

OSTİYUM SEKUNDUM TİPİ ATRİYAL SEPTAL DEFEKTTE PULMONER VEN AKIM ÖZELLİKLERİ

Y. Doç. Dr. Mustafa YILMAZ, Y. Doç. Dr. Yekta GÜRLERTOP, Y. Doç. Dr. Mahmut AÇIKEL, Doç. Dr. Engin BOZKURT, Doç. Dr. M. Kemal EROL, Dr. Fuat GÜNDOĞDU, Prof. Dr. Şule KARAKELLEOĞLU

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum

Özet

Ostiyum sekundum atrial septal defektte (ASD) pulmoner ven akım özellikleri önceden yeterince çalışılmamıştır. ASD kardiyak hemodinamiyi hem ventriküler sistolde ve hem de diyastolde çarpıcı bir şekilde değiştirir. Bu çalışma ostiyum sekundum atrial septal defektli hastalarda pulmoner ven akım özelliklerini araştırmak amacıyla planlandı. Pulmoner akımın sistemik akıma oranı (Qp/Qs) < 1.5 olan ondört hasta (grup I), şant oranı $Qp/Qs \geq 1.5$ olan onyediy hasta (grup II) ve onbeş sağlıklı olgu (grup III) çalışmaya alındı. Tüm olguların sol üst pulmoner ven akımı transözofajiyal ekokardiyografi ile analiz edildi. Çalışmamızda şant oranı ≥ 1.5 olan hastaların % 88'inde sistolün başlangıcından atriyal kontraksiyona kadar tek devamlı öne doğru olan pulmoner venöz akım örneği gözlemlendi. Grup II'de yalnızca iki hastada (%12) pulmoner ven akımı sistolik ve diyastolik dalgalar olmak üzere iki fazlı idi. Atriyal geri akım dalgası grup II'de grup I'den ($p < 0.001$) ve grup III'den ($p < 0.001$) anlamlı derecede düşüktü. Şant oranı < 1.5 olan hastalarda pulmoner ven akımı sistolik ve diyastolik dalgalar olmak üzere iki fazlı idi. Grup I ve grup III arasında pulmoner ven sistolik ve diyastolik dalgalar açısından fark yoktu. Grup I'de atriyal geri akım dalga hızı grup III'ten belirgin olarak düşüktü ($p < 0.001$).

Bu çalışmanın sonuçları şant oranı ≥ 1.5 olan hastalarda pulmoner ven akımının tek devamlı öne doğru olan dalga ve azalmış atriyal geri akımdan ibaret olduğunu göstermektedir. İlaveten şant oranı < 1.5 olan hastalarda iki evreli pulmoner ven akımı ve azalmış atriyal geri akım mevcuttur. Atriyal septal defektli hastalarda pulmoner ven akımının incelenmesi atriyal septumdaki şantın büyüklüğü hakkında bilgi verebilir. (Türk Kardiyol Dern Arş 2003;31:426-31)

Anahtar kelimeler: Atriyal septal defekt, pulmoner venöz akım, transözofajiyal ekokardiyografi

Summary

Pulmonary Venous Flow Characteristics in Ostium Secundum Type Atrial Septal Defect

The pulmonary venous flow characteristics in ostium secundum atrial septal defect (ASD) have not been previously studied in detail. ASD dramatically alters cardiac hemodynamics during both ventricular systole and diastole. This study investigated the pulmonary venous flow pattern in patients with ostium secundum ASD. Fourteen patients who had a shunt ratio of pulmonary to systemic flow (Qp/Qs) < 1.5 (group I), seventeen patients who had shunt ratio $Qp/Qs \geq 1.5$ (group II) and fifteen healthy subjects (group III) were included in the study. The left upper pulmonary venous flow of all subjects was analysed by transesophageal echocardiography. We showed a single continuous antegrade wave extending from the beginning of systole to the onset of atrial contraction in

