

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
KARTAL KOŞUYOLU YÜKSEK İHTİSAS
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KARDİYOLOJİ KLİNİĞİ



**SEKUNDUM TİP ATRİYAL SEPTAL DEFEKTİN, OKLÜDER
CİHAZI İLE PERKÜTAN KAPATILMASININ SAĞ KALP
FONKSİYONLARINA OLAN ETKİSİNİN
EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ**

KARDİYOLOJİ UZMANLIK TEZİ

Dr. Sinem (DENİZ) ÇAKAL

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Ali Metin ESEN

İSTANBUL - 2012

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|----|
| İÇİNDEKİLER..... | 1 |
| TEŞEKKÜR..... | 2 |
| KISALTMALAR | 3 |
| ÖZET..... | 4 |
| GENEL BİLGİLER (ASD)..... | 6 |
| SAĞ VENTRİKÜL ANATOMİSİ..... | 11 |
| SAĞ KALP EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ..... | 16 |
| ATRİYAL SEPTAL DEFEKT TEDAVİ SEÇENEKLERİ..... | 31 |
| AMAÇ..... | 38 |
| MATERYAL VE METOD | 39 |
| BULGULAR..... | 42 |
| TARTIŞMA | 48 |
| SONUÇ | 52 |
| KAYNAKLAR..... | 53 |

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda desteklerini benden esirgemeyen, tıbbi ve akademik anlamda beni hep yönlendirip yüreklendirerek Kardiyoloji hekimliğine ait hayallerimin gerçek olmasını sağlayan sayın Başhekimimiz ve değerli Kardiyoloji Klinik Şefim Doç.Dr Ali Metin ESEN'e;

İhtisas sürem boyunca birlikte çalıştığım, kardiyoloji ve hayata dair çok şey öğrendiğim, Kardiyoloji Klinik Şefleri Sayın Prof Dr. Mehmet ÖZKAN, Sayın Doç. Dr. Cevat KIRMA, Sayın Doç. Dr Muhsin TÜRKMEN, Sayın Doç. Dr. Nihal ÖZDEMİR, Sayın Doç. Dr. Cihangir KAYMAZ'a;

Bilimsel çalışma yapma, makale yazma konusunda bana çok büyük katkısı bulunan ve tez çalışmamda desteğini benden esirgemeyen Doç Dr Elif EROĞLU'na;

İhtisas hayatım boyunca desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, hep yanımda olan değerli eşim Dr. Beytullah ÇAKAL'a,

Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hatanesi'ni sıcak bir aile ortamı haline getiren, birlikte çalıştığımız uzmanlarım, asistan arkadaşlarım, hastane hemşireleri, personeli ve tüm çalışanlarına;

Bugünlere gelmemde çok büyük katkısı olan aileme ve dostlarıma;

Teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Sinem (Deniz) ÇAKAL

02.04.2012

KISALTMALAR

1. ASD : Atriyal Septal Defekt
2. TTE : Transtorasik Ekokardiyografi
3. TÖE : Transözefajiyal Ekokardiyografi
4. ESC : European Society of Cardiology
5. STE : Speckle Tracking Ekokardiyofrafi
6. PAB : Pulmoner Arter basıncı, s-sistolik
7. ACC/AHA : American Collage of Cardiology/American Heart Assossiation
8. BT : Bilgisayarlı Tomografi
9. PH : Pulmoner Hipertansiyon
10. PW : Pulse Wave; CW: Continuous Wave
11. PVR : Pulmoner Vasküler Rezistans
12. TAPSE : Triküspid anulusunun M-mode sistolik hareket genliği
13. FAC : Fraksiyonel Alan Değişimi
14. RV : Sağ Ventrikül
15. RVSSÇ : Sağ Ventrikül Sistol Sonu Çap
16. RVDSC : Sağ Ventrikül Diyastol Sonu Çap
- 17: MPI : Miyokard Performans İndeksi
18. RA : Sağ Atriyum
19. PA : Pulmoner Arter
20. RVOT : Sağ Ventrikül Çıkış Yolu
21. İVA : İsovolümik Akselerasyon Zamanı
22. MRG : Magnetik Rezonans Görüntüleme
23. LV : Sol Ventrikül

ÖZET

Sekundum Tip Atriyal Septal Defektin, Oklüder Cihazıyla Perkütan Kapatılmasının Sağ Kalp Fonksiyonlarına Olan Etkisinin Ekokardiyografik Değerlendirilmesi:

Amaç: Sekundum tip atriyal septal defekt (ASD), en sık görülen konjenital kalp hastalıklarındandır. Açık kalp cerrahisi, ASD kapatılmasında klasik ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilse de, günümüzde transkateter perkütan oklüzyon teknikleri giderek artan oranlarda ve başarı ile kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmamızda, sekundum tip atriyal septal defekti olan hastalarda, sağ ventrikül sistolik fonksiyonlarının, sağ atriyal ve sağ ventriküler deformasyonun; sağlıklı bireylerle karşılaştırılması, hastaların atriyal septal defektinin, amplatzer septal oklüder cihazı ile perkütan kapatılması öncesi ve sonrası takiplerde sağ kalp fonksiyonlarının etkilenip etkilenmediğinin ekokardiyografik olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Metod: Çalışmaya, kliniğimize Şubat 2011 ile Haziran 2011 tarihleri arasında sekundum tip atriyal septal defekt nedeniyle başvuran ve defekti, amplatzer septal oklüder ile kapatılmaya uygun olan 20 hasta alındı. Kontrol grubu olarak yaş uyumlu sağlıklı 20 birey seçildi. Tüm hastalara işlem öncesi, işlem sonrası 24.saatte ve 1.ayda VİVİD 7 cihazıyla transtorasik ekokardiyografi incelemesi yapıldı. Analizler, Echo Pac 8 cihazında yapıldı. Sağ atriyum ve sağ ventrikül sistol sonu ve diyastol sonu çapları ölçüldü. Güncel kılavuzlarda önerilen sağ ventrikül sistolik fonksiyonları belirteçleri olan; TAPSE, FAC, RV MPI, RV EF (Teichholz ile) değerleri hesaplandı. Sağ ventrikül deformasyonu apikal dört boşluk görüntüden değerlendirildi. Sağ ventrikül global uzun eksen pik sistolik strain ve strain rate değerleri speckle tracking yöntemiyle ölçüldü. Sağ atriyal deformasyonu değerlendirmek için sağ atriyum lateral duvar mid segmentin speckle tracking yöntemiyle pik sistolik uzun eksen strain ve strain rate değerleri, sağ atriyum rezervuar fazının göstergesi olarak ölçüldü.

Bulgular: Kontrol grubuyla kıyaslandığında, sağ atriyum ve sağ ventrikül çapları (RA, RVDSC, RVSSÇ), sağ ventrikül sistolik fonksiyon göstergeleri (TAPSE, RV EF), PABs ve sağ atriyum- sağ ventrikül strain ve strain rate (SR) değerleri ASD grubunda anlamlı olarak daha yüksek saptandı. RV sistolik belirteçlerinden olan FAC değerinde kontrol grubu ile

ASD grubu arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi. Sağ ventrikül fonksiyonları, sağ ventrikül global uzun eksen pik sistolik strain-SR ve sağ atriyumun rezervuar fazdaki pik sistolik strain-SR değerleri perkütan kapama işlemi öncesine göre, ASD kapama sonrası 24.saatte anlamlı olarak daha düşük saptandı. MPI, kontrol grubuna kıyasla ASD hastalarında daha düşük izlenirken, işlem sonrası 24.saatte, işlem öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttı. RVDSC, RVSSC, RA çap, TAPSE, FAC, sağ ventrikül SR, sağ atriyum strain-SR değerleri işlem öncesine göre işlem sonrası 1. ayda anlamlı olarak düşük izlenirken, sağ ventrikül strain, RV EF ve MPI değerlerinde işlem öncesine göre, işlem sonrası 1.ayda anlamlı değişiklik olmadı. Hem sağ atriyum hem sağ ventrikül strain değerleri, ASD hastalarındaki şant oranı (Qp/Qs) ile anlamlı derecede korele bulundu. (Sırasıyla R:0.55; p:0.01 ve R:0.52; p:0.02)

Sonuç: ASD'li hastalarda sağ kalp boşluklarındaki kronik volüm yüklenmesine bağlı olarak sağ ventrikül sistolik fonksiyonları, sağ atriyum ve sağ ventrikül deformasyon değerleri normal populasyona göre artmıştır. Sağ atriyum ve sağ ventrikül strainindeki bu artış şant derecesiyle anlamlı artış göstermektedir. ASD'nin perkütan yolla kapatılması sonrası 24. saat ve 1. ayda, işlem öncesine göre, bu değerlerde azalma izlenmektedir. Bu durum, RV sistolik fonksiyonları ve RA-RV deformasyonlarının yük bağımlı olduğunu düşündürmekte, ASD'nin amplatzer septal oklüder ile kapatılması sonucu, sağ kalp boşluklarındaki kronik volüm yükünün azalmasıyla, RA-RV'de geometrik ve deformasyonel değişikliklerin 24 saat içinde başladığını ve 1.ayda da yeniden şekillenmenin devam ettiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Atriyal septal defekt, amplatzer septal oklüder, sağ kalp fonksiyonları, speckle tracking ekokardiyografi, strain

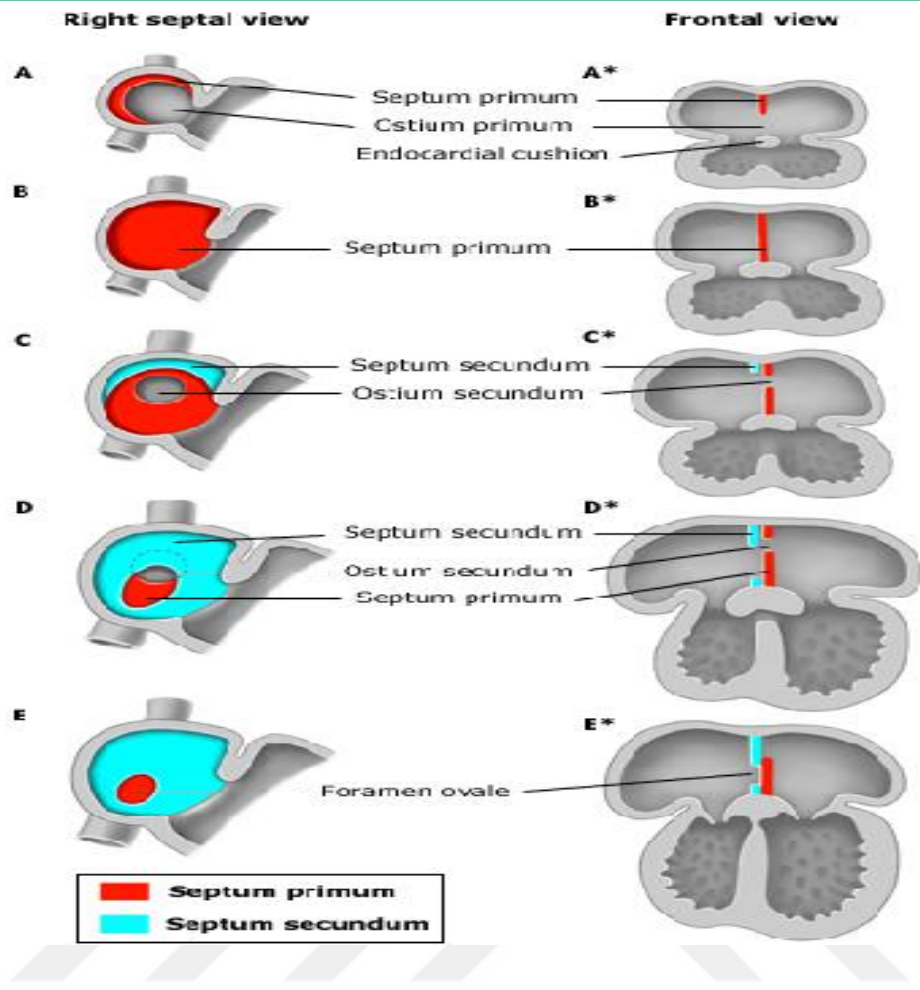
GENEL BİLGİLER

GİRİŞ:

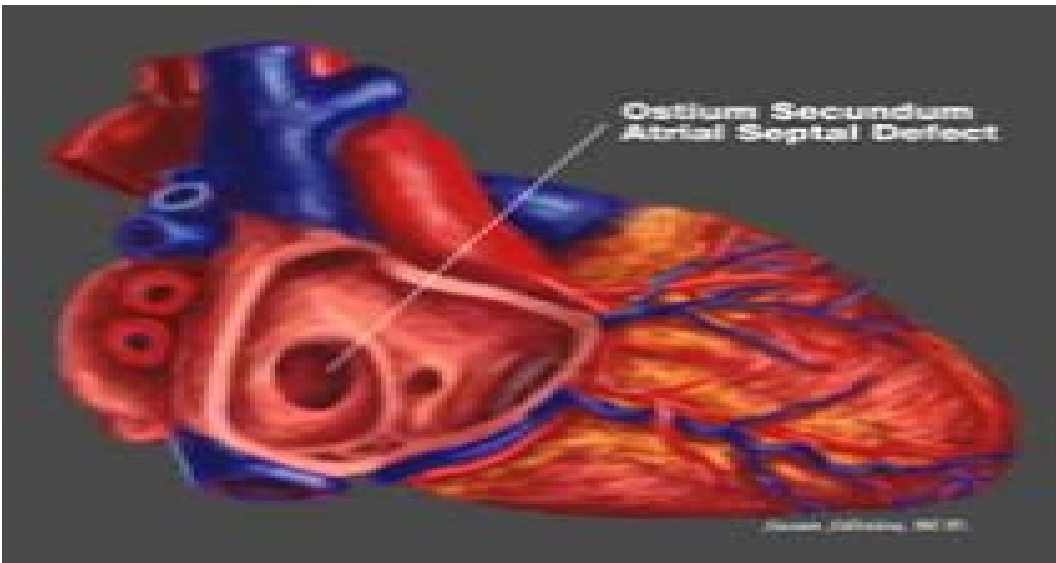
Atriyal Septal Defekt (ASD), atriyal septumun herhangi bir bölgesinde, sol ve sağ atriyumlar arasında anormal şanta izin veren, iki atriyumun birbiriyle bağlantılı olması şeklinde tanımlanan bir defektir. ASD konjenital kalp hastalıkları içinde % 10-15 oranında görülür, yetişkinlerde ise en çok görülen konjenital kalp hastalığıdır (1). Kadınlarda erkeklere oranla yaklaşık iki kat daha fazla görülür.

INTERATRİYAL SEPTUMUN EMBİRYOLOJİK OLARAK GELİŞİMİ:

Fetal hayatta sağ atriyal basıncın yüksekliği ve pulmoner vasküler rezistans (PVR) ile sistemik vasküler rezistansın (SVR) hemen hemen eşit olmasından dolayı kan akımı sağdan sola doğrudur. Atriyal septumun ortasında doğuma kadar açık kalan ve fetal kan dolaşımının devamında büyük önemi olan bir delik (foramen ovale) bulunur. Foramen ovale'nin dorsal kenarında sol atriyum içine doğru, açık bir kapı kanadı tarzında, valvula foraminis ovalis çıkar ve vena kava inferior'dan dökülen kanın sol atriyuma geçmesini temin eder. Atriyum bölmesinin meydana gelişi oldukça karışık bir süreçtir ve olaya birbiri ardına gelişen iki septum iştirak. İlk gelişen (4.haftanın sonunda) ve geçici bir zaman için sağ ve sol atriyumu birbirinden tam olarak ayıran septum primum, ortak atriyumun tavanından lümeneye doğru büyür ve yalnız valvula foraminis ovalis geride kalacak şekilde tamamen körelir. Septum primum alt ucu ve AV kanalın endokardiyal yastıkları arasındaki açıklık ostiyum primum'dur. Daha sonra alt ve üst endokardiyal yastıkların uzantıları septum primum kenarı boyunca büyüyerek zamanla ostiyum primumu kapatır. Ostiyum primum kapanmadan önce septum primum üzerinde delikler belirir ve bunların birleşmesiyle ostiyum sekundum oluşur (5-6. haftada). Bu esnada septum primumun sağ tarafından büyüyerek ilerleyen septum sekundum'un ortasında kalan delik ile foramen ovale son şeklini alır. Bu deliğin ventral kenarı kalınlaşarak limbus foraminis ovalis'i oluşturur (2).



Şekil 1: Ostium primum ve ostium sekundum oluşumu

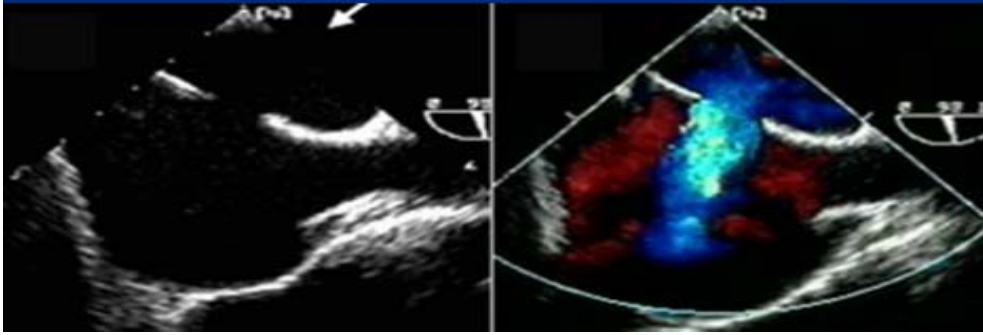


Şekil 2: Sekundum Atriyal Septal Defekt

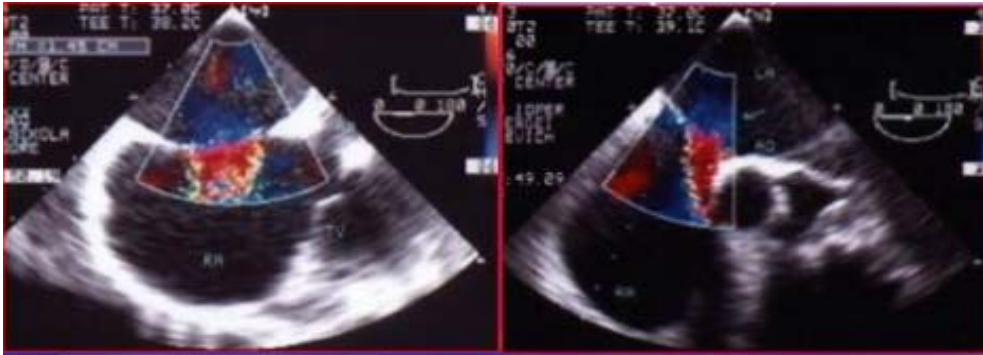
SINIFLANDIRMA:

ASD tipleri aşağıdakileri içerir (3):

- **Sekundum ASD** : ASD'lerin %80'idir. Fossa ovalis ve çevresindeki bölgede yer almaktadır.
- **Primum ASD** : %15 oranında görülür. Sinonimleri: parsiyel atriyoventriküler septal defekt (AVSD), parsiyel atriyoventriküler (AV) kanaldır. Defekt, kruksa yakın bölgede yer alır, AV kapaklar tipik olarak malformasyonludur ve çeşitli düzeylerde AV kapaklarda yetersizlik ile sonuçlanır.
- **Superiyor sinüs venozus defekti** : %5 oranında görülür, superiyor vena kava (SVK) girişinde yer alır, sağ pulmoner venlerin SVK/sağ atriyuma kısmi ya da tam bağlantısıyla ilişkilidir.
- **İnferior sinüs venozus defekti** : <%1 görülür. İnferiyor vena kava girişine yakın bölgede yer alır.
- **“Unroofed” koroner sinüs**: <%1 görülür. Sol atriyumdan ayrılma kısmi ya da tam olarak eksik olabilir.



Sekil 3A: TÖE'de Sekundum ASD görünümü



Sekil 3B: TÖE'de Santral yerleşimli ASD

Sekil 3C: TÖE'de ön kenarsız ASD (aort yanında)



Şekil 4: 1) Sekundum tip ASD
2) Primum tip ASD
3) Sinüs venosus üst tip
4) Sinüs venosus alt tip
5) Koroner sinüs defekti

BERABER BULUNDUĞU LEZYONLAR:

ASD, diğer kardiyak lezyonlarla da beraber bulunabilir:

1. Pulmoner stenoz (%10)
2. Parsiyel anormal pulmoner venöz dönüş anomalisi (% 7)
3. Ventriküler septal defekt (% 5)
4. Patent duktus arteriosus (% 3)
5. Mitral stenoz (% 2)
6. Persistan sol superior vena kava (% 2)
7. Sekonder ASD kalp-el sendromları (örn. Holt-Oram sendromu, üst ekstremité deformitesi)

Şant hacmi, sağ ventrikül /sol ventrikül uyumu, defekt boyutu ve sol atriyum/sağ atriyum basıncına göre değişir. Basit bir ASD sol ventriküle oranla daha yüksek sağ ventrikül kompliyansı nedeniyle soldan-sağa şant ile sonuçlanır (genellikle ≥ 10 mm defekt büyüklükleriyle uyumlu şant) ve aşırı sağ ventrikül hacim yüküne ve aşırı pulmoner dolaşıma neden olur. Sol ventrikül uyumunun azalması ya da sol atriyal basıncının artmasına neden olan herhangi bir durum (hipertansiyon, iskemik kalp hastalığı, kardiyomiyopati, aort ve mitral kapağı hastalığı) sol-sağ şantı artırır. Azalmış sağ ventrikül kompliyansı (pulmoner darlık, pulmoner hipertansiyon, başka bir sağ ventrikül hastalığı) ya da trikuspid kapak hastalığı sol-sağ şantı azaltabilir ya da sonuçta şantın tersine dönmesine ve siyanozla sonuçlanmasına neden olabilir (3).

