

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI

**ATRİYOVENTRİKÜLER SEPTAL
DEFEKTLERDE ÜÇ BOYUTLU
EKOKARDİYOĞRAFI**

UZM. DR. NUH YILMAZ

**ÇOCUK KARDİYOLOJİSİ
YAN DAL UZMANLIK TEZİ**

İZMİR-2013

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI

**ATRİYOVENTRİKÜLER SEPTAL
DEFEKTLERDE ÜÇ BOYUTLU
EKOKARDİYOĞRAFI**

**ÇOCUK KARDİYOLOJİSİ
YAN DAL UZMANLIK TEZİ**

UZM. DR. NUH YILMAZ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Mustafa KIR

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	III
ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
RESİM LİSTESİ.....	VI
TABLO LİSTESİ.....	VII
TEŞEKKÜR.....	VIII
ÖZET.....	IX
SUMMARY.....	XI
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 EKOKARDİYOĞRAFİ.....	3
2.1.1. Ekokardiyografinin tarihçesi:	3
2.1.2. Ekokardiyografinin fiziği:	4
2.1.3. Üç boyutlu ekokardiyografinin gelişimi:.....	5
2.1.4. Üç boyutlu ekokardiyografi teknolojisi:.....	6
2.1.5. Üç boyutlu ekokardiyografik görüntünün oluşumu:.....	7
2.1.6. Üç boyutlu ekokardiyografik inceleme protokolü:.....	9
2.2. ATRİYOVENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKT	12
2.3. ATRİYOVENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKTLERDE ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFİ	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM	18
3.1. ARAŞTIRMA YERİ, TARİHİ VE SÜRESİ.....	18
3.2. ÇALIŞMAYA ALINMA KRİTERLERİ	18
3.3. ÇALIŞMADAN ÇIKARILMA KRİTERLERİ	18
3.4. ÇALIŞMANIN İÇERİĞİ.....	18

3.4.1.	EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRMELER	18
3.4.2	Cerrahi verilerinin toplanması:.....	19
3.4.3	ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLERİN ANALİZİ.....	20
3.4.3.1	ASD' nin Sağ Atrium Duvarı Kaldırılarak Görüntüsünün Elde Edilmesi	21
3.4.3.2	VSD' nin Sağ Ventrikül Duvarı Kaldırılarak Görüntüsünün Elde Edilmesi.....	21
3.4.3.3	ASD ve VSD' nin Kantitatif Analizi	22
3.4.3.4	Atriyoventriküler kapakların en face görüntüsünün elde edilmesi	23
3.4.4	Cerrahi verilerin elde edilmesi	24
3.5	İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	25
4	BULGULAR.....	26
5	TARTIŞMA.....	44
6	SONUÇLAR.....	56
7	KAYNAKLAR	58

KISALTMALAR

2B:	İki boyutlu
3B:	Üç boyutlu
2B-EKO:	İki boyutlu ekokardiyografi
3B-EKO:	Üç boyutlu ekokardiyografi
3B-TÖE:	Üç boyutlu transözofageal ekokardiyografi
ASD:	Atriyal septal defekt
A-mode:	Amplitude mode
AVSD:	Atriyoventriküler septal defekt
AV:	Atriyoventriküler
B-mode:	Brightness mode
EKG:	Elektrokardiyografi
EKO:	Ekokardiyografi
M-mode:	Motion mode
MPR:	Multiplanar reformatted
VSD:	Ventriküler septal defekt
SBL:	Süperior Bridging Leaflet
IBL:	İnferior Bridging Leaflet

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Üç boyutlu piramidal görüntü oluşturmak için ultrason dalgalarının hareket eksenleri (Y eksenini boyunca azimutal tarama, Z eksenini boyunca yükselme taraması).

Şekil 2. (a) Z eksenini boyunca 30 yükselme taraması; (b) Y eksenini boyunca 60 azimutal tarama.

Şekil 3. Tüm volüm görüntüleme için Z eksenini boyunca yapılan yükselme taramalarının azimut taraması ile birleştirilerek piramidal görüntü elde edilmesi.

Şekil 4. Canlı üç boyutlu eko ile tek seferde kalbin tamamının görüntüsünü elde etmek için kullanılan transdüser pozisyonu.

Şekil 5. Üç boyutlu ekoda kullanılan kesit düzlemlerinin vücut düzlemlerinden farklı olarak kalbin kendi aksına göre adlandırılması.

Şekil 6. Üç boyutlu eko ile kalp, birbirine dik üç anatomik düzlemden elde edilen 6 farklı perspektif yardımıyla tanımlanması.

Şekil 7. Birbirine dik üç ortogonal eksen dışında kesme yapılabilmesine olanak sağlayan serbest kesme düzleminin görünümü.

Şekil 8. Kalbin sol ventrikül uzun aksından geçen sagittal düzlem yardımıyla kesitlenmesi.

Şekil 9. Koronal (frontal) kesit yardımıyla kalbin aşağıdan ya da yukarıdan incelenmesi.

Şekil 10. Transvers kesitle kalbin kısa eksende apikal ya da bazal perspektiften görüntülenmesi.

Şekil 11. Komplet AVSD' de atriyoventriküler kapak anatomisi.

Şekil 12. Parsiyel AVSD' de atriyoventriküler kapak anatomisi.

Şekil 13. Rastelli sınıflaması.

Şekil 14. AVSD' lerde şant oluşum mekanizması.

Şekil 15. Kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere farklı renklerle kodlanan birbirine dik üç ortogonal aksın görünümü.

Şekil 16. Sonsuz sayıda açı ve pozisyonda dilimleme yapmaya olanak tanıyan serbest kesme planının görünümü.

Şekil 17. ASD' nin Sağ Atrium Duvarı Kaldırılarak Görüntüsünün Elde Edilmesi.

Şekil 18. VSD' nin Sağ Ventrikül Duvarı Kaldırılarak Görüntüsünün Elde Edilmesi.

Şekil 19. ASD ve VSD' nin Kantitatif Analizi.

Şekil 20. İnlet VSD' nin dikey, yatay çap ölçümü ve alanının hesaplanması sırasında aynı anda AV kapakların görüntülenmesi.

Şekil 21. ASD ve VSD' nin aynı anda görüntülenmesi

Şekil 22. Atriyoventriküler kapakların en face görüntüsünün elde edilmesi (apeksten)

Şekil 23. Atriyoventriküler kapakların 3B-EKO ile 'cerrahi' görüntüsünün elde edilmesi (atrium tarafından)

Şekil 24. AV kapakların cerrahi sırasında görüntülerinin elde edilmesi.

Şekil 25. Parsiyel AVSD' li bir hastanın transtorasik olarak elde edilen 3B-EKO data setinin işlenmesi ile ortaya çıkarılmış 'cerrahi' AV kapak görünümü.

Şekil 26. Komplet AVSD' li bir hastanın ventrikül tarafından yapılan kesme işlemi sonucunda elde ettiğimiz tek AV kapak yapısı izlenmektedir.

Şekil 27. Parsiyel AVSD' li başka bir hastanın AV kapak 3B-EKO en face görüntüsü. Septuma doğru yönelmiş olan sol AV kapak kleftini görmekteyiz.

RESİM LİSTESİ

Resim 1. Parsiyel AVSD' li bir hastanın intraoperatif görüntüleri. Primum ASD ve sol AV kapak görünmektedir.

Resim 2. Aynı hastanın ventriküler septal defekt onarımı sırasındaki fotoğrafı. Plejitli sütürler IVS' ye oturtulmuş ve sol AV kapak kenarından geçirilmiştir. Bu hastada VSD küçük olduğu için primer olarak kapatılmıştır.

Resim 3. Bu resimde sol AV kapak, septuma oturtulmuş perikard yaması ve primum ASD izlenmektedir. SBL ve İBL bir dil yapısı ile birleşmiş, septuma doğru olan sol AV kapak klefti bir sütür ile birleştirilmiştir.

Resim 4. Komplet AVSD' li bir hastadan alınan intraoperatif fotoğraf. Orta hatta görünen sütürler bridging leafletlerin birleştirilmesi ve sol AV kapak kleftinin tamiri için konmuştur.

Resim 5. Komplet AVSD'li bir hastada tek AV kapak yapısı izlenmektedir.

Resim 6. Down sendromlu, komplet AVSD' si olan 6 aylık erkek hastanın, 4 yaprakçıklı tek AV kapak yapısının mevcut olduğu izlenmektedir.

Resim 7. Down sendromlu 6 aylık başka bir hastaya ait 6 yaprakçıklı tek AV kapak yapısı, primum ve sekundum ASD izlenmektedir.

Resim 8. Fotoğraf kalitesi yetersiz olan bir hastanın intraoperatif AV kapak ve defekt morfolojisini gösteren çizim

Resim 9. Aynı hastaya ait bir başka bir çizim. Bu çizimde hastanın parsiyel AVSD ve sol AV kapak klefti gösterilmiştir.

Resim 10. Parsiyel AVSD' li bir hastanın AV kapak morfolojisi çizilmiştir. Sol AV kapakta kleft haricinde ikinci bir defekt daha mevcuttu.

TABLO LİSTESİ

- Tablo 1.** Çalışmaya alınan hastaların sayısı ve cinsiyet dağılımı
- Tablo 2.** Hastaların ortalama yaşı, vücut ağırlığı ve boy değerleri
- Tablo 3.** Hastalarda Down Sendromu bulunma sıklığı
- Tablo 4.** 2B-EKO' da AVSD tipine göre hastaların dağılımı
- Tablo 5.** 3B-EKO' da AVSD tipine göre hastaların dağılımı
- Tablo 6.** Cerrahi AVSD tipine göre hastaların dağılımı
- Tablo 7.** AVSD tipini belirlemede 2B/3B-EKO ile Cerrahi tip korelasyonu
- Tablo 8.** Primum ASD için 2B/3B-EKO ve cerrahi ölçüm değerleri
- Tablo 9.** Primum ASD için korelasyon analizi
- Tablo 10.** Primum ASD' nin farklı yöntemlerle ölçülen yatay ve dikey eksen boyutları arasındaki ilişki
- Tablo 11.** İnlet VSD için 2B/3B-EKO ve cerrahi ölçüm değerleri
- Tablo 12.** İnlet VSD için korelasyon analizi
- Tablo 13.** İnlet VSD' nin farklı yöntemlerle ölçülen yatay ve dikey uzunlukları arasındaki ilişki
- Tablo 14.** AV kapakçık sayısının 2B/3B-EKO ve cerrahi bulguları
- Tablo 15.** 3B-EKO edinim, çalışma süresi ve etkili faktörler
- Tablo 16.** Kalp hızının 3B-EKO üzerindeki etkisi

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde, tezimin yürütülmesinde ve uzmanlık eğitimimde desteğini esirgemeyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Gül Sağın Saylam' a ve sayın Doç. Dr. Mustafa Kır'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca yetişmemde emeği olan sayın Prof. Dr. Nurettin Ünal'a

Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Hale Ören'e,

Tezimde tecrübesinden yararlandığım çalışma arkadaşım Uzm. Dr. Ulaş Karadaş'a,

Tezimin tamamlanması için her aşamada gösterdikleri yoğun destek ve ilgileri için çalışma arkadaşlarım Uzm. Dr. Murat Şahin'e, Uzm. Dr. Tülay Demircan'a, Uzm. Dr. Özgür Kızılca'ya ve,

Yetişmemde katkısı olan tüm öğretim üyelerine, uzman ve asistan arkadaşlarım' a, Anjiyografi ünitesi çalışanlarına,

Sevgi ve desteklerini daima yanımda hissettiğim aileme,

En içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Nuh Yılmaz

İzmir, 2013

ÖZET

ATRIYOVENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKTLERDE ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOGRFİK DEĞERLENDİRME

GİRİŞ ve AMAÇ: İki boyutlu transtorasik ekokardiyografi'de (2B-EKO) kalp yapılarının gerçek uzaysal özelliklerinin anlaşılabilmesi, görüntülerin zihinsel üç boyutlu yorumlama işlemlerinden geçirilmesini gerektirmektedir. Bu gereksinimi azaltabilmek amacıyla geliştirilen üç boyutlu transtorasik ekokardiyografi (3B-EKO) ile ilgili çalışmalar henüz çok yenidir. Bu çalışmada atriyoventriküler septal defekt (AVSD)' lerde 3B-EKO verilerinin, 2B-EKO ve cerrahi bulgular ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM: Prospektif yürütülen bu çalışmaya polikliniğimize başvuran ve AVSD tanısı ile cerrahiye verilmesi planlanan hastalar dahil edildi. Operasyondan kısa bir zaman öncesinde yapılan rutin 2B-EKO 'da AVSD' nin tipi, ASD ve VSD' nin en geniş çapı, AV kapakçık sayısı, AV kapak yetersizliğinin lokalizasyonu ve derecesi, Rastelli sınıflaması ile eşlik eden bulgular belirlendi. Ardından matrix prob ile tam hacimli ham 3B-EKO verileri elde edildi. Veriler DICOM formatında DVD' de saklandı ve daha sonra ayrı bir zamanda cihaz üzerinde bulunan Q-Lab programında çalışıldı. Tam düzeltme operasyonu yapılan hastaların operasyon sırasında AVSD' nin tipi, AV kapak yapısı, AV kapakçık sayısı, primum ASD, sekundum ASD, inlet VSD' lerinin boyutları ölçüldü. Rastelli sınıflaması yapıldı. AV kapakların fotoğrafı çekildi. Fotoğraf kalitesi yetersiz olan hastaların kapak yapısı ve defekt özellikleri kâğıda çizilerek cerraha onaylatıldı. Veriler istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

BULGULAR: Hastaların ortalama yaşı $40 \pm 52,5$ ay (2-196), ortalama ağırlığı $12,67 \pm 11,5$ kg (4,25-56), ortalama boyu $82,24 \pm 26,87$ cm (55-170) olarak bulundu. 27 hastanın (14'ü kız, 13'ü erkek) 10' u parsiyel, 17' si komplet AVSD idi. 13 hastada Down sendromu mevcutken 14 hasta normal bulundu. Toplam 9 hasta tam düzeltme operasyonuna verildi. 3B-EKO ile ASD ve VSD' nin boyut, şekil ve AV kapak morfolojisi tüm hastalarda tam olarak gösterildi. 3B-EKO' da defektlerin dikey ve yatay eksenlerden oluşan düzensiz elipsoid yapılar olduğu, dikey eksen AV kapaklar ile septum uçları arasındaki mesafenin oluşturduğu yatay eksenin ise AV kapakların altında kapaklara paralel uzandığı izlendi. 3B-

EKO ölçümleri, 2B-EKO ve cerrahi ile karşılaştırıldığında aralarında pozitif korelasyon saptandı (Spearman's testi). Primum ASD(dikey) için 2B/3B-Cerrahi korelasyonu sırayla $r:0,781$ $p<0,05$, $r:0,97$ $p<0,01$; VSD(dikey) için $r:0,90$ $p<0,05$, $r:0,957$, $p:0,001$ bulundu. Dikey eksen ölçümleri üç yöntem arasında iyi korelasyon göstermesine rağmen, cerrahi ve 3B-EKO ile gösterilebilen yatay eksenlerin 2B-EKO' ya göre anlamlı olarak büyük olduğu görüldü (Wilcoxon testi $p=0,012$). 3B-EKO ile ortalama veri elde etme süresi $6,45\pm3,06$ (2,2-15) dk, verilerin işleme süresi her hastada gittikçe kısalarak $19,5\pm17,3$ (6-75) dk olarak bulundu.

3B-EKO data sayısı, veri edinme ve çalışma süresinin kalp hızından etkilenmediği görüldü.

SONUÇ: AVSD' lerde primum ASD ve inlet VSD 'nin şekil ve boyutlarını ayrıca AV kapak morfolojisini göstermede 3B-EKO' nun cerrahiyle daha uyumlu ve defekti tanımlamada daha yardımcı olduğu gözlenmiş, veri elde etme ve değerlendirme süresi, öğrenme süreci içinde kısa zamanda kabul edilebilir sınırlara gelmiştir.

SUMMARY

THREE DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY IN ATRIOVENTRICULAR SEPTAL DEFECTS

BACKGROUND: Appropriate understanding of the real spatial features of the heart anatomy often requires the construction of mental 3D images in 2D echocardiography. Studies performed by 3D echocardiography that was developed in order to reduce this requirement are new. In this study, we aimed to compare 2D and 3D echocardiographic informations and surgical findings of those patients with AVSD.

METHODS: The patients with AVSD who were diagnosed and followed by pediatric cardiology section and considered the need for surgery were admitted to this study, prospectively. By 2D echocardiography, performed with in a short time before the surgery, type of AVSD, maximal distance of ASD and VSD, AV valve leaflet count, localisation of AV valve regurgitation, Rastelli classification were determined. Then full-volume 3D echocardiographic datas were obtained. The 3D datasets were saved on the machine's hard drive in DICOM format, and later transferred onto DVD for offline analysis. In different time the datasets were evaluated using Q-Lab program. At the surgery, surgical findings of the patients who underwent to total correction were collected. All these findings obtained by 2D, 3D echocardiography and surgery were compared statistically.