Yazışma adresi: Y. Doç. Dr. Mustafa Yılmaz, Adnan Menderes mah., 70. yıl Cumhuriyet İlköğretim Okulu Karşısı, Huzur apt., 2/8, Erzurum
Telefon: (0442) 316 63 33 / Faks: (0442) 315 51 94
e-posta: muyilmaz@atauni.edu.tr

Alındığı tarih: 10 Nisan, revizyon kabulü: 24 Haziran 2003

88% of patients who had a shunt ratio of $Q_p/Q_s \geq 1.5$. The pulmonary venous flow was biphasic (systolic and diastolic waves) in only two patients (12%) in group II. The atrial reversal flow wave was significantly lower in group II than in group I ($p < 0.001$) and in group III ($p < 0.001$). In patients who had a shunt ratio < 1.5 , pulmonary venous flow was biphasic. There was no difference regarding pulmonary venous systolic and diastolic waves between group I and group III. Atrial reversal wave velocity was lower in group I than in group III ($p < 0.001$). Pulmonary venous flow comprises a single continuous antegrade wave and a diminished atrial reversal wave in patients who have a shunt ratio ≥ 1.5 , whereas biphasic pulmonary venous flow and diminished atrial reversal wave are present in patients who have a shunt ratio < 1.5 . Investigating the pulmonary venous flow in patients with atrial septal defect may provide information on the size of the shunt in the atrial septum. (Arch Turk Soc Cardiol 2003;31:426-31)

Key words: Atrial septal defect, pulmonary venous flow, transesophageal echocardiography

Atriyal septal defekt (ASD) konjenital kalp hastalıklarının erişkinlerde en sık karşılaşılan şeklidir. Konjenital defekt atriyal septumun en sıklıkla foramen ovale bölgesinde bulunur ve sekundum tip atriyal septal defekt olarak adlandırılır⁽¹⁾. ASD’de pulmoner venlerden gelen kanın bir miktarı mitral kapaktan geri kalan kısmı ise atriyal septumdaki defekt aracılığıyla sol atriyumdan sağ atriyuma doğru geçer. Transözofajiyal ekokardiyografi (TOE) atriyal septumdaki defektin görüntülenmesinde transtorasik ekokardiyografiye daha üstündür. TOE defektin yeri, büyüklüğü ve beraberinde pulmoner venöz dönüş anomalisinin belirlenmesi açısından ek bilgiler sağlar^(2,3). ASD’li olgularda pulmoner akım özelliklerini inceleyen çalışmalar yeterince yapılmış değildir⁽⁴⁾. Bu çalışma atriyal seviyede şantı olan sekundum ASD’li olgularda pulmoner ven akım özelliklerini incelemek amacıyla planlandı.

MATERYEL VE METOD

Çalışmaya sekundum ASD’si ve pulmoner akımın sistemik akıma oranı (Q_p/Q_s) < 1.5 olan 14 hasta (Grup I), Q_p/Q_s oranı ≥ 1.5 olan 17 hasta (Grup II), çeşitli nedenlerle TOE uygulanan ancak kardiyak patoloji saptanmayan cins ve yaş olarak uygun olan 15 sağlıklı olgu (Grup III) alındı. Triküspid yetersizliği dışında

ciddi kapak hastalığı, sol ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğu, atriyal fibrilasyonu ve şant yönünün sağ atriyumdan sol atriyuma doğru olan olgular çalışma dışı bırakıldı. Tüm olgular çalışma öncesi bilgilendirildi ve onayları alındı. Çalışmaya alınan olguların transtorasik kayıtları Vingmed sistem V ekokardiyografi aygıtı (GE, Norway, Horten) ile 2.5 MHz prob kullanılarak elde edildi. Hastaların tümünde sistemik akım (Q_s) için aort anuler akımı ve pulmoner akım (Q_p) için de pulmoner anuler akım hesaplandı. Sistemik akım ölçümü için parasternal uzun aks görüntüde aort anulus çapı (Dao-cm) ölçüldü.