DOĞAL SEYİR:

Hastalar sıklıkla erişkin çağa kadar asemptomatik kalırlar; ancak çoğunda dördüncü dekattan sonra, azalmış fonksiyonel kapasite, efor dispnesi ve çarpıntı (supraventriküler taşiaritmiler) ve daha az sıklıkta olmak üzere de pulmoner enfeksiyonlar ve sağ kalp yetersizliği gibi semptomlar gelişir (3). PAB normal olabilir, ancak yaşla birlikte artış gösterir. Bununla birlikte şiddetli pulmoner vasküler hastalık nadirdir (<%5) ve gelişimi genetik eğilimi de içeren ilave faktörler gerektirir (idiyopatik pulmoner hipertansiyona benzerlik). Paradoksal embolizm (nadir) ya da atriyal fibrilasyon sistemik embolizme neden olabilir (4).

FİZİK MUAYNE BULGULARI :

Anahtar klinik bulgular ikinci kalp sesinin sabit çiftleşmesi ve sistolik pulmoner üfürümü içermektedir. EKG, tipik olarak inkomplet sağ dal bloğunu ve sağ aks sapmasını (parsiyel AVSD'de superiyor sol eksen sapması) gösterir. Göğüs filminde sıklıkla pulmoner vaskülaritedeki artış gözden kaçırılmaktadır.

EKOKARDİYOGRAFI

Ekokardiyografi, tanı ve ölçüm sağlayan anahtar bir tanı tekniğidir. Daha önce ASD tanısı konmamış olan bir hastada ilk beklenmedik bulgu olabilen aşırı RV hacim yüklenmesi anahtar bulgudur ve defektin hemodinamik anlamını en iyi şekilde karakterize eder (şant oranına tercih edilir). Sinüs venozus defektleri, doğru tanı için genellikle TÖE ve cihaz kapanmadan önce sekundum defektlerin büyüklük ölçümünü gerektirir. Bu ölçüm rezidüel septum morfolojisinin incelenmesi, kenar (rim) uzunluğu ve kalitesi, ilave defektlerin dışlanması ve pulmoner arter ve triküspit yetersizliklerini içerir. Özellikle aşırı RV hacim yüklenmesi ve pulmoner venöz bağlantının değerlendirilmesinde ekokardiyografi yetersiz olursa kardiyak MRG ve BT bir alternatif oluşturabilir. Ekokardiyografide yüksek pulmoner arter basıncı saptanan hastalarda PVR'yi belirlemek için kardiyak kateterizasyon gereklidir (3).

SAĞ VENTRİKÜLÜN ANATOMİSİ:

Sağ ventrikülün yandan görünümü üçgen, enine kesiti yarım ay biçimindedir. Adale kitlesi sol ventrikülün 1/6'sı, atım işindeki payı 1/4 kadardır. Anatomik ve fonksiyonel olarak birbirinden farklı iki bölümü vardır (5).

1-İnflow (Sinüs) bölümü: Akım jeneratörüdür. İnlet ve apikal trabeküler bölümlerden oluşur. İnlet bölüm triküspit kapak, korda tendinealar ve papiller adalelerden ibarettir. Apikal trabeküler bölüm septumdan serbest duvara antero apikal olarak uzanan belirgin adale bandlarıyla karakterizedir. Bu bölge biyopsi dokusunun alındığı, transvenöz pace maker'ların yerleştirildiği yerdir.

2-Outflow (Konus) bölümü: Nispeten düz yüzeyli olan bu bölge, basınç regülatörü olarak görev yapar.

Inflow ve outflow bölüm dört adale bandı ile birbirinden ayrılır. Bunlar infundibuler septum, pariyetal band, septal band, moderatör bandlardır. Krista supraventrikularis triküspit ve pulmoner kapakları birbirinden ayıran C şeklinde adale kitlesi olup septal ve pariyetal bandlardan oluşur. Bu iki band pulmoner kapağın septal kapakçığı altında birleşir. Bu anatomik bölge infundibuler septuma uyar. Trabekuloseptomarjinalis moderatör ve septal bandın septumun ön yüzünden apekse doğru uzanan bölümüdür. İleti sisteminin sağ dalı septal ve moderatör band boyunca seyreder. Sağ anterior oblik planda septum üçgen biçiminde görülür. Apeks, pulmoner anulus ve triküspit kapak anulusu üçgenin tepelerini oluşturur. Pulmoner kapak anulusu ile triküspit kapak anulusun inferiyor yüzü arasında membranöz septum bulunur. Triküspit kapak üç kapakçıktan ibarettir. Bunlar anteriyor, septal ve posteriyor kapakçıklardır. Anteriyor ve posteriyor kapakçıkların kordaları serbest duvardan doğan ve moderator bandla kaynaşan büyük anteriyor papiller adaleye uzanır. Posteriyor duvardan çıkan birçok küçük papiller adaleye posteriyor ve septal kapakçık kordaları yapışır. Septal papiller adale ya yoktur veya rudimenterdir. Anteriyor ve septal kapakçık kordaları doğrudan septuma yapışır (5).

Pulmoner kapak aort kapağından daha yüksektedir. Ön, sağ ve sol olmak üzere üç kapakçığı bulunur. Sağ ventrikül dört adale bandı ile sol ventriküle bağlanır. Bunlar; 1-Bulbo-spiral yüzeyel ve derin adaleler, 2-Sino-spiral süperiyor ve derin adalelerdir. Süperiyor adale bandları sol ventrikül ile, derin adale bandları septum ile devam eder. Bu yapı özelliği ventriküllerin etkileşiminde önem taşır. Ventriküler etkileşim, çoğu kez sistolik ve diyastolik fazlarda değerlendirilir. Diyastolik etkileşim bir ventriküldeki volüm değişikliğinin septum aracılığıyla diğer ventrikül biçimini bozmasıdır. Böylece bir ventriküldeki gerginlik septumun

diğer ventriküle kaymasına ve diyastolik doluşun bozulmasına yani diyastolik disfonksiyonuna sebep olur. Diyastolik olumsuz etkileşimin aksine sistolik etkileşim katılımcı özelliktedir. İki ventrikülün serbest duvarındaki ortak adale lifleri, perikard ve septum ventriküller arası mekanik etkileşimin anatomik temelini oluşturur.

SAĞ VENTRİKÜL FİZYOLOJİSİ

İntra uterin yaşamda pulmoner arteriyollerin hipertrofik mûsküler tabakasına bağılı olarak pulmoner vasküler rezistans yüksektir. Sağ ventrikül yüksek rezistansa karşı çalıştığından relatif ventrikül hipertrofisi vardır. Doğumla beraber kan oksijen konsantrasyonunda artış pulmoner arteriyollerde vazodilatasyona ve pulmoner vasküler rezistans düşüşüne neden olur. Yine doğum sırasında plasenta ayrılması ve göbek kordonunun klampı ile sistemik vasküler rezistans hızla yükselir.

Yetişkinde ince cidarlı sağ ventrikül düşük rezistanslı akciğer damar yatağına karşı düşük basınçla çalışır. Pulmoner arterin diyastolik basıncı ile pulmoner venler ve sol atriyum basıncı arasında küçük bir fark vardır. Bu nedenle sol atriyum basıncında herhangi bir artış pulmoner arter basıncını dolayısıyla sağ ventrikül işini önemli derecede arttırır. Aynı şekilde LV diyastolik doluşu pulmoner venöz dönüşe bağımlıdır. Bu nedenle sağ ventrikül fonksiyonunu etkileyen bir anormallik de sol ventrikül fonksiyonunu etkileyecektir.

Sağ ventrikül kontraksiyonu üç farklı mekanizma ile oluşur:

- 1-Papiller adaleler ve internal adale bandları kasılarak triküspit kapağı apekse doğru çeker, uzun aksı kısaltır.
- 2-Serbest duvarın içe hareketi körük etkisi yaratır, kontraksiyonun primer mekanizmasını oluşturur.
- 3-Sol ventrikülün derin sirküler adaleleri kasılarak septumun kavsini ve kalınlığını daha da arttırır, serbest duvarın körük etkisini güçlendirir (6).

Sağ ventrikülün ejeksiyon sonu ile aktif kontraksiyon bitiş zamanı birbirinden farklıdır. Aktif kontraksiyon sona erdiği halde ejeksiyon devam eder.

SAĞ VENTRİKÜL FONKSİYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ:

Sol ventrikülde olduğu gibi sağ ventrikül performansında, kalp hızı, ritm, kontraktilite ve yüklenme durumlarından etkilenir. Yüklenme ve kontraktilite sağ ventrikül fonksiyonunda büyük önem taşır. Fonksiyonel değerlendirme sistolik ve diyastolik fazları içerir. Normal sağ ventrikül sistolik fonksiyonu afterload'a bağlıdır.

Bu bağımlılık akciğer hastalıklarıyla ilgili fizyopatolojik durumlarda belirginleşir. Sistolik faz ejeksiyon fraksiyonu (EF) ile diyastolik faz izovolümik relaksasyon (İVR), kompliyans ve ventrikül diyastolik doluş özellikleri ile değerlendirilir. Değerlendirmede invaziv ve non-invaziv metodlardan yararlanır. Ekokardiyografi, radyonüklid anjiyografi (RNA), manyetik rezonans görüntüleme (MRG), bilgisayarlı tomografi (BT), termodilüsyon ve anjiyografi günümüzde kullanılan metodlardır. Bunlardan çabuk yapılan, sık tekrarlanabilen ve non-invaziv özelliği ile ekokardiyografi pratikte büyük avantaja sahiptir. RNA, MRG, BT gibi gelişmiş teknikler hasta başına taşınmayışı, bilgilerin uzun sürede elde edilmesi, nispeten pahalı oluşu nedeniyle ancak sınırlı sayıda vakada yararlıdır. Üç boyutlu ekokardiyografi volüm ve fonksiyon değerlendirmede umut vermekle birlikte görüntü ve işlem zamanının uzunluğu klinik deneyim azlığı dezavantajlarını oluşturur.

SAĞ KALP BOŞLUKLARININ EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ:

Sağ ventrikülün; karmaşık geometrik yapısı (inlet, apikal ve infundibulum), endokardiyal sınırların düzensiz olması, sternumun arkasında yer alması, karmaşık kontraksiyon mekanizması ve yüke bağımlı olması nedeniyle Ekokardiyografik değerlendirilmesi sol ventriküle göre çok daha zordur. Sağ kalp, anatomi ve fonksiyonunun karmaşıklığı nedeniyle mümkün olduğu kadar çok planda incelenmelidir. En çok parasternal sağ ventrikül inflow ve outflow, parasternal kısa aks, apikal dört boşluk, subkostal dört boşluktan, tamamlayıcı görüntüleme olarak transözofagiyal ekokardiyografik (TÖE) incelemelerden yararlanır. Transgastrik kısa aks ve transözofagiyal dört boşluk kullanılan TÖE planlarıdır. İki boyutlu inceleme bulguları “pulsed wave” (PW), “continuous wave” (CW), renkli akım Doppler bulgularıyla birleştirilerek anatomik yapı yanında fonksiyonel bilgiler de elde edilir (6). Böylece sağ ventrikülün biçim ve büyüklüğü ile birlikte sistolik ve diyastolik fonksiyonları da değerlendirilmiş olur. Çeşitli ölçüm metodlarından yararlanır. Ekokardiyografinin avantajları yanında bazı teknik zorlukları da vardır. Sağ ventrikül

çoğunlukla sternum altındadır. Boşluk biçimi düzensizdir. Endokard trabeküllerden dolayı düzgün yüzeyle değildir. Göğüs boşluğundaki yeri pozisyona bağlı olarak değişkendir.

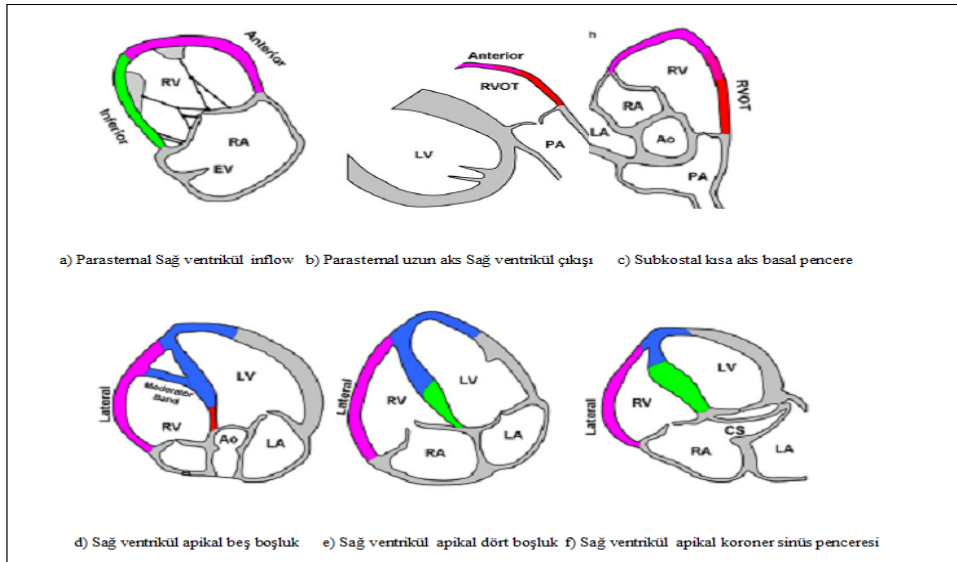
Normalde kalp apeksine kadar uzanmayan ve tabanı triküspit anulus düzlemi olan sağ ventrikülün sol ventrikülün uzun eksen uzunluğunun 2/3'ünü geçmemesi gerekir. Bu oran eğer 2/3'ü geçmiş ancak 1/1 oranından küçükse hafif sağ ventrikül genişlemesinden, oran 1/1 ise orta derecede genişlemeden ve 1/1'den büyük ve apeksin büyük kısmını veya tamamını sağ ventrikül oluşturuyorsa ileri genişlemeden söz edilebilir (Şekil 8). Aynı şekilde, sağ atriyum için kabaca sol atriyum boyutlarının aşılması sağ atriyal dilatasyonu düşündürür. Kalitatif yöntemler ilk bakışta ekokardiyografiyi yapanın sağ ventrikül ve atriyumu genişleten nedenlere odaklanmasını sağlaması bakımından oldukça yönlendiricidirler. Sağ ventrikül boyutlarının değerlendirilmesinde kullanılan kantitatif 2 boyutlu yöntemler ise kavite çaplarının ve duvar kalınlığının ölçülmesine dayanır. Sağ ventrikül kavite çapları en iyi parasternal kısa eksen pencerede kalbin bazal kesitinin alındığı seviyede ve apikal dört boşluk görüntüde ölçülür. Parasternal uzun eksen pencerede sağ ventrikül inflow görüntüde yapılan bu ölçümle normal erişkinlerde sağ ventrikül lateral duvar kalınlığının 3.4 ± 0.8 mm olduğu bildirilmiştir. En uygun sağ ventrikül kalınlık ölçümü; subkostal pencerede elde edilir. Klinikte pratik olarak 5 mm üzeri, sağ ventrikül hipertrofisi olarak değerlendirilmektedir. Sağ ventrikül basınç yükü varlığında sağ ventriküler lateral duvar gibi interventriküler septumda da hipertrofi meydana gelir (7).

Septal hipertrofi bazen çok ciddi olarak sol ventrikül arka duvarında orantısız şekilde daha kalın bir septuma neden olur ki, bu durum asimetric septal hipertrofi ile karışabilmektedir. Septal düzleşme sağ ve sol ventriküller arasındaki anormal basınç farkına bağlıdır. Normal kalpte sol ventrikülün yuvarlak şekli tüm kalp döngüsü boyunca korunmaktadır ve bunun nedeni sol ventriküldeki daha yüksek basınçtır. Sağ ventrikül basıncı arttıkça septumun bu normal kurtatürü değişerek düzleşmekte ve sol ventriküle doğru yer değiştirmektedir. Bu yer değiştirme, artan sağ ventrikül basınçları ile paralel şekilde artmaktadır. Sağ ventrikülün basınç yüklenmesi örneğinde bu septal yer değiştirme ve şekil bozukluğu (düzleşme) tüm kalp döngüsü boyunca, yani hem sistol hem diyastolde sürmektedir. Bu özellik, sağ ventrikülün basınç ve hacim yüklenmelerinin ayırıcı tanısında önemli yer tutmaktadır; sağ ventrikül hacim yüklenmesinde interventriküler septal şekil değişikliği ve sol yer değiştirme yalnızca diyastolde olmaktadır. Septal düzleşme sol ventriküler ekzantriklik indeksi ile kantifiye edilebilmektedir. Bu yaklaşımda parasternal kısa eksen görüntüde korda tendinealar hizasında sol ventrikülün birbirine dik iki kesit çapı oranlanmaktadır. Septal düzleşme durumunda bu oran 1,0'dan büyük olmaktadır (6). Sağ

ventrikül çaplarında genişlemeden kantitatif olarak bahsedebilmemiz için: bazal çapın 42 mm, mid bölgenin 35 mm ve bazal-apikal çapında 86 mm üzerinde olması gerekir. Sağ atriyumun kantitatif olarak genişlemesi ise alanının 18 cm²'den büyük, en uzun çapın 53 mm ve kısa çapında 44 mm'den büyük olmasıdır. Sağ atriyum pulmoner hipertansiyonlu hastalarda mortaliteyi göstermede iyi bir prediktördür. Sağ atriyumun basıncı inferior vena kava çapı ve inspiratuar kollapsdan etkilenerek oluşur. Bu iki parametrenin değerlendirilmesi sağ atriyum basıncında tahmini bir değer hesaplamamıza yardım eder.

Sağ Atriyum ve Sağ Ventrikül Ekokardiyografik Pencereleeri:

Sağ ventrikül, parasternal kısa aks, parasternal uzun aks, apikal 4 boşluk ve subkostal görüntülerden değerlendirilmelidir. Parasternal uzun aks incelemede; sağ ventrikül genişliği ve duvar kalınlığı değerlendirilir. Parasternal kısa aksta interatriyal septum ve septal düzleşme değerlendirilir. Apikal 4 boşluk görüntüde, sağ ventrikül, sağ atriyum çapları, interatriyal septum, triküspit yetersizliği jeti, FAC, MPI, TAPSE, İVA, strain, strain rate değerlendirilir. Subkostal görüntüde; sağ ventrikül kalınlığı, sağ atriyum /sağ ventrikül kollapsı değerlendirilir.



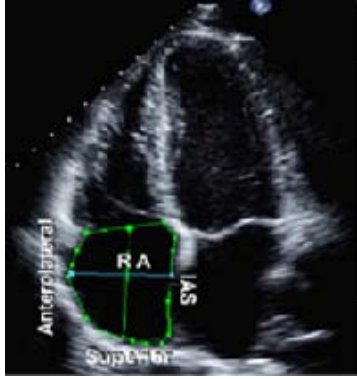
Şekil 5 : Sağ kalp boşlukları ekokardiyografik pencereleri (JASE 2010; 23:685-713)

SAĞ KALP FONKSİYONLARI DEĞERLENDİRİLMESİ

- 1.Yapısal Değerlendirme
- 2.Sistolik Fonksiyonun Değerlendirilmesi
- 3.Diyastolik Fonksiyonunun Değerlendirilmesi
- 4.Global Fonksiyonunun Değerlendirilmesi

1.Yapısal Değerlendirme:

Yapısal değerlendirmede en önemli parametre genişlik değerlendirilmesidir. Sağ kalp boşluklarındaki genişlemeyi değerlendirmek için: çap ölçümü, alan ölçümü, volüm ölçümü ve sol ventrikül boyutuna kıyaslama yapılmaktadır (7).



Sağlıklı birelerde apikal 4 boşluk görüntüde RA değerlendirilmesi;

- RA minor çapı 4.4cm 'in altında , RA major çapı 5.3 cm'in altında olmalıdır
- RA alanı 18 cm²'nin altında olmalıdır
- RA değerlendirilmesinde volüm ölçümü önerilemez

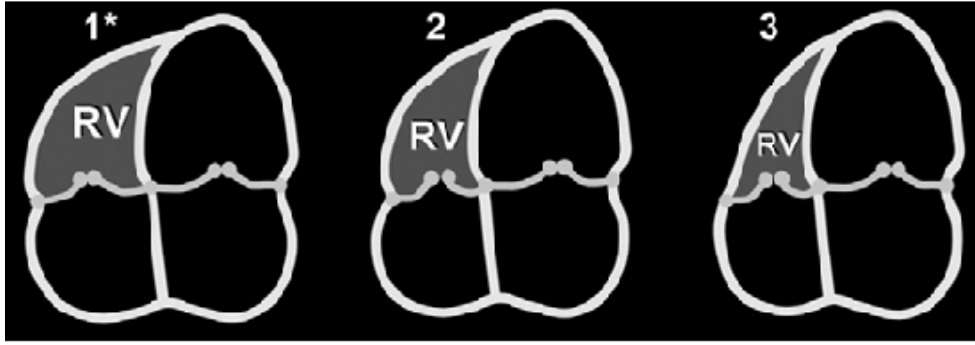
Şekil 6: Sağ atriyum çaplarının ölçümü



Sağ ventrikül Ventrikül serbest duvar kalınlığı en iyi subkostal pencereden ölçülür
Sağlıklı birelerde Sağ ventrikül serbest duvar kalınlığı < 5 m olmalıdır.