RESULTS: Of the 27 patients (14 females, 13 males) the mean age was 40 ± 52.5 m (2-196), the mean weight was 12.67 ± 11.5 kg (4.25-56), the mean height was $82.24 \pm 26,87$ cm (55-170). Ten patients had partial AVSD, 17 patients had complete. According to physical examination, while 13 patients with Down's syndrome, 14 patients were found to be normal. Nine patients were undergone to total corrective surgery. In all patients, the sizes and shapes of ASD, VSD and AV valve morphology were shown completely by 3D echocardiography. The defects were showing an ellipsoidal and irregular shape samples in 3D echo, and consisted of vertical and horizontal axes. The vertical axis was determined as the distance from the AV valve to the edge of the septum, whereas the horizontal axis was the distance between the top of septum and posterior margin of the defect lying along with the AV valves. There were positive correlation between 2D-3D and 3D-surgical measurements of these

defect sizes (Spearman's test). Correlations for the vertical size of primum ASDs, 2D/3D-Surgery were $r: 0.781, p<0.05$; $r: 0.97, p<0,05$; for the VSD's (vertical) were found as $r: 0.90, p<0.05$; $r: 0.957, p: 0.001$. Although there were a good correlation among the vertical sizes, the horizontal axis that were identified by 3D echo and surgery were found to be statistically different (Wilcoxon's test), compared to 2D ($p: 0.012$).

The 3D echocardiography mean image acquisition time was $6,45 \pm 3,06$ (2,2-15) min, mean evaluation time, gradually decreased, was found $19,5 \pm 17,3$ (6-75) min.

The 3D data count, acquisition and evaluation time were'nt affected by the heart rate.

CONCLUSION: In the evaluation of AVSDs, to understand shape and size of the defects and morphology of the AV valve, 3D echocardiography was found better than 2D and well correlated with surgery. Data acquisition and evaluation time has come to acceptable limits during the learning period.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ekokardiyografi kardiyoloji pratiğinde günümüzde en çok kullanılan görüntüleme yöntemidir (1-3). Düşük maliyetli, non invaziv, klinikte ya da acil servislerde yatak başında uygulanabilmesi, zararlı radyasyon içermemesi nedeniyle hamilelerde ve çocukluk yaş grubunda güvenle kullanımı, ayrıca implante edilebilir kardiyoverter defibrilatör veya pacemaker kullanan hastalarda da cihaz üzerine olumsuz etkide bulunmayışı major avantajlarını oluşturmaktadır (4).

Ekokardiyografinin tarihsel gelişimi içinde önceleri A-Mode (amplitude mode) ve B-Mode (brightness mode) ile elde edilen görüntülere hareket (motion) modu eklenmiş ve M-Mode ekokardiyografi ortaya çıkmıştır. Ardından iki boyutlu ekokardiyografi ve Doppler uygulamaları kardiyak muayenede ekokardiyografiyi çok üst düzey bir inceleme haline getirmiştir(5).

Kardiyak morfolojinin tanımlanmasında M-Mode ve iki boyutlu ekokardiyografi bir çığır açmış olsa da birtakım kısıtlılıkları bulunmaktadır. Özellikle asimetrik, dilate ventrikülü olan hastalarda gerçek sol ventrikül volümü ve ejeksiyon fraksiyonu, bölgesel hareket kusuru gibi kantitatif ölçümleri ya da konjenital kardiyak defektlerin (ASD, VSD, atriyoventriküler kapak morfolojisi gibi) karşıdan ‘en face’ görünümelerini elde etmek bu tekniklerle mümkün olmamaktadır(4). Ayrıca konjenital kardiyak defektlerin tam ve doğru tanımlanmaları için, iki boyutlu ekokardiyografi ile elde edilen bilgiler, çoğu zaman birtakım üç boyutlu zihinsel yorumlama işlemlerine tabi tutulmak zorunda kalınmaktadır ki bu durum bazen deneyimli gözler için bile zordur (6-8).

Kalp defektlerinin daha detaylı incelenmesine olanak tanıyan üç boyutlu ekokardiyografi bu ihtiyaçların bir sonucu olarak yakın zamanda ortaya çıkarılmış yeni ve günden güne gelişen bir tekniktir (4,8). Bu teknik ile iki boyutlu görüntülere hem derinlik kazandırılmış hem de 2B-EKO’da kullanılan standart pencerelerden farklı olarak sonsuz sayıda açı ve pozisyonda kesitleme yapılması mümkün kılınmıştır. Böylece ASD ve VSD gibi septal defektler karşıdan ‘en face’ veya cerrahın gördüğü şekliyle ‘cerrahi’ olarak gösterilebilmiştir (6,9,10).

Atriyoventriküler septal defekt atriyoventriküler septumun ve ilişkili yapıların konjenital bir malformasyonu olup, defektlerin boyutlarına veya soldan sağa şantın miktarına

bağlı olarak konjestif kalp yetmezliği, tekrarlayan akciğer enfeksiyonları, büyüme geriliği ve pulmoner hipertansiyon gibi klinik semptomlara neden olduğundan erken dönemde cerrahi olarak tedavi edilmesi önerilmektedir (11). Cerrahi tedavinin başarısını etkileyen önemli bir etmen de kalp defektlerinin doğru tanımlanmasıdır (3, 12).

Bu çalışmada atriyoventriküler septal defektli hastalarda 2B-EKO, 3B-EKO ve cerrahi görüntüler kıyaslanarak bu yöntemlerin uyumluluklarının ve ayrıca 3B-EKO ile elde edilen yeni pencereler sayesinde AVSD'li hastaları değerlendirme potansiyelinin araştırılması amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. EKOKARDİYOĞRAFI

Ekokardiyografi, kalp ve kalple ilişkili vasküler yapıların ultrasonografik incelemesidir.

Non-invaziv, ucuz ve taşınabilir olması nedeniyle yatak başında, acil servislerde hatta ameliyathanelerde uygulanabilmesi ve sadece yapısal anlamda değil aynı zamanda kalbin fonksiyonları hakkında da sunduğu değerli bilgiler nedeniyle, günümüzde kardiyoloji pratiğinde en sık kullanılan primer tanı yöntemi olup (4), invaziv görüntüleme yöntemlerine olan gereksinimi azaltmıştır (13).

2.1.1. Ekokardiyografinin tarihçesi:

Eko kelimesi ilk kez Romalı mimar Vitruvius tarafından kullanılmıştır. Bir fransiskan keşiş olan Marin Mersenne (1588-1648) ses hızını ilk ölçen kişi olup bu nedenle ses biliminin babası olarak kabul edilir. Yarasa ların kör olduğunu ancak duyulmayan seslerin yansımaları kullanarak yol aldıklarını gösteren Abbe Lazzaro Spallanzani (1727-1799) ultrasonografi ile ilk ilgilenen kişi olarak bilinir. Christian Johann Doppler (1803-1853) hareket eden ses kaynağından gelen sesin dalga boyunun değiştiğini göstermiştir (14).

Ultrason dalgaları ilk olarak 1880 yılında Curie ve Curie' nin piezoelektrik etkiyi bulmalarıyla başlar (13,14). İngiliz mühendis L. F. Richardson 1912' de bu yöntemle su altı nesnelere tespit edilebileceğini göstermiştir. Daha sonra bu teknik II. Dünya Savaşı'nda SONAR teknolojisinin temelini oluşturmuştur. Ultrasonu tıpta tanınan ilk kullanan kişi Avusturya' lı Karl Dussik'tir. Dussik ultrason yardımı ile beyin ventriküllerini görüntülemeye çalışmıştır (13,14). Alman araştırmacı W.D.Keidel kalp muayenesinde ultrasonu ilk kullanan kişidir. Keidel yansıyan ses dalgaları yerine göğsün arka kısmına ulaşan ses dalgalarını kullanmış ve bu yöntemle kardiyak hacimleri ölçmeye çalışmıştır (14). Bir Amerika'lı mühendis olan Firestone tarafından metal hatalarının tespiti için icat edilen, çarpma-yansıma dayalı ultrason tekniğini, kalp incelemesi için kullanan ilk kişi İsveç' li Dr. Helmut Hertz olmuştur. Inge Edler ile birlikte ilk M-Mode eko uygulamalarını başlatmışlardır (13,14).

1960' lı yılların başlarında Çin' li araştırmacılar ilk fetal ekokardiyografi ve kontrast ekokardiyografiyi tanımlamış ve uygulamışlardır. Kardiyak incelemede Doppler prensibi 1950' li yıllarda Japonya' da Osaka üniversitesi' nden Satomura ve arkadaşları tarafından

kullanılmaktaydı ancak bu yöntem en büyük katkıyı Doppler ultrasonun hemodinamik değerlendirmede kullanılabileceğini gösteren Holen ve Hatle sağlamışlardır (14).

İki boyutlu, transözofageal ve renkli Doppler ekokardiyografi ve intravasküler görüntüleme ile ilgili çalışmalar 1970' li yıllarda başlamış, 1980-1990'lı yıllar elektronik teknolojisinde ilerlemelere paralel olarak ekokardiyografinin sürekli geliştirildiği yıllar olmuştur (14). Üç boyutlu eko ile ilk ilgilenenler 1974' te Dekker ve arkadaşları olup, Olef von Ramm ve arkadaşları da 1990'lı yılların başında matriks probu tanımlayarak üç boyutlu ekokardiyografik çalışmalar yapmışlardır. Önceleri düşük çözünürlüklü ve büyük hacimli cihazlarla başlayan üç boyutlu görüntüleme araçları, 2000'li yılların başında matriks prob teknolojisinin geliştirilmesi ile üç boyutlu transözofageal görüntüleme yapılmasına izin verecek kadar küçültülebilmıştır (15).

2.1.2. Ekokardiyografinin fiziği:

Ultrason ses dalgalarının dakikada 20000 (20 kHz) döngüden daha yüksek frekanslı kısmını içerir ve bu düzey insan kulağının duyma sınırının çok üstündedir. Ultrasonun kalp ve kalple ilişkili damarların incelenmesinde kullanılması ekokardiyografi olarak isimlendirilir. Ultrason dalgalarının kalp muayenesinde kullanılabilmesi öncelikle bu dalgaların oluşturulabilmesi ve akustik prensiplerin doku ile etkileşiminin anlaşılması ile mümkün olmuştur (14).

Ultrason, piezoelektrik kristallerden elde edilir. Bu kristaller mekanik basıncı veya elektrik enerjisini yüksek frekanslı titreşimlere yani ses dalgalarına, ses dalgalarını da elektrik enerjisine dönüştürebilen maddelerdir (14). Ultrason dalgaları bir hüzmeye olarak yönlendirilebilir, doku ve ses dalgasının anlık özelliklerine bağlı olarak yansıma ve kırılma kanunlarına uyar. Yansıyan dalgalar saptanabilir ve karakterize edilebilir (14).

Transdüser: Ultrason cihazının, ucunda piezoelektrik kristaller bulunan ve böylece ultrason dalgasını dokuya yönlendiren ve yansıyan dalgaları toplayan kısmıdır. Dokudan yansıyan dalgaların piezoelektrik kristallerine dönen ultrason demeti burada elektriksel sinyallere dönüştürülür ve bu sinyallerin işlenmesi ile görüntü oluşturulur.

Görüntü oluşturma: Dönen düşük amplitüdü, yüksek frekanslı sinyaller (radyo frekans) ekograf denen cihazda büyütülür, artefaktlardan süzülür, işlenir ve video görüntüsüne çevrilir (14).

Çözünürlük: Ekokardiyografide birbirine yakın iki objeyi ayırt edebilme yeteneğidir. Ekokardiyografi detaylı anatomik bilgi sağlamaya dayandığından çözünürlük önemle üzerinde durulan bir parametredir. Ses dalgalarının öne ve yana hareketinden dolayı iki bileşeni mevcuttur. Aksiyel çözünürlük ses dalgasının doğrultusu üzerindeki ardı ardına iki nesneyi ayırt edebilmek için gereken en küçük mesafe olarak tanımlanır iken, lateral çözünürlük ise yan yana duran iki nesne için aynı kuralı tanımlar (14).

Ekokardiyografide görüntü kalitesi kullanılan aletin teknik özelliklerine ek olarak göğüs deformitesi, akciğer hastalığı, postoperatif dönem, keskin akustik sınır oluşturarak ultrason dalgalarının dokuya penetrasyonunu engelleyen nesnelere (prostetik kapak, hava ile dolu akciğer, kemik vb...) gibi hastaya ait faktörlerden de etkilenmekte olup bu faktörler incelemede kısıtlılığa neden olmaktadır (16).

2.1.3. Üç boyutlu ekokardiyografinin gelişimi:

Ekokardiyografinin geliştirilmesi sırasında kalp görüntülemesinde kullanılan birçok teknolojik ilerleme kaydedilmiştir. Başlangıçta A-mode ile başlayan süreçte M-mode, hareketli kalpte iki boyutlu görüntüleme ve ardından Doppler ve renkli Doppler kullanıma girmiş, bunları speckle görüntüleme, kontrast EKO, üç boyutlu rekonstrüktif görüntüleme ve son olarak da canlı üç boyutlu EKO takip etmiştir (14-17). Kardiyovasküler yapıların şekil ve boyutlarını, uzaysal ilişkilerini değerlendirmede 2B-EKO türlerinden daha üstün özellikleri olduğu kabul edilmiştir (17). Kolay taşınabilir ve zararlı radyasyona neden olmadığı için 2B-EKO'nun gelişimi için büyük çaba gösterilmiştir. Daha ileri düzeyde kalp muayenesi imkanı tanınması ön görülen 3B-EKO bu çabaların bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. 3B-EKO'nun gelişimi için çok sayıda deneme yapılmıştır. Morris ve Shreve aralıklı ateşleme adını verdikleri bir yöntem sunmuşlar ancak üç boyutlu görüntü elde edememişlerdir. Bu yöntem sonraları yeniden düzenlenerek organ ve dokuların modellenmesinde ve hacim ölçümlerinde kullanılmıştır (17). İlk 3B-EKO uygulamalarından biri sol ventrikül hacminin ölçülmesi idi. Ghosh ve arkadaşları tarafından tanımlanan bu basit yöntemde kendi eksenini etrafında belirli açı aralıkları ile dönebilen bir kola eklenmiş 2B-EKO transdüserinden alınan veriler sol ventrikül sistol ve diyastol sonu volüm ölçümü yapılabilecek şekilde bilgisayar ortamında

rekonstrükte edilerek sol ventrikül üç boyutlu olarak görüntülenebilmiştir (18). Raqueno ve ark. ile Scott ve ark. bu sisteme hız ve renk kodlarını eklemeyi başarmış böylece kapak yetmezlikleri ve akım miktarı üç boyutlu olarak görüntülenebilmiştir (17,19).

İki boyutlu ekokardiyografik görüntülerin rekonstrüksiyonu sayesinde elde edilen ilk üç boyutlu görüntüleme çalışmaları, görüntü alma ve sonrasında verilerin işlenmesi için çok zaman gerektiriyordu. Ayrıca canlı üç boyutlu görüntüleme yapamamaktaydı ve pratik değildi (20). Bu durum 3B-EKO görüntüsünü elde etmek için alternatif çözümler aramaya yöneltti. Duke üniversitesi'nden Von Ramm 1990'ların başında seyrek dizi matriks transdüser geliştirerek ilk piramidal veri kümesini kaydetmeyi başardı. Bu transdüser daha fazla ve farklı yönlerde dalga üretmek için beş-yedi sıra element içeren yeni dizilime sahipti. Bu transdüserin 4 sırasında 64 elementten toplamda 256 elementi mevcuttu ve aslında bu günkü matriks transdüserlerin primitif hali idi (21). Bu transduser yine de piezoelektrik kristallerin birbirinden bağımsız elektriksel döngüye sahip olması nedeniyle bir ilk olmuştur. Volumetrics olarak isimlendirilen bu teknik ile kalp atımlarının ve solunum hareketlerinin neden olduğu artefaktlardan kısmen kurtulmuş, kayıt için gerekli zaman kısalmış ve transdüser boyutlarında küçülme sağlanabilmiş ve 3B-EKO klinik kullanıma uygun hale gelmiştir. Daha sonra bu transdüser geliştirilerek ilk olarak 2000 yılı başlarında ticari amaçla ortaya çıkarılmıştır (22).

Philips Medical Systems tarafından üretilen, seyrek dizilimli matriks transdüserin tersine 3000'den fazla element içeren tam örneklendirilmiş matriks dizilimli transdüserler sayesinde, görüntü kalitesinde belirgin iyileşme kaydedilmiş ve gerçek zamanlı 3B-EKO daha kısa sürede yapılabilir hale gelmiştir. Daha sonra üç boyutlu transözofageal eko (3B-TÖE) problemlerinin ortaya çıkışı ile hem gerçek zamanlı, hem de görüntüler üzerinde sonradan çalışma imkanı tanıyan 3B-EKO' ya ileveten probun kalbe yakınlığı çok iyi kalitede görüntü almayı mümkün kılmıştır (23).

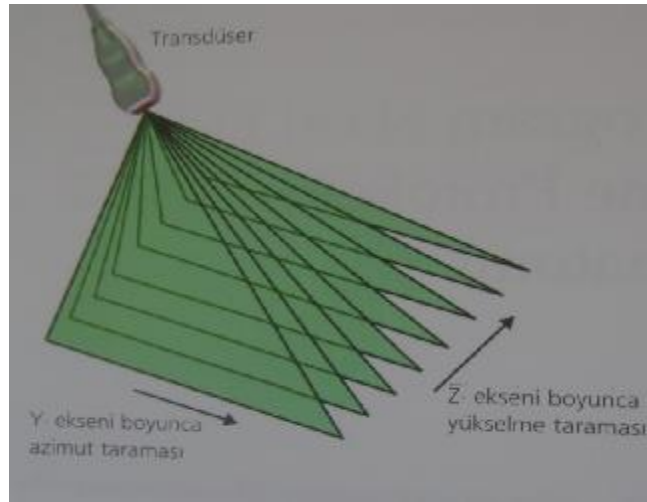
2.1.4. 3B-EKO' nun teknolojisi: 2B-EKO transdüseri ultrason dalgalarını düz bir tarama düzleminde göndermekte ve almaktadır (14,17). İki boyutta elde edilen bu görüntülemeye zaman boyutu da eklenmesine rağmen bu üç boyut olarak adlandırılmamaktadır (17). 3B-EKO teknolojisindeki en önemli gelişme üç boyutlu taramaya izin veren matriks transdüserin keşfi olmakla birlikte eş zamanlı olarak bilgisayar sistemlerinde ilerlemenin de rolü büyüktür. Klasik 2B-EKO transdüseri 64-128 piezoelektrik

elementin bir çizgi üzerinde diziliminden oluşur. Bu elementler bir tarama çizgisi oluşturacak şekilde sırayla ultrason dalgaları üretir ve yansıyan dalgaları toplar. Bu prensip bir faz dizi sisteminin temelidir (17).