Apikal beş boşluk görüntüsünden pulsed Doppler örnekleme hacmi aort anulusu seviyesine konularak alınan traseden aortun “zaman-hız integrali (Time velocity integral-TV_{Iao}- cm) elde edildi. Sonuçta sistemik akım;

“ $Q_s(\text{litre/dk}) = (\text{Dao})^2 \times (\pi/4) \times \text{TV}_{Iao} \times \text{Kalp hızı}/1000^2$ formülü ile bulundu⁽⁵⁾. Pulmoner akım için; parasternal kısa aks görüntüsünden pulmoner kapak anulus çapı ve aynı görüntüden pulmoner anulus hizasına örnekleme hacmi yerleştirilerek elde edilen traseden pulmoner akımın zaman-hız integrali elde edildi. Aort akımı için kullanılan formülle pulmoner akım bulundu. Elde edilen bu akımlardan şant akımı (Q_p-Q_s), pulmoner ve sistemik akım oranı (Q_p/Q_s) hesaplandı. $Q_p/Q_s \geq 1.5$ olan defektler büyük ASD, $Q_p/Q_s < 1.5$ olan defekte sahip olanlar ise küçük ASD olarak tanımlandı. Pulmoner basınç triküspid yetersizliği

akımı üzerinden hesaplandı. Transözofajiyal ekokardiyografi 5 MHz multiplan transduser kullanılarak yapıldı. En az 4 saatlik açlığı takiben posteriyor farenksin anestezisi % 10 lidokain sprej ile sağlandı. Olguların hiçbirine sedatif ilaç veya atropin verilmedi. İşlem sol yan yatar pozisyonunda, sürekli tek kanallı EKG kaydı altında yapıldı. Pulmoner ven akımları nabızlı dalga Doppler ile sol üst pulmoner venin 0.5 cm girişinden elde edildi. Pulmoner ven akımına paralel olması için önce renkli Doppler kılavuz olarak kullanıldı, sonrasında nabızlı dalga Doppler ile akımlar kaydedildi, aç düzeltilmesi kullanılmadı. ASD tanısı hem transtorasik ekokardiyografi ve hem de TOE ile atriyal septumun renkli Doppler ve pulse Doppler ile incelenmesi halinde konuldu. Tüm ölçümler ardışık üç kalp atımı esnasında tekrarlanılarak ortalamaları alındı.

İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada elde edilen veriler ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi. Farklı gruplar arasındaki ortalamaların karşılaştırılması varyans analizi (ANOVA testi) ile yapıldı. Grup içi fark "Tukey testi" ile araştırıldı. Qp/Qs oranı ile tek devamlı dalga arasındaki korelasyon bivaryans korelasyon (Spearman) testi ile değerlendirildi.

Cinsiyet oran olarak verildi ve gruplar arasında karşılaştırılması "ki-kare testi" ile yapıldı. Pulmoner ven tek devamlı akım örneğine sahip olan ve olmayan hastaların "cut-off" değerini saptamada "Receiver operating characteristic" (ROC) analizi kullanıldı. $P < 0.05$ olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Gruplar arasında yaş, cins ve kalp hızı açısından anlamlı fark yoktu. Küçük şanta sahip hastalarda Qp/Qs ortalaması 1.28 ± 0.26 (sınır 1.2-1.4), büyük şanta sahip hastalarda ise Qp/Qs ortalaması 2.28 ± 0.43 (sınır 1.56-3.1) idi. Tüm ASD'li hastalarda şantın yönü sol atriyumdan sağ atriyuma doğru idi. Sağ ventrikül çapı hem küçük ve hem de büyük ASD şantına sahip olan hastalarda kontrol olgularından anlamlı derecede büyük olarak bulundu ($p < 0.001$). Ancak küçük