Şekil 7: Sağ ventrikül duvar kalınlığı ölçümü

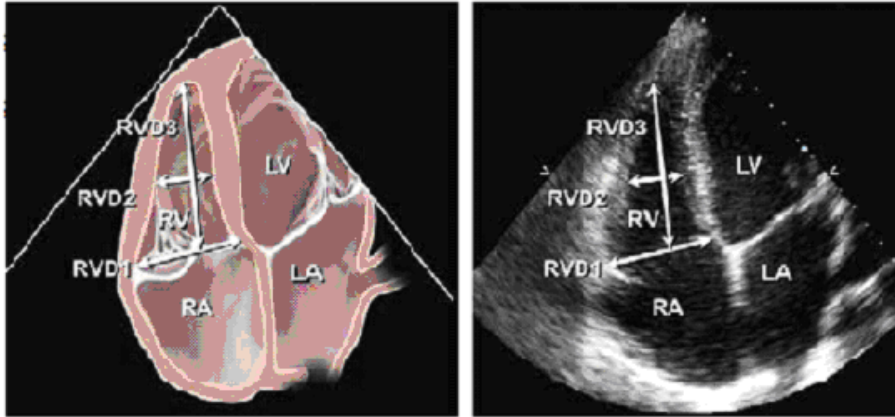
Şekil 8: Sağ ventrikül genişliğinin sol ventriküle kıyasla değerlendirilmesi



Apikal 4 boşluk görüntüleme;

1. Sağ ventrikül, Sol ventrikülün 2/3'ünden daha küçük olmalıdır.
2. Sağ ventrikülün çapı, Sol ventrikülden genişse sağ ventrikülün ileri derecede genişlediği kabul edilir
3. Sağ ventrikül Sol ventriküle eşit genişlikteyse sağ ventrikülde orta derecede genişleme vardır.

Şekil 9: Sağ ventrikül çaplarının ölçümü



Tam bir ekokardiyografik incelemede apikal 4 boşluk görüntüleme; RV çapları alınmalı ve LV kıyaslanmalıdır.

RV bazal çapı < 42mm, mid minor çapı 35 mm olmalıdır

RV majör çapı < 86 mm olmalıdır

Pulmoner Arter Sistolik Basıncının Hesaplanması:

PAB'ın hesaplanmasında triküspit doruk geri kaçış jet hızı temel alınır. Basitleştirilmiş Bernoulli denkleminde triküspit gerikaçış hızı ile triküspit yetersizliğindeki doruk basınç gradyanı arasındaki ilişki temel alınmaktadır.

$PABs = 4 \times (\text{triküspit geri kaçış hızı})^2 + \text{RA basıncı}$. Sağ atriyal basınç inferior vena kavanın çapı ve bu venin solunum sırasındaki değişkenliği temelinde hesaplanabilir, ancak çoğu zaman sabit bir değer olarak 5 ya da 10 mmHg esas alınmaktadır. Doruk triküspit geri

kaçış hızını ölçmenin güç olduğu olgularda (önemsiz/hafif triküspit kaçağı), kontrast, ekokardiyografi (örn. ajite salin) kullanılması Doppler sinyallerini anlamlı ölçüde artırarak doruk triküspit gerikaçış hızının gerektiği gibi ölçülmesine olanak vermektedir. Ayrıca, sağ atriyum ve PA arasında olası sistolik gradyanlar da göz önünde bulundurulmalıdır (7).

Tablo 1: Sağ Atriyum Basıncının Hesaplanması

| <u>Tahmini Sağ Atriyum Basıncının Hesaplanması</u> | | | |
|---|-------------------|---------------------|---|
| Değişken | Normal (0-5 mmHg) | Orta (5-10 mmHg) | Yüksek(15mmHg) |
| İVK çapı | ≤ 2.1 cm | ≤ 2.1 cm - > 2.1 cm | > 2.1 cm |
| <u>Kollaps</u> | > %50 | < %50 | > %50 |
| <u>Sağ atriyum basıncının gösteren diğer parametreler</u> | | | <u>Restriktif doluş</u> <u>Triküspit E/E' > 6</u> |

Pulmoner Vasküler Direnç (PVR) Ölçümü:

PABs'in yüksek olması her zaman pulmoner vasküler direncin yüksek olduğu anlamına gelmemektedir. PVR, artmış pulmoner arter basıncının artmış akıma mı yoksa vasküler yatağa mı bağlı olduğunu ayırt etmemize yarar.

$$PVR = \text{Triküspit yetmezliği maximum velositesi} / \text{RVOT VTI} \times 10 + 0.16$$

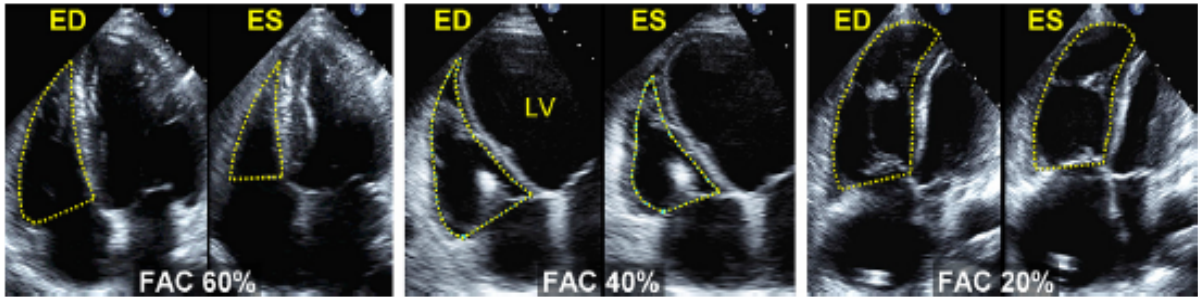
İnvaziv metodlarla ölçülen normal PVR değeri < 1.5 Wood ünitesi (120 dyne.cm/s²) olarak belirlenmiştir. 3 Wood ünitesi (240 dyne cm/s²) üzerindeki değerler ciddi pulmoner hipertansiyon göstergesi olarak kabul edilmektedir. Yüksek PVR değerlerinde doğruluk oranı düşer, tedaviyi yönlendirmek için kullanılmaz. PVR özellikle kalp yetersizliği vakalarında transplantasyona uygunluğu değerlendirmek açısından önemlidir. Artmış PVR donör kalpte sağ ventrikül tarafından tolere edilemeyebilir. 5 Wood ünitesi üzerindeki PVR sağ kalp yetersizliği ve artmış perioperatif mortalite için yüksek risk faktörüdür (7).

2.Sağ Ventrikül Sistolik Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi:

- a-Fraksiyonel alan değişimi (FAC)
- b-Ejeksiyon fraksiyonu (EF)
- c-Sağ ventrikül dP/dT
- d-Miyokard performans indeksi (MPI)
- e-Triküspid anulusunun M-mode sistolik hareket genliği (TAPSE)
- f-Triküspid anuler doku Doppler sistolik hareket hızı (St)
- g-İzovolümik Akselerasyon (IVA)
- h-Strain ve strain rate (S-SR)

a) Sağ Ventrikül Fraksiyonel Alan Değişimi (FAC):

FAC: Diyastol sonu alan- Sistol sonu alan/ Diyastol sonu alan x 100 formülü ile hesaplanır. Bu değer sağ ventrikül sistolik fonksiyonunu değerlendirmede kullanılan parametrelerden biridir. Ekokardiyografi ile bakılan RV fraksiyonel alan değişimi ölçüm sonuçlarının MRG ile bakılan RVEF ölçümüyle korele olduğu gösterilmiştir. Sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi bağımsız olarak miyokard infarktüsünde ve pulmoner embolide ani ölümü, kalp yetmezliğini, inmeyi ve mortaliteyi göstermede iyi bir prediktördür. Normal sınırı % 35 ve üzeridir (7).

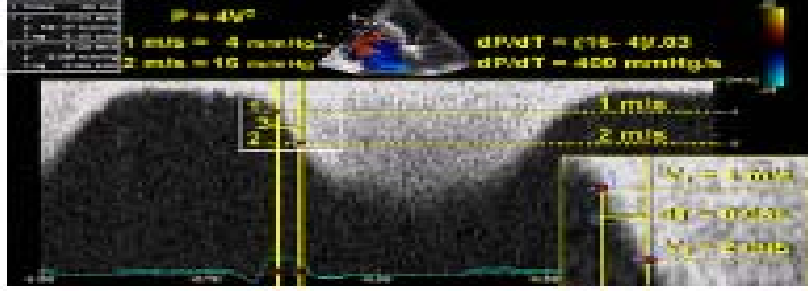


Şekil 10: Üç farklı hastanın RV fraksiyonel alan değişimleri: İlk 2 hastanın FAC değeri normal iken, son hastanın FAC değeri düşüktür.

c) Sağ Ventrikül dP/dT:

Sağ ventrikül sistoli esnasında olan sağ ventrikül basınç değişimini ifade eder. Sağ ventrikül kontraksiyonu ile ilişkilidir ve invaziv yolla ölçülen basınçlarla korelasyon gösterir. İlk kez 1962 yılında Gleason ve Braunwald tarafından tanımlanmıştır. Sol ventrikülden farklı olarak triküspit yetmezlik jetinin CW Doppler ile incelenmesi ile hesaplanır. Sağ ventrikül triküspit yetmezliği jetinin 1 ile 2 m/sn süresindeki basıncı ; dP'dir. Triküspit yetersizliği

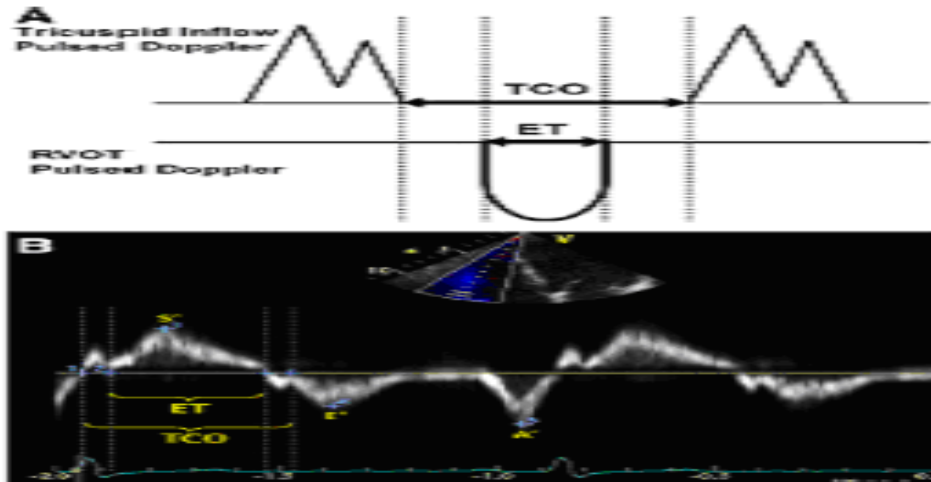
akım hızının 1 m/sn den 2 m/sn'ye çıkma süresi ; dT'dir (Şekil 11). dP/dT 400mmHg/sn'nin altında ise, sağ ventrikül sistolik fonksiyon bozukluğu var demektir (7).



Şekil 11: Sağ ventrikül dP/dT ölçümü

d) Sağ Ventrikül Miyokard Performans İndeksi (MPI-Tei İndeksi):

MPI, sağ ventrikülün hem sistolik hem de diastolik fonksiyonlarını değerlendirmek için uygun bir yöntemdir. Miyokardın ejeksiyon ve ejeksiyon dışı ilişkisi ile hesaplanır. Sistolik disfonksiyonda preejeksiyon süresi uzamakta ve ejeksiyon zamanında kısalma olmaktadır. Sistolik ve diastolik disfonksiyon, miyokardiyal relaksasyonda anormalliğe neden olarak relaksasyon periyodunda uzamaya yol açmaktadır. RV fonksiyonlarını değerlendirmede tek başına kullanılması önerilmediği gibi AF gibi düzensiz kalp hızlarında da kullanılması önerilmemektedir. Doku Doppler ile MPI üst sınırı 0.55 iken Triküs pit inflow akımından PW ile değerlendirmede üst sınır 0.40 olarak hesaplanmaktadır (7). Dilate kardiyomiyopatilerde bu değer 0.59 gibi yükselmiştir.



Şekil 12: Triküs pit inflow akımından PW Doppler ile MPI ölçümü: TCO = Triküs pit kapak açılma kapanma zamanı isovolümetrik kontraksiyon zamanı, ejeksiyon zamanı (ET) ve izovolümetrik relaksasyon zamanını (IVRT) kapsamaktadır. MPI: (TCO-ET) / ET

e) TAPSE (Triküspit Anüler Düzlem Sistolik Hareketi) Ölçümü :

Sağ ventrikül fonksiyonları hakkında kantitatif bilgi veren TAPSE (triküspit anüler düzlem sistolik hareketi) standart sağ ventrikül ölçümlerinden birisidir. Ventrikül uzun aksı boyunca olan uzunlamasına/aksiyal hareketin en kuvvetli olması nedeni ile en hareketli kısmı bazallerdir ve global fonksiyonlarına büyük katkı sağlarlar. Kalp siklusu boyunca kalbin sirküler hareketinin az, rotasyonunun minimal ve apeksin relatif sabit oluşunu kabul edersek kalbin uzun aks fonksiyonunu değerlendirmede atriyoventriküler kapak anulus hareketleri önem kazanır (7).

TAPSE'yi değerlendirmek için apikal dört boşluk görüntüde, triküspit anulus-lateral serbest duvar ile birleştiği noktadan M-mod trase elde edilir. Bu trasede apekse doğru iki hareket gözlenir. Birinci ileri hareket anulusun sistolik hareketini, ikinci pozitif dalga ise düşük amplitüdü olup atriyum sistolüne aittir. Triküspit anulusun ileri itmesi ile ilgili olduğundan atriyum kompliyansı ve fonksiyonu hakkında fikir verir. Bu iki harekette presistolik incelmeyi bazal seviye olarak alırsak bazal-tepe arasındaki mesafe, sistolik fonksiyon için sistolik hareketin büyüklüğünü verir. TAPSE değerinin 2 cm'den büyük olması eğimi 4-5 cm/sn olarak gösterilmesi normal sayılır. Diyastolik fonksiyon içinde diyastolik hareketin genliği olan bazal çizgi ile ikinci hareket yüksekliği alınır.

Mesafeler arası fark/sistolik büyüklük oranı atriyal katkıyı verir. TAPSE ortalama 25 ± 4 mm, diyastolik hareket 9 ± 2 mm ve atriyal katkı % 37 ± 8 dir. Triküspit anulus hareketleri mitral anulusunkinden büyük olmasına rağmen, atriyal katkı oranları aynıdır. Artan yaşla sistolik hareketin büyüklüğü değişmezken, diyastolik hareket ve atrial katkı artar. TAPSE değerleri 1,6 cm'den küçükse bozulmuş sağ ventrikül fonksiyon bozukluğunu, 2 cm'den büyük TAPSE değerleri sağ ventrikülün normal fonksiyonunu gösterir (7).

Diyastolik fonksiyonu değerlendirmede M-mod yöntemin en önemli avantajı, AF gibi Doppler akım hız eğrilerinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmasıdır. Sağ ventrikül hareketinin büyük kısmının, ince sağ ventrikül duvarında longitudinal olarak yerleşen subendokardiyal miyokardiyal lifler vasıtasıyla olduğu ve bu nedenle uzun ekseninde annüler düzlem apeks arasında meydana gelen triküspit annülüs hareketinin global sağ ventrikül fonksiyonları hakkında doğrudan bilgi verdiği ve RVEF ile korelasyonunun iyi olduğu gösterilmiştir (7). Uygulanması kolay, hızlı, hataya açık olmayan bu parametre, sağ ventrikül sistolik fonksiyonlar açısından diğer iki boyutlu parametrelere göre daha çok tercih edilmektedir.



Şekil 13: Triküspit anuler düzlem sistolik hareketinin M-mod ile ölçümü

f) Doku Doppler Görüntüleme:

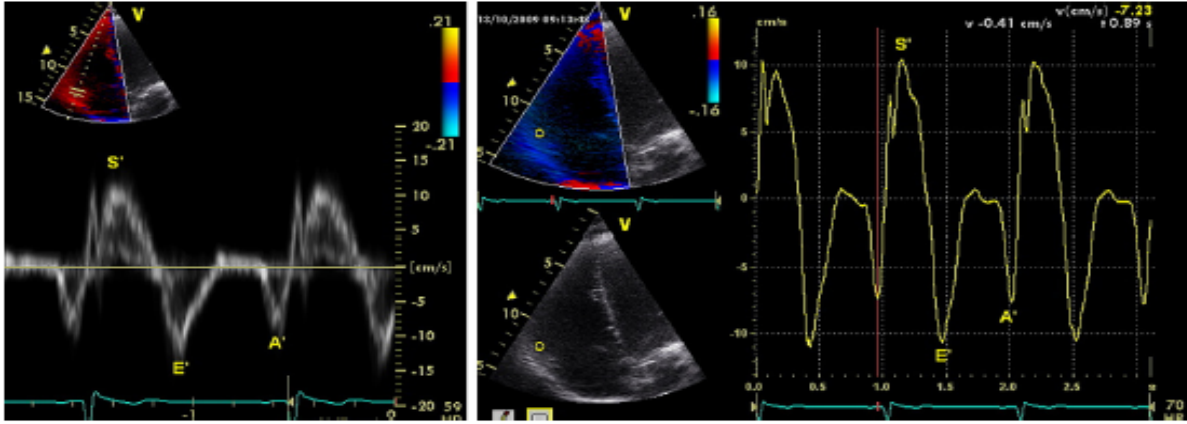
Doku Doppler görüntüleme miyokard hareket hızının analiz esasına dayanan yeni bir ekokardiyografik yaklaşımdır (7). Doku Doppler görüntülemeye aynı Doppler kuralları geçerlidir. Ancak konvansiyonel Dopplerde yüksek frekanslı ve düşük amplitüdü kan hücrelerinin hızı ölçülürken, Doku Doppler düşük hız ve yüksek amplitüde sahip miyokarddan gelen sinyalleri analiz eder. Kardiyak yapılar 0,06-0,24 m/sn hızla hareket eder. Bu kan akım hızının yaklaşık onda biri kadardır.

Doku Doppler görüntüleme ile elde edilen hızlar, sadece miyokard kasılması ve gevşemesinden değil aynı zamanda kalbin rotasyonundan da etkilenir. Ancak uzun aks boyunca ventriküllerin rotasyonu minimaldir ve apeks kalp siklusu boyunca sabittir. Bu yüzden Doku Doppler ile annulus hareketlerin izlenmesi bize global ventrikül fonksiyonu hakkında bilgi sağlar.

Spektral PW Doku Doppler yöntemi ile maksimal hızlar ölçülür. Miyokard diyastolik/sistolik fonksiyonların objektif değerlendirilmesine olanak sağlar. PW Dopplerde düşük velosite sinyallerini elimine etmek için yüksek geçiş filtreleri ve yüksek gain ayarları kullanılır. Doku velositelerini ölçmek için geçiş filtrelerini kaldırmak ve düşük gain amplifikasyonu yeterlidir.

Parasternal kısa aks, sağ ventrikül uzun aks ve apikal dört boşluk kesitlerde, triküspit annulus lateral köşeden alınan pulsed doku Doppler görüntüleri sağ ventrikül fonksiyonlarını değerlendirilmesinde kullanılabilir. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, sağ ventrikül infarktüsü ve pulmoner hipertansiyon gibi sağ taraf hastalıklarında PW doku Doppler sayesinde sağ ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının azaldığı tespit edilmiştir. PW doku Doppler için triküspid anuler doku Doppler sistolik hareket hızının <10 cm/sn ölçülmesi

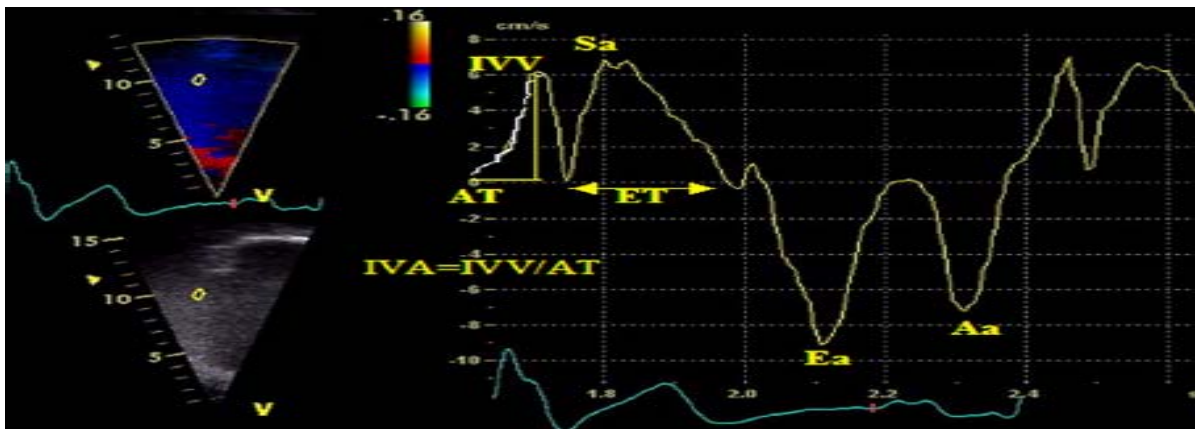
sağ ventrikül fonksiyonlarında azalmayı düşündürmektedir. Renkli kod Doppler değerlendirmede; ortalama hızlar kullanıldığından değerler daha düşüktür, <6 cm/sn ölçülmesi sağ ventrikül fonksiyonlarında azalmayı düşündürmektedir (7).