Matriks transdüserde ise 3000'den fazla element 60' dan fazla satır ve sütun tarafından oluşturulan bir düzlem üzerine yerleştirilmiştir. Bunun iki boyutlu matriks dizisi olması nedeniyle transdüserde matriks transdüser adı verilmiştir. Bu konsept 10 yıldır bilinmesine rağmen incelemeye izin veren esas buluş, elementlerin elektriksel olarak birbirinden bağımsız hale getirilmesi olmuştur. Böylece hem yatay hem de elevasyonel tarama çizgisi oluşturmak mümkün olmuştur (17).

Bağımsız elektriksel kontrol için kullanılan klasik kablolar çok yer kapladığından probu kullanışsız kılıyordu. Bu sorunun, transdüserin dalga oluşturma ve toplama için özelleşmiş entegre devrelerle donatılması ile üstesinden gelinmiş ve bu sayede günümüzde, rekonstrüktif teknolojiyle elde edilenden daha pratik 3B-TÖE mümkün olmuştur (17).

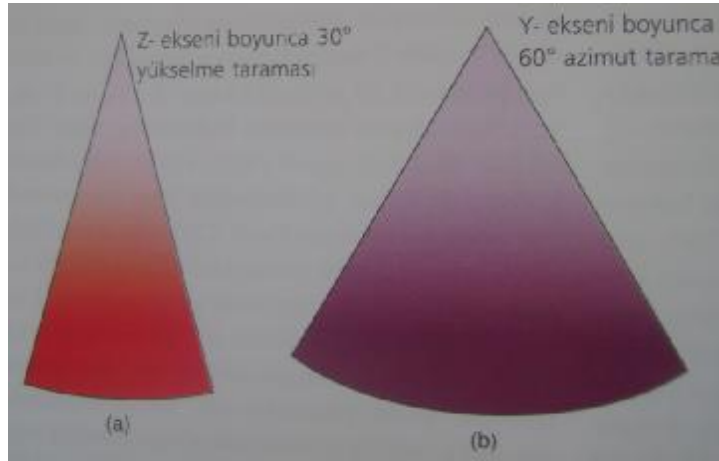
2.1.5. Üç boyutlu ekokardiyografik görüntünün oluşumu: 3B-EKO görüntüsü oluşturmak için kullanılan ultrason dalgaları transdüserden faz dizisi şeklinde gönderilir. Bu dalgalardan elde edilen görüntü iki boyutlu sektör görüntüleri şeklindedir. Ek olarak ultrason dalgaları elevasyonel boyut olan Z ekseninde de yol alır ve üç boyutlu piramidal görüntü oluşturulur (Şekil1)(17).



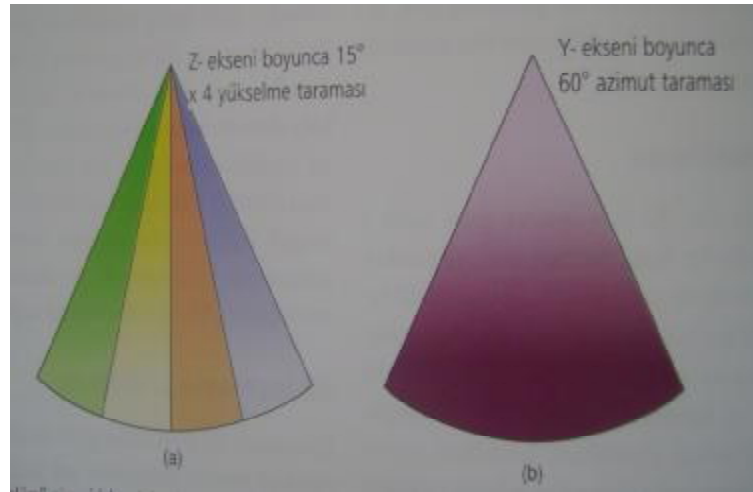
Şekil 1. Ultrason dalgaları Y ekseninde boyunca azimut taramasıyla faz dizisi şeklinde gönderilerek iki boyutlu sektör görüntüleri elde edilir. Sonrasında bu iki boyutlu azimut

taramasına Z eksenini boyunca yükselme taraması yaptırılır. Böylece üç boyutlu piramidal görüntü oluşturulur.(17 No'lu kaynaktan alınmıştır).

Bu şekilde üretilen görüntüler ister dar bir sektörle sunulan canlı üç boyutlu, istenirse de daha sonra çalışmaya izin veren 4 adet 15 derecelik dar sektörlerin dikiştirilmesi ile elde edilen tam volüm piramidal üç boyutlu eko pikseli yığını (voksel) şeklinde gösterilebilir (Şekil 2,3)(17).

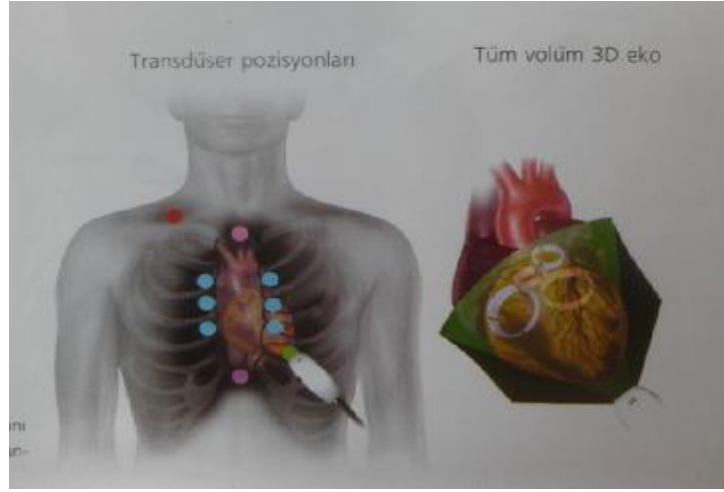


Şekil 2. (a) Z eksenini boyunca 30° yükselme taraması; (b) Y eksenini boyunca 60° azimutal tarama. (17 No'lu kaynaktan alınmıştır).



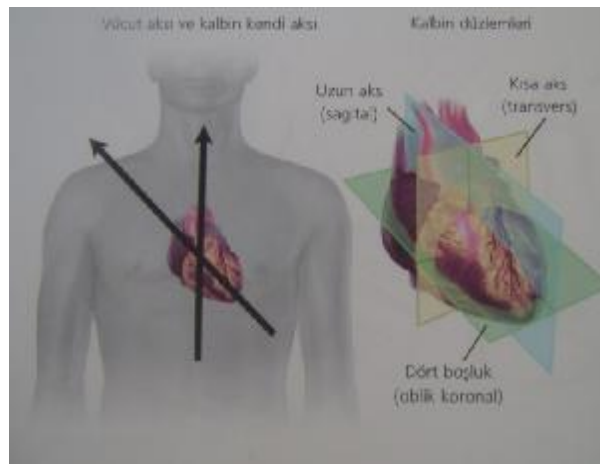
Şekil 3. Tüm volüm görüntüleme için Z eksenini boyunca yapılan 15° lik dört yükselme taraması ile Y eksenini boyunca yapılan azimut taraması birleştirilerek 60°x60° 'lik piramidal görüntü kümesi elde edilir. (17 No'lu kaynaktan alınmıştır).

Tam volüm görüntülemenin avantajı probu hareket ettirmeden birkaç kalp siklusu içinde kalbin voksel kümesini alabilmesidir (şekil 4) (17).



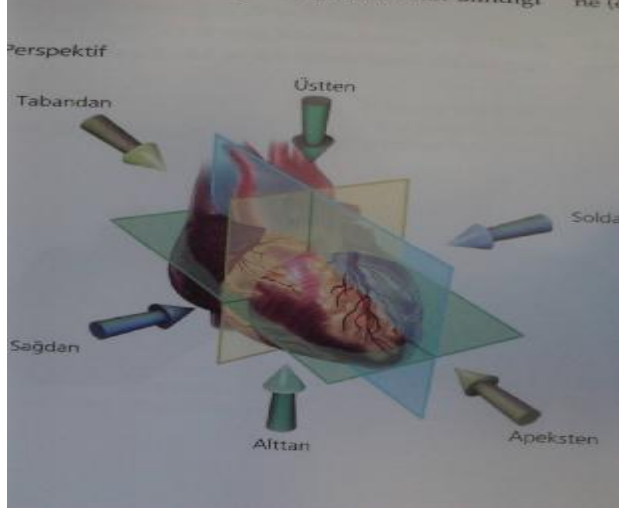
Şekil 4. Canlı 3B-EKO ile tek seferde kalbin tamamının görüntüsünü elde etmek için kullanılan transdüser pozisyonu. (17 No'lu kaynaktan alınmıştır).

2.1.6. Üç boyutlu ekokardiyografik inceleme protokolü: Her ne kadar üç boyutlu ekokardiyografi ile iki boyutlu ekoyla ulaşılamayan kalp kısımları gösterilebilse de incelemeyi basit ve etkin kullanabilmek amacıyla görüntünün bilinen bir şekilde alınması önerilmektedir. Bunun için bilinen standart iki boyutlu ekokardiyografide kullanılan transdüser pozisyonlarında görüntü alınması uygun görülmüştür. Bunlar subkostal, sol ve sağ parasternal, apikal, suprasternal, sağ/sol supraklaviküler pencerelerdir. Görüntüler elde edildiğinde dikkat edilmesi gereken husus görüntü eksenlerinin vücut eksenine değil kalbin kendi eksenine göre isimlendirilmiş olmasıdır (Şekil 5)(17).

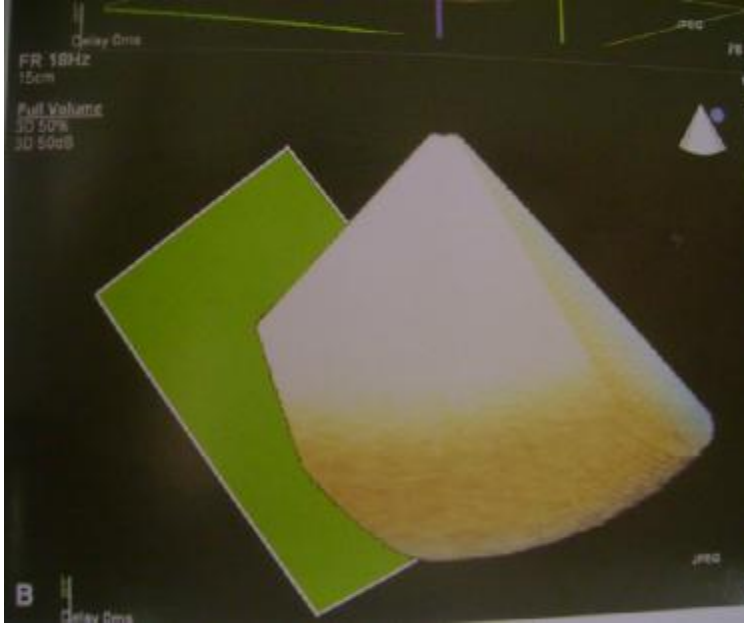


Şekil 5. Üç boyutlu ekoda kullanılan kesitleme düzlemleri vücut düzlemlerinden farklı olarak kalbin kendi aksına göre adlandırılır. (17 No'lu kaynaktan alınmıştır).

Tam volüm piramidal görüntü elde edildikten sonra kırpma düzlemleri kullanılarak kalp, sanal ortamda birbirine dik üç sabit düzlemin hareketi ile 6 farklı perspektiften veya serbest kesme düzlemi kullanılarak sınırsız sayıda açıyla disseke edilebilir (Şekil 6,7)(17).



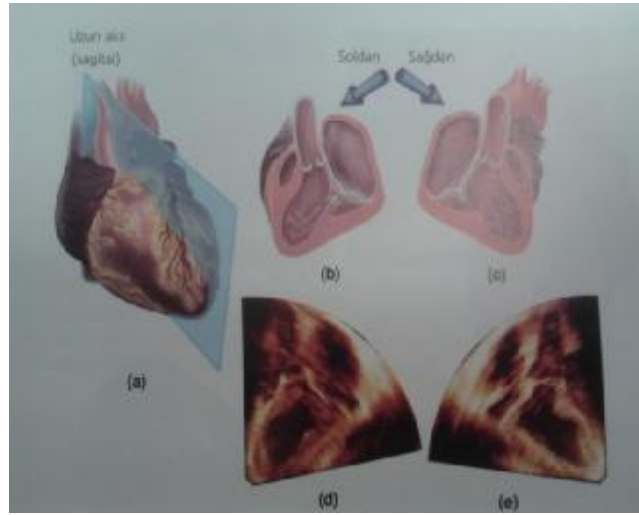
Şekil 6. Üç boyutlu eko ile kalp, birbirine dik üç anatomik düzlemden elde edilen 6 farklı perspektif yardımıyla tanımlanabilir. (17 No'lu kaynaktan alınmıştır).



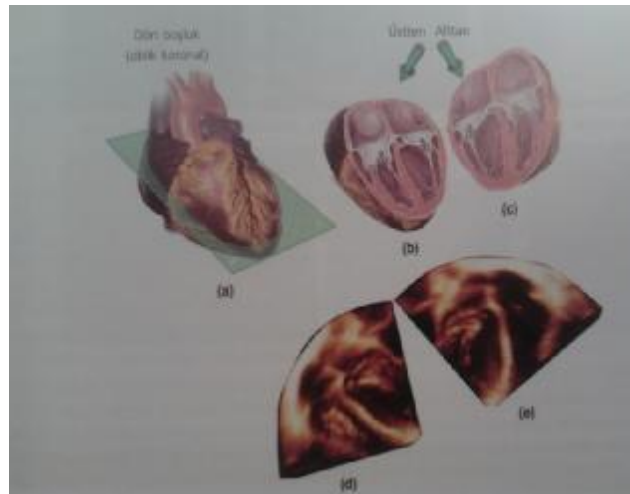
Şekil 7. Birbirine dik üç ortogonal eksen dışında kesme yapılabilmesine olanak sağlayan serbest kesme düzleminin görünümü. (14 No'lu kaynaktan alınmıştır)

Tam volüm voksel kümesinden kapsamlı bir inceleme yapmak için en çok kullanılan standart kesme düzlemleri sagittal, koronal ve transvers düzlemlerdir (24).

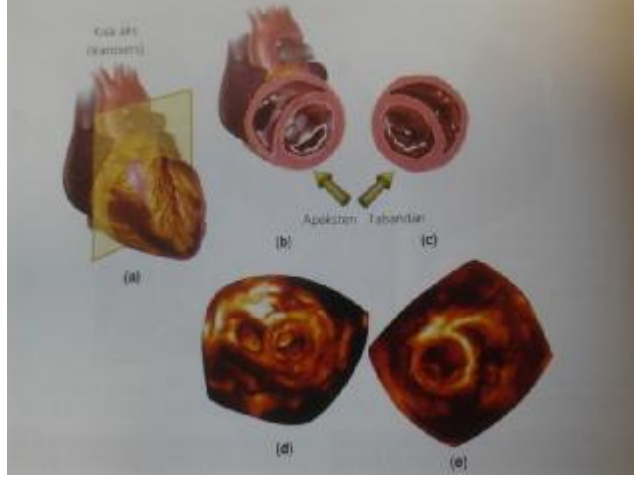
1. Sagittal kesit (longitudinal ya da boylamsal): iki boyutlu ekodaki parasternal uzun eksene benzer, sol atrium ve ventrikülü uzunlamasına gösterirken sağ ventrikülün de görüntü alanına giren kısmı görülebilir.
2. Koronal kesit (frontal): incelenen yapılar alttan veya üstten görüntülenir.
3. Transvers kesit: iki boyutlu ekodaki parasternal kısa veya çift ventrikül kısa eksen görüntüsüne benzer. Kalbi ön ve arka olmak üzere ikiye ayırır.
4. Oblik kesit: Bu yöntemle birbirine dik üç düzlem tarafından istenen şekilde görüntülemeyen bölgeler için modifiye düzlemler kullanılır.



Şekil 8. Kalbin sol ventrikül uzun aksından geçen sagittal düzlem yardımıyla kesitlenmesi. Kalp sağ veya soldan incelenebilir. (24 No' lu kaynaktan alınmıştır).



Şekil 9. Koronal (frontal) kesit yardımıyla kalp aşağıdan ya da yukarıdan incelenebilir. (24 No' lu kaynaktan alınmıştır).

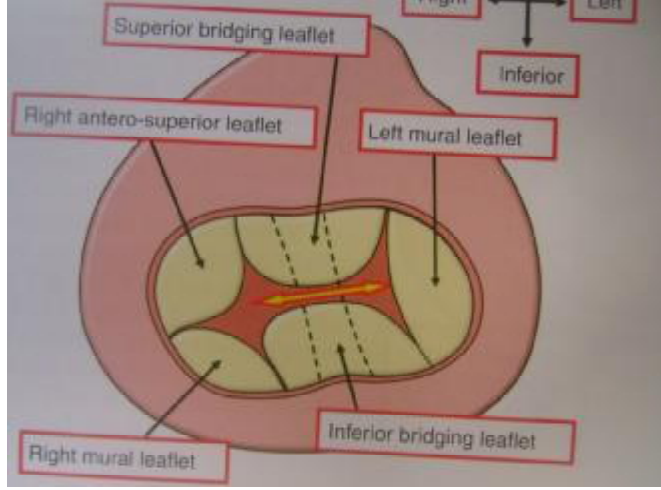


Şekil 10. Transvers kesitte kalp kısa ekseninde apikal ya da bazal perspektifden görüntülenebilir. (24 No'lu kaynaktan alınmıştır).