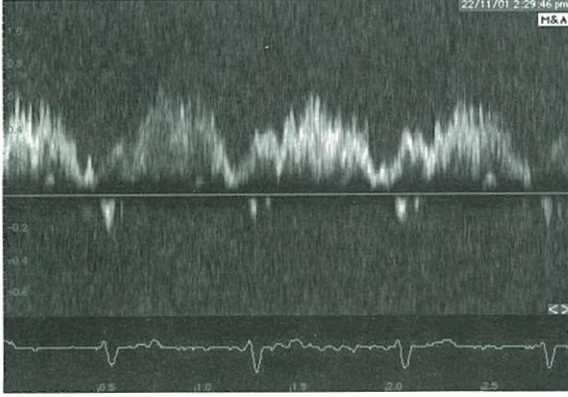
şantlı ASD ve büyük şantlı ASD hastaları arasında sağ ventrikül çapı açısından önemli fark saptanmadı. Sağ atriyum çapı ASD'li hastalarda kontrol olgularından belirgin derecede büyük olarak bulundu ($p < 0.001$). Pulmoner arter basıncı ve atriyal septumdaki defektin çapı büyük şanta sahip ASD olgularında küçük şanta sahip ASD olgularından fazla bulundu ($p < 0.001$). Hasta ve kontrol gruplarına ait klinik ve ekokardiyografik özellikler Tablo I'de verilmiştir.

Küçük şantlı ASD hastalarının tümünde sistolik ve diyastolik olmak üzere öne doğru olan karakteristik pulmoner ven akım örneği gözlemlendi (Şekil 1). Küçük şantlı ASD hastaları ve kontrol olgularının pulmoner ven sistolik dalga hızları (51.4 ± 11.8 cm/sn, 58.4 ± 14.0 cm/sn $p > 0.05$) ve diyastolik dalga hızları (38.7 ± 4.8 cm/sn, 42.6 ± 8.7 cm/sn $p > 0.05$) benzer olarak bulundu. Ancak pulmoner ven atriyal geri akım hızı kontrol olgularından anlamlı derecede düşük olarak saptandı (20.0 ± 1.9 cm/sn, 26.5 ± 5.8 cm/sn, ($p < 0.001$). Bununla birlikte küçük şantlı ASD olgularının pulmoner ven atriyal geri akım hızı

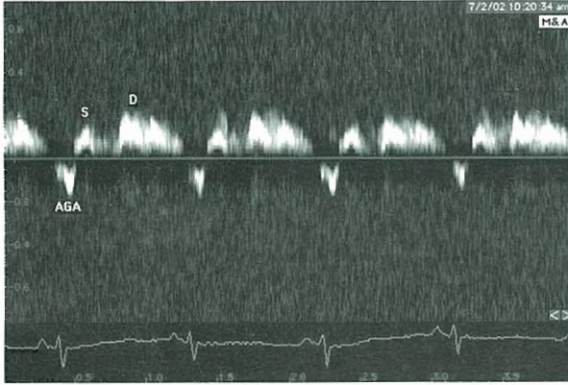
Tablo 1: Çalışmaya alınan olguların demografik özellikleri

	Grup I (Qp/Qs<1.5) N=14	Grup II (Qp/Qs≥1.5) N=17	Grup III (kontrol) N=15
Yaş (yıl)	37 \pm 16	40 \pm 10	36 \pm 11
Cins (erkek/kadın)	8/6	10/7	7/8
Sağ ventrikül çapı (mm)	44.9 \pm 5.9*	47.6 \pm 3.1*	33.1 \pm 1.05
Sağ atriyum çapı (mm)	46.3 \pm 6.2*	49.7 \pm 4.3*	32.8 \pm 1.06
Kalp hızı (atım/dk)	77 \pm 5	77 \pm 4	77 \pm 4
Pulmoner basınç (mmHg)	45 \pm 8 [§]	71 \pm 17	
Defekt çapı (cm)	1.19 \pm 0.21 [§]	1.97 \pm 0.33	
Şant oranı (Qp/Qs)	1.28 \pm 0.26 [§]	2.28 \pm 0.43	

