bulunması, ek kapak hastalıklarından etkilenmesi güvenilirliğini azaltmaktadır (7). Akım yaklaşma yöntemi kaçak alanı ve hacminin değerlendirmesinde güvenilir bir yöntemdir (10,11), ancak AY'de görüntü almadaki zorluklar nedeniyle klinik kullanıma girememiştir (12,13). Vena kontrakta (VK) sıvı hemodinamiğinde akımın orifisten sonraki en dar mesafesi olarak tanımlanmaktadır (14). VK genişliği son dönemde mitral yetersizliğinin değerlendirmesinde kullanılan ve invitro çalışmalarda gösterildiği gibi hemodinamik değişikliklerden etkilenmeyen bir parametredir (15). AY'de VK değerlendirmesinin yapıldığı invitro ve klinik çalışmalar olmakla birlikte (12,13,16), transözofajiyal ekokardiyografi (TÖE) ile klinik değerlendirmede kullanıldığı yalnız bir çalışma bulunmaktadır (5).

Çalışmada AY'i bulunan hastalarda TÖE ile VK genişliği ölçüldü. VK değerleri kantitatif Doppler ve anjiyografi ile elde edilen semi kantitatif AY derecelendirme sonuçları ile karşılaştırıldı.

METOD

Vaka Grubu: Aort yetersizliği olan 58 vakanın 8'i ortaları mitral yetersizliği nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Kalan 50 vakanın (24 kadın, 26 erkek yaş ortalaması: 39.8 ± 15.2 , değişim aralığı: 7-72 yıl) 33'ünde (%66) roma-

Alındığı tarih: 12 Eylül 2000, revizyon 16 Ocak 2001
Yazışma adresi: Uz. Dr. Bülent Mutlu, Libadiye cad. Tahralı sok.
Tahralı sit. Samyeli apt. A blok No: 33, 81190 Üsküdar, İstanbul
Tlf: (0216) 315 9491 Faks: (0216) 472 3894
E-posta: dr.bmutlu@superonline.com

tizmal, 5'inde (%10) dejeneratif aort kapak hastalığı, 4'ünde (%8) aort disseksiyonu, 3'ünde (%6) çıkan aorta da genişleme, 3'ünde (%6) biküspid aort ve 2'sinde (%4) infeksiyöz endokardit nedeniyle AY bulunmaktaydı. Vakaların 32'sinde saf AY, 23'ünde AY-aort darlığı ve 14'ünde AY ile mitral kapak hastalığı saptandı. Vakaların 8'inde (%16) atriyal fibrilasyon izlendi.

Ekokardiyografi: Vakalar en az 4 saatlik açlığın ardından ekokardiyografi lâboratuvarına alındı. Vingmed CFM 800 cihazı kullanılarak 3.25-MHz transduser ile TTE gerçekleştirildi. TÖE işlemi IV 1-3 mg dormicum ve %10'luk lidokain spray ile premedikasyon uygulandıktan sonra, 5-MHz multiplan transduser ile yapıldı. Ekokardiyografik ölçümler ve değerlendirmede Amerikan ekokardiyografi cemiyetinin (AEC) önerdiği yöntemlere uyuldu (17). Tüm TTE ve TÖE incelemelerin video kayıtları alındı.

Transtorasik ekokardiyografi: TTE ile rutin iki boyutlu (2-D) ve Doppler ekokardiyografik ölçümler AEC önerdiği şekilde uygulandı (17). Aort kapak yapısı ve kaçak akım yönleri değerlendirildi. AY'nin semikantitatif derecelendirmesinde renkli Doppler haritalama yöntemi kullanılırken (2), devamlılık eşitliğiyle kaçak hacmi ve alanı hesaplandı (7). VK değerlendirmesinde, görüntülerin net olarak izlendiği en üst büyütme ve en dar sektör açısı (Sıklıkla 30°) seçilerek yüksek görüntü yenileme hızında çalışıldı. Kazanç ayarı, AY akım alanı dışında sinyal oluşturmayacak şekilde en üst renkli Doppler kazanç seviyesine getirildi. Aort kapaklarının koaptasyonu sonrası sol ventrikül çıkış yolu tarafından VK genişliği ölçüldü.