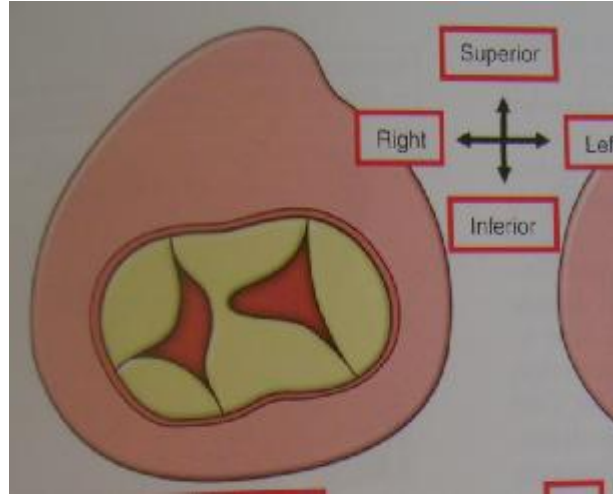
2.2. ATRİYOVENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKT

Atriyoventriküler septal defekt (AVSD) ortak artiyoventriküler bileşke, defektif atriyoventriküler septum ve atriyoventriküler kapak anomalilerinin birlikte olduğu bir grup konjenital kalp hastalığıdır. Bu lezyonlar parsiyel ve komplet olmak üzere iki kısımda incelenir (25).

Parsiyel AVSD' nin bir alt tipi olan transisyonel ile komplet AVSD' nin alt tipi olan intermedier AVSD tanımları, parsiyel AVSD' de iki ayrı fibröz annulus olmadığı, nadiren öyle bile olsa ekokardiyografik olarak gösterilmesinin mümkün olmayacağı görüşü nedeniyle yakın zamanda kullanımdan kaldırılmıştır (25). Buna göre tek AV orifis olması halinde komplet, iki AV orifis bulunması halinde ise parsiyel AVSD' den bahsedilir (Şekil 11, 12). Bridging yaprakçıklar arasında bağlantı oluşturan ve bu sayede iki ayrı orifis oluşmasını sağlayan dil yapısının kaldırılması halinde AVSD' nin komplet / parsiyel ayrımı yapılamaz (26). AV kapakçıklarının interatriyal ya da interventriküler septuma tutunma özelliklerine göre de değişken derecelerde ASD ve / veya VSD eşlik edebilir (Şekil 14). ASD ve/veya VSD' nin varlığı AVSD' nin tiplendirmesinde kullanılamaz (25).



Şekil 11. Komplet AVSD’ de atriyovenriküler kapak anatomisi görülmektedir. Ortak atriyovenriküler bileşke ve tek orifis bulunduğu için komplet olarak tanımlanır. Noktalı çizgi interventriküler septumu temsil etmektedir. Sarı okla belirtilen aralık superior ve inferior bridging yaprakların apozisyon bölgesidir. (25 No’lu kaynaktan alınmıştır).



Şekil 12. Parsiyel AVSD’ de atriyovenriküler kapak anatomisi. Ortak atriyovenriküler bileşke, ancak iki orifis yapısı mevcut. Superior ve inferior bridging yaprakçıklar bir dil aracılığıyla birleşmiştir. Bu nedenle lezyon parsiyel AVSD adını alır. (25 No’lu kaynaktan alınmıştır).

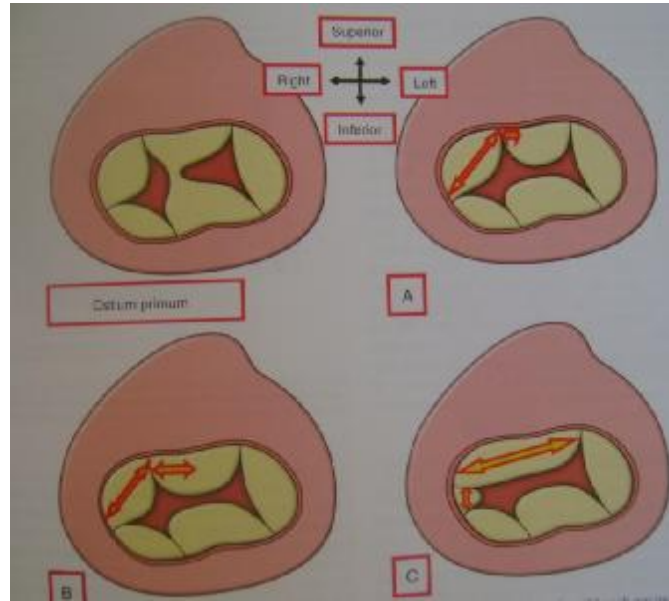
Rastelli sınıflaması: Geçmişte süperior bridging yaprakçığın sağ ventriküler uzantısının yapıştığı papiller kas morfolojisine bağlı olarak ilk kez Rastelli ve arkadaşları tarafından

tanımlanan ve sonradan belirtilmesi gelenek haline gelmiş olan bir sınıflamadır. Üç majör tipi vardır (25). (Şekil 13)

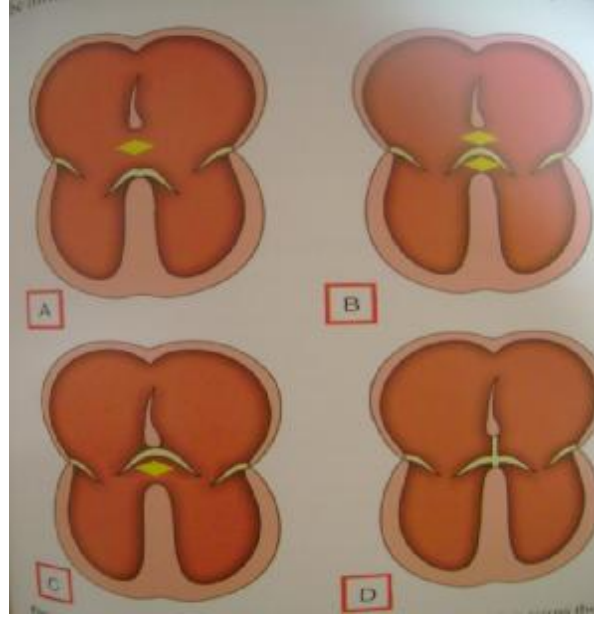
Tip A' da süperiyor bridging yaprakçık daha çok sol ventrikül ile ilişkilidir ve tendinöz kordalar ile ventriküler septumun krestine yapışır.

Tip B'de süperiyor bridging yaprakçık sağ ventrikül tarafına daha fazla ilerler ve septum üst kısmına tutunmadan septomarginal trabeküllerden kaynaklanan anormal sağ ventriküler papiller kasa tutunur.

Tip C'de ise sağ ventriküler kısım çok fazladır, septuma tutunmaz ve sağ ventrikülün anterior papiller kasma tutunur.



Şekil 13. Rastelli sınıflaması. Tip A' da süperiyor bridging leaflet daha çok sol ventrikül ile ilişkili olup sağ ventriküle doğru ilerleme derecesine göre B veya C olarak isimlendirilir. Süperiyor bridging yaprakçığının sağ ventriküle doğru yer değiştirmesi ile triküspit kapağın anterosüperiyor yaprakçığı kademeli olarak küçülmektedir. (25 No'lu kaynaktan alınmıştır).



Şekil 14. AVSD'lerde şant oluşum mekanizması. A. Bridging leaflet interventriküler septuma sıkıca yapışır şant atriyal kısımdan, B. Yüzer şekilde bulunursa hem atriyal hem de ventriküler seviyede şant, C. Atriyal septumun alt kısmına yapışır sadece ventriküler, D. Ortak atriyoventriküler bileşke olmasına rağmen defektin bridging leafletler sayesinde kapatılması nedeniyle şant yok. (25 No'lu kaynaktan alınmıştır).

Her ne kadar iki ayrı orifis olsa da bu kapaklar mitral ve triküspit olarak adlandırılmaktansa bunun yerine sağ ve sol AV kapak terimlerinin kullanılması tercih edilir (27).

AVSD' nin cerrahi tedavisi konjenital kalp cerrahisinin son birkaç dekatta elde ettiği en büyük başarılar arasındadır. Ortalama operatif mortalitenin %2' den az olduğu bildirilmiştir. Uzun süreli hayatta kalım mükemmeldir. Kümülatif 20 yıllık hayatta kalım %95' leri bulmaktadır. Ne yazık ki hastaların %25' ini en sık sol olmak üzere progressif AV kapak regürjitasyonu veya sol ventrikül çıkım yolu obstrüksiyonu nedeniyle reoperasyon beklemektedir (27).

AVSD konjenital kalp hastalıklarının % 4-5 ini oluşturur. Tahminen bin canlı doğumda 0,19 oranında ortaya çıkmaktadır. Geniş bir fetal ekokardiyografi serisinde AVSD en sık tespit edilen anomali olarak bulunmuş ve anormal fetal kalplerin % 18' ini kapsadığı izlenmiştir (27).

AVSD' nin intrauterin tanısı rutin fetal 4 boşluk incelemesinde kolayca konabilir. Cinsiyet dağılımı yaklaşık olarak eşit ya da hafif bir kız preponderansı göstermektedir. Down sendromlu hastaların %40-45' i konjenital kalp hastalığına sahiptir ve bunların yaklaşık %40' ı AVSD' dir ve genellikle de komplet formda karşımıza çıkar. Komplet AVSD aynı zamanda heterotaksi sendromlu hastalarda (polispleniye göre asplenide daha sık) da görülür (27).

2.3. ATRİYOVENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKTLERDE ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFI

İlk 3B-EKO denemelerinde kullanılan rekonstrüksiyon teknolojisi ile üç boyutlu görüntüler elde etmek uzun zaman alıyordu ek olarak görüntüler gerçek zamanlı değildi (28-30). Kompozit üç boyutlu imajlar üretilebilse de görüntüler sıklıkla ya hasta hareketi ya da rekonstrüksiyon tekniğinden kaynaklanan artefaktlar içermekteydi (15). Ultrason prob teknolojisi, görüntü işleme ve bilgisayar sistemlerindeki gelişmeler 3B-EKO' yu daha önce teknik limitasyon oluşturan bu ve buna benzer birçok sorundan arındırarak günümüzde kalp defektlerinin tanısında kullanılabilir duruma getirmiştir.

Birçok cerrahi ve kateter uygulamaları sonografik pencere kalitesinin çocuk yaş grubunda çok iyi olması nedeniyle işlem sırasında eko desteğinden faydalanmayı beraberinde getirmiştir. Konjenital kalp hastalıklarında en uygun tedavi yöntemini bulmak için kalp defektlerinin morfoloji, boyut ve uzaysal ilişkilerinin iyi anlaşılması şarttır. Bu nedenle konjenital kalp hastalıkları 3B-EKO görüntülemesi için ideal bir kalp hastalığı grubudur (15).

Non-invaziv tanısal yöntemler ve cerrahi tekniklerde elde edilen ilerleme bu lezyonların postoperatif dönemdeki gidişatını da olumlu etkilemiştir (31-34).

AVSD' lerde kapak morfolojisi, kapağın kapanma mekanizması, kapaklardan yetersizlik lokalizasyonun belirlenmesi, ASD ve VSD' nin morfolojisi ve boyutları başarılı bir cerrahi için gereklidir (15).

3B-EKO teknikleri ile 2B-EKO' da gösterilemeyen yeni pencereler kullanılarak AV kapak anatomisi karşıdan 'en face' görüntülenebilir. Ventrikül veya atrium tarafından 'cerrahi

görüntü' kesitlemesi yapılabilir. Ayrıca defektin atriyal ve / veya ventriküler komponentlerinin boyut ve anatomisi kapsamlı bir şekilde analiz edilebilir ve en face görüntüleri elde edilebilir **(35)**.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMA YERİ, TARİHİ VE SÜRESİ

Araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediyatrik Kardiyoloji Bilim Dalı'nda Mayıs 2012 – Haziran 2013 tarihleri arasında prospektif olarak yapıldı. Çalışma Hasta Hakları Yönetmeliği'ne uygun olarak ve Üniversitemiz etik kurulunun onayı ile başlatıldı.

3.2. ÇALIŞMAYA ALINMA KRİTERLERİ

Pediyatrik Kardiyoloji Bilim Dalı polikliniğinde değerlendirilen ve / veya izlenen AVSD'li hastalar araştırmaya dahil edildi. Çalışma yaş aralığı 2-196 ay arasında olan 27 hasta üzerinde gerçekleştirildi. 2B-EKO ile yapılan değerlendirmede yapısal kalp hastalığı olarak AVSD saptanan hastalar, 3B-EKO ile değerlendirildi. Eşlik eden yapısal kalp hastalıkları çalışmaya engel oluşturmadı.

3.3. ÇALIŞMADAN ÇIKARILMA KRİTERLERİ

Elde edilen görüntü kalitesi tüm hastalarda yeterli olarak kabul edildiği için çalışmadan çıkarılmaya neden olacak bir durumla karşılaşılmadı.

3.4. ÇALIŞMANIN İÇERİĞİ

Analitik özellikli bu çalışmada veriler prospektif olarak toplandı. Hastaların yaşı cinsiyeti, vücut ağırlığı ve boyu kaydedildi.

3.4.1. EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRMELER

a. 2-B EKO değerlendirmeleri: Philips İE 33 (Philips) Ultrason Sistemi ve S 5-1, S 12-4 probalar kullanıldı. 2B-EKO değerlendirmesinde:

1. Temel değerlendirme yapıldı.
2. AVSD' nin tipi (Komplet, Parsiyel),
3. AV kapak morfolojisi belirlendi.
4. AV kapakçık sayısı,
5. ASD (primum ve sekundum)' nin en geniş çapı,
6. VSD' nin en geniş çapı ölçüldü.
7. Rastelli sınıflaması yapıldı.
8. AV kapak yetmezlik lokalizasyon ve dereceleri tespit edildi.

Değerlendirme Amerikan Ekokardiyografi Topluluğu' nun (2B-EKO, Doppler dalga, renkli haritalama) önerileri doğrultusunda yapıldı.

b. 3-B EKO değerlendirmeleri: Philips iE-33 (Philips) Ultrason Sistemi ve matrix X 7-2 prob ile yapıldı. Tam volüm canlı üç boyutlu görüntüler alınarak daha sonra kullanılmak üzere DICOM formatında DVD' de saklandı. Elde edilen görüntüler, farklı bir zamanda cihaza yüklenerek, cihazda mevcut olan QLAB Gelişmiş Nicellendirme Programı ile EKO makinası üzerinde çalışıldı.

Yapılan 3B-EKO incelemesinde;

1. AVSD' nin tipi (Komplet, Parsiyel),
2. AV kapak morfolojisi belirlendi.
3. AV kapakçık sayısı,
4. ASD (primum ve sekundum)' nin e yatay ve dikey çapları ve defekt alanı,
5. VSD' nin yatay ve dikey çapları ve defekt alanı ölçüldü.
6. Rastelli sınıflaması yapıldı.
7. AV kapak yetmezlik lokalizasyon ve dereceleri tespit edildi.

Her hasta için 3B-EKO görüntülerinin elde edilme ve değerlendirme süreleri ve işlem sırasındaki kalp hızı kaydedildi.

3.4.2. CERRAHİ VERİLERİN TOPLANMASI

Tam düzeltme operasyonuna verilen hastaların operasyon sırasında kardiyak morfolojik özellikleri:

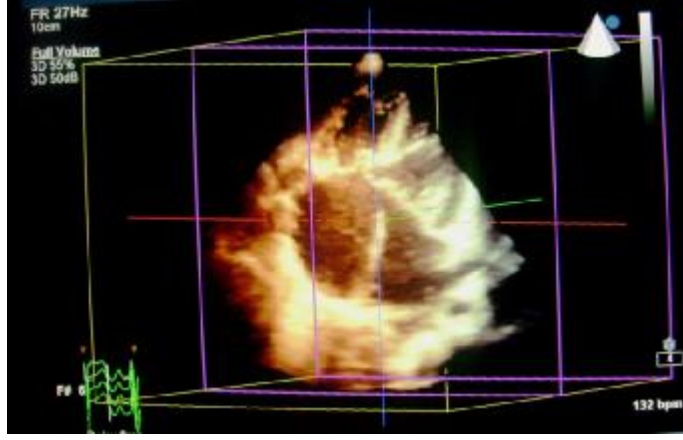
1. AVSD' nin tipi,
2. AV kapak morfolojisi,
3. AV kapakçık sayısı,
4. ASD ve/veya VSD' nin çapları ölçülerek kaydedildi.
5. Rastelli sınıflaması yapıldı.
6. AV kapakların fotoğrafı çekildi.
7. Fotoğraf kalitesinin yetersiz olduğu düşünülen hastaların kapak resimleri çizilerek cerraha onaylatıldı.

Verilerin toplanması operasyonun gidişatı ve süresine olumsuz etkide bulunmadı.