(Qp/Qs; pulmoner akımın sistemik akıma oranı, Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında * $p < 0.001$, grup I ve grup II karşılaştırıldığında [§] $p < 0.001$)



Şekil 1: Küçük şant oranına sahip (pulmoner akımın oranı; $Qp/Qs < 1.5$) ASD'li bir hastada sistolik, diyastolik ve atriyal geri akımı (AGA) gösteren pulmoner ven akım örneği



Şekil 2: Büyük şant oranına (pulmoner akımın sistemik akıma oranı; $Qp/Qs \geq 1.5$) sahip ASD'li bir hastada devamlı öne doğru olan (sistolik ve diyastolik dalgaların birleştiği) pulmoner ven akım örneği

büyük şanlı ASD olgularından anlamlı derecede fazla idi (20.0 ± 1.9 cm/sn, 16.6 ± 2.6 cm/sn, $p < 0.001$).

Büyük şant oranına sahip ASD'li olguların % 88' inde devamlı öne doğru olan (sistol ve diyastol akımları birleşmiş olarak) pulmoner ven akım (ortalama 46.2 ± 2.8 cm/sn) örneği elde edildi (Şekil 2). Büyük şanlı ASD olgularında sadece iki hastada (%11) pulmoner ven akım örneği sistolik ve diyastolik olmak üzere ayrı olarak gözlemlendi. Büyük şanlı ASD olgularının devamlı öne doğru olan pulmoner ven akım hızları istatistiksel olarak aralarında fark olmamasına rağmen kontrol olgularının pulmoner ven sistolik dalga hızlarından

düşük olarak bulundu (46.7 ± 2.6 cm/sn, 58.4 ± 14.0 cm/sn sırasıyla). İlave olarak büyük şanlı ASD hastalarında atriyal geri akım hızı kontrol olgularından düşük bulundu (16.6 ± 2.6 cm/sn, 26.5 ± 5.8 cm/sn, $p < 0.001$). Qp/Qs oranı ile tek devamlı öne doğru olan dalga arasında önemli ilişki belirlendi ($r: 0.88$, $p < 0.001$). Pulmoner ven tek devamlı akım örneğine sahip olan ve olmayan hastaların ayırımında şant akımının "cut-off" değeri 1.73 olarak alındığında sensitivite ve spesifite %100 olarak bulundu.

TARTIŞMA

Normal olarak pulmoner ven akım hızının, öne doğru olan sistolik ve diyastolik iki dalga ve atriyumların kasılması ile oluşan geriye doğru olan bir küçük dalga şeklinde üç karakteristik dalga örneği mevcuttur. Öne doğru olan dalgalardan birincisi sistolik (S) dalgadır ve atriyal gevşeme, ventrikül kontraksiyonu ile mitral anulusun sol ventrikül apeksine doğru yer değiştirmesine bağlı olarak oluşmaktadır. Pulmoner ven sistolik giriş akımı sol atriyal basınç ve kompliyansı ile yakından ilişkilidir. Çok yüksek ortalama sol atriyum basıncı, atriyal fibrilasyon ve ileri mitral yetersizliği varlığında sistolik dalga hızı azalır^(6,7).