Şekil 14: Sağ ventrikülün Doku Doppler ve Renkli Kod Doppler ile incelenmesi.

g) İsovolumik Akselerasyon Zamanı (İVA):

Apikal 4 boşluk görüntüde PW doku Doppler sağ ventrikül serbest duvar-triküspit annulus bileşkesine konularak elde edilir. İsovolumik kasılma sırasındaki zirve miyokard hızı İVV (m/sn), zirve hızına ulaşma zamanı akselerasyon zamanı (AT) olarak tanımlanır. İVA, EKG'deki R dalgasının pikinden hemen önce ortaya çıkan ve doku Doppler trasesindeki sistolik dalganın önünde yer alan dalganın maksimum hızının, zirve hızına ulaşmaya kadar geçen zaman aralığına bölünmesi ile elde edilir. Formülü: $İVA = İVV/AT$ 'dir. Açık bağımlı olması, yaş ve kalp hızından etkilenebilmesi, ayrıca normal değerlere ait verilerin oldukça sınırlı olması nedeniyle RV fonksiyonunu değerlendirmek için (rutin) tarama yöntemi olarak önerilmez (7).



Şekil 15: Sağ ventrikül lateral lateral annulusundan İVA'nın hesaplanması; İVV:miyokardiyal pik velositesi, AT: akselerasyon zamanı, ET: ejeksiyon zamanı, Aa: atriyal kontraksiyonda pik velosite zamanı, Ea: erken diyastoldeki pik velosite.

h) Strain ve Strain Rate Görüntüleme:

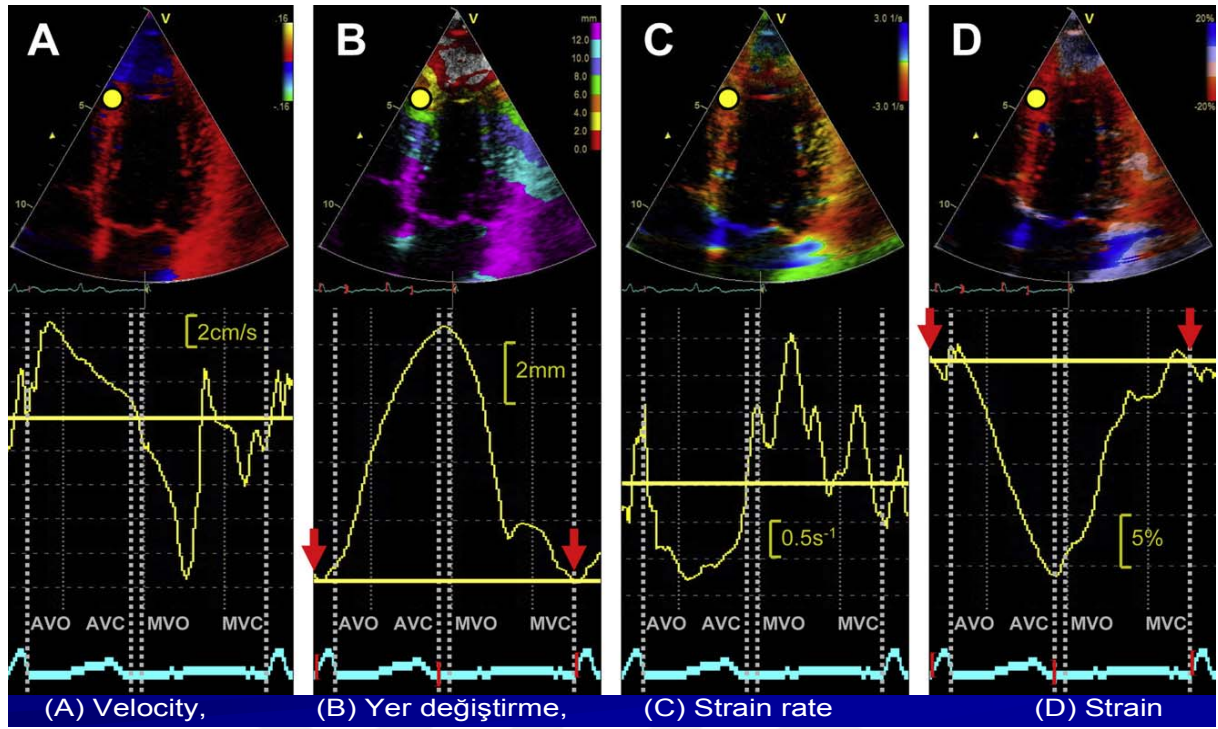
Miyokardiyal hızlar doku Doppler ile değerlendirilirken, hareketin dönüştürülmesi veya miyokardiyumun gerilimine bağlı olduğundan daha fazla veya daha az ölçülebilir. Bu kısıtlılık, gerçek miyokardiyal deformasyonun (gerilme ve kontraksiyon), strain ve strain rate ölçülmesi ile aşılabılır. Strain rate, iki noktadaki hızların farkının bu noktaların birbirine olan mesafesine oranıdır. Saniye olarak ifade edilir. Strain ve Strain rate için kısalma negatif değerler ile, uzama ise pozitif değerler ile tanımlanır (9).

$$\text{Strain rate} = (V_a - V_b) / d$$

$V_a - V_b$, a ve b noktalarının anlık hızlarının farkıdır. d, bu iki nokta arasındaki mesafedir. Strain, miyokardiyal kontraksiyon ve gevşeme müddetince olan uzunluk değişiminin yüzdesidir ve yüzde ile ifade edilir.

Tissue tracking, yer değiştirme olarak da bilinir. Strain ile benzerdir, farklı olarak belli bir zamandaki doku hızının integralidir. İlgilenilen bölgenin orijinal lokalizasyonundan olan uzaklığını yansıtır. Normal bir kalpte, uzun eksen strain rate değerleri bazalden apekse kadar azalmaktadır, doku hızı değerleri ise tersine bazalden apekse kadar artış göstermektedir. Doku hareketinin yönü ile ultrason hattının yönü arasında 30 dereceden daha az açı olmalıdır. Ancak apikal segmentlerde bunu sağlamak teknik açıdan zordur ve açıda genişleme olur. Her bir duvarı, dar segment açılı yaklaşım ile değerlendirmek kontralateral segmentlerin aynı anda karşılaştırmasına engel olan yukarıda sözü geçen zorlukları gidermektedir (9).

Strain görüntüleme, miyokardiyal hız gradiyentine benzer şekilde ölçülür. Bu teknik ultrason hattına paralel yönde kasılan miyokard dokusunun analizi ile kısıtlıdır. Buna karşın strain rate görüntüleme daha iyi uzaysal çözünürlüğe ve daha yüksek kare hızına (200 kare/sn kadar) sahiptir. Böylece strain rate görüntüleme ile seçilmiş bir miyokard kesiminde anlık strain rate hesaplaması mümkün olmaktadır. Kavisi bulunan bir kursör, sol ventrikülün veya sağ ventrikülün çevresi boyunca yerleştirilebilir ve bölgesel strain rate analizi yapılabilir. Bununla birlikte, strain rate ölçümlerinin doğruluğu ultrasound hattının miyokardiyal harekete paralel olarak yerleştirilmesine bağlıdır (9).

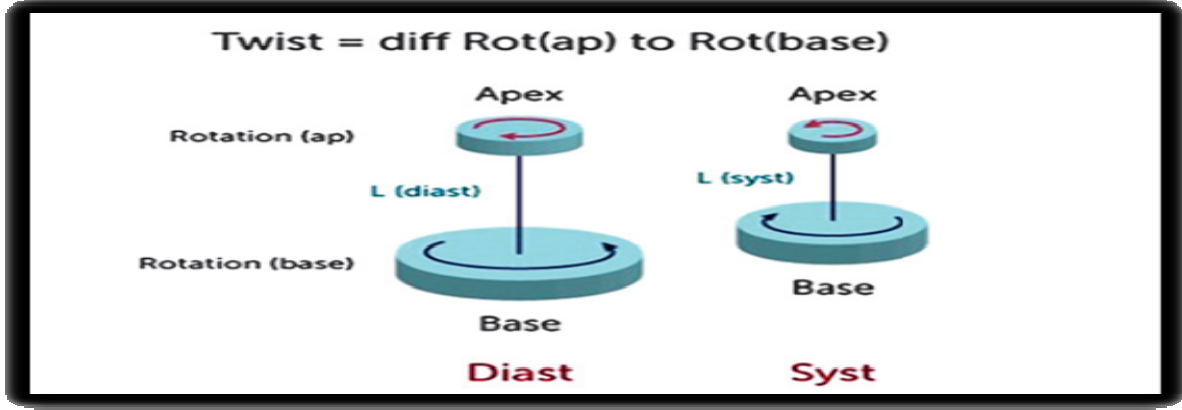


Şekil 16: Velosite, Yer değiştirme, Strain rate ve Strain eğrileri (9)

Strain miyokardiyal deformasyonun boyutunu belirler, kısacası miyokardiyal fibriler uzunluğun stres altında değişiminin orijinal uzunluğu ile kıyaslanmasıdır. Negatif strain kısalmayı ve incelmeyi ifade ederken pozitif strain kalınlaşmayı ve uzamayı ifade eder. Temel olarak strain ölçümleri miyokardiyal fibriler kontraksiyon ve relaksasyonu gösterir. Miyokardiyal kontraksiyon tek yönlü olmadığı gibi deformasyonda tek yönlü değildir. Doku Doppler sadece aktif kontraksiyonu yansıtırken speckle tracking ekokardiyografi (STE) ile pasif kontraksiyon, skar dokusu ve canlı miyokard üç boyutlu bir şekilde değerlendirilebilir.

Sağlıklı kişilerde miyokard sistolde twist (kıvrılma) hareketi yapar ve radyal, longitudinal uzunluk azalır. İzovolümetrik kontraksiyonda apeks saat yönünde rotasyon yaparken ejeksiyon süresince apeks saatin tersi yönde hareket eder, kalbin bazali ise saat yönünde rotasyon yapar. Diyastolde ise miyokard fibrilleri gevşeyerek apeksi saat yönünde döndürürler. Tüm bu aşamalar havlu sıkma hareketine benzer (Şekil 17) . Matematiksel olarak bunları açıklayacak parametreler ise;

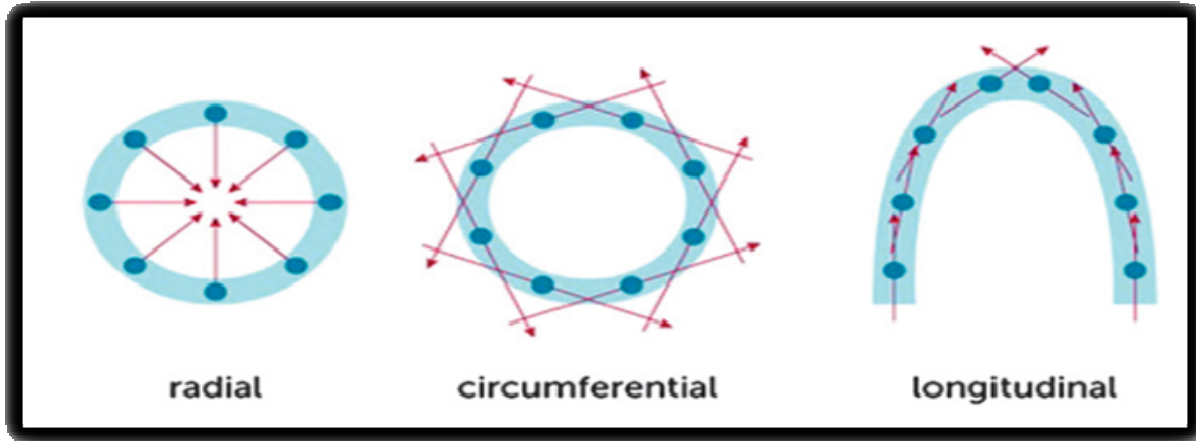
- Rotasyon; Bir miyokard segmentinin kısa aksda uzun aksa göre açı değişimini ifade eder ve birimide derecedir.
- Twist/ Torsiyon; Apikalın ve bazalin net rotasyon farkıdır ve yine birimi derecedir.



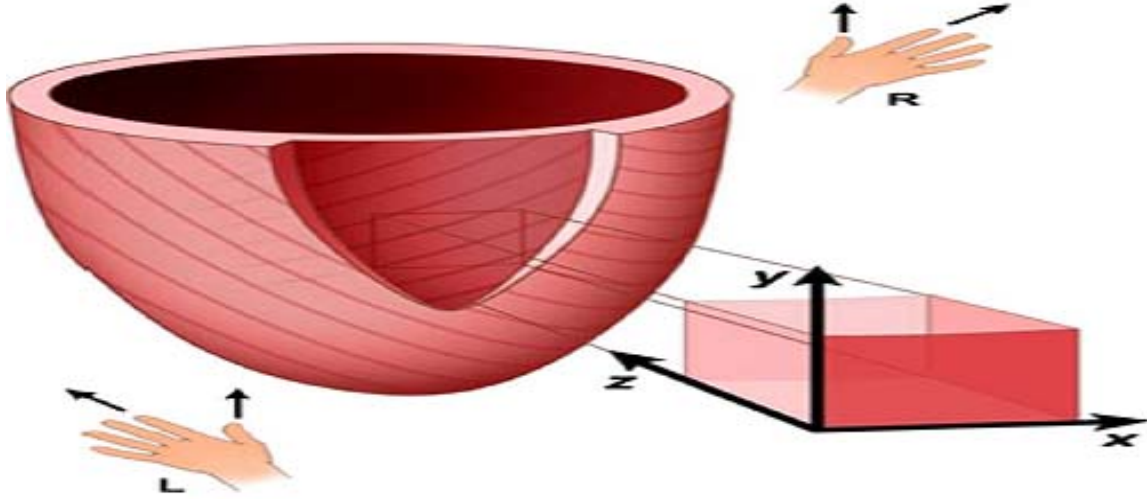
Şekil 17: Kalbin sistol ve diastoldeki rotasyon hareketleri

Sol ventrikül torsiyonu STE kullanılarak kantitatifye edilebilir. Özellikle erken diastoldeki apikal rekoil hızı diastolik disfonksiyonlarda korelasyon gösterir (10). Sol ventrikül kontraksiyonunun üç farklı komponenti tanımlanmıştır.

- ✓ Longitudinal; bazalden apekse hareketi tanımlar.
- ✓ Radyal; Kısa aksdan uzun aksa ve perikarda dik bir harekettir. Radyal strain kalınlaşma ve incelmeyi gösterir.
- ✓ Sirkumferansiyal; Kısa aks yarı çapının radyal ve uzun aksa dik hareketini tanımlar.



Şekil 18: Sol ventrikül kontraksiyonunun üç farklı komponenti



Şekil 19: Kalbin eksenleri

Speckle Tracking Ekokardiyografi ve Sağ Ventrikül:

Sağ ventrikülün değerlendirilmesi sol ventriküle kıyasla anatomik ve fonksiyonel yapısı nedeni ile farklıdır.

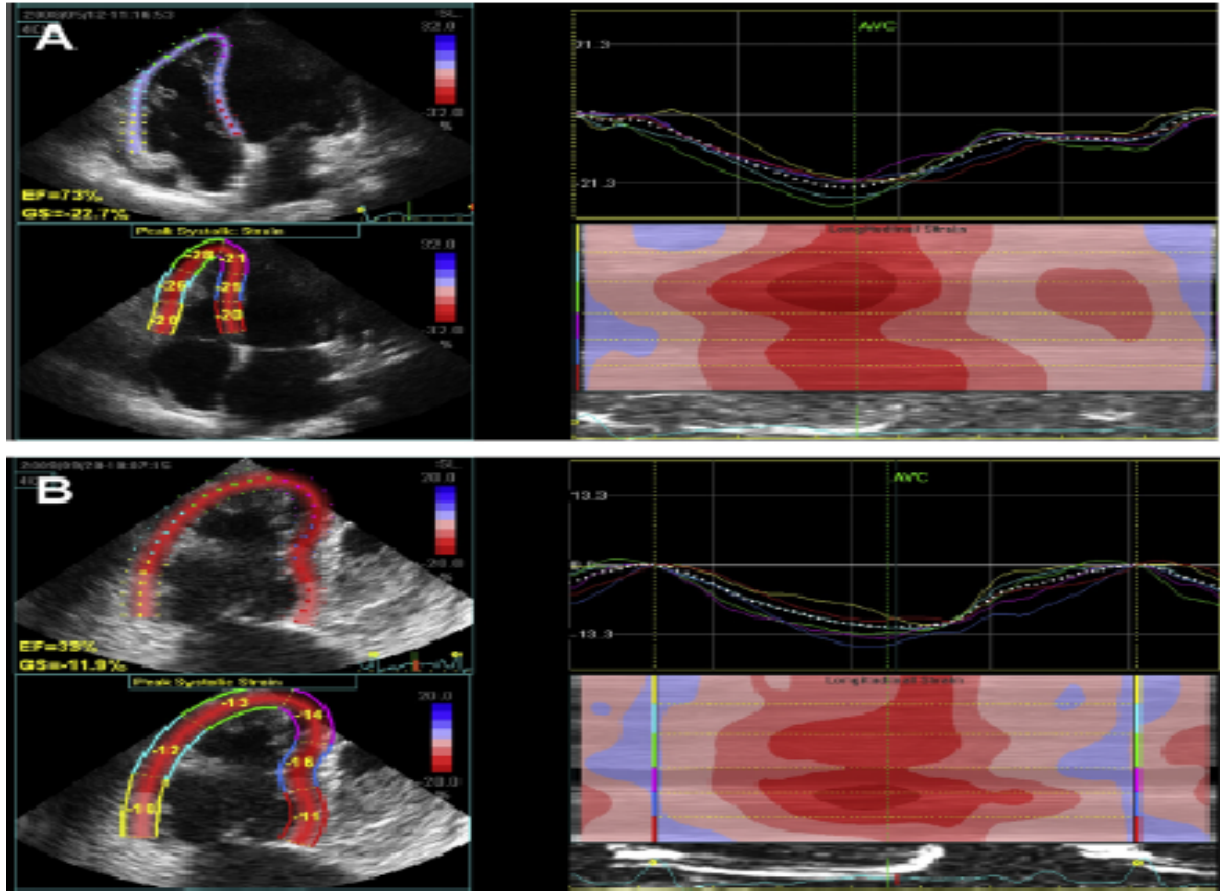
STE ve diğer parametrelerce değerlendirilen sağ ventrikülün sistolik hareketleri düşük pulmoner rezistans nedeni ile soldan farklıdır. Birçok çalışmadaki deneyimler sağ ventrikülün global ve segmenter pik sistolik uzun eksen straini üzerinedir. Bunun nedeni sağ ventrikülün ana hareketinin longitudinal düzlemde olması ve bu hareketin sağ ventrikül fonksiyonlarını en iyi yansıtacağı düşüncesidir. Sağ ventrikülün longitudinal hareketinin STE ile değerlendirilmesi Doku Doppler'e kıyasla daha uygulanabilir, tekrarlanabilir ve daha sağlam bilgiler verebilir. STE değerlendirilmesinde açı bağımlılığı yoktur ve kare hızının 50-70 olması yeterlidir (9). Bununla birlikte preload ve afterloaddan etkilenmesi ile miyokardın velositelerini dağıtması konusu hala belirsizliğini korumaktadır.

Sağ Ventrikülün Strain ve Strain rate'inin Değerlendirilmesi:

Sağ ventrikül strain ve SR'i, radyonüklit sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ile iyi korele bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada, sağ ventrikül EF %50'nin üzerinde iken, bazal sağ ventrikül serbest duvar, uzun eksen strain değeri ; % - 25, SR değeri ; $-1,8 \text{ s}^{-1}$ (Sensitivite 81% ve 85% ; Spesivite 82% ve 88%) ölçülmüştür (9).