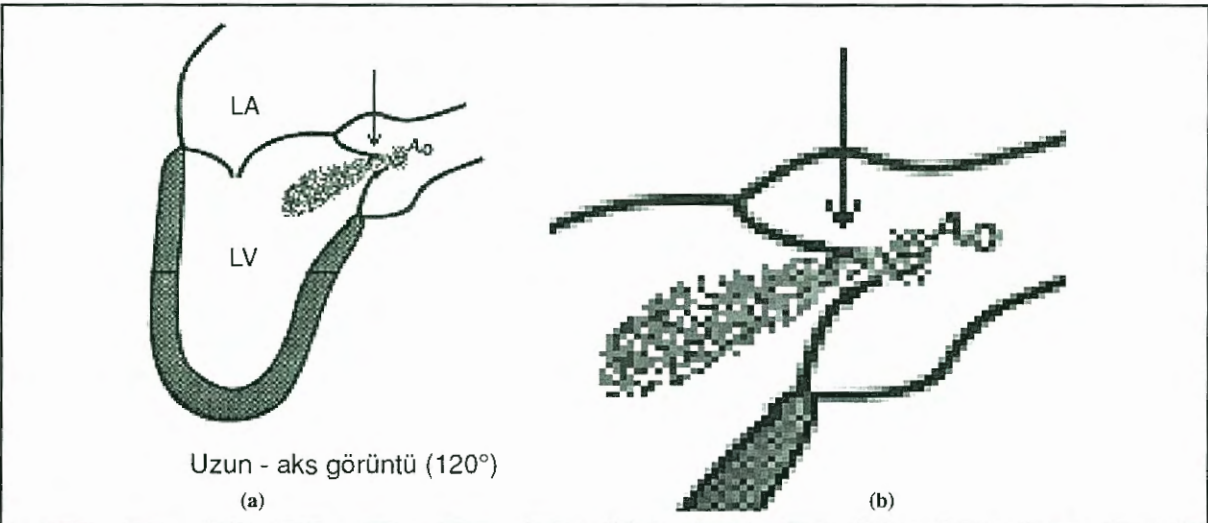
Kantitatif AY kaçak hacim ve alan hesabı önceden tariflendiği gibi gerçekleştirildi (7). Aortik ve mitral kapak halkası ölçümleri, parasternal uzun aks kapak açılımının en üst olduğu andaki görüntü kesitinde ve kapakların hemen altından yapıldı. Mitral kapak halkası için ek olarak apikal 4 boşluk görüntülerden de ölçüm alındı. Tüm ölçümler için en az üç siklusun ortalaması alındı. Aortik kapak halkası alanı için πr^2 , mitral kapak halkası alanı için $\pi (D_{\text{max}}/2)(D_{\text{ap}}/2)$ formülü kullanıldı. D_{max} uzun aks, D_{ap} apikal 4 boşluk görüntülerdeki mitral kapak halkası çapları olarak ölçüldü. AY jetinin zaman hız entegrali (VTI) apikal 5

boşluk görüntülerde renkli akım önderliğinde pozisyon verilerek devamlı akım (CW) Doppler'i aracılığı ile ölçüldü. Diyastolik mitral akım ve sistolik aortik kapak halkası akım örnekleri yüksek vuru tekrarlama sıklığı olan "pulsed-wave" (HPRF-PW) Doppler ile görüntülenerek VTI'leri alındı. Atım hacimleri, hesaplanan mitral ve aortik kesim alanları ile ölçülen zaman hız entegrallerinin çarpımı sonucu bulundu. AY kaçak hacmi, aortik atım hacminden mitral atım hacminin (ml) çıkarılması ile, AY kaçak alanı (cm^2) ise kaçak hacminin AY VTI'ne bölünmesi ile hesaplandı.

Transözofajial ekokardiyografi: Standart transvers pozisyon (0°) başlanarak tüm ara açılar incelenerek ters yatay pozisyona kadar (180°), sırasıyla üst, orta özofajiyal ve transgastrik görüntüler alındı. AY VK ölçümleri orta özofajiyal uzun aks kesitte, 90°-140° arası en net renkli Doppler görüntünün alındığı açıda (sıklıkla 120°) yapıldı. Bu görüntülerden TTE işleminde anlatıldığı gibi ayarlar gerçekleştirilerek, aort kapaklarının koaptasyonu sonrası sol ventrikül çıkış yolu tarafından VK genişliği ölçüldü (Şekil 1a,b).

Vena kontrakta genişliği ölçümü: Vena kontrakta TTE ve TÖE görüntülerinde aort kapakları kapandıktan sonra izlenen renkli jetin akım yaklaşma alanı ile kesiştiği en dar bölge olarak belirlendi. VK görüntüleri erken - orta diyastolik sıklusda değerlendirilerek, en büyük çaptaki 3 ölçümün ortalaması alındı (Şekil 1a, b).

Kardiyak kateterizasyon ve aortografi: Sol kalp kateterizasyonu femoral yaklaşımla uygulandı. Aortografi; pigtail kateter kapakların 1-2 cm üzerinde yerleştirildikten sonra 40-60 ml iohexol'ün (Omnipaque 35 mg/l), 20-25 ml/sn hızında, sol ön oblik planda enjeksiyonu ile yapıldı. AY derecelendirmesi Grossman tarafından tanımlanan şekilde +1 ile + 4 arasında derecelendirildi (2). Aort kökünden sol ventriküle hafif kontrast kaçışı her sistolde temizleniyor +1, opafikasyon sol ventrikül boşluğunu doldurmayıp takip eden atımlarda temizleniyorsa +2, sol ventrikül bütünüyle ve aort kökü ile aynı yoğunlukta opafise oluyorsa +3, sol ventrikül opafikasyonu aort kökünden yoğun olup izleyen sıkluslarda da devam ediyorsa +4 olarak değerlendirildi.