Ventriküler erken diyastolik fazda sol ventrikülün elastik geri çekilmesi pulmoner venlerden kanı emer ve diyastolik dalga (D) akımına neden olur. Pulmoner ven diyastolik dalga akımı ile mitral erken diyastolik dalga arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. Belirgin mitral içe akım hızlı doluş dalgasına sahip bir hastada belirgin pulmoner venöz diyastolik akımı olacaktır. Son dalga örneği olan atriyal geri akım dalgası (A) atriyal kontraksiyonun pulmoner ven içine küçük bir geri akıma yol açması ile oluşur. Atriyal geri akım dalgası hızı, süresi atriyumun sistolik fonksiyonu ve sol ventrikül kompliyansı tarafından belirlenir^(8,9). Atriyumdaki defekt nedeniyle ventriküllerin sistol ve diyastolünde kardiyak hemodinamik değişiklikler meydana gelir. Pulmoner ven akım özellikleri kardiyak hemodinamik değişikliklerden etkilenmektedir.

Atriyal septal defektli hastalarda pulmoner venlerden gelen kanın tümü sağlıklı olgularda olduğu gibi mitral kapaktan geçmez, kanın bir kısmı defektin büyüklüğüne bağlı olarak sağ atriya kalan kısmı ise mitral kapaktan sol ventriküle geçer. Normal bir olguda ventrikülün sistolü sırasında sol atriya kapalı bir boşluk iken, atriyal septal defektli olgularda sol atriya kalp siklusu boyunca kompliyansı iyi, direnci düşük olan sağ atriya ile ilişki içerisinde (10). Saric ve ark (4) yaptıkları çalışmada büyük şanta sahip ASD'li hastalarda devamlı öne doğru olan sistol ve diyastolik akımı ayırt edilemeyen pulmoner ven akım örneğini saptamışlardır. Bu çalışmadaki büyük şanta sahip olan olguların %95.5'inde (22 hastanın 21'inde) devamlı öne doğru olan pulmoner ven akım karakteristiğine rastlanmıştır. Kalan bir olguda devamlı tek öne doğru olan akımın gözlenmesini çalışmacılar bu hastanın şantının küçük olmasına bağlamışlardır. Biz bu çalışmada ASD'li olgularda pulmoner ven akım özelliklerini incelemek, büyük ve küçük şanta sahip olgulardaki pulmoner ven akım özelliklerini belirlemeyi amaçladık. Çalışmamızda küçük şantlı ASD'li hastaların tümünde pulmoner ven sistolik ve diyastolik dalgalarının ayrılması şeklinde karakteristik pulmoner ven akım örneği gösterdiği saptandı. Küçük şantlı ASD'li hastaların pulmoner ven sistolik ve diyastolik dalga hızları kontrol olguları ile karşılaştırıldığında benzer olduğu saptandı. Büyük şanta sahip olguların % 88'inde devamlı öne doğru olan pulmoner ven akım örneği gözlemlendi. Büyük şanta sahip olguların devamlı öne doğru olan pulmoner ven akım hızlarının kontrol olgularının sistolik dalga hızlarından düşük olduğu bulundu. Bu bulgular şanti büyük olan ASD'li olgularda septumdaki defekt nedeniyle kanın tüm kardiyak siklus boyunca düşük dirençli sağ atriya aktığını, pulmoner venlerden gelen kanın devamlı sol atriya boşaldığını düşündürmektedir. Bu bulgu Saric ve ark (4) yaptıkları çalışma ile uyum içindedir. Takaya ve ark (11) sekundum ASD'li olguların bir kısmında kateter ile pulmoner ven akımını direkt

olarak ölçtükleri çalışmada benzer olarak devamlı akım örneğini gözlemlemişlerdir. Çalışmamızın sonuçlarına göre atriyal septal defektli hastalarda pulmoner ven sistolik ve diyastolik akımının ayırt edilebildiği olgular küçük şant oranına sahip olan hastalardır. Küçük şantlı ASD olgularında pulmoner ven akım özelliklerinin incelenmesi açısından bu çalışma ilktir.