Tablo 2 : Sağ ventrikül segmenter uzun eksen strain ve strain rate; alt sınır, üst sınır ve ortalama değerleri (7)

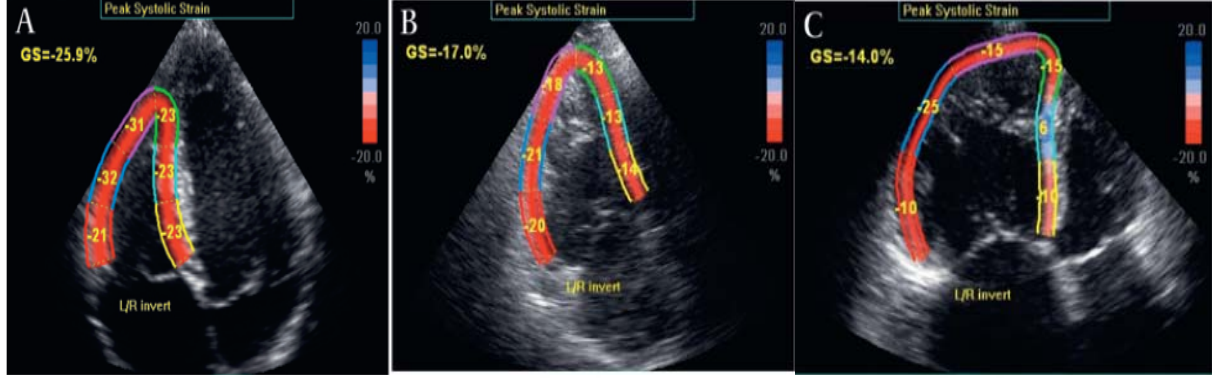
| Variable | Studies | n | LRV (95% CI) | Mean (95% CI) | URV (95% CI) |
|---|---------|-----|------------------|------------------|------------------|
| 2D peak strain rate at the base (s^{-1}) | 1 | 61 | 0.70 (0.50-0.90) | 1.62 (1.50-1.74) | 2.54 (2.34-2.74) |
| 2D peak strain rate at the mid cavity (s^{-1}) | 2 | 80 | 0.85 (0.66-1.04) | 1.54 (1.46-1.62) | 2.23 (2.04-2.42) |
| 2D peak strain rate at the apex (s^{-1}) | 2 | 80 | 0.86 (0.46-1.25) | 1.62 (1.46-1.79) | 2.39 (1.99-2.78) |
| 2D peak strain at the base (%) | 5 | 183 | 18 (14-22) | 28 (25-32) | 39 (35-43) |
| 2D peak strain at the mid cavity (%) | 4 | 125 | 20 (15-24) | 29 (25-33) | 38 (34-43) |
| 2D peak strain at the apex (%) | 4 | 145 | 19 (15-22) | 29 (26-32) | 39 (36-43) |
| Doppler peak strain rate at the base (s^{-1}) | 7 | 261 | 1.00 (0.63-1.38) | 1.83 (1.50-2.15) | 2.66 (2.28-3.03) |
| Doppler peak strain rate at the mid cavity (s^{-1}) | 5 | 187 | 0.98 (0.68-1.28) | 1.88 (1.73-2.03) | 2.79 (2.49-3.09) |
| Doppler peak strain rate at the apex (s^{-1}) | 5 | 204 | 1.14 (0.60-1.69) | 2.04 (1.57-2.51) | 2.93 (2.39-3.48) |
| Doppler peak strain at the apex (%) | 7 | 290 | 17 (12-21) | 30 (27-34) | 44 (39-48) |
| Doppler peak strain at the base (%) | 11 | 385 | 13 (9-17) | 29 (27-31) | 45 (41-49) |
| Doppler peak strain at the mid cavity (%) | 7 | 269 | 13 (9-18) | 31 (29-32) | 48 (44-52) |



Şekil 20: A) Apikal 4 boşluk görüntülemeye STE bakılan sağ ventrikül normal strain ve strain rate değerleri B) Bozulmuş sağ ventrikül fonksiyonları ve azalmış sağ ventrikül strain ve strain rate değerleri

Sağ Ventrikül Deformasyonunun STE ile Değerlendirildiği Klinik Çalışmalar:

- Pulmoner Hipertansiyonlu hastalarda sağ ventrikülün deformasyon parametrelerinde kademeli bir düşüş görülmektedir (12).

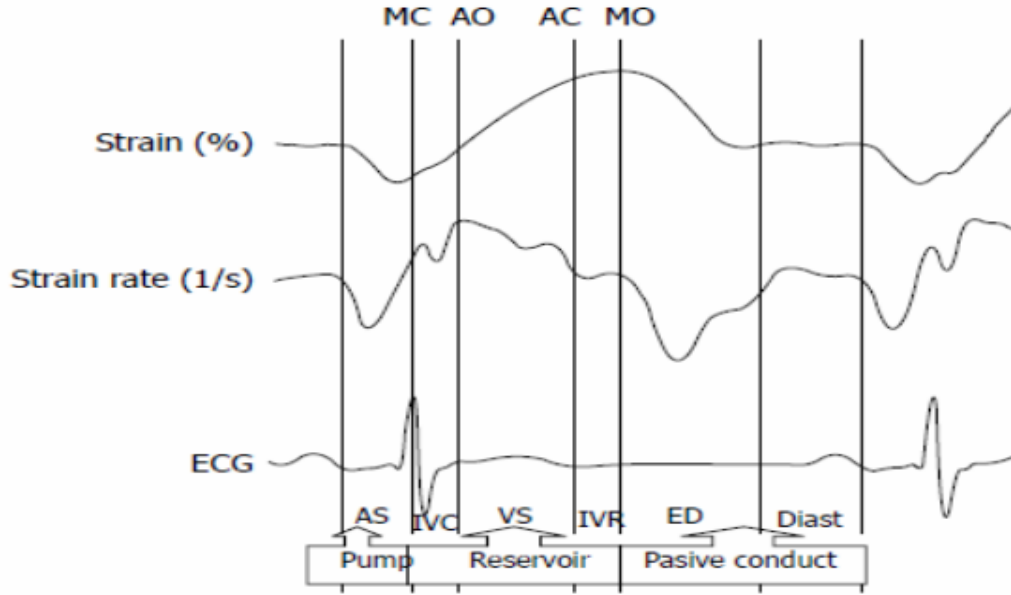


Şekil 21: A) Normal sağ ventrikül fonksiyonları ve normal pulmoner arter basıncı olan hasta, B) Sağ ventrikül fonksiyonları orta derece azalmış ve yüksek pulmoner arter basıncı olan hasta (PABs 75 mmHg) C) Sağ ventrikül fonksiyonları ileri derece azalmış ve yüksek pulmoner arter basıncı olan hastanın STE ile RV segmenter ve global pik sistolik straininin değerlendirilmesi.

- Akut pulmoner emboli hastalarında sağ ventrikül global ve segmenter longitudinal pik sistolik strainlerinde gecikme ve azalma olduğu bu değişikliklerin tedavi ile gerilediği görülmüştür (13).
- Sistemik sklerozlu hastalarda sağ ventrikül deformasyon anormalliklerinin pulmoner hipertansiyon gelişmeden de önce ortaya çıktığı gösterilmiştir (14).
- KOAH hastalarında sağ ventrikül longitudinal strain değerlerinde düşme izlenmiştir (11).
- Atriyal septal defektli hastalarda perkütan kapatma sonrası erken dönemde sağ ventrikül pik sistolik strain değerinde azalma olduğu görülmüştür (15).

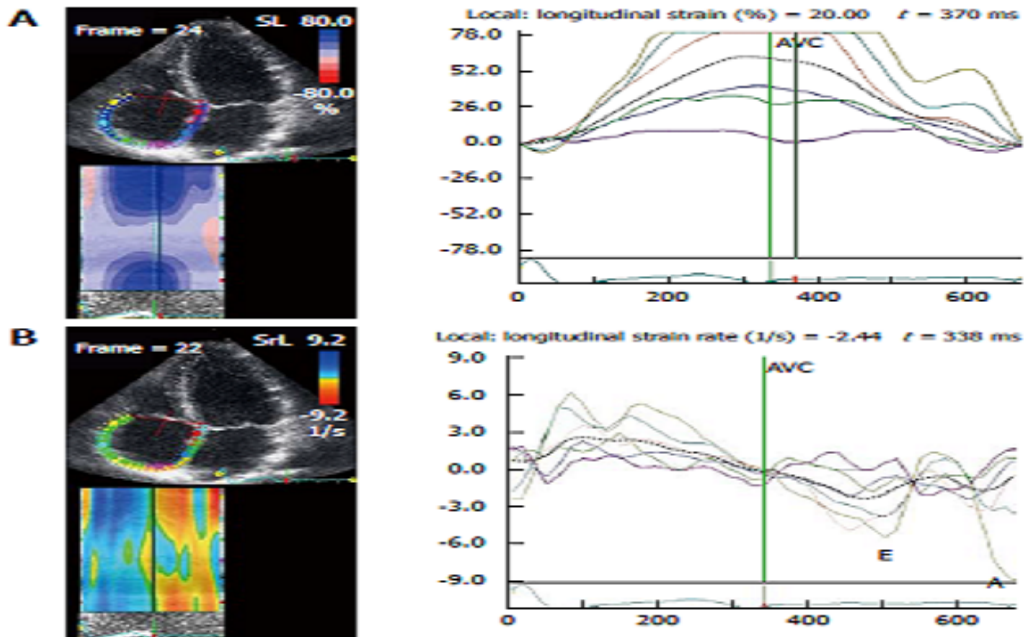
Sağ Atriyumun Strain ve Strain rate'inin Değerlendirilmesi:

Atriyum fonksiyonlarının 3 komponenti vardır. Rezervuar komponent, atriyal fonksiyona %40, pasif doluş etkisi, atriyal fonksiyona %35, pompa fonksiyonu atriyal fonksiyona %25 etki sağlar (16).



Şekil 22: Bir kardiyak döngüde atriyal strain ve strain rate eğrileri MC: mitral kapak kapanması, AO: aort kapak açılması, AC: aort kapak kapanması, MO: mitral kapak açılması, IVC: izovolumetrik kontraksiyon, IVR: izovolumetrik relaksasyon

Sağ atriyum kalbin unutulmuş bölgesidir. Kılavuzlarda henüz sağ atriyum strain ve strain rate değerlerinin sınırları net belirtilmemiştir. Sağ atriyal strain ile ilgili yapılan bir klinik çalışmada, CRT'ye iyi yanıt veren hastalarda sağ atriyum çap ölçümleri, CRT'ye iyi yanıt vermeyen gruba göre düşük bulunmuş (13.2 ± 4.4 ve 19.7 ± 5.5 cm²/m², $p < 0.001$), yüksek sağ atriyum strain değerleri görülmüştür ($40.2 \pm 8.9\%$ ve $24.3 \pm 10.2\%$, $p < 0.001$) (17).



Şekil 23: Apikal 4 boşluk görüntülemeye, sağ atriyal longitudinal strain ve strain rate ölçümleri (16)

ASD TEDAVİ SEÇENEKLERİ:

1. Medikal
2. Cerrahi
3. Perkütan transkateter ile onarım

Erken (çocukluk, adölesan) dönemde ve pulmoner hipertansiyonun olmadığı durumlarda yapıldığında atriyal septal defekt onarımı düşük bir mortaliteye (önemli eşlik eden hastalık bulunmayan hastalarda <math><1\%</math>) ve iyi bir uzun-vadeli sonuca (normal yaşam beklentisi ve uzun-vadeli morbidite) sahiptir (18). Bununla birlikte, yaşlılarda ve eşlik eden hastalık bulunanlarda mortalite yüksek olabilir.

Tablo 3: Atriyal Septal Defekti Olan Hastalarda Girişim Endikasyonları: (Erişkin Konjenital Kalp Hastalıkları Kılavuzu ESC 2010)

| Endikasyonlar | Sınıf ^a | Düzye ^b |
|---|--------------------|--------------------|
| Önemli şant (aşırı RV hacim yüklenmesi belirtileri) bulunan ve PVR <math>< 5</math> WU olan hastalara semptomlardan bağımsız olarak ASD kapaması uygulanmalıdır | I | B ²⁶ |
| Uygulanabilir olduğunda sekonder ASD için cihazla kapama tercih edilen yöntemdir | I | C |
| Paradoksal emboli şüphesi olan (diğer nedenler dışlanmış) hastalarda tüm ASD'ler için büyüklüğünden bağımsız olarak girişim düşünölmelidir | IIa | C |
| PVR ≥ 5 WU ancak $<2/3$ SVR ya da PAB $<2/3$ sistemik basınç (başlangıçta ya da tercihen nitrik oksit olmak üzere vazodilatatörler yüklendiğinde ya da hedefli PAH tedavisinden sonra) ve net sol-sağ şant (Qp:Qs > 1.5) bulunan hastalarda girişim düşünölebilir | IIb | C |
| Eisenmenger fizyolojisi bulunan hastalarda ASD kapamasından kaçınılmalıdır | III | C |

^aÖneri sınıfı

^bKanıt düzeyi

ASD = atriyal septal defekt; PAH = pulmoner arteriyel hipertansiyon; PAB = pulmoner arter basıncı; PVR = pulmoner vasköler direnç; Qp:Qs = pulmoner-sistemik akış oranı; SVR = sistemik vasköler direnç; WU = Wood ünitesi

ASD ONARIM TEKNİKLERİNİN TARİHÇESİ:

1934 yılında Roesler otopsilerde, 1941 yılında ise Bedford hastalarda ASD tanısı koymaya başladı. Anatomik basitliklerinden dolayı atriyal septal defektler, intrakardiyak defektlerin cerrahi onarımı için en erken denemelerin öncüsü olmuşlardır. Bailey'in atriyoseptopeksi metodu ve Sondergaard'in kapalı sütür tekniği gibi çeşitli kapalı teknikler 1940'ların sonu ile 1950'lerin başında uygulanmışlardır. 1940-1950 yılları arasında kateterizasyon ASD tanısını kolaylaştırdı. Atriyal well tekniği kullanılarak yapılan açık onarım, 1952 yılında Gross ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Yine 1953 yılında Lewis hipotermi ve inflow oklüzyon kullanıp bir defekti doğrudan görerek başarıyla kapatmışlardır. Atriyal Septal Defekt ekstrakorporal sirkülasyon kullanılarak başarılı bir şekilde onarılan ilk kardiyak lezyondur. 1954 yılında Gibbon başarılı bir ameliyat uygulayarak açık kalp cerrahisinde modern bir çağın başlamasını sağlamıştır. Bu öncü çalışma modern ekstrakorporeal dolaşım kullanım dönemini başlatmıştır. Ekstrakorporeal dolaşım gerektirmeyen bazı teknikler daha önceleri geliştirilmişse de kısa zamanda yalnızca tarihsel bir değer olarak kalmıştır. İnfantlarda onarım ilk olarak Haestreiter ve arkadaşları tarafından 1962 yılında bildirilmiştir. Vena kavalının 28-30°C'de 10-12 dakikalık geçici oklüzyonu tolere edilebildiği için, hipotermi ve inflow oklüzyon tekniği, ECC daha güvenilir hale gelene kadar birkaç yıl kullanılmıştır. 1960 yılında ECC o kadar yaygınlaştı ki diğer teknikler terkedilmiştir.

ASD'İN CERRAHİ ONARIMI:

Atriyal septal defektin cerrahi olarak kapatılması her yaşta güvenli ve oldukça az risk taşıyan basit bir operasyondur. İnfantlarda ASD'nin kapatılmasının ana endikasyonu semptomlara yol açmasıdır (3). Asemptomatik ASD'lerde ise operasyon endikasyonları; ekokardiyografi ile sağ ventrikül volüm yüklenmesinin bulunması ve anjiyografi ile Qp/Qs oranının 1,5'tan fazla olmasıdır. Cerrahi kapatma, iyi seçilmiş hastalarda düşük operasyon riski ve mükemmel uzun dönem sonuçları sağlamaktadır (25). ASD'nin cerrahi olarak kapatılmasının getireceği riskler, hastalığın kendi doğal seyri sonucunda oluşacak risklerden çok daha azdır (26). ASD onarımı kardiyak ve pulmoner değişikliklerin ilerlemesini durduracak ve eğer çocukluk yaşında onarım yapılırsa hastaya normal yaşam kalitesi verecektir. ASD'nin kapatılması için ideal zaman çocuğun okula başlamasından önce 3-5 yaşlar arasıdır. Bu yaşlarda operasyon iyi tolere edilir ve nekahat dönemi birkaç haftada

tamamlanır. Cerrahinin psikososyal etkileri bu yaş arasında daha iyi tolere edilir. Yaş cerrahi için bir kontrendikasyon değildir (27). Önemli soldan sağa şanti bulunan yaşlı hastalar semptomatik iyileşme gösterirler ve bunlarda da operatif mortalite düşüktür. ASD tespit edilen yetişkin hastalar cerrahi için uygun aday olamayabilirler. Dördüncü dekattaki ASD'li yetişkin hastaların yaklaşık % 10'unu cerrahiden çok fayda görmeyebilirler. Bu hastaların değerlendirilmesi klinik bulgular, muayene bulguları ve kardiyak kateterizasyon ile yapılmalıdır. Siyanoz gelişmiş olan hastalar cerrahi onarım için uygun değildirler. Kardiyak kateterizasyon yarar-risk oranını saptamada yardımcı olabilir. Pulmoner vasküler rezistansın sistemik vasküler rezistansın 1/2'sini geçtiği ciddi pulmoner vasküler hastalık durumunda cerrahi kontrendikedir (26). Bu durumda mortalite oranı artar ve ASD'nin kapatılmasına rağmen pulmoner vasküler hastalık ilerlemeye devam eder. Devamlı sağdan sola şant, Eisenmenger bulunması operasyon için kontrendikasyondur. Eğer yüksek PVR vazodilatatörler veya oksijen inhalasyonu ile düşüyorsa hasta opere edilebilir.

En iyi sonuç, onarım 25 yaşın altında yapıldığında elde edilmiştir. Kırk yaşından sonra ASD kapatması, izlem sırasında gelişen aritmilerin sıklığını etkilemiyor gibi görünmektedir (24). Bununla birlikte, özellikle girişimsel kateterizasyon yöntemleriyle kapatıldığında hastalar morbidite açısından (egzersiz kapasitesi, nefes darlığı, sağ kalp yetersizliği) her yaşta kapatmadan yarar sağlamaktadır (24). Bozuk sol ventrikül işlevi (sistolik ve diyastolik) ASD kapatmasından sonra pulmoner konjesyona neden olabilir ve uygulama öncesi test (yeniden hemodinamik değerlendirme ile birlikte balon oklüzyonu) ve tedavi gerekebilir. Atriyal flutter/fibrilasyon bulunan hastalarda, cerrahi sırasında kriyo- ya da radyofrekans ablasyonu (modifiye edilmiş Maze prosedürü) düşünülmelidir. ASD kapamasının potansiyel yararlarına karşı, eşlik eden hastalıklara bağlı bireysel cerrahi risk dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.

Hamilelik döneminde ASD tespit edilen kadınlar değişik bir klinik durum oluştururlar. Hamilelik süresince dolaşan kan hacmi % 50 oranında artar ki bu da ASD'den meydana gelen şant oranını artırır. İlk başlarda bunu iyi kompanse eden kadınlar, hamileliklerinin 3. trimesterinde kalp yetmezliği bulgu ve semptomları ile karşılaşılırlar. Bu durumda anne ve fetüsün durumu oldukça riskli olana kadar, cerrahiden kaçınmak için her türlü girişim yapılmalıdır. Birçok hamile kadın medikal tedavi ve yatak istirahati ile başarılı bir şekilde kontrol altında tutulur (26). Günümüzde ASD kapatılması kardiyopulmoner bypass altında güvenli ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Rutin olarak standard medyan sternotomi yaklaşımı uygulanır. Bazı cerrahlar, basit ASD'lerde sağ submammariyan insizyonu ile 4. interkostal aralıktan torakotomi tercih ederler. Kadın hastalarda kozmetik

amaçlı olarak, bilateral transvers submammarian cilt insizyonunu takiben medyan sternotomi bazı cerrahlar tarafından savunulmaktadır (28). Eğer sağ torakotomi yaklaşımı kullanılacaksa pulmoner stenoz veya patent duktus arteriyozus gibi ASD ile beraber bulunabilecek diğer lezyonlar ekarte edilmelidir. Defektin primer olarak mı yoksa yama ile mi onarılacağına karar verilir. Bu karar defektin şekli ve büyüklüğü ile birlikte defekt kenarlarının bütünlüğü ve esnekliği ile ilgilidir. Yol gösterici prensip ise ciddi gerilim olmasından kaçınmaktır. Tipik oval şekilli foramen ovale tip defektler, birçok hastada primer kontinü dikişle kapatılabilir. Küçük ve orta büyüklükteki defektler primer olarak kapatılabilir. Defekti gerilim oluşturmadan kapatmak önemlidir çünkü postoperatif aritmiler veya rezidüel şant meydana gelebilir. Eğer defektin köşeleri gerilim olmaksızın yaklaşmıyorsa veya defekti çevreleyen septal doku dikişleri tutacak kadar güçlü değilse, defekti kapatmak için perikard veya sentetik bir materyal kullanmak gerekebilir. Ancak, cerrahi yöntem torakotomi gerekmesi ve skar oluşması, hastanede yatış süresinin göreceli olarak uzun olması ve ameliyata bağlı komplikasyonlar nedeniyle avantajlı değildir. Cerrahiye seçenek olarak, son zamanlarda uygun hastalarda sekundum tip defektler kateter yöntemi ile perkütan olarak kapatılmaya başlanmıştır (3).