Şekil 1. (a) TÖE Uzun - aks görüntü (120°) de, (b) maksimal büyütme alınarak yapılan VK genişliğinin ölçümünü

Gözlemciler arası değişkenlik: VK genişliği ile ilgili gözlemciler arası değişkenlik rast gele seçilmiş 20 vakanın video kayıtlarından, hastaların durumunu bilmeyen iki kardiyolog tarafından farklı zamanda yapılarak incelendi.

İstatistik: Tüm değerler ortalama ± 1 standart sapma olarak verildi. Devamlı değişkenler için lineer regresyon analizi kullanıldı. Ortalamaların karşılaştırılmasında t-testi kullanıldı. Gözlemciler arası değişkenlik lineer regresyon ile Bland-Altman analizi kullanılarak değerlendirildi. "p" değerinin < 0.05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

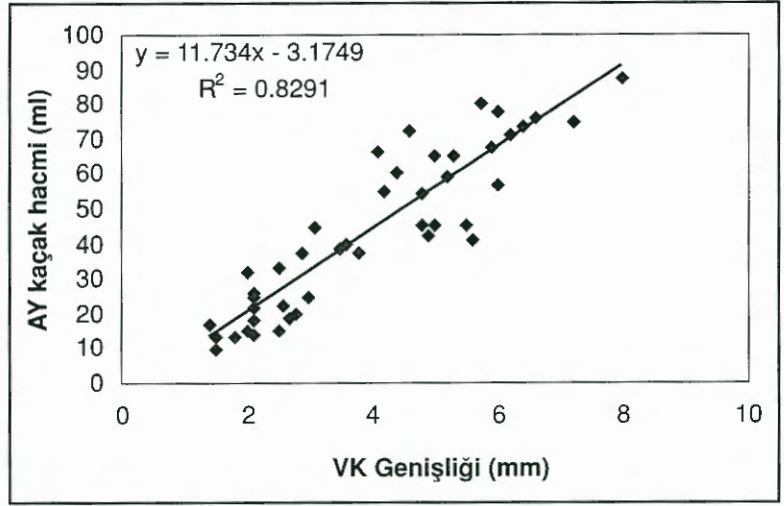
BULGULAR

Transtoraksial ekokardiyografi

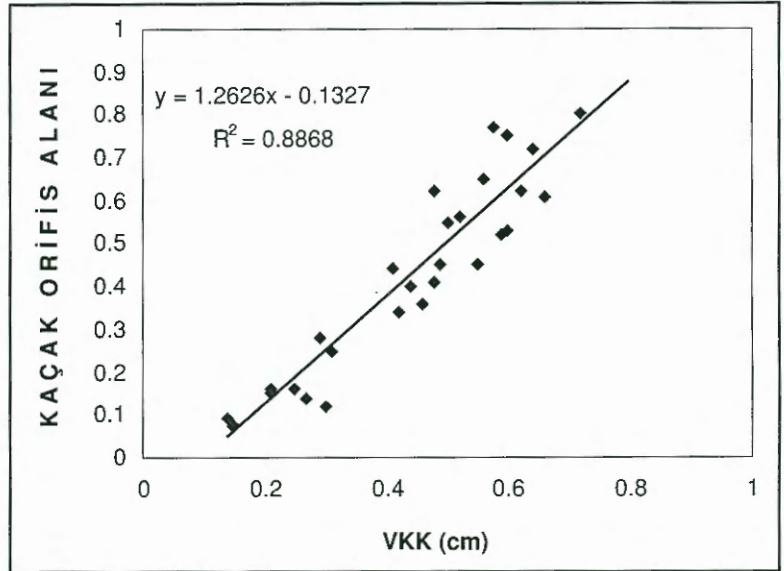
AY jeti vakaların 10'unda (%20) ek-santrik ve 40'ında (%80) santral karakterdeydi. Semikantitatif renkli Doppler değerlendirmede 9 (%18) hafif, 15 (%30) orta ve 26 (%52) vaka ileri AY olarak değerlendirildi. AY ortalama VTI'i 166 ± 34.5 cm (değişim aralığı: 88 -240 cm) olarak hesaplandı. Vakaların 15'inde(%30) AY VTI net olarak alınamadı, bu vakaların 10'da (%66) hafif ve orta AY bulunmaktaydı. Devamlılık eşitliği ile ortalama kaçak hacmi $39,3 \pm 23$ ml/atım (değişim aralığı: 9,5-87.3 ml/atım) ve kaçak alanı $32,3 \pm 19$ mm² (değişim aralığı 5-81mm²) olarak bulundu. VK genişliği apikal beş boşluk görüntülerinde hafif AY'de 3 (%33), orta AY 'de 6(%40) ve ileri AY'de 15 vakada (%57) net olarak izlendi ve ölçüldü.