Pulmoner ven atriyal geri akım dalga hızı küçük ve büyük ASD hastalarında kontrol olgularından belirgin derecede az bulundu. Ayrıca büyük şant oranına sahip hastalarda atriyal geri akım küçük şantlı ASD olgularından anlamlı olarak azdı. Büyük şantlı ASD'li hastalarda atriyal kasılma ile kanın çok az kısmı geriye pulmoner venlere doğru, büyük kısmı ise kompliyansı iyi olan sağ atriya boşalmaktadır. Bu bulgular büyük şant oranına sahip ASD olgularında atriyal kasılma ile oluşan geri akımın az olmasının nedeninin geniş defektten kaynaklandığını düşündürmektedir.

Saric ve ark (4) geniş şantlı ASD'li hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada pulmoner ven atriyal geri akım dalgası zirve hızının kontrollerden anlamlı derecede az olduğunu, defektin kapatılmasından sonra ise geri akım dalgasının artarak normal seviyeye döndüğünü bulmuşlardır. Bu bulgular çalışmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Sonuç olarak büyük şanta sahip ASD'li hastalarda pulmoner ven akımları devamlı öne doğru akım şeklinde olup küçük bir atriyal geri akımla birliktelik göstermektedir. Küçük ASD'li olgularda pulmoner ven akım özellikleri düşük akım hızlı atriyal geri akım dışında öne doğru olan normal akım hızlarına sahip sistolik ve diyastolik iki dalga paterni şeklindedir. Qp/Qs ölçümü zaman gerektiren, teknik zorlukları içeren bir metottur. Bu konuda ileride yapılacak daha fazla olguyu içeren çalışmalarla desteklenmesi ile daha kolay elde edilmesi ve yorumlanabilmesi açısından pulmoner ven akım özelliklerine bakarak ASD'li hastalarda atriyal septumdaki şantın büyüklüğü hakkında bir fikir yürütülebilir.

KAYNAKLAR

1. Alizad A, Seward JB: Echocardiographic features of genetic diseases: part 8. Organ system. J Am Soc Echocardiogr 2000;13:796-800
2. Ishii M, Kato H, Inoue O, et al: Biplane transesophageal echo-Doppler studies of atrial septal defects: quantitative evaluation and monitoring for transcatheter closure. Am Heart J 1993;125:1363-8
3. Lin SL, Ting CT, Hsu TL, et al: Transesophageal echocardiography detection of atrial septal defect in adults. Am J Cardiol 1992;69:280-2
4. Saric M, Applebaum RM, Phoon CK, et al: Pulmonary venous flow in large, uncomplicated atrial septal defect. J Am Soc Echocardiogr 2001;14:386-90
5. Kitabatake A, Inoue M, Asao M, et al: Noninvasive evaluation of the ratio of pulmonary to systemic flow in atrial septal defect by duplex Doppler echocardiography. Circulation 1984;69:73-9
6. De Marchi SF, Bodenmuller M, Lai DL, Seiler C: Pulmonary venous flow velocity patterns in 404 individuals without cardiovascular disease. Heart 2001; 85:23-9
7. Klein AL, Abdalla I, Murray RD, et al: Age independence of the difference in duration of pulmonary venous atrial reversal flow and transmitral A-wave flow in normal subjects. J Am Soc Echocardiogr 1998;11:458-65
8. Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ: Relation of pulmonary vein to mitral flow velocities by transesophageal Doppler echocardiography. Effect of different loading conditions. Circulation 1990;81:1488-97
9. Keren G, Sherez J, Megidish R, Levitt B, Laniado S: Pulmonary venous flow pattern--its relationship to cardiac dynamics. A pulsed Doppler echocardiographic study. Circulation 1985;71:1105-12
10. Fuse S, Tomita H, Hatakeyama K, Kubo N, Abe N: Effect of size of a secundum atrial septal defect on shunt volume. Am J Cardiol 2001;88:1447-50
11. Takaya T, Arakawa M, Tanaka T, et al: Pulmonary vein blood flow velocity waveform: with special reference to pulmonary "systolic runoff" in patients with atrial septal defect. Jpn Circ J 1986;50:405-15