Perkütan Yolla ASD Kapama Endikasyonları:

- 1) Sekundum tip ASD
- 2) Soldan sağa şant
- 3) Sağ ventrikül aşırı hacim yüklenmesi
- 4) ASD gerilmiş çapının < 38 mm olması
- 5) Defekt kenarının koroner sinüsten, pulmoner venden ve atriyoventriküler kapaklardan 5mm'den daha fazla uzak konumda olması

Perkütan Yolla ASD Kapatılmasının Kontrendikasyonları:

- 1) Açık kalp cerrahisi gerektiren başka bir patoloji varlığı
- 2) Primer ASD
- 3) Sinüs venosus tip defekt
- 4) Anormal pulmoner ven drenajı
- 5) Yüksek pulmoner hipertansiyon
- 6) 1 yaşına kadar olan çocuklar
- 7) Aritmi

- 8) Sepsis
- 9) Kalp içinde trombus
- 10) Vena kava inferior veya bilateral ileo-femoral tromboz

Morfolojik açıdan uygulanabilir olduğunda cihazla kapama, sekonder defekt kapamasında ilk tercih haline gelmiştir (ASD gerilmiş çapının < 38 mm ve aort rimi hariç en az 5 mm'lik yeterli rimlerin olması gerekir). Bu durum hastaların ~ 80 'inde geçerlidir (3). Sıfır olarak kabul edilemese de çeşitli yakın zamanlı çalışmalarda mortalite bildirilmemiştir. Hastaların ≤ 1 'inde ciddi komplikasyonlar gözlenmiştir (21). Girişimden hemen sonra oluşan atriyal taşiaritmilerin çoğu geçicidir. Atriyal duvar ya da aorta erozyonu ve trombo-embolik olaylar çok nadir ortaya çıkmaktadır (22-23). İşlem sonrası en az 6 ay anti-trombositler tedavi gereklidir (minimum günde 100 mg aspirin) (3). Potansiyel geç aritmi ya da advers olay insidansı halen araştırma gerektirmektedir. Cerrahi ve kateter uygulamasını karşılaştıran çalışmalar benzer başarı ve mortalite oranları bildirmiştir, ancak kateter uygulamasında morbidite daha düşük ve hastanede kalış süresi daha kısa olmuştur (19).

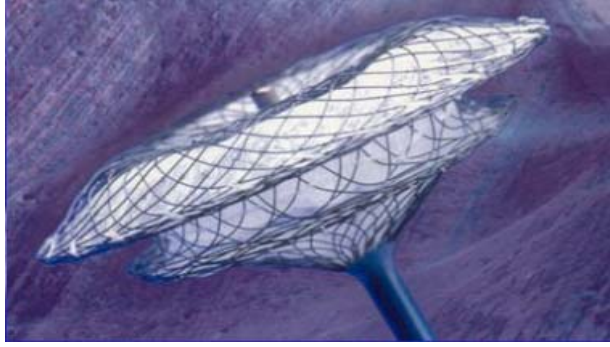
Elshershari ve ark.(29) amplatzer septal oklüder ile ASD kapama yapılan 41 hastanın ikisinde rezidüel şant görüldüğünü ve takiplerde bunların kendiliğinden kapandığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada, transkateter yöntemle kapatma yapılan 191 hastanın 37'sinde (%29) işlem sonrasında şant görüldüğü, bir yıllık takip sonunda bu oranın %5'e düştüğü bildirilmiştir (30). Son 20-30 yılda ASD'li hastaların tedavisi konusunda önemli gelişmeler olmuştur. Transkateter yöntemle ASD kapatılması %80-95 gibi yüksek başarı oranlarına sahiptir. Geleneksel tedavi yaklaşımı olan cerrahi tedavinin mortalite ve morbiditesi düşük olmasına rağmen ameliyat sonrası ağrı, yara yeri enfeksiyonu, postperikardiyotomi sendromu ve kalıcı skar oluşumu gibi komplikasyonları vardır. Amplatzer cihaz yardımı ile transkateter yöntemle ASD'nin kapatılması, yüksek başarı ve düşük komplikasyon oranları ile, uygun hastalarda cerrahi tedavinin yerini almayı başarmıştır.

Birçok çalışmada atriyal septal oklüder yardımı ile ASD'lerin kapatılmasının sonuçları değerlendirilmiş ve hem çocuk hem de erişkin hastalarda amplatzer septal oklüderlerin etkinliği gösterilmiştir. Erişkin hastalarda uzun süreli şanta bağlı olarak, ASD ve atriyum çapının çocuklarla karşılaştırıldığında daha büyük olduğu unutulmamalıdır. Buna rağmen, transkateter yolla ASD kapatılmasında başarı oranlarının benzer olduğu bilinmektedir. Amplatzer cihazı (şekil 24) ile ASD'nin kapatılması sonucunda sağ kalp volüm yükü azalmakta; böylece, PAB'da azalma, sağ kalp boşluk boyutlarında küçülme, fonksiyonel kapasitede anlamlı iyileşme olmaktadır (20)

Yapılan bir çalışmada 30 mm'den büyük defekti olan hastalarda ASD'nin Amplatzer cihazı ile kapatılma başarısı % 64,3 olarak bildirilmiştir (31). Bir başka çalışmada 60 yaş üzerindeki (ortalama yaş 71) 41 hastada Amplatzer cihazı ile ASD kapama işlemi yapılmış ve uygulamanın ileri yaştaki hastalarda da etkili ve güvenilir olduğu bildirilmiştir (32).

Amplatzer Septal Oklüder:

Bu cihaz kendi kendine genişleyerek şekil alan, defekti ortalyan, nitinol tellerden oluşan çift diskten yapılmıştır. Protezin içi tromboz oluşumunu tetikleyen Dacron liflerle doludur. İki diski ortada 3-4 mm kalınlığında küçük, silindirik bir bel birleştirir. Sol atriyum basıncının daha yüksek olması nedeniyle, sol atriyal disk, sağ atriyal diskten biraz daha büyüktür (Şekil 24). Ülkemizde kullanılan cihazların çapları 4-38 mm arasındadır.



Şekil 24: Atriyal Septal Oklüder Amplatzer cihazı

İZLEM ÖNERİLERİ:

İzlem değerlendirmesi rezidüel şant, sağ ventrikül büyüklüğü ve işlevi, ekokardiyografi ile PAB ve triküspit yetersizliğinin değerlendirmesini ve ayrıca öyküye göre aritmi değerlendirmesini ve sadece endike ise (rutin olarak yapılmaz) Holter takibini içermelidir. Önemli bir sekel ya da rezidü olmadan atriyal septal defekti düzeltilen 25 yaşın altındaki hastalarda (rezidüel şantı ve aritmisi olmayan, normal PAB, normal sağ ventrikül fonksiyonu olan hastalarda) düzenli izlem gerekli değildir. Bununla birlikte, hastalar ve ilgili hekimler geç taşiaritmi oluşumu olasılığı hakkında bilgilendirilmelidir.

Rezidüel şant, yüksek PAB ya da aritmisi (onarımdan önce ve sonra) bulunan ve ileri yaşta uygulama yapılanlar (özellikle >40 yaş) özel erişkin doğumsal kalp hastalığı merkezlerinde değerlendirmeyi de içerecek şekilde düzenli olarak izlenmelidir (aralıklar

rezidüel problemlerin ciddiyetine göre değişir). Cihazla kapamanın ardından ilk 2 yıl boyunca düzenli izlem ve daha sonra sonuçlara göre her 2-4 yılda bir izlem önerilmektedir (3).

Kırk yaş altında cerrahi onarımın ardından geç post-operatif aritmiler en sık intra-atriyal re-entran taşikardi ya da atriyal flutter olmakta ve bunlar radyofrekans ablasyonu ile başarılı bir şekilde tedavi edilebilmektedir. Onarım yapılmamışsa ya da 40 yaşından sonra yapılmışsa, atriyal fibrilasyon daha yaygın hale gelmekte ve antiaritmik tedavi gerektirebilmektedir. Cihazla kapamanın ardından sol atriya ulaşım kısıtlanabilir. Atriyal fibrilasyon bulunan hastalar oral antikoagülan almalıdır. Hasta sinüs sendromu ve kalp bloğu daha seyrek (3).

Egzersiz/spor: Pulmoner hipertansiyon, önemli aritmiler ya da sağ ventrikül işlev bozukluğu bulunmayan asemptomatik hastalarda girişimden önce ve sonra kısıtlama yoktur; pulmoner hipertansiyon hastalarında sadece hafif yoğunluklu rekreasyonel sporlara izin verilebilir (3).

Gebelik: Pulmoner hipertansiyon bulunmayan hastalarda gebeliğe bağlı risk düşüktür. Gebelikten önce kapama yapılması paradoksal embolizmi ve klinik durumun kötüleşmesini önleyebilir. Şiddetli pulmoner hipertansiyon ya da Eisenmenger sendromu bulunan hastalarda gebelik kontrendikedir. Bebekte doğumsal kalp hastalığı görülme oranı %3-10'dur (otozomal dominant kalıtmı ailevi ASD ve kalp-el sendromları hariç)(3)

Enfektif endokardit profilaksisi: Cihazla atriyal septal defektin kapatılmasının ardından 6 ay süreyle enfektif endokardit profilaksisi önerilir (3).

ÇALIŞMANIN ADI:

SEKUNDUM TİP ATRİYAL SEPTAL DEFEKTİN, OKLÜDER CİHAZI İLE PERKÜTAN YOLLA KAPATILMASININ SAĞ KALP FONKSİYONLARINA OLAN ETKİLERİNİN EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ

AMAÇ

Sekundum tip atriyal septal defekt, en sık görülen konjenital kalp hastalıklarındandır. Açık kalp cerrahisi, ASD kapatılmasında klasik ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilse de, günümüzde transkateter oklüzyon teknikleri giderek artan oranlarda ve başarı ile kullanılmaya başlanmıştır. Daha az invaziv olması, hastane yatış süresini kısaltması nedeni ile günümüzde transkateter yolla ASD kapatılması cerrahi yönetime alternatif hale gelmiştir.

Çalışmamızda, sekundum tip atriyal septal defekti olan hastalarda, sağ ventrikül sistolik fonksiyonları, sağ atriyal ve sağ ventriküler deformasyon değerlerinin; sağlıklı bireylerle karşılaştırılması, hastaların atriyal septal defektinin, amplatzer septal oklüder cihazı ile transkateter kapatılması öncesi ve sonrası takiplerde sağ kalp fonksiyonlarının etkilenip etkilenmediğinin ekokardiyografik olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOD

Olguların Seçimi:

Kliniğimize Şubat 2011 ile Haziran 2011 tarihleri arasında sekundum tip atriyal septal defekt ile başvuran hastalar arasından; defekti transkateter kapatılmaya uygun (atriyal septal defekt çapı <38mm, aortik rim hariç diğer rimler > 5mm) olan 20 hasta çalışmaya dahil edildi. Kontrol grubu olarak yaş uyumlu, sağlıklı 20 birey seçildi. Sinüs venosus tipi defekt, primum ASD, posteriyor, inferiyor, koroner sinüs kenarı ve atriyoventriküler kapak kenarı olmayan ASD'ler, kardiyak cerrahi gerektirecek kalp hastalığı bulunan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Vivid 7 cihazıyla, 6 MHz TÖE probu kullanılarak Transözofageal ekokardiyografi yapıldı. İncelemede defekt çapı, kenarların durumu (süperiyor, posteriyor, atriyoventriküler kapak, inferiyor vena kava, süperiyor vena kava ve aort kenarları), komşu yapılar olan koroner sinüs, pulmoner venler, inferiyor vena kava, süperiyor vena kava, mitral, aort ve triküspit kapaklar ile ilişkisi değerlendirildikten sonra defektin cihazla kapamaya uygunluğuna karar verildi. Pulmoner/ sistemik kan akım oranı $\geq 1,5$ ve sağ ventrikül genişlemesi olan, PAB'nin sistemik basıncın 2/3'ünü geçmediği hastalar çalışmaya alındı. Çalışmaya alınan tüm hastalar yapılacak işlem hakkında bilgilendirildi ve hastaların yazılı onayları alındı. Çalışma Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu tarafından onaylandı.

Çalışmadan Dışlama Kriterleri:

- 1- Sol ventrikül disfonksiyonu olanlar
- 2- Koroner arter hastalığı veya şüphesi olanlar
- 3- Kronik akciğer hastalığı olanlar
- 4- Perikardiyal hastalığı olanlar
- 5- İlave konjenital kalp hastalığı olanlar
- 6- Sistemik hipertansiyonu olanlar
- 7- Organik kapak hastalığı olanlar
- 8- Diyabetes mellitusu olanlar
- 9- Eisenmenger sendromu gelişmiş atriyal septal defektli olgular
- 10-Sinüs ritmi dışı ritmi olanlar

Kullanılan Yöntem:

Ekokardiyografik İnceleme:

Tüm hastalara işlem öncesi, işlem sonrası 24.saatte ve 1.ayda; Vivid 7 ekokardiyografi cihazı (GE Vingmed Ultrasound, Horten, Norveç) ve 2,5 MHz transdüser

kullanılarak, Amerikan ve Ekokardiyografi Derneği ölçütlerine göre yapıldı. Hastalar sol yan yatar pozisyonda iken, parasternal uzun ve kısa eksen apikal görüntülerden M-mod ve ikiboyutlu ekokardiyografik parametreler elde edildi. Apikal 4-boşluk görüntülerde, sağ ventrikül diyastol sonu çap (RVDSÇ), sağ ventrikül sistoli sonu çap (RVSSÇ), sağ atriyum (RA) çapları değerlendirildi. Hastalar ekspiryum sonunda nefeslerini tutması istenerek ardışık 3 siklus görüntü kaydı yapıldı ve Echo Pac 8 de analizleri yapıldı. Pulmoner arter basıncı (PAB) triküspid yetersizliği üzerinden, $PAB = RAB + 4V2$ formülüyle (RAB = sağ atriyum basıncı, V = triküspid yetersizliği en yüksek kan akım hızı) hesaplandı. Sağ ventrikül sistolik fonksiyonlarını değerlendirmek için güncel kılavuzlarda önerilen; TAPSE, RV FAC, RV EF (Teizholz metoduyla), RV MPI, sağ ventrikül strain- strain rate parametreleri kullanıldı. TAPSE'yi değerlendirmek için apikal dört boşluk görüntüde, triküspit anulus-lateral serbest duvar ile birleştiği noktadan M-mod trase elde edildi. Bu trasede apekse doğru iki hareket gözlemlendi. Bu iki harekette presistolik incelme bazal seviye olarak alınarak bazal-tepe arasındaki mesafe, sistolik fonksiyon için sistolik hareketin büyüklüğü olarak kaydedildi. RV FAC; End-diyastolik alan-End-sistolik alan/ End-diyastolik alan x 100 formülü ile hesaplandı. RV MPI; triküspit inflow akımına PW Doppler konarak, RV izovolümetrik kontraksiyon zamanı + RV izovolümetrik relaksasyon zamanı / ejeksiyon zamanı formülüne göre hesaplandı. Sağ ventrikül deformasyonu apikal dört boşluktan değerlendirildi. Sağ ventrikül global uzun eksen pik sistolik strain ve strain rate değerleri, apikal 4 boşluk görüntüde speckle tracking yöntemiyle ölçüldü. ASD hastalarında interatriyal septumda kapama öncesi defekt olması, kapama sonrası apmlatzer septal okluder cihazı olması nedeniyle, sağ atriyumun deformasyonu global olarak değerlendirilmedi. Sağ atriyal deformasyonu değerlendirmek için sağ atriyum lateral duvar mid bölgenin speckle tracking yöntemiyle pik sistolik uzun eksen strain ve strain rate değerleri, sağ atriyum rezervuar fazının göstergesi olarak ölçüldü.

İşlem uygulaması:

Hastalardan işlem öncesinde onam formu alındı. İşlemlerin tamamı genel anestezi altında, son 10 işlem derin sedasyon ile TÖE eşliğinde yapıldı. Transözofageal ekokardiyografide defektin en az iki ortogonal çapı ölçülerek, üzerine kenarların gevşek olup olmamasına göre 4-6 mm eklenerek cihaz ölçüsü belirlendi. Transözofageal ekokardiyografi 4-boşluk görüntülerden süperiyor ve atriyoventriküler kenarlar, kısa eksen görüntüden aort ve posteriyor kenarlar, bikaval görüntüden vena kava süperiyor ve inferiyor kenarlar belirlendi. Inferiyor vena kava ve posteriyor kenarların yokluğunda veya 4 mm'den küçük ve 2 mm'den fazla yetersiz kenar varsa işlem yapılmadı. Rutin olarak balon ölçüm işlemi yapılmadı. Sadece

birden fazla defekti olan bir hastaya ve TÖE ölçümü ile cihaz çapının düşük tahmin edildiği ve bu yüzden cihazın yerleştirilemediği bir hastada balon ölçümü ile cihaz çapına karar verildi. Diğer hastalar da cihaz çapına TÖE ölçümleri ile karar verildi. Sağ femoral venden girilerek defektten geçilip, genelde sol üst pulmoner vene sert kılavuz tel yerleştirildi. Taşıyıcı sistem kılavuz tel üzerinden pulmoner ven ağzına kadar ilerletip, önce sol atriyal disk açıldı. Transözofageal ekokardiyografide 20-40 derece kısa eksen aortik pozisyonda cihazın geliş açısının uygun olduğu düşünüldüğünde, sağ atriyal disk de serbestleştirilerek cihaz yerleştirildi. İşlem sonrasında ve cihaz bırakılmadan önce TÖE’de bikaval görüntüde (90-110 derece) şant olup olmadığı, ayrıca vena kava süperiyor, vena kava inferiyor, pulmoner venler, koroner sinüs, mitral ve triküspit kapaklarda bası olup olmadığı kontrol edildi. Taşıyıcı kateterin çok yavaş ileri ve geri hareketi ile yapılan Minnesota hareketiyle cihazın yerinde stabil olup olmadığı kontrol edildikten sonra cihaz serbestleştirildi. Tüm hastalara işlem sırasında intravenöz 100 IU/kg heparin ve işlem sonrasında ESC 2010 Erişkin Konjenital Kalp Hastalıkları kılavuzunda önerilen en az altı ay kullanmak üzere minimum 100 mgr aspirin tedavisi verildi. Hastalar işlemden sonra 24 saat yatırılıp, 24. saatte TTE ile kontrol edildikten sonra taburcu edildi. Hiçbir hastada komplikasyon gelişmedi. Tüm hastaların sekundum tip ASD’leri başarılı şekilde perkütan yöntemle kapatıldı.

Takip :

Hastaların sekundum tip atriyal septal defektlerinin amplatzer septal okluder ile kapatılması öncesi ve sonrası 24. saatte, 1. ayda, 2 boyutlu (2B) transtorasik ekokardiyografi (TTE) incelemesi yapıldı.

İstatistik değerlendirme:

Tüm istatistiksel analizler SPSS 15,0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) kullanılarak yapıldı. Kategorik değişkenler maximum, minimum, ortalama, standart sapma şeklinde verildi. Kontrol ve hasta grubu (ASD hastaları) arasındaki değişiklikler unpaired t test ile analiz edildi. Bazal (ASD kapatma öncesi) ve takip eden (ASD kapatma sonrası 24. Saat, 1.ay) ölçümler arasındaki fark ANOVA ile test edildi. İşlem sonrası anlamlı saptanan parametreler post-hoc Bonferroni’s testi ile test edilerek hangi gruplar arasında anlamlı fark olduğu test edildi. Anlamlı saptanan parametreler arasında korrelasyon bakıldı. Standart ekokardiyografi parametreleri ve strain görüntüleme parametreleri arasındaki korrelasyonu değerlendirmek için Pearson korrelasyon metodu kullanıldı. Tüm istatistiksel analizlerde p <0.05 anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

1. Hastaların Demografik Özellikleri:

Kardiyoloji polikliniğine sekundum tip atriyal septal defekt ile başvurup, amplatzer oklüder cihazı ile ASD'si kapatılmaya uygun olan 20 hasta çalışmamıza dahil edildi. Kontrol grubu olarak yaş uyumlu, sağlıklı 20 birey seçildi. Hastaların ortalama yaşları 34 ± 14 idi. Vücut yüzey alanları (BSA) ortalama; $1,69\pm 0,11$ bulundu. Tüm hastalar ACC/AHA ve ESC'nin girişim önerileri çerçevesinde tedavi aldılar, hiçbir hastada girişimle ilgili bir komplikasyon gelişmedi. Hastaların demografik özellikleri tablo 4'de belirtildi. Hastaların TÖE ile ölçülen ortalama atriyal septal defekt çapı: $2,1 \pm 0,3$ cm, hemodinami laboratuvarında ölçülen gerilmiş atriyal septal defekt çapı ortalaması: $2,25 \pm 0,3$ cm ölçüldü.

| | Hasta sayısı | Minimum | Maximum | Ortalama | Std Sapma |
|------------------------------|--------------|---------|---------|----------|-----------|
| Yaş | 20 | 16 | 66 | 34,65 | 14,365 |
| BSA | 20 | 1,40 | 1,80 | 1,69 | 0,11616 |
| ASD çap(cm) | 20 | 1,6 | 2,8 | 2,1 | 0,3 |
| Gerilmiş ASD çap (cm) | 20 | 1,8 | 3 | 2,25 | 0,3 |
| Qp/Qs | 20 | 1,7 | 2 | 1,85 | 0,08139 |

Tablo 4: Hastaların demografik özellikleri

2. Kontrol grubu ve ASD hastalarının RV ve RA fonksiyonlarının standart ekokardiyografik yöntemler ve 2B strain-SR yöntemiyle değerlendirilmesi:

Hastaların ve kontrol grubunun sağ ventrikül sistol sonu çapı (RVSSÇ), diyastol sonu çapı (RVDSÇ), sağ atriyum (RA) çapı, PABs ve sağ ventrikül, sağ atriyum sistolik fonksiyonlarını gösteren parametreler (TAPSE, FAC, RV EF, MPI, RV strain, RV strain rate, RA strain, RA strain rate) karşılaştırıldı. Bulgular tablo 5’de listelendi. RVDSÇ ve RVSSÇ kontrol grubuna kıyasla ASD hastalarında yüksek saptandı (RVDSÇ Kontrol: 34,7± 2mm; RVDSÇ ASD: 46,5± 5,7mm, p : <0.0001; RVSSÇ Kontrol: 23,2± 2,1mm; RVSSÇ ASD: 30,9 ± 4,2mm; p <0.0001). RA çapı da RV’ye benzer şekilde, kontrol grubuna kıyasla ASD hastalarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptandı (Kontrol: 31± 2mm; ASD: 47,4 ± 4,8mm; p : 0.0001). ASD hastalarında sağ kalp boşluklarında kronik volüm yüklenmesine bağlı olarak hem RA hem RV çaplarında, sağlıklı bireylere göre artış olduğu düşünüldü. RV sistolik fonksiyonlarını göstermede güvenli bir metod olan TAPSE değeri, kontrol grubuna kıyasla ASD hastalarında yüksek saptandı (Kontrol: 2.47 ± 0,1mm; ASD:3.11 ± 0,3mm; p <0,0001). Kardiyak MR ile ölçülen RVEF ile korele olarak sağ ventrikül fonksiyonlarını gösteren sağ ventrikül FAC değerinde, diğer RV sistolik parametrelerinden farklı olarak, ASD hastalarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi (Kontrol:55,3±2,6; ASD: 53,2±4,3mm; p : 0.3). Sağ ventrikül global uzun eksen pik sistolik strain değeri ASD hastalarında kontrol grubuna göre yüksek saptandı (Kontrol: -22,8±3; ASD:-27,5±3; p :0.0001). Benzer şekilde, RV strain rate değeri ASD hastalarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek saptandı. RA rezervuar fazın göstergesi olan RA lateral duvar mid segment pik sistolik strain ve strain rate değerleri kontrol grubuna göre ASD hastalarında anlamlı olarak daha yüksek saptandı. Hem sağ atriyum hem sağ ventrikül strain değerleri, ASD hastalarındaki şant oranı (Qp/Qs) ile anlamlı derecede korele bulundu. (Sırasıyla R:0.55; p :0.01 ve R:0.52; p :0.02). PABs, kontrol grubuna kıyasla ASD hastalarında yüksek saptandı (Kontrol: 22,4±4 ASD: 42±4; p : 0.001) . Teicholz metoduyla bakılan RV EF, kontrol grubuna göre, ASD grubunda daha yüksek bulundu. Sağ ventrikül sistolik fonksiyon belirteçlerinden olan doku Doppler ile bakılan sağ ventrikül miyokard performans indeksi (RV MPI) ASD hastalarında istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulundu.