Transözofajial ekokardiyografi

VK genişliği uzun aks görüntülerde sıklıkla 120° (değişim aralığı 110°-140°) civarında izlendi ve 44 vakada (%88) ölçüldü (Şekil 1a, b). Nyquist hız (NH) ortalama $57,5 \pm 15,3$ cm/sn (değişim aralığı: 29-90 cm/sn) olarak çalışıldı. VK genişliği ortalama $3,55 \pm 1,83$ mm (değişim aralığı: 1,4-8 mm) olarak ölçüldü. AY derecesine göre sınıflanarak VK genişlikleri değerlendirildiğinde, hafiften ileriye doğru sırasıyla $1,8 \pm 0,53$, $2,5 \pm 0,52$, $5,2 \pm 1,3$ mm olarak hesaplandı. TÖE ile ölçülen VK genişliğinin, Doppler de-



Şekil 2. Devamlılık eşitliği ile hesaplanan AY kaçak hacmi (ml) ile VK genişliğinin (mm) lineer regresyon analizi

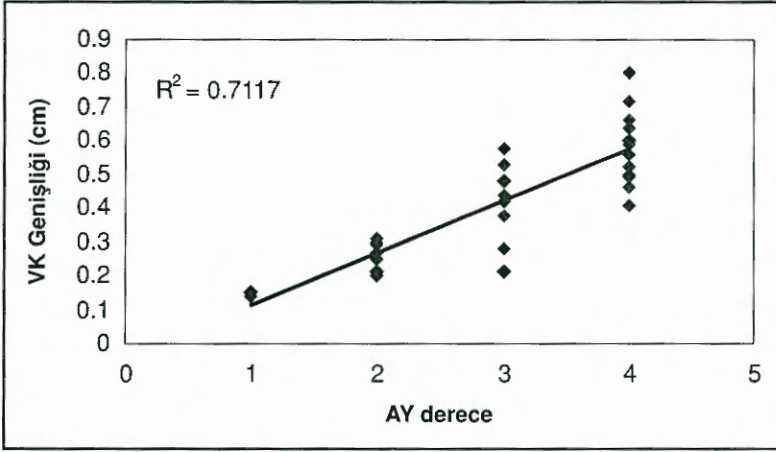


Şekil 3. Devamlılık eşitliği ile hesaplanan AY kaçak alanı (cm²) ile VK genişliğinin (cm) lineer regresyon analizi

vamlılık eşitliği ile hesaplanan kaçak hacmi ($r=0.91$, $p<0.0001$, Şekil 2) ve kaçak alanı ile ($r=0.94$, $p<0.0001$, Şekil 3) korelasyonu yüksek bulundu. VK yöntemi ve AY devamlılık eşitliği ile hesaplanan kaçak hacmi arasındaki ilişki " $y = 11.7 x + 3.1$ " denklemi ile gösterildi ve ortalama fark 9.1 ± 1.4 ml, SEE = 3.4 ml olarak hesaplandı.

Kardiyak kateterizasyon ve aortografi

Vakaların 37'sinde (%74) kardiyak kateterizasyon ve aortografi yapıldı. Aortografi ve kateterizasyon, infektif endokardit nedeniyle 2 (%15) ve AY derecesi-



Şekil 4. İnvazif semi kantitatif AY derecesi ile VK genişliğinin (cm) lineer regresyon analizi

nin hafif olması veya ameliyat sınırında bulunmaması nedeniyle 11 (%85) olguda uygulanmadı. İnvazif semikantitatif AY derecelendirmesi ile VK genişliği arasında yüksek korelasyon saptandı ($r=0.84$, $p<0.001$, Şekil 4).

Vena kontrakta genişliği ve aort yetersizliği derecelendirmesi

Vakalar devamlılık eşitliği ile hesaplanan kaçak hacimlerine göre 3 gruba ayrıldı; Hafif (< 20 ml), orta (20-40 ml) ve ileri (> 40 ml). VK genişliğinin hafif - orta grubu ayırmadaki sınır değeri 2,1 mm için duyarlılığı %70 ve özgüllüğü %62.5 olarak bulunurken, orta - ileri AY ayırımındaki sınır değeri 3.8 mm için duyarlılık %100 , özgüllük %84.6 olarak hesaplandı (Tablo 1).

Gözlemciler arası değişkenlik

İki bağımsız kardiyolog tarafından değerlendirilen video kayıtları ve VK genişliği ölçümleri değerlendirildiğinde. VK genişliği ölçümleri yönünden yüksek korelasyon saptandı ($r=0.92$, $p<0.0001$) ve iki değerlendirme arasındaki ortalama farklılık miktarı 0.21 ± 0.25 mm olarak hesaplandı.