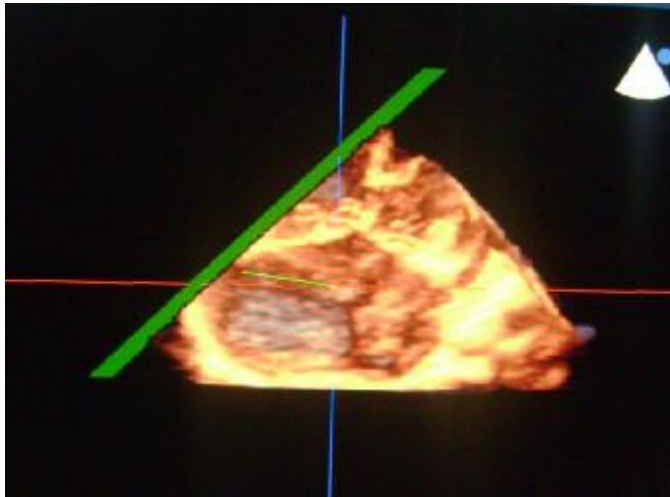
3.4.3. ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLERİN ANALİZİ

3B-EKO' yla hem canlı üç boyutlu, hem de daha önceden elde edilmiş olan tam volüm görüntülerden, birkaç farklı yöntem ve sonsuz sayıda kesme planları kullanılarak kardiyak yapıların gösterilmesi mümkündür. Çalışmamızda tam hacimli ham 3B-EKO datasetleri;

1. Kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere farklı renklerle kodlanan birbirine dik üç ortogonal aksın kesme planı olarak kullanıldığı (Şekil 15).
2. Bu üç aks dışında sonsuz sayıda açı ve pozisyonda dilimleme yapmaya olanak tanıyan kesme planlarının kullanıldığı sistemler ile analiz edildi (Şekil 16).



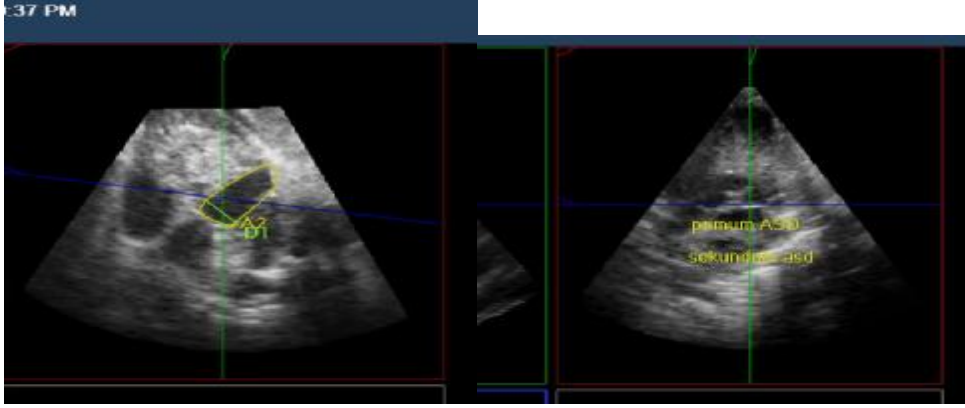
Şekil 15. Kırmızı, mavi ve yeşil ile gösterilen birbirine dik üç ortogonal eksen kullanılarak yapılan kesme işleminde eksenler üzerinde kayan kesme düzlemleri kullanıldı



Şekil 16. Birbirine dik üç eksen haricinde istenen açıda dilimleme yapmaya olanak tanıyan serbest kesme düzleminin görüntüsü. Bu resimde komplet AVSD' li bir hastanın tam

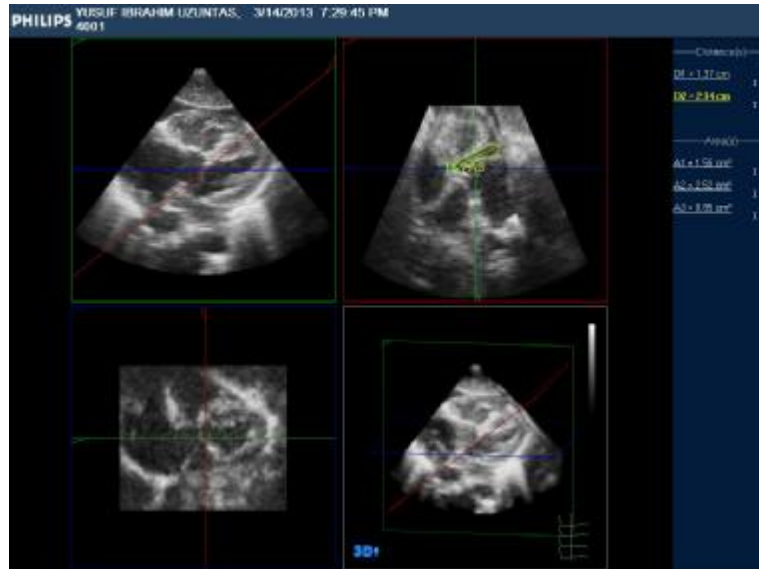
hacimli 3B-EKO datasetini sağ ventrikül tarafından kesen yeşil renkte serbest düzlem görülmektedir.

3.4.3.1. ASD' nin Sağ Atrium Duvarı Kaldırılarak Görüntüsünün Elde Edilmesi



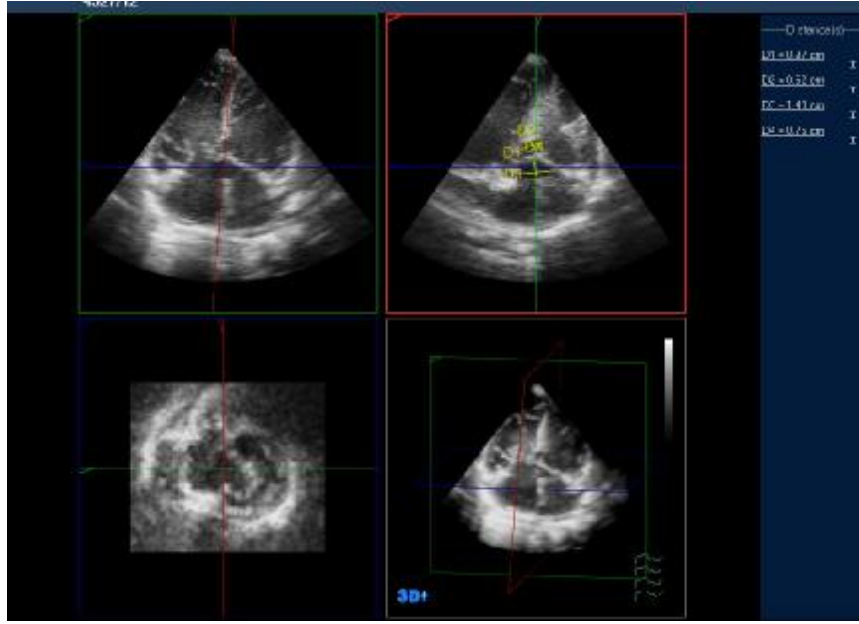
Şekil 17. Sağ atrium duvarının kaldırılarak ASD' nin karşıdan 'en face' görüntüsünün elde edilmesi. Soldaki resimde primum ASD' nin dikey çapı ve alanının ölçüldüğü, sağdaki resimde ise primum ve sekundum ASD' nin şekli görülmektedir.

3.4.3.2. VSD' nin Sağ Ventrikül Duvarı Kaldırılarak Görüntüsünün Elde Edilmesi

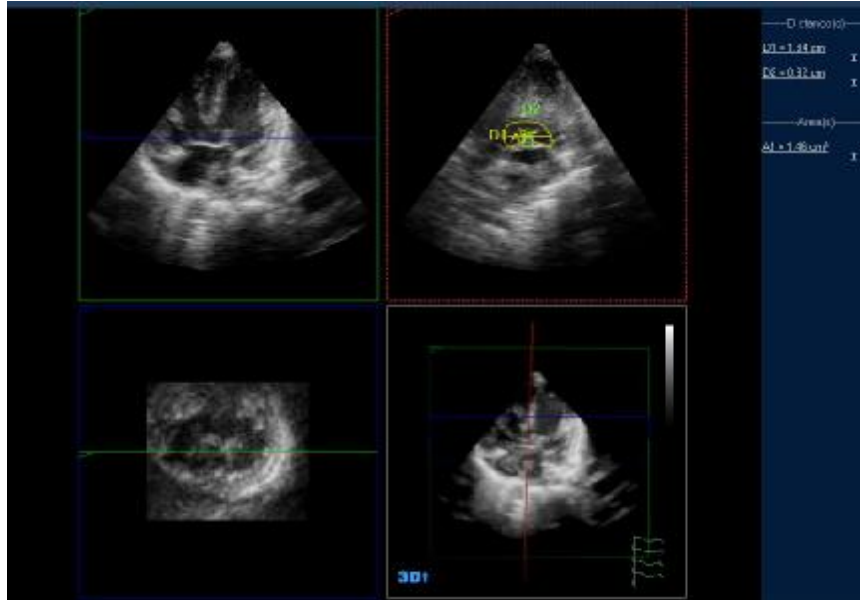


Şekil 18: Q-Lab gelişmiş nicellendirme programı kullanılarak VSD' nin sağ ventrikül duvarı uzaklaştırıldıktan sonraki görünümü. VSD' nin etrafı sarı çizgi ile çizilmiş olarak görülmektedir.

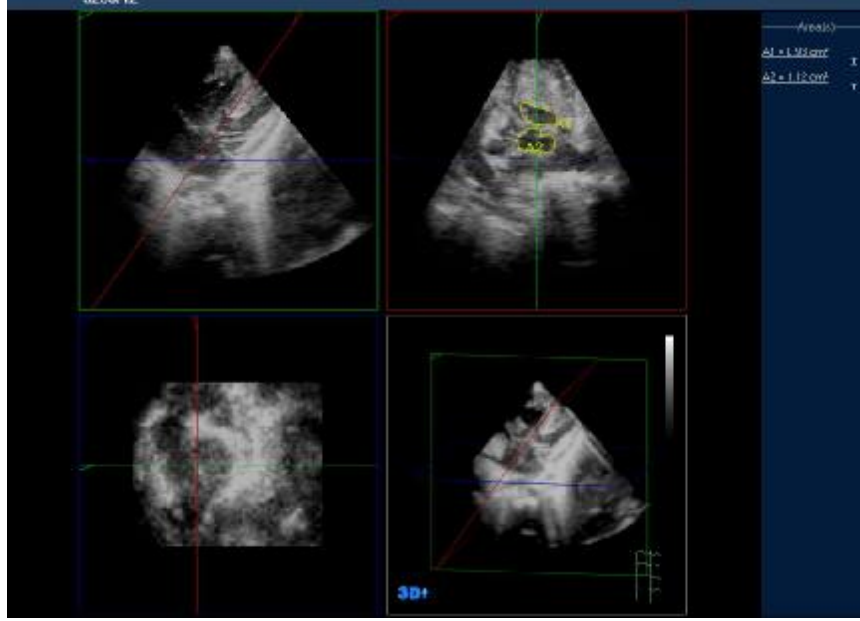
3.4.3.3. ASD ve VSD' nin Kantitatif Analizi



Şekil 19. Sağ üst pencerede primum ASD ve inlet VSD' nin yatay ve dikey eksen ölçümlerinin yapılışı gösterilmektedir.

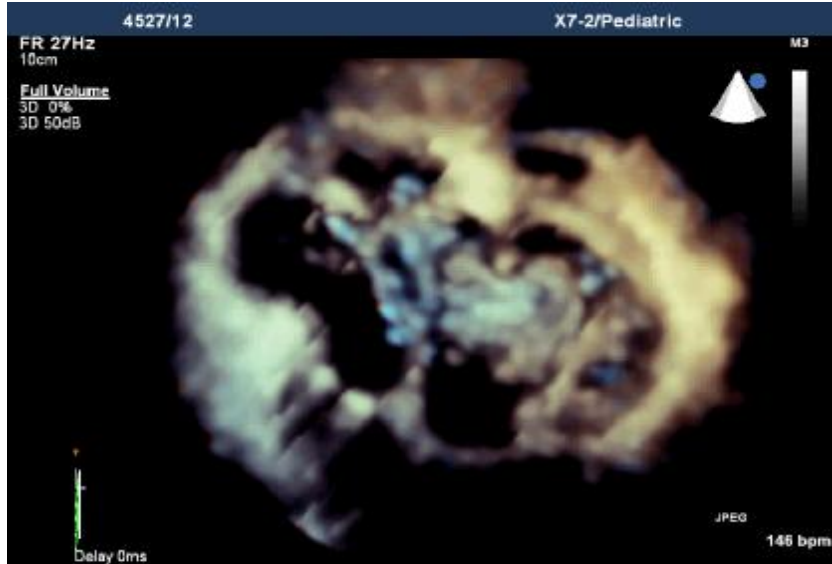


Şekil 20. Sağ üst pencerede inlet lokalizasyonlu VSD' nin morfolojisi dikey, yatay çap ve alan ölçümü gösterilmektedir. Sol alt pencerede AV kapaklardan geçen kesit izlenmektedir. Bu seviyeden bakıldığında AV kapaklar kapalı olarak izlenmektedir. Hareketli görüntülerde kapak morfolojisi net olarak görülebilmektedir.



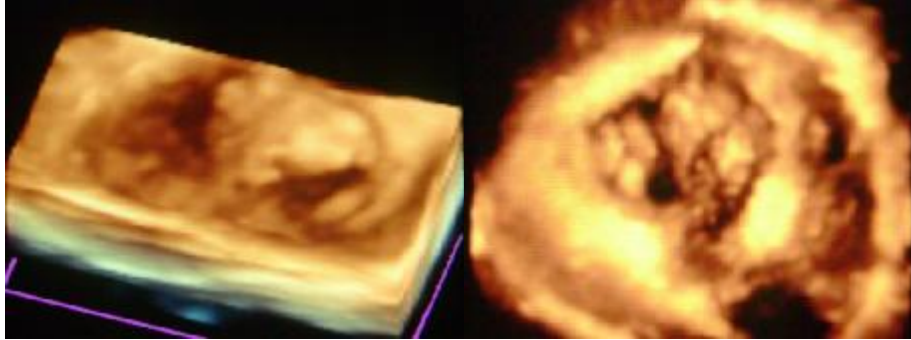
Şekil 21. Aynı anda hem ASD hem de VSD' nin morfolojisi 'en face' olarak görüntülenmiş ve alan ölçümleri yapılmıştır.

3.4.3.4. Atriyoventriküler kapakların en face görüntüsünün elde edilmesi



Şekil 22. Daha çok serbest kesme düzlemi kullanılarak yapılan bu incelemede AV kapak morfolojisi, kapakçık sayısı, SBL yapışma yeri, koaptasyon mekanizmasına dikkat edildi. Bu resimde AV kapakların ventrikül tarafından 'en face' görüntüsü izlenmektedir.

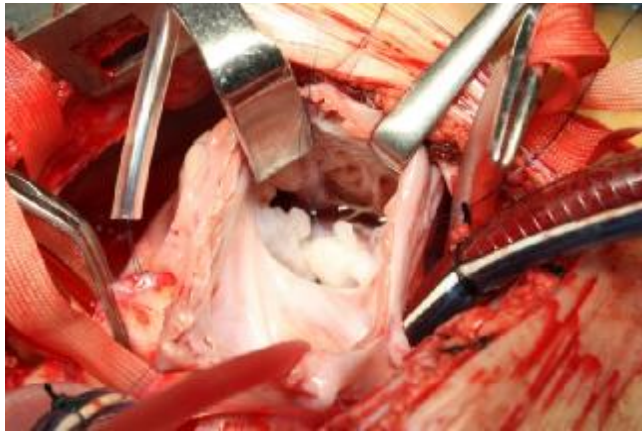
Resmin sol tarafındaki AV kapak sağ AV kapak olup bu kapakta koaptasyon kusuruna bağlı olarak renkli Doppler ile önemli yetersizlik izlenmekte idi.



Şekil 23. AV kapakların atrium tarafından ‘en face’ görünümü. Bu görünüm atriyal dokuların uzaklaştırılması sayesinde elde edildi. Ayrıca bu görünüm cerrahın operasyon sırasında gördüğü görüntü olup ‘cerrahi görünüm’ olarak adlandırılır. Soldaki resimde parsiyel AVSD tanısı alan hastanın sol AV kapağındaki kleft, sağdaki resimde ise başka bir hastanın SBL’ inin septumun krestine yapışma yeri görülmektedir.

3.4.4. Cerrahi görüntülerin elde edilmesi:

Operasyon sahasına müdahale edilmeden, anestezi kısmından defektlerin fotoğrafları çekildi. Bazı fotoğraflar kalp boşken, bazıları ise ventrikülün serum fizyolojik ile doldurulması sonrasında elde edildi. Serum fizyolojik ile doldurma kapakçıkların kapanması ile sistolde ortaya çıkan yetersizlik lokalizasyonunu tanımlamada önemlidir.



Şekil 24. AV kapakların cerrahi sırasında görüntüsünün elde edilmesi. Bu resimde komplet AVSD tanısı ile cerrahi uygulanan olgunun tek AV kapak yapısı görülmektedir.

3.5 İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen veriler SPSS 15,0 istatistik programıyla değerlendirildi. Sayısal değerler ortalama \pm standart deviyasyonlar şeklinde; kategorik değişkenler ise yüzdeler ile ifade edildi. Parametrik olmayan değişkenler arası korelasyon analizleri için Spearman's testi kullanılarak P değeri 0,05' in altında anlamlı olarak kabul edildi. Normal dağılım gösteren sayısal veriler arasındaki korelasyon analizleri Pearson's analizi, aynı değişkenin farklı değerleri arasındaki varyans analizleri, çalışma grubuna katılan hasta sayısı nedeniyle non-parametrik bir test olan Wilcoxon's testi ile değerlendirildi.

4. BULGULAR

4.1 DEMOGRAFİK VERİLER

Bu çalışma polikliniğimize başvuran 27 hasta üzerinde gerçekleştirildi. Hastaların 13'ü erkek, 14' ü kızdı (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmaya alınan hastaların sayısı ve cinsiyet dağılımı

Cinsiyet	Sayı	Yüzde
Erkek	13	48,1
Kız	14	51,9
Toplam	27	100

Hastaların ortalama yaşı $40 \pm 52,5$ ay (2-196), ortalama ağırlığı $12,67 \pm 11,5$ kg (4,25-56), ortalama boyu $82,24 \pm 26,87$ cm (55-170) olarak bulundu (Tablo 2).