Kontrol Grubu ve ASD Hastalarının Sağ Ventrikül & Sağ Atriyum Standart Ekokardiyografik Parametreleri ve 2B Strain-SR Değerleri:

| | ASD | KONTROL | p |
|---------------------------|------------|----------------|----------|
| RVDSÇ(mm) | 46,5±5,8 | 34,7±2,0 | <0.0001 |
| RVSSÇ(mm) | 30,9±4,3 | 23,6±2,1 | <0.0001 |
| RA (mm) | 47,4±4 | 31±2 | 0.0001 |
| RV FAC (%) | 53,2±4,3 | 55,3±2,6 | 0,3 |
| TAPSE(mm) | 31,1±3,8 | 24,7±1,4 | <0,0001 |
| RV_S(%) | -27,5±3 | -22,8±3 | 0.0001 |
| RV_SR (1/sn) | -1.9±0,3 | -1.5±0,1 | 0,001 |
| Ra-S-r (%) | 69±9 | 36±2 | 0,001 |
| Ra-SR-r (1/sn) | 4.0±1,7 | 2.4±1,2 | 0,007 |
| PABs (mmHg) | 42±4 | 22.4±4 | 0.001 |
| RV EF Teicholz (%) | 71.7± 6,1 | 67.0±1,1 | 0.002 |
| RV MPI | 0,33±0,05 | 0,39± 0,02 | <0.0001 |

Tablo 5: RVDSÇ: Sağ ventrikül diyastol sonu çap, RVSSÇ: Sağ ventrikül sistol sonu çap, RA: Sağ atriyum çap, RV FAC: Sağ ventrikül Fraksiyonel alan değişimi oranı, TAPSE: Triküspit Anüler Düzlem Sistolik Hareketinin ölçümü RV_S%: Sağ ventrikül global strain, RV_SR: Sağ ventrikül strain rate; Ra-S-r: Sağ atriyum pik sistolik strain rezervuar faz; Ra-SR-r: Sağ atriyum pik sistolik strain rate rezervuar faz; PABs: Pulmoner arter sistolik basıncı; RV EF: Sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu; RV MPI: Sağ ventrikül miyokard performans indeksi

3. ASD'nin kapatılması sonrası takiplerde hastaların RV ve RA fonksiyonlarının standart ekokardiyografik yöntemler ve 2B strain-SR görüntülemeyle değerlendirilmesi:

ASD'nin kapatılması öncesi ve sonrası 24. saat ve 1.ay takiplerinde karşılaştırılan RVDSÇ, RVSSÇ, RA çap, RA strain-SR, PABs ve sağ ventrikül fonksiyonlarını gösteren parametreler (TAPSE, FAC, RV EF, MPI, RV strain), tablo 6'da listelendi. RVDSÇ, RVSSÇ ve RA çap işlem öncesi değere göre; işlem sonrası 24.saatte ve 1. ayda azaldı. Bu azalmalar hem 24.saatte, hem de 1.ayda istatistiksel olarak anlamlı bulundu. TAPSE'de işlem öncesi değere göre; işlem sonrası 24.saatte ve 1.ayda istatistiksel olarak anlamlı azalma görüldü. İşlem

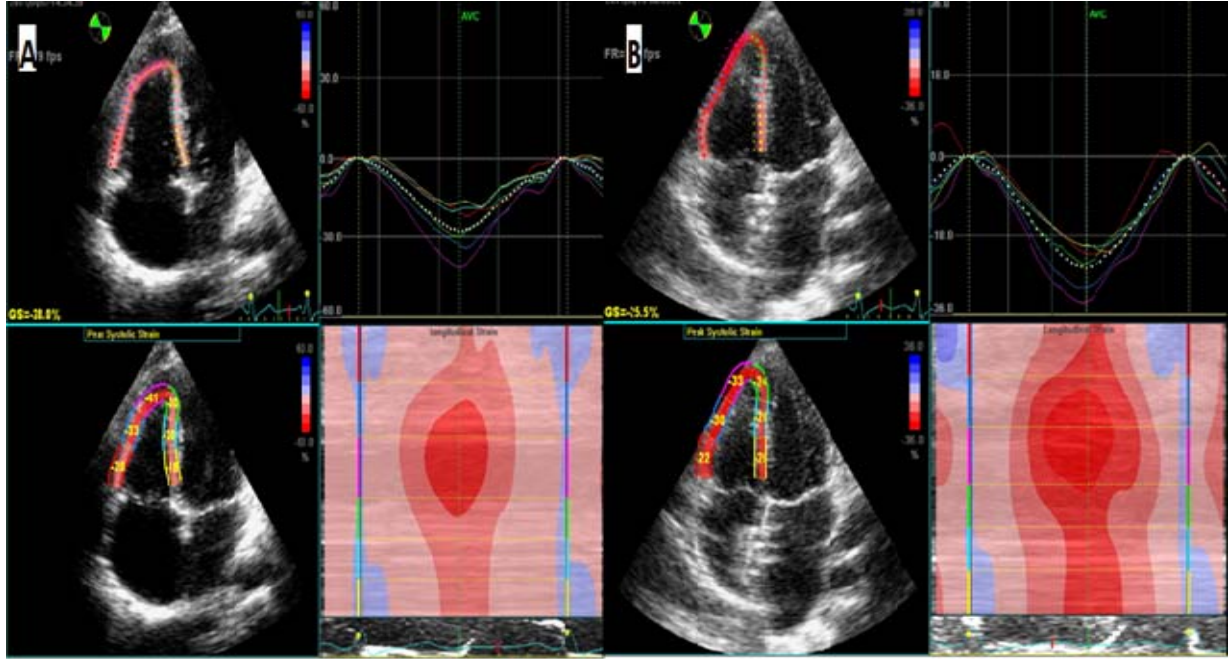
sonrası 1. ayda, işlem sonrası 24. saate göre, TAPSE’de istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü. (işlem sonrası 24. saat TAPSE:2.30±0.30cm; işlem sonrası 1. ay TAPSE: 2.69±0.20cm; p : 0.006). ASD kapama sonrası erken dönem (24.saatte) ve 1. Ayda FAC değeri, işlem öncesine göre azaldı (53,2±4,3 işlem öncesi; 40,6±4 işlem sonrası 24.saate; 45,7±5 işlem sonrası 1.ay). Bu azalma hem işlem sonrası hem 24.saate hem de 1. ay kontrolde anlamlı bulundu. İşlem sonrası 1. ayda, işlem sonrası 24. saate göre, sağ ventrikül FAC değerinde anlamlı artış görüldü. Sağ ventrikül global uzun eksen pik sistolik straini bazal değere göre 24.saatte azalma gösterdi (-27,5 ± 3 işlem öncesi; -23,1 ± 3 24.saate; -27.31±2 1. ay). İşlem sonrası 24.saatte sağ ventrikül global longitudinal pik sistolik strain değerinde azalma anlamlı iken ($p < 0,0001$), işlem sonrası 1.ayda işlem öncesi değere göre anlamlı bir azalma izlenmedi (p : 0.957). Sağ ventrikül global uzun eksen 4 boşluk pik sistolik SR değeri, işlem öncesine göre işlem sonrası 24.saate ve 1.ayda anlamlı olarak azaldı. İşlem sonrası 24.saate ve 1.ay karşılaştırıldığında, RV SR değerinde anlamlı değişiklik gözlenmedi. Sağ atriyumun rezervuar fazındaki apikal 4 boşluk lateral duvar mid segment pik sistolik strain değeri işlem sonrası 24. saatte ve 1. ayda işlem öncesine göre anlamlı olarak azaldı (69,25 ± 9 işlem öncesi, 37,85 ± 6 işlem sonrası 24.saate; 55.25±8,6 işlem sonrası 1.ay). Benzer şekilde, sağ atriyum pik sistolik strain rate değeri işlem sonrası 24. saatte ve 1. ayda işlem öncesine göre anlamlı olarak azaldı. PABs’da işlem öncesi değere göre; işlem sonrası 24.saatte ve 1. ayda anlamlı azalma görüldü. RV EF değeri işlem öncesine göre işlem sonrası 24.saatte anlamlı olarak azaldı. İşlem sonrası 1.ayda, işlem öncesine göre anlamlı bir değişim izlenmedi (p :0,9). İşlem sonrası 24. saate göre işlem sonrası 1. ayda RV EF değerinde anlamlı artış izlendi. RV MPI değeri, işlem öncesine göre işlem sonrası 24.saatte anlamlı olarak arttı. İşlem sonrası 1. Ayda, işlem öncesine göre anlamlı bir değişim izlenmedi (p :0,2). İşlem sonrası 24. saate göre işlem sonrası 1. ayda RV MPI değerinde anlamlı azalma izlendi.

ASD Hastalarının, İşlem Öncesi, İşlem Sonrası 24. saat ve 1. ay Takiplerindeki, Sağ Kalp Standart Ekokardiyografik Parametreleri ve 2B Strain-SR Değerleri

| | İşlem Öncesi | İşlem Sonrası 24.saat | İşlem Sonrası 1.ay | P1 | P2 | P3 |
|---------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| RVDSÇ(mm) | 46.5± 5,7 | 40±5,1 | 37±5 | 0.001 | <0.0001 | 0,01 |
| RVSSÇ(mm) | 30.9±4,2 | 26.7±4,8 | 27.1±3,8 | 0.01 | 0.02 | 0,01 |
| RA (mm) | 47±4,8 | 38±4,5 | 39±4,8 | 0.0001 | 0,001 | 0,001 |
| RV FAC (%) | 53,2±4,3 | 40,6±4 | 45,7±5 | <0.0001 | <0,0001 | 0,003 |
| TAPSE (cm) | 3.11±0.30 | 2.30±0.30 | 2.69±0.20 | <0.0001 | <0,0001 | 0,006 |
| RV-S(%) | -27.52±3 | -23.28±3 | -27.31±2 | 0.001 | 0,957 | 0,001 |
| RV-SR (1/sn) | -1.9±0,3 | -1.3±0,6 | -1.45±0,3 | 0,001 | 0,003 | 0,5 |
| RA-S-r (%) | 69.25±9 | 37.85±6,8 | 55.25±8,6 | <0.0001 | 0,001 | 0,03 |
| RA-SR-r (1/sn) | 4.0±1,7 | 3.0±1,8 | 2.5± 1,3 | 0,007 | 0,0001 | 0,002 |
| PABs(mmHg) | 42±4 | 34±5 | 25±4 | <0.0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| RV EF Teicholz (%) | 71.7± 6,1 | 61.5±5,3 | 72,9±4,9 | <0,0001 | 0,9 | <0,0001 |
| RV MPI | 0,33±0,05 | 0,46± 0,08 | 0,37± 0,05 | 0,004 | 0,2 | <0,0001 |

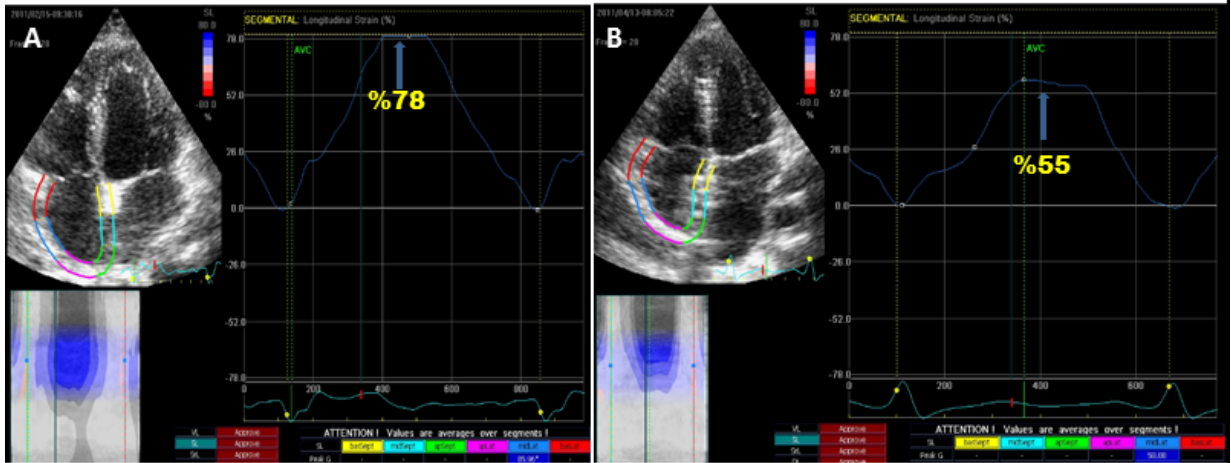
Tablo 6: RVDSÇ: Sağ ventrikül diyastol sonu çap, RVSSÇ: Sağ ventrikül sistol sonu çap, RA: Sağ atriyum çap, RV FAC: Sağ ventrikül Fraksiyonel alan değişimi oranı, TAPSE: Triküspit Anüler Düzlem Sistolik Hareketinin ölçümü RV_S%: Sağ ventrikül global strain, RV-SR: Sağ ventrikül strain rate; Ra-S-r: Sağ atriyum pik sistolik strain rezervuar faz; Ra-SR-r: Sağ atriyum pik sistolik strain rate rezervuar faz; PABs: Pulmoner arter sistolik basıncı; RV EF: Sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu; RV MPI: Sağ ventrikül miyokard performans indeksi; P1; işlem öncesi ve sonrası 24. saat p değeri, P2; işlem öncesi ve sonrası 1. ay p değeri, P3; işlem sonrası 24. saat ve işlem sonrası 1.ay p değeri

Şekil 25: Çalışmamıza dahil olan ASD'li bir hastanın; ASD kapama öncesi ve sonrası sağ ventrikül 2B strain değerlerinin STE yöntemiyle değerlendirilmesi:



ASD hastasının işlem öncesi (A) ve işlem sonrası 24.saat (B) sağ ventrikül bölgesel ve global uzun eksen pik sistolik strain değerleri; A:İşlem öncesi ASD hastasında sağ ventrikül global pik sistolik strain değeri: - %28 iken, B:İşlem sonrası 24. saatte -%25,5'e düşmüştür.

Şekil 26: Çalışmamıza dahil olan ASD'li bir hastanın; ASD kapama öncesi ve sonrası sağ atriyum 2B strain değerlerinin STE yöntemiyle değerlendirilmesi:



ASD hastasının işlem öncesi (A) ve işlem sonrası 1.ay (B) sağ atriyum lateral duvar mid segmentinin rezervuar fazdaki uzun eksen pik sistolik strain değerleri; A:İşlem öncesi ASD hastasında sağ atriyum pik sistolik strain değeri: %78 iken, B:İşlem sonrası 1.ay %55'e düşmüştür.

TARTIŞMA

Atriyal septal defekt, erişkinlerde en sık görülen doğuştan kalp hastalığıdır. Doğuştan kalp hastalıklarının %5-10'unu oluşturmaktadır (1). Orta büyüklükte ASD'si olan hastaların birçoğu erişkin yaşlara ulaştığı için, erişkinlerde en sık görülen doğuştan kalp hastalığı olma özelliği taşıyor olsalar da, ikinci dekattan başlayarak; pulmoner hipertansiyon, sağ kalp yetersizliği ve aritmi gibi komplikasyonlar artmaktadır. ASD'nin, sağ atriyum ve ventrikülde volüm yüklenmesine, aritmik olaylara ve paradoksal embolilere yol açması nedeniyle, ASD hastalarına erken dönemde tanı konmalı ve ESC/AHA kılavuzlarının önerileri doğrultusunda defekt kapatılmalıdır. Günümüzde transkateter yöntemle defekti kapatılmaya uygun olmayan hastalarda, cerrahi kapatma tek tedavi seçeneği olma özelliğini korumaktadır. Amplatzer septal oklüder ile transkateter yöntemle ASD'nin kapatılması, yüksek başarı ve düşük komplikasyon oranları ile, uygun hastalarda cerrahi tedavinin yerini almayı başarmıştır. Transkateter yöntemle ASD'nin kapatılması %80-95 gibi yüksek başarı oranlarına sahiptir (3). Çalışmamızda, çalışmaya dahil edilen tüm hastaların ASD'leri %100 başarıyla komplikasyonsuz biçimde kapatılmıştır. Amplatzer cihaz ile ASD'nin kapatılması sonucu sağ kalbin volüm yükü azalmaktadır. Böylece, pulmoner arter basıncında azalma ve sağ kalp boşluk boyutlarında küçülme olmaktadır.

ASD hastalarında KKY ilk dekatta nadir, 40 yaşından sonra ise yaygındır. Tedavi edilmeyen hastalarda, özellikle kadınlarda %5-10 oranında pulmoner vasküler hastalık (pulmoner hipertansiyon) geliştiği bilinmektedir. Erişkin çağa gelen sekundum tip ASD hastalarında, yaşla birlikte artış gösteren atrial disritmiler (atrial flutter veya fibrilasyon) görülebilmektedir (3). Bizim çalışmamızda, 40 yaşın üzerinde birkaç hasta çalışmaya dahil edilmesine rağmen, hiçbir hastamızda, KKY, atriyal aritmi, pulmoner vasküler hastalık mevcut değildi.

Günümüzde unutulmuş ventrikül olarak da adlandırılan sağ ventrikül birçok kardiyak hastalıkta önemli rol oynar. Sağ ventrikül fonksiyonları; kronik obstrüktif akciğer hastalığı, primer pulmoner arter hastalığı, konjenital kalp hastalıklarında prognostik öneme sahiptir. Konjenital kalp hastalıklarında egzersiz intoleransının ana nedeni, sağ ventrikül ve pulmoner disfonksiyondur. ASD'de sağ ve sol atriyum arasındaki defekt sonucu oluşan şant sağ ventrikül volüm yüklenmesine ve pulmoner akım artışına neden olarak uzun dönemde sağ ventrikül sistolik fonksiyonlarında değişime ve triküspit yetersizliğine yol açar. Suchon ve

arkadaşlarının (33) yaptıkları bir çalışmadan ASD hastalarında RA ve RV fonksiyonlarının kardiyopulmoner kapasiteyi belirleyen faktörler oldukları gösterilmiştir.