Tablo 1. Devamlılık eşitliği ile hesaplanan AY kaçak hacimlerine göre yapılan alt grupların sınır değerleri ve duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif kestirim değerleri

AY derecesi	VK sınır değeri (mm)	Duyarlılık %	Özgüllük %	Pozitif kestirim değeri %	Negatif kestirim değeri %
Hafif (<20 ml)-Orta (20-40 ml)	2.1	70	62.5	70	62.5
Orta (20-40 ml) - İleri (>40 ml)	3.8	100	84.6	67	100

TARTIŞMA

Vena kontrakta AY'de ilk olarak Veyrat ve ark⁽¹⁹⁾ tarafından pulsed-wave Doppler aracılığı ile tanımlanmıştır. Renkli Doppler yönteminin yaygınlaşması ile proksimal jet genişliği, jet genişliğinin sol ventrikül çıkış yoluna oranı, kısa aks jet alanı, AY derecelendirmesinde kullanılmıştır^(8,9). Ancak proksimal turbülan jetin özelliklerinden kaynaklanan kısıtlamalar nedeniyle bu yöntemler semikantitatif değerlendirmeden uzağa gidememiştir^(8,9). Son dönemde akım yaklaşma ve VK yöntemleri,

kaçak akımlarının özellikle de MY'nin kantitatif değerlendirilmesinde kullanılmıştır⁽²⁰⁻²²⁾. Bu çalışmalarda MY derecelendirmesinde VK genişliğinin güvenilir bir parametre olduğu belirtilmiştir⁽²⁰⁻²²⁾. VK genişliğinin MY değerlendirmesinde kullanılmasının nedeni hemodinamik değişkenlerden bağımsız olması ve kolay ölçülmesidir^(23,24). Devamlılık eşitliğinin zaman alıcı bir yöntem olması ve ek kapak hastalıklarından etkilenmesi^(7,25), akım yaklaşma metodunun akım hızı ve sürüm basıncından etkilenmesi VK yöntemini ön plana çıkarmıştır^(23,24).

Aort yetersizliğinde transözofajiyal ekokardiyografi ve vena kontrakta

AY değerlendirilmesinde VK yönteminin kullanıldığı çalışmalar, görüntü almadaki problemler nedeniyle az sayıdadır^(12,13,16). AY'nin TTE ile değerlendirildiği çalışmalarda akım yaklaşma alanının ve VK'nın görüntülenebildiği vakalar ancak %25-45 gibi oldukça düşük değerler arasında değişmektedir^(13,16). Çalışmamızda özellikle hafif ve orta derecede ki AY, egzantik kaçaklar ve ileri dejenerer kalsifik aort kapakları göz önüne alındığında, literatürle benzer sonuçlar (24 vakanın 8'inde, %33) alınmıştır

(13,16). Akım yaklaşma alanı ve VK genişliğinin AY'de net izlenememesinin nedeni aort kapaklarının apekse olan uzaklığıdır. Bu sınırlamanın etkisini azaltmak için Ishii ve ark⁽¹⁶⁾ sağ yüksek parasternal ekokardiyografik pencere kullanmış, buna rağmen vakaların %20'sinde ölçüm alamamıştır. Literatürde bu sınırlamayı azaltan TÖE ile VK genişliğinin incelendiği tek çalışma bulunmaktadır (5). Sato ve ark (5) bu çalışmada temel olarak akım yaklaşma yöntemi ile hesaplanan kaçak alanının diğer AY değerlendirme yöntemleri ile karşılaştırılmış ve AY VK genişliği ise yalnızca karşılaştırmada kullanılan yöntemlerden biri olmuştur.

TÖE'de özellikle 100°-140° arasında uzun aks planda sol ventrikül çıkış yolu ve aort kapakları izlenmektedir. Transduserin yüksek frekansı ve aort kapaklarına olan uzaklığının az olması nedeniyle bu planda net görüntüler alınabilmektedir. Görüntü kalitesindeki bu artış eksantrik kaçak akımları ve dejener kapak morfolojisinin getirdiği sınırlamaları bir ölçüde giderebilir. Çalışmamızda da TÖE'nin bu avantajları kullanılarak, hafif - orta AY olan vakaların bile önemli bir kısmında (%75) VK genişliği net olarak görüntülenerek ölçülmüştür.

Vena kontrakta genişliğinin kantitatif yöntemlerle karşılaştırılması

VK genişliği ve akım yaklaşma metodu ile hesaplanan kaçak alanının anatomik alan ve kalınlığa göre daha küçük olduğu gösterilmiştir (27). Her iki yöntemde de kan akımının kaçak alanına yaklaştıkça daralması ve sıkışması bu sonucu doğurmaktadır (27). Anatomik alana göre daha dar ölçüm gerçekleşmesine rağmen özellikle VK genişliğinin kaçak tipinden, kalp hızı ve sürüm basıncı gibi değişkenlerden etkilenmemesi kaçak hacmi veya fraksiyonundan çok kaçak alanı ile yüksek korelasyon göstermesini sağlamaktadır. MY ile yapılan üç boyutlu ekokardiyografik çalışmalarda da VK genişliği bahsedilen nedenlerden kaçak alanı ile yüksek korelasyon göstermektedir (28). Çalışmamızda da literatürle paralel olarak VK genişliği ile en yüksek korelasyon AY kaçak alanı arasında ($r=0.94$, $p<0.0001$) bulunmuştur.