Tablo 2. Hastaların ortalama yaşı, vücut ağırlığı ve boy değerleri

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Yas	2	196	40,01	52,58
Vücut ağırlığı	4,25	56	12,67	11,50
Boy	55	170	82,24	26,87

Hastaların %48,1'inde (n=13) Down Sendromu bulguları mevcutken %51,9'u normal olarak değerlendirildi (Tablo 3).

Tablo 3. Hastalarda Down Sendromu bulunma sıklığı

Down Sendromu	Sıklık	Yüzde
pozitif	13	48,1
negatif	14	51,9
Toplam	27	100

2B-EKO' da 18 hasta komplet, 9 hasta parsiyel AVSD olarak tanı alırken, 3B-EKO' da ise 17 hasta komplet, 10 hasta parsiyel AVSD olarak yorumlandı (Tablo 4,5).

Tablo 4. 2B-EKO' da AVSD tipine göre hastaların dağılımı.

2B-EKO AVSD Tipi	Sıklık	Yüzde
Komplet	18	66,7
Parsiyel	9	33,3
Toplam	27	100

Tablo 5. 3B-EKO' da AVSD tipine göre hastaların dağılımı

3B-EKO AVSD Tipi	Sıklık	Yüzde
Komplet	17	63
Parsiyel	10	37
Toplam	27	100

Tam düzeltme operasyonuna verilen 9 hastaya cerrahi sırasında yapılan tiplendirmede 6' sının komplet, 3'ünün parsiyel AVSD tipinde olduğu görüldü (Tablo 6).

Tablo 6. Cerrahi AVSD tipine göre hastaların dağılımı.

Cerrahi tip	Sayı	Yüzde
Komplet	6	22,2
Parsiyel	3	11,1
Toplam	9	33,3
Cerrahi yapılmayan	18	66,7
Genel Toplam	27	100

AVSD tipini belirlemede bir hastaya 2B-EKO ile komplet AVSD tanısı konmuştu ancak 3B-EKO ve cerrahi ile bridging yaprakçıkçar arasında birleşme görüldüğü için hastanın parsiyel AVSD olduğu anlaşıldı. Cerrahi bulgular ile 3B-EKO bulguları birebir örtüştüğü için 3B-EKO' nun cerrahi ile daha iyi korelasyon gösterdiği düşünüldü. Spearman' ın korelasyon analizi yöntemi ile yapılan değerlendirmede 2B-EKO / Cerrahi korelasyonu r: 0,75 p: 0,018; 3B-EKO / Cerrahi korelasyonu r: 1,0 p:0 olarak bulundu.

Tablo 7. AVSD tipini belirlemede 2B / 3B-EKO ile Cerrahi tip korelasyonu

AVSD TİPİ		2B	3B	Cerrahi
2B	K.Kats.	1	,922(**)	,756(*)
	P:		0	0,018
3B	K.Kats.	,922(**)	1	1,000(**)
	P:	0		0
Cerrahi	K.Kats.	,756(*)	1,000(**)	1
	P:	0,018	0	

Rastelli sınıflamasında 2B, 3B ve cerrahi yöntemler arasında 2B-EKO ile komplet AVSD tanısı alan ancak cerrahi sırasında parsiyel AVSD olduğu anlaşılan bir hasta haricinde diğer tüm hastalarda aynı sonuçlar bulundu. Komplet AVSD olan 17 hastanın 15'i tip A, 1'i tip B ve 1'i de tip C tanısı aldı. Cerrahi yapılan hastaların 6'sı komplet AVSD olup 3B-EKO ile yapılan Rastelli sınıflaması tüm hastalarda cerrahi ile uyumlu bulunurken 2B-EKO bir hastada uyumsuz bulundu.

4.2 PRIMUM ASD' NİN KANTİTATİF ANALİZİ

2B-EKO' da hastaların septal defektlerinin en geniş çapları ölçüldü. Primum ASD iki hastanın tek atrium olması nedeniyle 25 hastada sağlıklı olarak ölçülebildi.

2B-EKO' da primum ASD' nin boyutları: ortalama $11,63 \pm 6,72$ (1,0-25,8) mm olarak bulundu.

3B-EKO' da primum ASD' nin yatay ve dikey çapları ölçüldü ve defekt alanı hesaplandı. 3B-EKO' da primum ASD' nin boyutları dikey çap için: ortalama $11,91 \pm 6,98$ (1,0-27) mm, yatay çap için: ortalama $19,57 \pm 8,54$ (1,4-45) mm bulundu.

Tam düzeltme operasyonuna verilen 9 hastanın hepsinin primum ASD dikey çapları ölçülebildi. Yatay çaplar 3 hastada net ölçülemediği için değerlendirmeye alınmadı.

Buna göre cerrahi sırasında ölçülen primum ASD dikey ve yatay çapları: ortalama $13,77 \pm 4,40$ (10-20) ve $18,50 \pm 4,37$ (12-25) mm olarak bulundu (Tablo 8).

Tablo 8. Primum ASD için 2B / 3B-EKO ve cerrahi ölçüm değerleri.

Primum ASD					
	Hasta Sayısı	Ortalama	S. Sapma	Minimum	Maksimum
2B-Primum	25	11,63	6,72	1	25,8
3B-Primum dikey	25	11,91	6,98	1	27
3B-Primum yatay	25	19,57	8,54	1,4	45
Cerrahi Dikey	9	13,77	4,40	10	20
Cerrahi Yatay	6	18,5	4,37	12	25

2B / 3B-EKO ve cerrahi sırasında ölçülen primum ASD çapları spearman' in korelasyon analizi yöntemi ile değerlendirildi.

Primum ASD için 2B-EKO' da ölçülebilen en geniş çap ile 3B-EKO ve cerrahi sırasında ölçülen dikey çap (septum ile AV kapaklar arasındaki dikey uzunluk) yüksek düzeyde (r: 0,968 p: 0,000 ; r: 0,857 p: 0,003) korele idi.

Aynı şekilde 3B-EKO' da dikey çap, cerrahi dikey çap ile yüksek düzeyde korele bulundu. Korelasyon katsayısının 3B-EKO / Cerrahi karşılaştırmasında, 2B-EKO / Cerrahi karşılaştırmaya göre daha yüksek olduğu görüldü (r: 0,927 p: 0,000..)

Primum ASD' nin 3B-EKO ile ortaya konan ve 2B-EKO ile gösterilemeyen yatay ekseninin olduğu görüldü ve cerrahi ile de kanıtlandı. Bu eksen, primum ASD' nin AV kapaklara paralel iki ucu arasındaki uzaklığının oluşturduğu gözlemlendi. Bu yeni eksen (3B-primum yatay) 2B-EKO ile ölçülen en geniş çap ile korele olsa da korelasyon katsayısı daha düşük bulundu(r: 0,854 p: 0,001).

2B-Primum / 3B-Primum yatay ile 2B-Primum / Cerrahi yatay eksenler de korele idi (r:0,928 p: 0,008; r: 0,812 p: 0,05). Primum ASD için korelasyon analizi Tablo 9' da verilmiştir.

Tablo 9. Primum ASD için korelasyon analizi

Primum ASD çap ölçümleri için Spearman' ın Korelasyon analizi						
		2B- Primum	3B- Primum Dikey	3B- Primum Yatay	Cerrahi- Primum Dikey	Cerrahi- Primum Yatay
2B- Primum	K.Kats.	1	0,968	0,853	0,856	0,927
	P:	.	0,000	0,000	0,003	0,007
	N	25	25	25	9	6
3B- Primum Dikey	K. Kats.	0,968	1	0,848	0,926	0,811
	P:	0,000	.	0,000	0,0003	0,049
	N	25	25	25	9	6
3B- Primum Yatay	K. Kats.	0,853	0,848	1	0,821	0,811
	P:	0,000	0,000	.	0,006	0,049
	N	25	25	25	9	6
Cerrahi- Primum Dikey	K. Kats.	0,8564	0,926	0,821	1	0,924
	P:	0,003	0,0003	0,006	.	0,008
	N	9	9	9	9	6
Cerrahi- Primum Yatay	K.Kats.	0,927	0,811	0,811	0,924	1
	P:	0,0074	0,049	0,049	0,008	.
	N	6	6	6	6	6

Primum ASD için 2B-EKO, 3B-dikey / yatay ve cerrahi dikey / yatay ölçüm ortalamaları arasında özellikle yatay eksenlerde göze çarpan bir boyut farkı mevcut bulundu. Ölçümler arasındaki fark Wilcoxon testi ile değerlendirildi. Buna göre:

2B-Primum / 3B-Primum Dikey ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Z: -0,928; p: 0,354).

2B-Primum / 3B-Primum Yatay ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. 3B-Primum Yatay ölçümleri 2B-Primum' dan belirgin olarak büyük (Z: -4,373 ; p: 0,000) bulundu.

2B-Primum / Cerrahi Dikey ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (Z: -1,59; p. 0,11)

2B-Primum / Cerrahi Yatay eksen ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. Cerrahi yatay eksenin 2B ölçümüne göre belirgin büyük olduğu görüldü (Z: -2,201; p: 0,028).

3B-Primum Dikey / Cerrahi Primum Dikey eksen ölçümleri arasında anlamlı fark saptanmadı (Z: -1,59; p: 0,11).

3B-Primum Dikey / Cerrahi Primum Yatay eksen ölçümleri yatay eksenin belirgin büyük olduğunu gösterdi (Z: -2,201; p: 0,028).

3B-Primum yatay / Cerrahi Primum Dikey eksen ölçümleri arasında yatay eksenin daha büyük olduğunu gösterecek şekilde istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (Z: -2,66; p: 0,008).

3B-Primum yatay / Cerrahi Primum Yatay eksen ölçümleri arasında istatistiksel olarak fark saptanmadı (Z: -0,674; p: 0,5).

3B-Primum Yatay / 3B-Primum Dikey eksenleri arasında da belirgin farklılık saptandı. Yatay eksen ölçümünün dikey eksene göre belirgin olarak büyük (Z: -4,287; p: 0,000) olduğu görüldü.

Cerrahi Primum Dikey / Cerrahi Primum Yatay eksen ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (Z: -2,214; p: 0,027). Yatay eksenin belirgin olarak büyük olduğu izlendi.

Primum ASD' nin boyutları arasındaki ilişki Tablo 10' da gösterilmiştir.

Tablo 10. Primum ASD' nin farklı yöntemlerle ölçülen yatay ve dikey eksen boyutları arasındaki ilişki.

PRİMUM ASD	2B	3B-Dikey	3B-Yatay	Cerrahi Dikey	Cerrahi Yatay
2B	Z:	-0,928	-4,373	-1,59	-2,201
	P:	0,354	0	0,11	0,028
3B-Dikey	Z:	-0,928	-4,287	-1,59	-2,201
	P:	0,354	0	0,11	0,028
3B-Yatay	Z:	-4,373	-4,287	-2,66	-0,674
	P:	0	0	0,0008	0,5
Cerrahi Dikey	Z:	-1,59	-1,59	-2,66	-2,214
	P:	0,11	0,11	0,008	0,027
Cerrahi Yatay	Z:	-2,201	-2,201	-0,674	-2,214
	P:	0,028	0,028	0,5	0,027

4.3 İNLET VSD' NİN KANTİTATİF ANALİZİ

2B-EKO' da hastaların ventriküler septal defektlerinin en geniş çapları ölçüldü. Parsiyel AVSD tanısı alan bir hasta hariç tüm hastalarda VSD mevcuttu. 2B-EKO' da inlet VSD' nin boyutları: ortalama $10,21 \pm 3,98$ (3,8-18) mm olarak bulundu.

3B-EKO' da inlet VSD' nin yatay ve dikey çapları ölçüldü ve defekt alanı hesaplandı. 3B-EKO' da inlet VSD' nin boyutları dikey çap için: ortalama $10,27 \pm 4,05$ (3,50-18) mm, yatay çap için: ortalama $19,37 \pm 7,84$ (8,3-39,4) mm bulundu. Tam düzeltme operasyonuna verilen 9 hastanın hepsinin inlet VSD yatay ve dikey çapları ölçülebildi. Buna göre cerrahi sırasında ölçülen inlet VSD dikey ve yatay çapları: ortalama $7,22 \pm 2,99$ (3-12) ve $14,44 \pm 4,74$ (8-20) mm olarak bulundu (Tablo 11).

2B/3B-EKO ve cerrahi sırasında ölçülen inlet VSD çapları spearman' ın korelasyon analizi yöntemi ile değerlendirildi.

VSD için 2B-EKO' da ölçülebilen en geniş çap ile 3B-EKO ve cerrahi sırasında ölçülen dikey çap (septum ile AV kapaklar arasındaki dikey uzunluk) yüksek düzeyde ($r: 0,924$ $p: 0,000$; $r: 0,817$ $p: 0,007$) korele idi.

Tablo 11. İnlet VSD için 2B/3B-EKO ve cerrahi ölçüm değerleri.

İnlet VSD					
	Hasta Sayısı	Ortalama	S. Sapma	Minimum	Maksimum
2B	26	10,21	3,98	3,8	18,0
3B- Dikey	26	10,27	4,05	3,50	18,00
3B-Yatay	26	19,37	7,84	8,30	39,40
Cerrahi Dikey	9	7,22	2,99	3,0	12,0
Cerrahi Yatay	9	14,44	4,74	8,00	20,00

Aynı şekilde 3B-EKO' da dikey çap, cerrahi dikey çap ile yüksek düzeyde korele bulundu. Korelasyon katsayısının 3B-EKO/Cerrahi karşılaştırmasında 2B-EKO/Cerrahi karşılaştırmaya göre daha yüksek olduğu görüldü ($r: 0,974$ $p: 0,000$..)

İnlet VSD' nin 3B-EKO ile ortaya konan ve 2B-EKO ile gösterilemeyen yatay ekseninin olduğu görüldü. Bu ekseni, inlet VSD' nin AV kapaklara paralel iki ucu arasındaki uzaklığının oluşturduğu gözlemlendi. Bu yeni eksen (3B-VSD Yatay) 2B-EKO ile ölçülen en geniş çap ile korele olsa da korelasyon katsayısı daha düşük bulundu($r: 0,633$ $p: 0,01$).

3B yatay eksen ile cerrahi yatay eksen ölçümleri korele iken ($r: 0,79$ $p: 0,011$), dikey eksenler cerrahi yatay eksenle korele değildi. Cerrahi yatay / 2B ($r: 0,14$ $p: 0,71$), cerrahi yatay / 3B-Dikey ($r: -0,12$ $p: 0,975$), cerrahi yatay / cerrahi dikey ($r: -0,184$ $p: 0,636$) eksenler korele değildi. Bu durum yatay eksen boyutlarının dikey eksenden farklı olduğunu düşündürdü (Tablo 12).

İnlet VSD için 2B-EKO, 3B-dikey / yatay ve cerrahi dikey / yatay ölçüm ortalamaları arasında özellikle yatay eksenlerde göze çarpan bir boyut farkı olduğu görüldü. Ölçümler arasındaki fark Wilcoxon testi ile değerlendirildi. Buna göre:

2B / 3B-Dikey ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($Z: -0,28$; $p: 0,775$).

2B / 3B-Yatay ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. 3B-Yatay ölçümleri 2B' den belirgin olarak büyük ($Z: -4,458$; $p: 0,000$) bulundu.

2B / Cerrahi Dikey ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($Z: -1,12$; $p: 0,262$).

2B / Cerrahi Yatay eksen ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. Cerrahi yatay eksenin 2B ölçümüne göre belirgin büyük olduğu görüldü ($Z: -2,666$; $p: 0,008$).

3B Dikey / Cerrahi Dikey eksen ölçümleri arasında anlamlı fark saptanmadı ($Z: -0,56$; $p: 0,57$).

3B-Dikey / Cerrahi Yatay eksen ölçümleri yatay eksenin belirgin büyük olduğunu gösterdi ($Z: -2,666$; $p: 0,08$).

3B-Yatay / Cerrahi Dikey eksen ölçümleri arasında yatay eksenin daha büyük olduğunu gösterecek şekilde istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($Z: -2,521$; $p: 0,012$).

3B-Yatay / Cerrahi Yatay eksen ölçümleri arasında istatistiksel olarak fark saptanmadı ($Z: -0,421$; $p: 0,674$).

3B-Yatay / 3B-Dikey eksenleri arasında da belirgin farklılık saptandı. Yatay eksen ölçümünün dikey eksene göre belirgin olarak büyük ($Z: -4,356$; $p: 0,000$) olduğu görüldü.

Cerrahi Dikey / Cerrahi Yatay eksen ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($Z: -2,371$; $p: 0,018$). Yatay eksenin belirgin olarak büyük olduğu izlendi (Tablo 13).

Tablo 12. İnlet VSD için korelasyon analizi

İnlet VSD için Korelasyon analizi						
		2B	3B-Dikey	3B-Yatay	Cerrahi-Dikey	Cerrahi-Yatay
2B	K.Kats.	1	,924(**)	,633(**)	,817(**)	0,141
	P:		0	0,001	0,007	0,717
	N	26	26	26	9	9
3B-Dikey	K. Kats.	,924(**)	1	,626(**)	,974(**)	-0,012
	P:	0		0,001	0	0,975
	N	26	26	26	9	9
3B-Yatay	K. Kats.	,633(**)	,626(**)	1	-0,134	,790(*)
	P:	0,001	0,001		0,731	0,011
	N	26	26	26	9	9
Cerrahi-Dikey	K. Kats.	,817(**)	,974(**)	-0,134	1	-0,184
	P:	0,007	0	0,731		0,636
	N	9	9	9	9	9
Cerrahi-Yatay	K.Kats.	0,141	-0,012	,790(*)	-0,184	1
	P:	0,717	0,975	0,011	0,636	
	N	9	9	9	9	9

Tablo 13. İnlet VSD' nin farklı yöntemlerle ölçülen yatay ve dikey uzunlukları arasındaki ilişki.