Çalışmamızda, sağ ventrikül fonksiyonlarını değerlendirirken ESC ve AHA kılavuzlarının önerileri doğrultusunda; FAC, MPI, TAPSE, RV uzun eksen pik sistolik strain-SR görüntüleme yöntemleri kullanılmıştır. RVEF ve volümlerinin 2 boyutlu ekokardiyografi ile değerlendirilmesi, RV'nin kompleks şekli, değerlendirilmesinin tek boşluktan (apikal 4 boşluk) yapılması ve yaygın trabeküler yapısı nedeniyle zordur. RVEF ve RV volüm değerlendirilmesinde altın standart olan MRG, ülkemizde sınırlı merkezlerde olması ve yüksek ücretlerle yapılması nedeniyle rutin kullanılmamaktadır. Mezunlin ve arkadaşları (34) TAPSE ile radyonüklid ventrikülografiyle değerlendirilen RVEF'nin korele olduğunu göstermişlerdir. Tüller ve arkadaşları (35) ise, sağ ventrikül sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde, TAPSE ve kardiyak MR ile bakılan RVEF'nin korele olduğunu göstermişlerdir. TAPSE, RV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde; kolay, hızlı ölçülmesi, intra ve interobserver varyabilitesinin düşük olması ve MRG ile korele olması nedeniyle sık kullanılmaktadır. Günümüzde giderek artan sıklıkta kullanılan ekokardiyografik yöntem olan strain ve strain rate değerlendirme, sağ ventrikül fonksiyonlarının niceleyici değerlendirilmesine olanak sağlar. RV fonksiyonlarının değerlendirilmesinde strain ve strain rate ekokardiyografinin günümüzde pratikte çok fazla kullanılmamakla birlikte pek çok potansiyel kullanım alanları mevcuttur. Urheim ve arkadaşlarının (36) termodilüsyon yöntemiyle ölçülen atım hacmi indeksinin hangi ekokardiyografik parametreler ile korele olduğunu araştırdıkları bir çalışmada; sistolik strain ve TAPSE'nin RV atım hacmi indeksinin en iyi göstergeleri olduğunu bildirmiştir. Sistolik strainin duyarlılık ve özgüllük oranlarının TAPSE'ye göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.

Huez S. ve arkadaşlarının ciddi pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda yaptıkları bir çalışmada kontrol grubuyla karşılaştırıldığında strain ve strain rate değerleri sol ventrikülde korunurken, özellikle RV mid apikal segmentte daha belirgin olarak azalmıştır. Pulmoner arter basıncı ile RV mid- apikal strain ve strain rate değerleri ilişkili bulunmuştur (37).

Eyskens B ve arkadaşlarının, büyük arter transpozisyonu olup Senning operasyonu uygulanan hastalarda yaptıkları bir çalışmada, RV serbest duvar ve interventriküler septumdaki strain ve strain rate anlamlı düşük bulunmuştur. Bu değerler ile MRG ile hesaplanan RVEF korele bulunmuştur (38). Bu çalışma, konjenital kalp hastalıklarının uzun süreli takibinde, RV sistolik fonksiyonlarının değerlendirilmesinde, strain ve strain rate kullanımının yol gösterici olabileceğini göstermiştir. Jategaonkar ve arkadaşları (39) yaptıkları bir çalışmada hemodinamik olarak anlamlı sol-sağ şantı bulunan, ekokardiyografik

olarak RV genişlemesi olan, pulmoner hipertansiyonu olmayan ve perkütan kapatma uygulanacak, 33 erişkin ASD'li hasta ile 34 sağlıklı kontrol grubunu karşılaştırılmışlar. ASD kapatma öncesi ve sonrası, RV serbest duvar ve septumun bazal, mid ve apikal segmentlerinde strain değerlerini ölçmüşler. Kapatma öncesi ASD'li hastalarda kontrol grubuna göre sistolik strain değerlerini, septal apikal segmentler ve RV lateral mid ve apikal segmentlerde anlamlı olarak yüksek bulmuşlar. Bu durumu sol sağ şanta bağlı RV volüm yüklenmesine bağlamışlardır. Strainin yük bağımlı olduğunu düşünmüşlerdir. Kapatma sonrası tüm bu segmentlerde strain değerlerinde anlamlı düşüş tespit edilmiştir. Çalışmamızda ASD'nin, sağ kalp boşluklarında kronik volüm yüklenmesine bağlı olarak, RV'nin global fonksiyonlarını etkileyebileceği noktasından yola çıkılarak, RV ve RA'nın sistolik fonksiyonlarını değerlendirirken strain ve strain rate görüntüleme yöntemleri, standart ekokardiyografik yöntemlerle birlikte kullanılmıştır. Çalışmamızda perkütan yolla defekti kapatılmaya uygun olan ASD hastalarında, işlem öncesi ve işlem sonrası 24. saat ve 1. ayda RV ve RA çapları, RV sistolik fonksiyonları (TAPSE, MPI, RV EF, FAC, RV global pik sistolik uzun eksen strain-SR) ve PABs değerleri değerlendirilmiştir. Kontrol grubuna göre FAC hariç diğer RV sistolik belirteçleri ve RV global strain-SR değerleri ASD hastalarında anlamlı yüksek saptanmıştır. Defektin kapatılması sonrası, sağ taraftaki kronik volüm yükünün 24.saat içinde tüm kalp boşluklarına dengeli dağılımı sonucunda, işlem sonrası çok erken dönemde RV çapları, sistolik fonksiyon parametreleri ve strain - SR değerlerinde düşme tespit edilmiştir. Aynı noktadan yola çıkılarak kronik volüm yüklenmesinin RA fonksiyonlarına da etkisinin de olabileceği düşünülerek, sağ atriyumun 3 fazından biri olan rezervuar fazındaki pik sistolik strain ve SR değeri çalışmamızda ASD kapatma öncesi ve sonrası takiplerde ölçülmüştür. İşlem öncesi interatriyal septumda defekt olması, işlem sonrası ise interatriyal septumda amplatzer septal oklüder cihazı olması nedeniyle, RA'nın global strain-SR'i değerlendirilmedi. RA lateral duvar mid segmentin pik sistolik strain-SR değeri, rezervuar fazın göstergesi olarak değerlendirildi. RA'nın kronik volüm yüklenmelerinde, lateral duvar mid segmentin diğer segmentlere göre daha fazla etkilenmesi nedeniyle özellikle bu segment seçildi. Çalışmamızda, ASD hastalarında kontrol grubuna göre, yüksek olan RA pik sistolik strain değeri, kapatma sonrası RA çapı ile benzer şekilde azalmıştır. Bu da bize strain değerlerinin yük bağımlı olduğunu düşündürmüştür.

11 ASD'li çocuk ve 11 sağlıklı çocuğun değerlendirildiği bir çalışmada (40), ASD'li hastalarda kapama öncesi, işlemden hemen sonra ve 24. saat sonra RV lateral mid segmentte strain ve sistolik strain rate, RV bazal segmentte doku Doppler pik sistolik velosite ölçümleri yapmışlardır. Kapatma öncesinde ASD'li hasta grubuna göre bu üç parametreyi istatistiksel

olarak anlamlı olmamak üzere yüksek bulmuşlardır. Ancak kapatma işleminden hemen sonra RV volüm yükünün ani olarak azalmasına bağlı olarak bu değerlerin kontrol grubuna göre anlamlı düştüğü tespit edilmiştir ve 24 saat sonraki takipte de benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Böylece çalışmalarında strain ve strain rate'in de velositeler gibi yüklenme bağımlı olduğunu göstermişlerdir.

Ortalama yaşları 28 olan 21 ASD'li hasta ve 21 sağlıklı bireyin değerlendirildiği bir çalışmada, ASD hastalarında kontrol grubuna göre, RV diyastol sonu alanları ve RV global uzun eksen strain değerleri anlamlı olarak daha yüksek saptanırken, ASD'nin kapatılması sonrası 24. saatte, bizim çalışmamıza benzer şekilde, RV sistol ve diyastol sonu alanlarda, RV global uzun eksen strain değerlerinde azalma izlenmiştir. Strain değerindeki bu değişimi, strainin yük bağımlı bir parametre olmasına bağlamışlardır (15).

Başka bir çalışmada; sol-sağ şanti olan ve sağ ventrikül dilatasyonu olan ASD'li 21 hastanın transkateter kapatma öncesi ve 24 saat sonrası sistolik velosite ve deformasyon parametreleri bakılmış. Kontrol grubu olarak 30 sağlıklı yaş uyumlu çocuk değerlendirilmiş. ASD'li hastalarda pik sistolik velositeler kapatma öncesi anlamlı yüksekken, kapatma sonrasında anlamlı düşük bulunmuştur. Bu durumu doğuştan itibaren sağ ventrikülde kronik volüm yükü altında bulunan ASD'li hastalarda RV'de görülen miyokardiyal hipertrofi, hiperplazi ve geometrideki değişiklik gibi yapısal adaptasyon mekanizmalarının sonucu olarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak sistolik velositelerin mutlak volüm bağımlı olduklarını, strain ve strain rate'in ise rölatif volüm bağımlı olduğunu tespit etmişlerdir (41).

En sık görülen erişkin konjenital kalp hastalığı olan ASD'nin cerrahi kapatılması sonrası RV sistolik fonksiyonlarının standart ve 2B strain-SR görüntüleme yöntemleriyle değerlendirildiği çalışmalar olmasına rağmen, son zamanlarda giderek artan sıklıkta kullanılan bir yöntem olan amplatzer septal oklüder ile ASD'nin kapatılması sonrası standart ekokardiyografik yöntemlerle beraber hem RV, hem RA deformasyonlarının birlikte değerlendirildiği çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut kılavuzlarda RA strain ve strain rate değerlerinin sınırları dahi henüz net belirlenmemişken, çalışmamızda sağ kalp boşluklarında kronik volüm yüklenmesine neden olan ASD'nin RA'nın rezervuar fazının göstergesi olan pik sistolik strain ve strain rate değerlerinde RV'ye benzer şekilde artışa neden olduğunu gösterdik. ASD'nin amplatzer cihazıyla kapatılması sonrası takiplerde sağ kalpteki volüm yükünün tüm kalbe dengeli dağılımı sonucunda RV'ye benzer şekilde RA'nın da geometrik ve deformasyonel değişiklikleri ilk 24 saat içinde başlamakta ve 1. Ayda da devam etmektedir.

SONUÇ

Septal oklüder ile perkütan yolla kapatılmaya uygun olan sekundum tip ASD'li hastalarda, sağ atriyum ve sağ ventrikül çapları, sağ ventrikül sistolik fonksiyonları, hem sağ atriyum hem sağ ventrikül strain-SR değerleri normal popülasyona göre artmıştır. Sağ atriyum ve sağ ventrikül strain değerlerindeki bu artış, şant derecesiyle anlamlı artış göstermektedir. ASD'nin perkütan yolla kapatılması sonucu 24.saat ve 1.ay takiplerinde sağ kalp boşluklarındaki volüm yükünde azalma ve bu kronik volüm yükünün sağ & sol kalp arasında dengeli dağılımı sonucu, sağ atriyum ve sağ ventrikül uzun eksen pik sistolik strain-SR değerleri; sağ ventrikül, sağ atriyum çapları ve sağ ventrikül sistolik fonksiyon belirteçleri işlem öncesine göre azalmaktadır.

Sonuç olarak, anlamlı soldan sağa şantı olan sekundum tip ASD' li hastalarda sağ atriyum ve sağ ventrikül çaplarının, sağ ventrikül sistolik fonksiyon belirteçlerinin, sağ kalp strain-SR değerlerinin yükselmesi, ASD'nin perkütan yolla kapatılması sonucu bu değerlerde düşme izlenmesi, bu parametrelerin yük bağımlı olduklarını düşündürmekte, ASD'nin perkütan yöntemle kapatılması sonrasında ilk 24 saat içinde RV ve RA'da geometrik ve deformasyonel değişiklikleri başladığını, 1.ayda da bu yeniden şekillenmenin devam ettiğini bize göstermektedir.

KAYNAKLAR:

1. Miyaji J, Furuse A, Tanaka O, Ono M, Kawauchi M. Surgical Repair for Atrial Septal Defect in Patients Over 70 Years of Age. *Jpn Heart J* 1997; 38: 677- 684.
2. Ord. Prof. Dr. Üveys Maskar: Embrioloji. Yayın Dağıtım 1982,16: 118
3. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010) The Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the Association for European Paediatric Cardiology (AEPC) Authors/Task Force Members: Helmut Baumgartner (Chairperson) (Germany)*, Philipp Bonhoeffer (UK), Natasja M.S. De Groot (The Netherlands), Fokko de Haan (Germany), John Erik Deanfield (UK), Nazzareno Galie (Italy), Michael A. Gatzoulis (UK), Christa Gohlke-Baerwolf (Germany), Harald Kaemmerer (Germany), Philip Kilner (UK), Folkert Meijboom (The Netherlands), *European Heart Journal* 2010 (31); 2915–2957
4. Gatzoulis MA, Freeman MA, Siu SC, Webb GD, Harris L. Atrial arrhythmia after surgical closure of atrial septal defects in adults. *N Engl J Med* 1999;340:839-846.
5. Stephanazzi J, Guidon-Attali C, Escarment J: Right Ventricular Function: Physiological and Physiopathological Features. *Ann-Fr-Anest-Reanim.* 1997;16(2):165-186
6. Forrester AL. Hemodynamics of the Right Ventricle in Normal and Disease States. *Cardiol.Clinic* 1992;10:59-67.
7. Lawrence G. Rudski, MD, FASE, Chair, Wyman W. Lai, MD, MPH, FASE, Jonathan Afilalo, MD, Msc, Lanqi Hua, RDCS, FASE, Mark D. Handschumacher, BSc, Krishnaswamy Chandrasekaran, MD, FASE, Scott D. Solomon, MD, Eric K. Louie, MD, and Nelson B. Schiller, MD. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. (*J Am Soc Echocardiogr* 2010;23:685-713.)
8. Pirat B, McCulloch ML, Zoghbi WA. Evaluation of global and regional right ventricular systolic function in patients with pulmonary hypertension using a novel speckle tracking method. *Am J Cardiol* 2006;98:699e704
9. Current and Evolving Echocardiographic Techniques for the Quantitative Evaluation of Cardiac Mechanics: ASE/ EAE Consensus Statement on Methodology and Indications. Endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24: 277-313
10. Park SJ, Miyazaki C, Bruce CJ, et al. Left ventricular torsion by two-dimensional speckle tracking echocardiography in patients with diastolic dysfunction and normal ejection fraction. *J Am Soc Echocardiogr* 2008;21:1129e37

11. Vitarelli A, Conde Y, Cimino E, Stellato S, D'orazio S, D'angeli I, et al. Assessment of right ventricular function by strain rate imaging in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2006;27:268-75
12. Hermann Blessberger,1 Thomas Binder. Two dimensional speckle tracking echocardiography ; clinical applications. *Heart* 2010 96(24):2032-2040.
13. Sugiura E, Dohi K, Onishi K, et al. Reversible right ventricular regional non-uniformity quantified by speckle-tracking strain imaging in patients with acute pulmonary thromboembolism. *J Am Soc Echocardiogr* 2009;22:1353e9
14. Hammoudi N, Tiev K, Ederhy S, et al. Strain and strain rate imaging in the evaluation of right ventricular regional function in systemic sclerosis: a case control matched study [abstract]. *Eur Heart J* 2006; 27 Suppl: 630.
15. Bussadori C, Oliveira P, Arcidiacono C, Saracino A, Nicolosi E, Negura D, Piazza L, Micheletti A, Chessa M, Butera G, Dua JS, Carminati M. Right and left ventricular strain and strain rate in young adults before and after percutaneous atrial septal defect closure. *Echocardiography*. 2011 Aug;28(7):730-7. doi: 10.1111/j.1540-8175.2011.01434.x. Epub 2011 May 25.
16. Tomas Francisco Cianciulli, Maria Cristina Saccheri, Jorge Alberto Lax, et all Two-dimensional speckle tracking echocardiography for the assesment of atrial function. *World Journal of Cardiology* 2010 July 26;2(7): 163-170
17. D'Andrea A, Scarafile R, Riegler L, Salerno G, Gravino R, Cocchia R, et al. Right atrial size and deformation in patients with dilated cardiomyopathy undergoing cardiac resynchronization therapy. *Eur J Heart Fail* 2009;11: 1169-77.
18. Murphy JG, Gersh BJ, McGoon MD, Mair DD, Porter CJ, Ilstrup DM, McGoon DC, Puga FJ, Kirklin JW, Danielson GK. Long-term outcome after surgical repair of isolated atrial septal defect. Follow-up at 27 to 32 years. *N Engl J Med* 1990;323:1645-1650
19. Du ZD, Hijazi ZM, Kleinman CS, Silverman NH, Larntz K. Comparison between transcatheter and surgical closure of secundum atrial septal defect in children and adults: results of a multicenter nonrandomized trial. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1836-1844.
20. J W Roos-Hesselink, F J Meijboom, S E C Spitaels, et all. Excellent survival and low incidence of arrhythmias, stroke and herat failure long tern after surgical ASD closure at young age. A prospective follow-up study of 21-33 years. *Eur Heart J* 2003;24:190-197.
21. Fischer G, Stieh J, Uebing A, Hoffmann U, Morf G, Kramer HH. Experience with transcatheter closure of secundum atrial septal defects using the Amplatzer septal occluder: a single centre study in 236 consecutive patients. *Heart* 2003;89:199-204.

22. Krumsdorf U, Ostermayer S, Billinger K, Trepels T, Zadan E, Horvath K, Sievert H. Incidence and clinical course of thrombus formation on atrial septal defect and patent foramen ovale closure devices in 1,000 consecutive patients. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:302-309
23. Amin Z, Hijazi ZM, Bass JL, Cheatham JP, Hellenbrand WE, Kleinman CS. Erosion of Amplatzer septal occluder device after closure of secundum atrial septal defects: review of registry of complications and recommendations to minimize future risk. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004;63:496-502.
24. Humenberger M, Rosenhek R, Gabriel H, Rader F, Heger M, Klaar U, Binder Th, Probst P, Heinze G, Maurer G, Baumgartner H. Benefit of atrial septal defect closure in adults: impact of age. *Eur Heart J* 2010 .
25. Gatzoulis MA, Redington AN, Somerville J, Shore DF. Should Atrial Septal Defects in Adults Be Closed. *Ann Thorac Surg* 1996; 61: 657- 659.
26. Larry R.Kaiser MD, Irving L. Kron MD, Thomas L. Spray MD. *Mastery of Cardiothoracic Surgery*. Lippincott- Raven 1998; 69: 677- 685.
27. Yoshiki S, Tadaaki A, Ryosei K, Satoshi S, Keiü S, Itsuro Y, Jyotirmay C. Surgical Treatment of Isolated Secundum Septal Defect in Patients More Than 50 Years Old. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 1096 – 1099
28. Ggisola RP, Hannon DW, Meyer RA, Kaplan S. Spontaneous Closure of Isolated Secundum Atrial Septal Defects in Infants: An Echocardiographic Study. *Am Heart J* 1985; 109: 1327-1333
29. Elshershari H, Cao QL, Hijazi ZM. Transcatheter device closure of atrial septal defects in patients older than 60 years of age: immediate and intermediate-term results of transcatheter closure of atrial d follow-up results. *J Invasive Cardiol* 2008;20:173-6.
30. Wang JK, Tsai SK, Wu MH, Lin MT, Lue HC. Short- and septal defect with the Amplatzer Septal Occluder. *Am Heart J* 2004;148:511-7.
31. Suárez De Lezo J, Medina A, Pan M, Romero M, Segura J, Pavlovic D, et al. Transcatheter occlusion of complex atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;51:33-41.
32. Çeliker A, Özkutlu S, Karagöz T, Ayabakan C, Bilgiç A. Transcatheter closure of interatrial communications with Amplatzer device: results, unfulfilled attempts and special considerations in children and adolescents. *Anadolu Kardiyol Derg* 2005;5:159-64
33. Suchon E, Podolec P, Tracz W, Tomkiewicz-Pajak L. The value of right atrial and ventricle function in predicting cardiopulmonary capacity in patients with atrial septal defect. *Eur J Echocardiography Abstracts Supplement* December 2005;447

34. Mezulin J, Spinarova L, Bakala J et al. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion. A new, rapid and non invasive method of evaluating right ventricular systolic function. *Eur Heart J* 2001; 22:340-348
35. Tüller D, Steiner M, Wahl A, Kabok M, Seiler C, Systolic right ventricular function assessment by pulsed wave tissue Doppler imaging of the tricuspid anulus. *Swiss Med Wkl* 2005;135:461-468
- 36- Urheim S, Cauduro S, Frantz R et al. Relation of tissue displacement and strain to invasively determined right ventricular stroke volume. *Am J Cardiol* 2005;96:1173-1178
- 37- Huez S, Vachery JL, Unger P, Brimiouille S, Naeije R. Tissue Doppler imaging evaluation of cardiac adaptation to severe pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* 2007;100:1473-1478
38. Eyskens B, Weidemann F, Kowaski M , et all. Regional right and left ventricular function after the Senning operation: an ultrasonic study of strain rate and strain . *Cardiol Young* 2004;14:255-
39. Jategaonkar SR, Scholtz W, Butz T, Bogunovic N, Faber L, Horstkotte D. Two-dimensional strain and strain rate imaging of the right ventricle in adult patients before and after percutaneous closure of atrial septal defects. *European Journal of Echocardiography* 2009;10,499-502
- 40- Pauliks LB, Chan K, Chang D, et all. Device closure of atrial septal defects acutely changes right ventricular strain in children. *Eur J Echocardiography Abstracts Supplement*, December 2003;472
41. Eyskens B, Ganame J, Claus P, Boshoff D, Gewillig M, Mertens L. Ultrasonic strain rate and strain imaging of the right ventricle in children before and after percutaneous closure of an atrial septal defect. *J Am Soc Echocardiography* 2006;19:994-1000.