VK genişliği TÖE ile kantitatif değerlendirmede kullanılabilecek az sayıda parametreden biridir. TÖE ile AY'nin kantitatif olarak değerlendirildiği planimetrik kaçak alanı ve renkli Doppler alan ölçümü bulun-

maktadır. Ancak her iki yöntemde de diyastolik kapanışların tek düzlemde olması gerekliliği önemli sınırlamalardır. Her iki yöntemde kantitatif ölçümler olmakla birlikte değerlendirmeleri semikantitatif olarak yapılmıştır (4,6). VK genişliği sayılan kısıtlamalardan etkilenmeyen ve egzantrik kaçak akımlarında, dejeneratif kapaklarda da güvenilir sonuçları olan kantitatif bir yaklaşımdır (16). Kantitatif özelliği nedeniyle görüntü problemi ortadan kalktığında yalnız ileri AY değil hafif- orta ve orta -ileri AY ayrımında da güvenle kullanılabilecek bir yöntemdir.

Akım yaklaşma metodu

Akım yaklaşma ve VK metodu farklı akım dinamiklerine dayanmakla birlikte aynı görüntü içerisinde yer almaları beraber değerlendirilmeleri ve karşılaştırılmalarına neden olmaktadır. Ancak her iki yöntemin de kendi içerisinde kısıtlılıklar vardır. Akım yaklaşma metodunda optimal "nyquist" hız seçimi, VK'da ise lateral çözünürlük problemleri teknik sınırlılıklardır. Ancak VK'nın TTE ile parasternal uzun aks planda veya çalışmamızda olduğu gibi TÖE ile aksiyal olarak ölçümü ile lateral çözünürlükten kaynaklanan kısıtlama ortadan kaldırmaktadır. Akım yaklaşma alanı kullanılarak yapılan çalışmalarda basit hemisferik geometri kullanıldığında ve özellikle ileri AY olan vakalarda kaçak hacminin daha yüksek olarak tahmin edilmesine neden olmaktadır (5,16). Hafif AY vakalarda ise Akım yaklaşma alanının basıklaşması sonucu tam ters etki gözlenerek kaçak hacmi düşük tahmin edilmektedir (5,16). VK metodu da akım yaklaşma metodu gibi ileri AY vakaların kaçak hacimlerinin yüksek tahminine yol açmaktadır. Bunun en önemli nedeni kapaklarla aorta arasında kalan akım yaklaşma bölgelerinin sıkışması ve VK genişliğinin daha yüksek ölçülmesidir. Bu sınırlamanın etkisi literatürdeki çalışmalarda "nyquist" hız yüksek tutulması ile aşılmıştır (16). Çalışmamızda da NH ortalama $57,5\pm 15,3$ cm/sn olarak ayarlanmış ve bazı vakalarda 90 cm/sn gibi yüksek ayarlar kullanılarak bu sınırlamanın etkisi azaltılmaya çalışılmıştır.

Devamlılık eşitliği

Kapak halkalarının ölçümünden kaynaklanan problem ve hatalar, zaman alıcı ve pratik olmaması, kaçak alanı için AY VTI ölçüm gerekliliği ve orta-ileri mitral yetersizliğinden etkilenmesi, VK yöntemine göre önemli sınırlamalardır.

Vena kontrakta genişliği ve aort yetersizliği derecelendirmesi

Kaçak alan ölçümleri ve VK ilk olarak MY'de kullanılmakla birlikte, AY'de klinik değerlendirmede kullanıldığı çalışma bu yıl içinde yayımlanmıştır (28). Tribouilloy ve ark.(28) VK ölçümünün AY kaçak alanının yerini alabilecek bir parametre olmadığını ve bunun en önemli nedeninde farklı yapıda olabilen alanın iki boyutlu ölçümlerle değerlendirmesinin doğru olmayacağını savunmuştur. Bununla birlikte VK genişliği ile kaçak alanı ve hacmi arasında yüksek korelasyon bulunmuş ve hesaplanan kesim değerleri için hafif-orta ve orta-ileri AY ayırımı kabul edilir sınırlar içerisinde özgüllük ve duyarlılık değerleri saptanmıştır (28). Çalışmamızda literatürle paralellik göstererek devamlılık eşitliği ile hesaplanan kaçak hacimleri ile yapılan grupların ayırımında 2,1 mm'lik VK genişliğinin hafif- orta derecedeki AY ayırımında kabul edilebilir özgüllük ve duyarlılık değerleri saptanırken, orta-ileri AY için hesaplanan 3,8 mm'lik VK genişliğinin özgüllük ve duyarlılık değerleri yüksek bulunmuştur (Tablo 1) . Bu verilerin ışığında TÖE ile ölçülen VK genişliğinin özellikle orta ve ileri AY ayırımı için kullanılabilir pratik ve güvenilir bir yaklaşım olabileceği izlendi.