İNLET VSD		2B	3B-Dikey	3B-Yatay	Cerrahi Dikey	Cerrahi Yatay
2B	Z:		-0,286	-4,458	-1,122	-2,666
	P:		0,775	0	0,262	0,008
3B-Dikey	Z:	-0,286		-4,356	-0,563	-2,666
	P:	0,775		0	0,574	0,008
3B-Yatay	Z:	-4,458	-4,356		-2,521	-0,421
	P:	0	0		0,012	0,674
Cerrahi Dikey	Z:	-1,122	-0,563	-2,521		-2,371
	P:	0,262	0,574	0,012		0,018
Cerrahi Yatay	Z:	-2,666	-2,666	-0,421	-2,371	
	P:	0,008	0,008	0,674	0,018	

4.4 AV KAPAKÇIKLARIN ANALİZİ

4.4.1 AV Kapakçıkların sayısal analizi

Hastaların AV kapakçık sayısı 2B, 3B-EKO ve cerrahi sırasında elde edilen görüntüler incelenerek sayıldı. Bir hastada 2B-EKO’ da görülen 5 yaprakçıklı AV kapağın, cerrahi ve 3B-EKO’ da 6 yaprakçık olduğunun görülmesi haricinde diğer hastaların yaprakçık sayısı aynı bulundu (Tablo 14).

Tablo 14. AV kapakçık sayısının 2B/3B-EKO ve cerrahi bulguları

K. Sayısı	2B		3B		Cerrahi	
	sayı	%	sayı	%	sayı	%
4	4	14,8	4	14,81	3	33,33
5	14	51,8	13	48,14	2	22,22
6	9	33,33	10	37,03	4	44,44
Total	27	100	27	100	9	100
Cerrahi yapılmayan					18	

4.4.2 AV Kapakçıkların morfolojik analizi

4.4.2.1 AV kapakçıkların en face görüntüleri

AV kapakçıkların hem atriyal (‘en face’ ve ‘cerrahi’), hem de ventriküler kısımdan (‘en face’) görüntülenmesi mümkün olmuştur. Tüm hastalarda AV kapakçık morfolojisi komplet-parsiyel ayrımı, SBL yapışma yeri, kapağın kapanma mekanizması 3B-EKO ile gösterildi. AV kapak görüntüleri subkostalden olduğu kadar transtorasik olarak alınan tam hacimli veri setinin işlenmesiyle de elde edilebildi. Ancak subkostal edinilen veri göğüs duvarı artefaktı içermemesi nedeniyle daha iyi bir rezolüsyona sahipti.

Her ne kadar aynı seviyede de olsa atriyoventriküler kapakları bir kesit düzlemi kullanarak göstermek beklenenden daha uğraştırıcı bulundu. Özellikle atrium tarafından yapılan kesitlemelerde AV kapakların koaptasyon bölgesinin fibröz annuluslara dikey uzaklığının arttığı küçük inlet VSD’ li hastalarda (konik ya da gergin AV kapak da

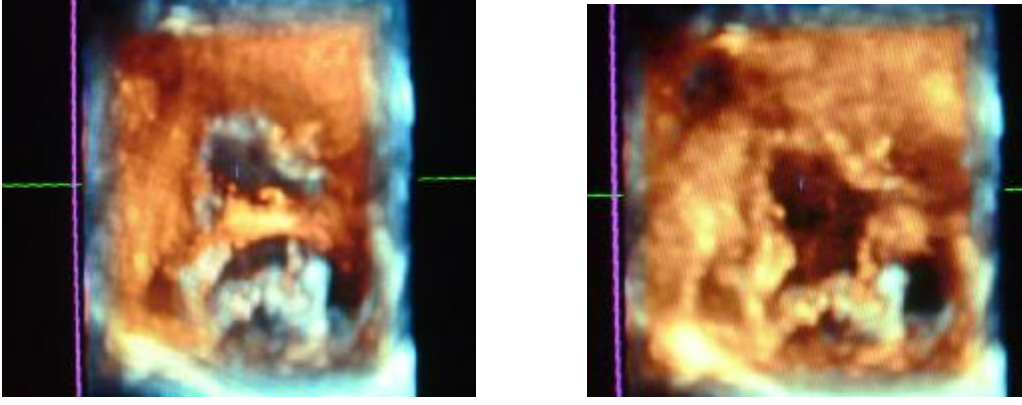
diyebiliriz) annulus düzeyinden geçirilen kesme düzlemi koaptasyon bölgesini göstermede yetersiz kalmıştır. Sistem kazancını değiştirme ya da X-Res ile yeterli iyileştirme yapılamamış bunun yerine düzlem ilerletilmiştir. Bu durum ventrikül tarafından geçen kesitlerde sorun olmamıştır.

Parsiyel AVSD' li hastalarda AV kapak morfolojisi net ve sorunsuz olarak ortaya konmuştur.

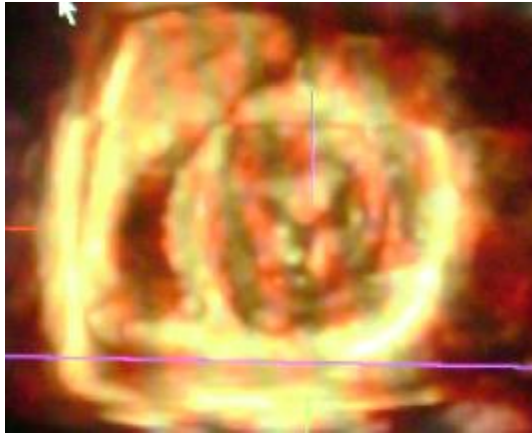


Şekil 25. Parsiyel AVSD' li bir hastanın transtorasik olarak elde edilen 3B-EKO data setinin işlenmesi ile ortaya çıkarılmış 'cerrahi' AV kapak görünümü. 3B-EKO ile AV kapakların morfolojisi bridging yaprakçıklar ve koaptasyon mekanizması net olarak izlenmiştir. Sol AV kapağında 4 leaflet görünümü. Bridging yaprakçıkları birleştiren dil yapısı görünmektedir. Bu hastada 2B-EKO' da sol AV kapakta üç yerden yetersizlik izlenmişti.

Komplet AVSD' de tek AV kapak yapısı, bridging leafletler ve bunların ventriküllerle ilişkisi net olarak izlendi. Kapaklar kesim bölgesinden görünecek şekilde istendiğinde yavaş, istendiğinde kalp hızında olacak şekilde görüntülenebildi. Hızlı görüntülerde koaptasyon bölgesi, yavaş görüntülerde ise kordal yapıların yapışma yeri daha net izlendi (Şekil 26).



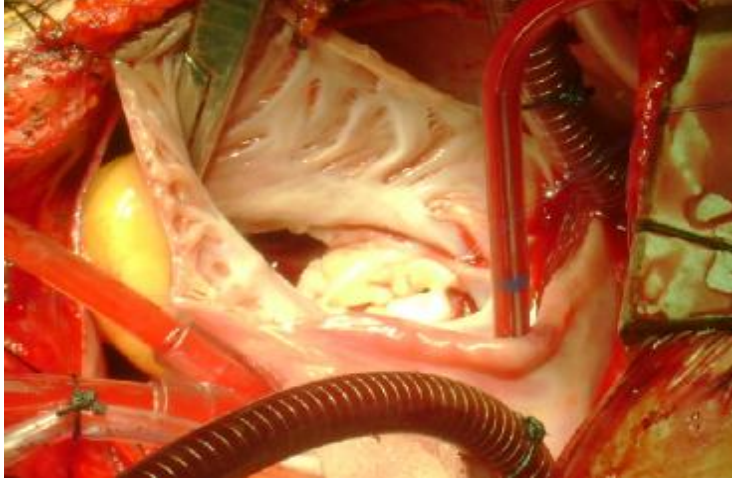
Şekil 26. Komplet AVSD' li bir hastanın ventrikül tarafından yapılan kesme işlemi sonucunda elde ettiğimiz tek AV kapak yapısı izlenmektedir. Resimlerin alt yarısı sol AV kapağa aittir. Mural leaflet en altta izleniyor. Soldaki resimde önde IVS, arkada AV kapaklar mevcut olup IVS' yi digital ortamda silerek elde ettiğimiz sağdaki resimde ise aort çıkışına yakın olan kısımda SBL, karşısında IBL, ve en üstte de sağ AV kapak yapısı izlenmektedir. Hareketli görüntülerde daha iyi anlaşılın 5 yaprakçık yapısı görüntülenmiştir.



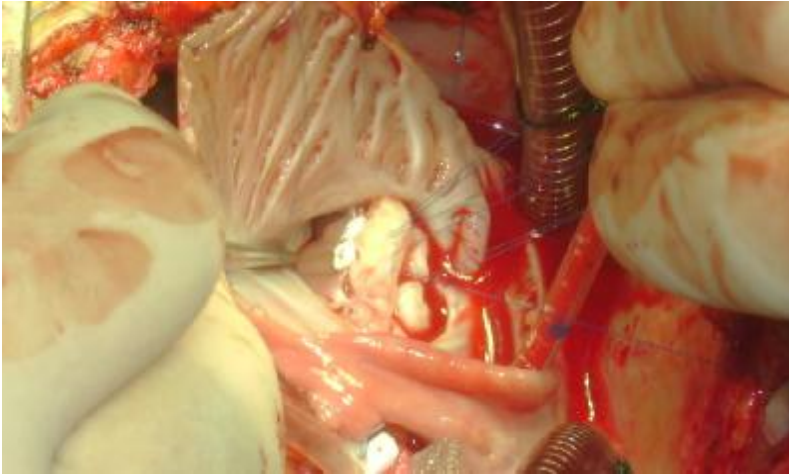
Şekil 27. Parsiyel AVSD' li başka bir hastanın AV kapak 3B-EKO en face görüntüsü. Septuma doğru yönelmiş olan sol AV kapak kleftini görmekteyiz. Bu hastada klefte bağlı 3. Derece sol AV kapak yetmezliği ve sol yapılarda dilatasyon mevcuttu. Sol ventrikülün sağ ventriküle oranla genişliği dikkat çekmektedir.

4.4.2.2 AV kapakçıkların cerrahi görüntüleri.

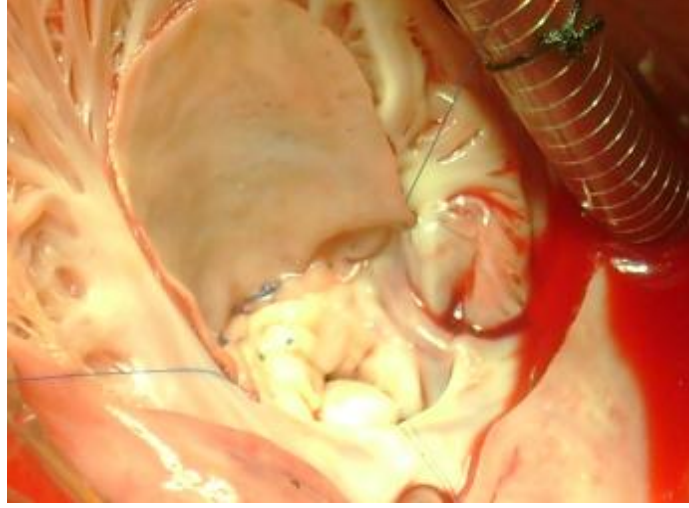
Cerrahi sırasında AV kapakların fotoğrafları çekildi. Görüntü kalitesinin yetersiz olduğu düşünülen hastaların operasyon sırasındaki kalp görüntüleri çizilerek cerraha onaylatıldı.



Resim 1: Parsiyel AVSD' li bir hastanın intraoperatif görüntüleri. Primum ASD ve sol AV kapak görünmektedir. Bridging leafletler birleşmiş. Bu resimde ayrıca bikaval ve aortik kanülasyon ve koroner sinüse konan aspirasyon kateteri izlenmektedir.



Resim 2: Aynı hastanın ventriküler septal defekt onarımı sırasındaki fotoğrafı. Plejitli sütürler IVS' ye oturtulmuş ve sol AV kapak kenarından geçirilmiştir. Bu hastada VSD küçük olduğu için primer olarak kapatılmıştır. Bulgular 3B-EKO ile uyumludur.



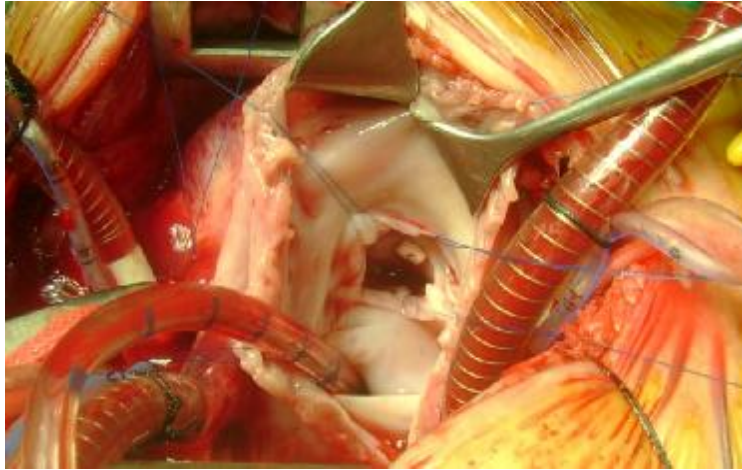
Resim 3: Bu resimde sol AV kapak, septuma oturtulmuş perikard yaması ve primum ASD izlenmektedir. SBL ve İBL bir dil yapısı ile birleşmiş, septuma doğru olan sol AV kapak klefi bir sütün ile birleştirilmiştir. Perikard yaması pürüzsüz kısmı solda kalacak şekilde primum ASD' yi kapatmaya hazır. Mural leaflet küçük izlenmekte, sağ atriumun pectinate kasları görünmektedir.



Resim 4: Komplet AVSD' li bir hastadan alınan intraoperatif fotoğraf. Orta hatta görünen sütünler bridging leafletlerin birleştirilmersi ve sol AV kapak kleftinin tamiri için konmuştur. Perikard yamasının oturtulmadan önceki hali izlenmektedir. Bulgular 3B-EKO ile uyumludur.



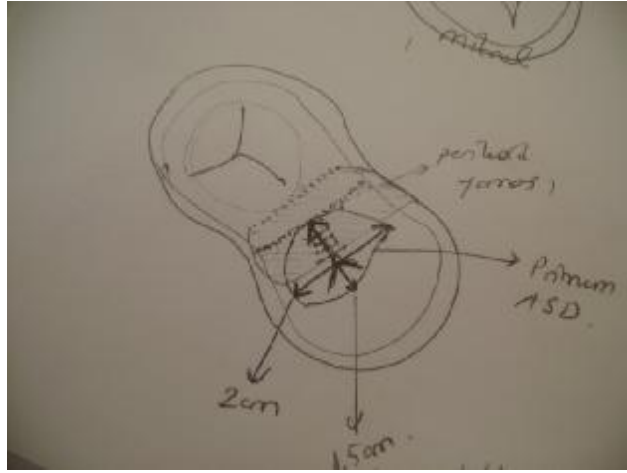
Resim 5: Komplet AVSD'li bir hastada tek AV kapak yapısı izlenmektedir. AV kapaklar açık ve ventrikül boş olduğu için kapakçıklar görünmemektedir. Ventrikülün serum fizyolojik ile doldurulması ile kapakçık sayısı ve kapak yetmezliğinin yeri anlaşılmıştır. Bulgular 3B-EKO ile uyumludur.



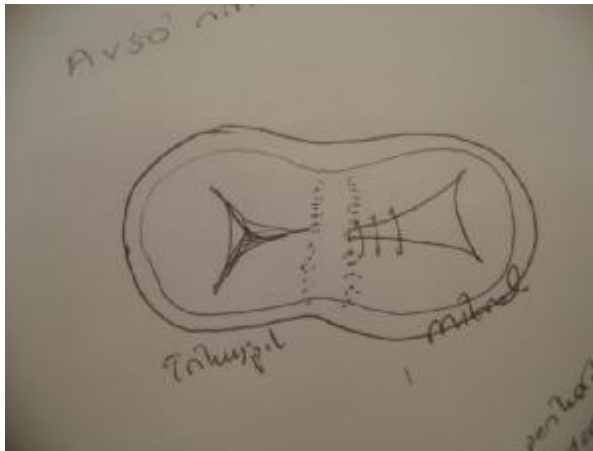
Resim 6: Down sendromlu, komplet AVSD' si olan 6 aylık erkek hastanın, 4 yaprakçıklı tek AV kapak yapısının mevcut olduğu izlenmektedir. Bulgular 3B-EKO ile uyumludur.



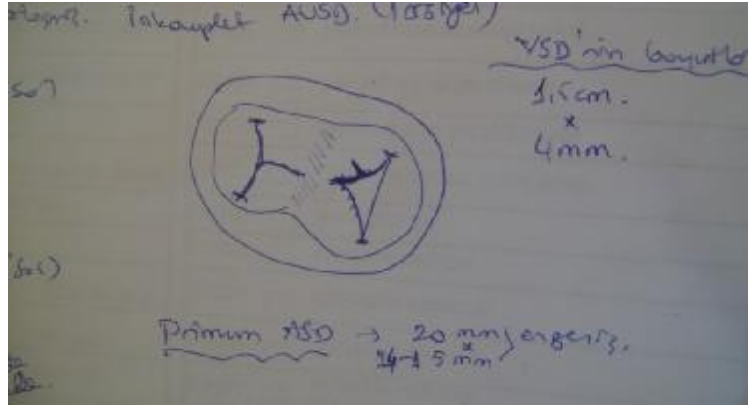
Resim 7: Down sendromlu 6 aylık başka bir hastaya ait 6 yaprakçıklı tek AV kapak yapısı, primum ve sekundum ASD izlenmektedir. Ventriküller serum fizyolojik ile doldurularak görüntü alınmıştır. Bulgular 3B-EKO ile uyumludur.