Vena kontrakta yönteminin sınırlamaları

VK genişliği ölçümü 2-D renkli Doppler yöntemi ile yapılmakta ve anatomik kaçak alanı değerlendirmektedir. İki boyutlu bir ölçümle üç boyutlu bir alanın tahmini yöntemin en önemli sınırlamasıdır. Ancak üç boyutlu rekonstrüksiyonun rutin klinik kullanıma girmesiyle birlikte bu kısıtlılığa aşılabılır. Üç boyutlu ekokardiyografi ile yapılan invitro ve klinik çalışmalar bunun en önemli göstergesidir (29,30).

Kalsifik aort kapaklarında ultrason dalgalarında yansıma ve dağılma akım yaklaşma ve VK bölgesini özellikle TTE'de önemli ölçüde maskeleymektedir. Benzer şekilde deforme kapaklarda ve distorsiyone aortada standart planlarda görüntüleme oldukça zordur. TÖE ile bu kısıtlamalar bir ölçüde giderilmiştir. VK genişliği TTE ile vakaların 24'ünde (%48), TÖE ile vakaların 44'ünde (%88) net olarak görüntülendi.

Çok sayıda kaçak akımı VK genişliğinin kullanımını güçleştirmektedir (31). Çalışma grubumuzda bu tür vaka olmamakla birlikte, çok sayıda kaçakta birden fazla VK genişliği ölçümü ile AY değerlendirmesi yapılabilir.

Biküspid aortada diffüz kaçak jeti VK genişliğinin ölçümünü güçleştirmektedir. Üç boyutlu rekonstrüksiyonun kullanılması ile kaçak alanı şekli ve büyüklüğü daha hassas görüntülenerek bu sınırlama ortadan kaldırılabilir (29,30).

Çalışmanın sınırlamaları

Bu çalışmada kantitatif Doppler yöntemi karşılaştırmada referans yöntem olarak alınmıştır. Bu yöntemin kendi içerisinde özellikle mitral ve aortik kapak halkasının ölçümünden kaynaklanan potansiyel hataları bulunmaktadır. Bununla birlikte, kantitatif Doppler yönteminin anjiyografik ve sintigrafik atım hacimleri ile karşılaştırıldığı çalışmalarda yüksek korelasyonlar elde edilmesi bu yöntemin güvenilirliğini göstermektedir (25).

Önemli sınırlamalardan biri de kantitatif Doppler yöntemi ile TÖE ölçülen VK genişliğinin eş zamanlı yapılmamasıdır. Bununla birlikte invitro çalışmalarla gösterildiği gibi VK yönteminin hemodinamik değişikliklerden rölatif olarak az etkileniyor olması iki ölçüm arasındaki korelasyonu artırmaktadır (8).

Çalışmamızda TÖE kullanımı ile görüntü almaktaki problemler büyük ölçüde ortadan kalkmakla birlikte vakaların %13'ünde VK (hafif AY %60, orta AY %40) net olarak görüntülenemedi. İleri AY olan vakaların tümünde ise VK genişliği ölçüldü. VK ve akım yaklaşma tekniklerinin birlikte kullanılması ile yetersizlik şiddetinin değerlendirmesindeki hassasiyeti artıracaktır. Kliniğimizde de halen bu iki yöntemin AY birlikte incelendiği çalışma devam etmektedir.

Sonuç: Bu çalışmada aort yetersizliği vakalarında renkli Doppler multiplan TÖE ile ölçülen VK genişliği, kantitatif ekokardiyografik ve semikantitatif anjiyografik yöntemlerle iyi korelasyon göstermiştir. Bu yöntemin AY değerlendirmesinde kantitatif, güvenilir ve yarı-invasif tamamlayıcı bir yaklaşım olarak kullanılabilirliği gözlemlendi.

KAYNAKLAR

1. Zile MR: Chronic aortic and mitral regurgitation. Choosing optimal time for surgical correction. Clin Cardiol 1991;9:239-53
2. Perry GJ, Helmcke F, Nanda NC, et al: Evaluation of aortic insufficiency by Doppler color flow mapping. J Am coll Cardiol 1987; 9:952

3. **Grayburn PA, Handshoe R, Simith MD, et al:** Quantitative assessment of the hemodynamic consequences of aortic regurgitation by means of CW Doppler recordings. *J Am Coll Cardiol* 1987;10:135-142
4. **Özdemir N, Kaymaz C, Kıрма C, Enar S, Dinçkal H, Özkan M:** Aort yetersizliğinin değerlendirilmesinde yeni bir yaklaşım; Transözofajiyal ekokardiyografi ile diyastolik aort malkoaptasyon alanının planimetrik ölçümü. *Türk Kard Der Arşivi* 1998;26:341-8
5. **Sato Y, Kawazoe K, Kamata J, et al:** Clinical usefulness of the effective regurgitant orifice area determined by transesophageal echocardiography in patients with eccentric aortic regurgitation. *J Heart Valve Dis* 1997; 6:580-6
6. **Veyrat C, Lessana A, Abitbol G, et al:** New index for assessing aortic regurgitation with two dimensional Doppler echocardiographic measurements of the regurgitant aortic valve area. *Circulation* 1983;68:998
7. **Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ, et al:** Quantitative Doppler assessment of valvular regurgitation. *Circulation* 1993;87:841-8
8. **Shan DJ:** Instrumentation and physical factors related to visualization of stenotic and regurgitant jets by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol* 1998;12:1354-65
9. **Zhang J, Shiota T, Shandas R, et al:** Effect of different shape adjacent surface or differing shapes on regurgitant jet size: an in vitro study using color Doppler imaging and laser induced fluorescent dye visualization. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:1522-92
10. **Chenc C, Koschyk D, Brochoff C, et al:** Noninvasive estimation of regurgitant flow rate and volume in patients with mitral regurgitation by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:374-83
11. **Pu M, Vandervoort PM, Griffin BP, et al:** Quantification of mitral regurgitation by proximal convergence method using transesophageal echocardiography. Clinical validation of geometric correction for proximal flow constraint. *Circulation* 1995;92:2169-77
12. **Ishii M, Jones M, Shiota T, et al:** Quantifying aortic regurgitation by using the color Doppler-imaged vena contracta: a chronic animal model study. *Circulation* 1997;96:2009-15
13. **Yamachika S, Reid CL, Savani D, et al:** Usefulness of color Doppler proximal isovelocity surface area method in quantifying valvular regurgitation. *J Am Soc Echo* 1997;10:159-65
14. **Portland Cement Association:** Handbook of concrete culvert pipe hydraulics: Skokie, Ill., Portland Cement Association, 1964, p267-8
15. **Baumgartner H, Schima H, Kuhn P:** Value and limitations of proximal jet dimensions for the quantitation of valvular regurgitation: an in vitro study using Doppler flow imaging *J Am Soc Echocardiogr* 1991;4:57-66
16. **Shiota T, Jones M, Agler DA, et al:** New echocardiographic windows for quantitative determination of aortic regurgitation volume using color Doppler flow convergence and vena contracta. *Am J Cardiol* 1999;83:1064-8
17. **Henry WL, De Maria A, Framiak R, et al:** Report of the American Society of Echocardiography Committee on nomenclature and standards in two dimensional echocardiography. *Circulation* 1980;62:212-7
18. **Grossman W:** Profiles in valvular heart disease in Grosman W, Baim DS (eds). *Cardiac Catheterization, Angiography and Intervention*. 4th ed , Philadelphia: Lea and Febiger p 576-7
19. **Veyrat C, Lessena A, Abitbol G, et al:** New indexes for assessing aortic regurgitation with two-dimensional Doppler echocardiographic measurement of the regurgitant aortic valvular area. *Circulation* 1983;68:998-1005
20. **Hall SA, Brickner ME, Willet DL, et al:** Assessment of mitral regurgitation severity by Doppler color flow mapping of vena contracta. *Circulation* 1997;95:636-42
21. **Tribouillory C, Shen WF, Quere JP, et al:** Assessment of severity of mitral regurgitation by measuring regurgitant jet width at its origin with transesophageal Doppler color flow imaging. *Circulation* 1992;85:1248-53
22. **Grayburn PA, Fehdke W, Omran H, et al:** Multiplan transesophageal echocardiographic assessment of mitral regurgitation by Doppler color flow mapping of vena contracta. *Am J Cardiol* 1994;74:912-7
23. **Zhou X, Jones M, Shiota T, et al:** Vena contracta imaged by Doppler color flow mapping predicts the severity of eccentric mitral regurgitation better than color jet area: A chronic animal study. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1393-8
24. **Heinle SK, Hall SA, Brickner ME, et al:** Comparison of vena contracta width by Multiplan transesophageal echocardiography with quantitative Doppler assessment of mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1998;81:175-9
25. **Rokey R, Sterling LL, Zoghbi WA, et al:** Determination of regurgitant fraction in isolated mitral or aortic regurgitation by pulsed Doppler two-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:1273-8
26. **Croft CH, Lipscom K, Mathis K, et al:** Limitation of qualitative angiographic grading in aortic or mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1984;53:1593-8
27. **Yoganathan AP, Cape EG, Sung HW et al:** Review of hydrodynamic principles for the cardiologist: applications to study of blood flow and jets by imaging techniques. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:1344-53
28. **Tribouilloy CM, Enriquez-Sarrano M, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ:** Assessment of severity of aortic regurgitation using the width of the vena contracta: A clinical color Doppler imaging study. *Circulation* 2000;102:558-64
29. **Irvine T, Derric G, Moris D, Norton M and Kenny A:** Three-Dimensional echocardiographic reconstruction of mitral valve color Doppler flow events. *Am J Cardiol* 1999;84:1103-6
30. **Mori Y, Shiota T, Jones M, et al:** Three-dimensional reconstruction of the studies in a chronic animal model. *Circulation* 1999;99:1611-7
31. **Tribouilloy C, Shen WF, Quere JP, et al:** Assessment of severity of mitral regurgitation by measuring regurgitant jet width at its origin with transesophageal Doppler color flow imaging. *Circulation* 1992;85:1248-53