Resim 8: Fotoğraf kalitesi yetersiz olan bir hastanın intraoperatif AV kapak ve defekt morfolojisini gösteren çizim



Resim 9: Aynı hastaya ait bir başka bir çizim. Bu çizimde hastanın parsiyel AVSD ve sol AV kapak klefti gösterilmiştir.



Resim 10. Parsiyel AVSD' li bir hastanın AV kapak morfolojisi çizilmiştir. Sol AV kapakta kleft haricinde ikinci bir defekt daha mevcuttu. Bulgular 3B-EKO ile uyumludur.

4.5 3B-EKO edinim, çalışma süreleri ve kalp hızının etkisi.

3B-EKO veri edinim zamanı $6,4 \pm 3,06$ (2,2-15) dk, çalışma süresi $19,59 \pm 17,3$ (6-75) dk, işlem sırasında kalp hızı ortalama $117,8 \pm 26,5$ (55-165)/dk, tam hacim veri sayısı ortalama $10,9 \pm 3,83$ (5-21) olarak bulundu (Tablo 15).

Tablo 15. 3B-EKO edinim, çalışma süresi ve etkili faktörler

	Sayı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
3B Çalışma Süresi	27	6	75	19,59	17,33
Edinim zamanı	27	2,2	15	6,45	3,06
Kalp Hızı	27	55	165	117,85	26,5
Data Sayısı	27	5	21	10,96	3,83

3B-EKO edinim, çalışma süresi ve data sayısının kalp hızından etkilenmediği görüldü (Tablo 16). Çalışmaya alınan hastaların ortalama kalp hızı 118/dk bulunduğu için hastalar kalp hızına göre iki gruba ayrıldı. Kalp hızı ≥ 118 /dk ile <118 /dk olan iki grup arasında 3B-EKO veri edinim süresi, görüntüler üzerinde çalışma süresi ve alınan data sayısı arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 16. Kalp hızının 3B-EKO üzerindeki etkisi.

	Kalp Hızı	Hasta Sayısı	Ort.	Standart sapma	p
Çalışma Süresi	>= 118	15	22,33	20,76	>0,05
	< 118	12	16,16	11,77	
Edinim Zamani	>= 118	15	6,94	3,51	>0,05
	< 118	12	5,85	2,4	
Data Sayısı	>= 118	15	10,8	4,29	>0,05
	< 118	12	11,16	3,35	

3B-EKO çalışma sırasının çalışma süresiyle ilişkisine bakıldığında çalışma sırası ilerledikçe sürenin genel olarak kısaldığı görüldü. Spearman'ın korelasyon analizi yönteminde çalışma sırasına göre çalışma süresinin negatif korele olduğu saptandı (r : -0,74, $p < 0,01$).

5. TARTIŞMA

Konjenital kalp hastalığının morfolojik ve hemodinamik değerlendirmesi için kullanılan 2B-EKO yıllarca bu alandaki en önemli tanısal araç olmuştur. Günümüzde de çocuk hastaların preoperatif değerlendirmesinde ilk seçenek olduğu kabul edilmektedir (1, 5, 36).

Fakat 2B-EKO' nun en önemli kısıtlılığı optimal cerrahi görünüm sunamaması, sadece bir tek planda görüntü sağlaması, kardiyak yapılar arasındaki uzaysal ilişkilerin anlaşılabilmesi için bu nedenle bir mental anatomik rekonstrüksiyona sıklıkla ihtiyaç duyulmasıdır. Sağlıklı kalplerde çok kolay olabilen bu mental değerlendirme işlemi kompleks konjenital kalp patolojilerinde çok zor olabilmektedir (37,38). 3B-EKO ile kalp geleneksel planlar haricinde, multiple yeni birçok kesme planı kullanılarak görüntülenebilmektedir. Kalp yapılarının cerrahi görüntüleri sayısal ve yapısal parametreleri bu teknik yardımıyla ortaya konabilmektedir (39-44).

2B-EKO ile AVSD' nin birçok özelliği ortaya konabilmesine karşın 3B-EKO defektlerin morfolojisi, özellikle atriyoventriküler kapakların karşıdan hareketli olarak izlenmesi, kapaktan yetersizlik yerinin tam olarak belirlenmesi ve cerraha gösterilmesi bakımından da önemlidir (1,45). Çünkü bu görüntüler cerrahlar için de hafif bir adaptasyon ile anlaşılabilir imajlardır. Kapaklardan kaçak yerinin çalışan kalpte fizyolojik şartlarda anlaşılması, operasyon sırasında flask haldeki kalbe uygulanan salin testinden elde edilecek hatalı bilginin de önüne geçilmesine yardımcı olacaktır (1).

AVSD' leri değerlendirdiğimiz bu çalışmaya polikliniğimize başvuran hastalar arasından AVSD tanısı alan ve yaşları 2-196 (ortalama 40) ay arasında değişen 27 hasta alındı.

AVSD' li hastaların cinsiyet dağılımının yaklaşık olarak eşit olduğu ya da hafif bir kız cinsiyet eğilimi gösterdiği belirtilmektedir (27). Hasta grubu cinsiyet açısından literatürle benzer bulundu. Hastaların 13'ü erkek, 14'ü kız idi ve erkek / kız oranı 0,92 olarak bulundu.

Down sendromunun AVSD ile ilişkisi iyi bilinmektedir. Down sendromlu hastaların % 40-45' inde bir konjenital kalp hastalığı bulunmaktadır ve bunların %40' ını AVSD

oluşturmaktadır (27). AVSD' li hastaların %70' i de Down sendromludur (11,27). Çalışmamızda hastaların % 48,1' i down sendromlu idi. Literatürden daha az bulunmasının çalışmaya alınan hasta sayısı ile ilişkisi olabileceği düşünüldü ve ayrıca hastanemiz 3. basamak bir hastane olduğu için polikliniğimize başvuran hastaların bir kısmı dış merkezden sevk ile gelmektedir. Bu durumun hastaların homojen dağılımını etkilemiş olması mümkündür.

Van den Bosch ve arkadaşlarının AVSD tanısı ile takip edilen 19 hastayı içeren bir 3B-EKO çalışmasında 9 hasta komplet, 10 hasta parsiyel AVSD olarak tanısı almışken (35) çalışma grubumuzda komplet AVSD 17 hastada, parsiyel AVSD ise 10 hastada mevcuttu.

Cheng ve arkadaşlarının 38 hasta üzerinde yapmış oldukları bir '**gerçek zamanlı**' 3B-EKO çalışmasında 2B-EKO ve cerrahi veriler ile kıyaslamalı olarak septal defektlerin şekil, boyut ve yakın anatomik yapılarla ilişkisi araştırılmış. Yirmi hastanın cerrahi verilerinin elde edildiği bu çalışmada, 3B-EKO ile atriyal septal defektlerin hem sol, hem de sağ taraftan dinamik görüntülerinin elde edildiği, defekt boyutlarının ölçülerek cerrahi ile kıyaslandığı ve 2B-EKO' daki en büyük çap ile cerrahi korelasyonunun, 3B-EKO uzun eksen cerrahi korelasyonuna göre daha zayıf olduğu sonucuna varılmış. Buradan 3B-EKO' nun gerçek defekt çapını daha doğru gösterdiği sonucu çıkarılmış, ayrıca her kardiyak siklusta kardiyak defektin boyutlarında meydana gelen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir (46).

Bizim çalışmamızda '**gerçek zamanlı**' 3B-EKO sadece deneysel amaçla birkaç kez kullanıldı. Kalp atımlarıyla eş zamanlı olarak, istenilen açı ve pozisyonda kırpma yapılarak hedeflenen bölgenin, bilinen eko pencereleri dışında değişik açılardan canlı olarak gösterilebileceği anlaşıldı. Çalışmamızda kardiyak siklus içinde defekt boyutlarında meydana gelen değişim de değerlendirilmek istendi ancak, diyastolde AV kapakların açılması ile birlikte büyük çoğunluğunu komplet AVSD' nin oluşturduğu hasta grubumuzda, primum ASD ve inlet VSD' nin birleşmesi nedeniyle ölçüm yapmada sorunla karşılaşıldı. Bu nedenle ölçümler sadece sistolde AV kapaklar kapalı iken en geniş çapların mevcut olduğu pencereler bulunarak yapılabildi.

Aynı çalışmada canlı 3B-EKO ile büyük septal defektlerin tek bir görüntü dilimi içinde gösterilemediği bu nedenle tam hacim verilerinin kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmiştir(46). Çalışmamızda Cheng ve arkadaşlarının karşılaştığı bu kısıtlama ile biz de karşılaştık. Özellikle de 60x15 derecelik dar açı kapasitesi nedeniyle geniş defektler ve AV kapakların tamamı tek dilime sığmıyor, eksen tamamlama ile görüntü genişletilemiyordu. Bu yüzden anatomik defektleri tam olarak değerlendirmek amacıyla tüm hacimli 3B-EKO veri kümelerinin kullanılması bizce de daha uygun bulundu.

3B-EKO' nun 2B-EKO' ya göre septal defektleri göstermekte daha başarılı olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır.

Suematsu ve arkadaşlarının gerçek zamanlı 3B-EKO' nun ASD boyutlarını göstermedeki yeterliliğini incelemek için yapmış oldukları bir hayvan deneyinde epikardiyal 3B-EKO' yla ölçülen defekt çapının cerrahi ile belirgin korele olduğu belirtilmiştir (47).

Taniguchi ve arkadaşlarının 212 ASD' li hasta içinden multiple ASD içeren 27 hasta üzerinde yapmış olduğu 3B-EKO çalışmasında hastaların % 93' ünde optimal 3B imajların elde edildiği, çift defektli olgularda defektlerin pozisyonel ilişkisini göstermede 3B-EKO' nun 2B-EKO' dan üstün olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmada defektlerin sadece en geniş çap ölçümleri bulunmaktadır (48).

Huang ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir 2B-EKO, 3B-TÖE çalışmasında sekundum ASD' lerin majör ve minör çaplarının olduğu, konvansiyonal transtorasik ya da transözofageal 2B-EKO' nun bu defektleri defekt boyutları açısından tam anlamıyla ortaya koyamadığı, 2B-EKO' da standart transtorasik inceleme dışında yeni bir açıyla bu iki eksenin ölçülebildiği ve 3B-TÖE ölçümleri ile arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı belirtilmiş (49). Piatowski ve arkadaşlarının parsiyel AVSD' li 67 yaşındaki bir erişkin hastayı konu alan olgu sunumunda, 3B-TÖE ile ölçülen primum ASD boyutlarına bakıldığında defektin majör ekseninin minör ekseninden belirgin büyük olduğu anlaşılmaktadır (50).

Bizim de primum ASD' lerimiz 2B-EKO ile görüldüğünden farklı olarak uzun ve kısa eksenlerden oluşmaktaydı. Primum ASD' nin 3B-EKO ile ortaya konan ve 2B-EKO

ile gösterilemeyen bu yeni eksenini (yatay eksen) primum ASD' nin AV kapaklara paralel iki ucu arasındaki uzaklığının oluşturduğu gözlemlendi. Biz bu eksenleri adlandırırken daha anatomik olması için septuma paralel ya da AV kapaklara dik olan eksene dikey, septuma dik ya da AV kapaklara paralel olana ise yatay eksen adını vermeyi uygun bulduk. Literatürdeki çalışma ve olgu sunumlarında belirtilenlere benzer şekilde defektlerin sirküler olmadığını daha çok düzensiz elipsoid yapıda olduğunu gördük. Primum ASD' nin 2B-EKO, 3B-EKO ve cerrahi ile edilen boyutları arasında anlamlı fark olup olmadığını anlamak için Wilcoxon testi uygulandı. Bunun sonucunda dikey veya yatay eksenlerin kendi içinde 2B, 3B, Cerrahi ölçümleri arasındaki farkı anlamsız iken, dikey ve yatay karşılaştırmasında, standart 2B-EKO' da gösterilemeyen yatay eksenlerin, dikey eksenlerden anlamlı olarak büyük olduğu, 3B-EKO' nun, yatay eksenini cerrahi ölçüme yakın olarak gösterebildiği bu nedenle defekt morfolojisini tanımlamada 2B-EKO' dan üstün olduğu görüldü. Literatürde primum ASD' lerde defekt eksenini ile ilgili bu türden bir karşılaştırmaya rastlanmadı.

Saric ve arkadaşlarının atriyal septum ve ASD' leri değerlendirmede 3B-TÖE kullanımını standardize etmek için 706 hasta üzerinde gerçekleştirdikleri geniş bir 3B-TÖE serisinde, primum defektin 2B-EKO ile kolayca tanımlanabilmesi ve sonunda cerrahi tedavi gereksinimi olması nedeniyle, 3B-EKO' nun defekt tanımlamasına çok katkısının olmayacağı, fakat 3B-TÖE' nin primum ASD' yi ovoid şekliyle gösterebilme yeteneğinden dolayı katkısının olabileceği belirtilmiştir (51).

Çalışmamızda primum ASD' ler tüm hastalarda -genelde ovoid şekliyle- sağ atrium tarafından net olarak 'en face' gösterilebildiği için 3B-EKO' nun primum defektlerde katkısı olmadığını iddia eden araştırmacılara katılmıyoruz. Atriyal septumun tamamını karşıdan en face olarak görüntüleyebildiğini test ettiğimiz 3B-EKO' nun 3B-TÖE' den bu hususta en önemli farkının rezolüsyon olabileceğini düşünüyoruz.

Johri ve arkadaşlarının 24 hasta üzerinde yaptıkları 2B-TÖE ve 3B-TÖE karşılaştırmasında 3B-TÖE' nin balon sizing ölçümleri ile korele olduğu, Roberson ve arkadaşlarının 65 hasta üzerinde yaptıkları bir 3B-TÖE çalışmasında 3B-TÖE' nin değişik modları kullanılarak tüm hastalarda 3B-TÖE' nin, atriyal septal defektlerde defekt boyutu şekli, transkateter kapatma için anatomik uygunluk ya da cihaz seçimi için avantajlı yönlerine işaret edilmiştir (52-53).

Her ne kadar 3B-TÖE çalışması yapamamış olsak da çalışma sırasında edindiğimiz 3B-EKO tecrübesine dayanarak 3B-TÖE ile ilgili bu bilgiye katılıyoruz. Özellikle gerçek zamanlı 3B-TÖE veya canlı x-plain modunun girişimsel tedavilerde anjiyografiye alternatif olması mümkün olabilir.

2B-EKO ile inlet septum incelemesinin apikal 4 boşluktan hemen hemen yeterli olduğu düşünülür (11). Bu çalışmadan elde ettiğimiz en önemli deneyimlerden biri de, defekt varlığını saptamada bu kanı doğru olsa bile AVSD' lerdeki gibi AV kapakların altında ve ona paralel seyreden posteriora uzanımlı uzun VSD' ler için 4 boşluk görüntüsünün sadece dikey çap ile ilgili bilgi verdiği, genelde daha büyük olduğu için şantın miktarı üzerinde daha belirleyici olan yatay çapın ise bu pozisyonda gösterilemediğidir. Bu nedenle AVSD' lerde inlet septum incelemesinde tek başına apikal 4 boşluk penceresinden elde edilen bilginin yeterli olmadığını düşünüyoruz.

Lange ve arkadaşlarının 15 AVSD' li hasta üzerinde yapmış oldukları cerrahi karşılaştırmalı 2B-EKO / rekonstrüktif -3B-EKO çalışmasında 2B-EKO' nun ventriküler septal defekt varlığı ve boyutlarını göstermede cerrahi ile uyumunun %67, 3B-EKO' nun ise % 93 olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda inlet VSD' leri değerlendirirken sağ ventrikülün serbest duvarı ortadan kaldırılarak defekti karşıdan görmek mümkün olmuştur. Defektin üç boyutlu şekli 2B-EKO ile karşılaştırıldığında yine yatay ve dikey eksenleri olan ovoidal defekt yapısı dikkat çekiciydi. Anatomik bir tanımlama için primum ASD' de kullandığımız tanımlama sistemi yani AV kapaklara dik olan eksene dikey, paralel olana ise yatay eksen adını vermek uygun bulundu. Defektlerin dikey ve yatay eksen uzunlukları ölçüldü. Üç ölçüm yöntemi önce korelasyon analizi, sonra da yöntemlere göre ölçülen çaplar arasındaki farkın anlamı açısından istatistiksel olarak incelendi. Dikey eksen ölçümleri her üç yöntem arasında iyi korelasyon özelliği göstermesine rağmen, yatay eksenlerin dikey eksenlerle korele olmadığı, istatistiksel olarak anlamlı büyük olduğu saptandı. Literatür araştırmaları sırasında bu türden bir yatay-dikey eksen karşılaştırması ile karşılaşılmadı. Bu çalışma 3B-EKO' da septal defekt değerlendirmesinin, sadece cerrahi ile ne kadar uyumlu olduğunu göstermekle kalmamış aynı zamanda inlet VSD' nin boyutlarının 2B ile tam olarak ölçülemediğini 2B-EKO' da sadece bir eksen ölçümü yapıldığını ve genelde uzun eksene karşılık gelen bu gösterilemeyen eksen bilgisinin standart 2B-EKO incelemesinin eksik bir yanını da ortaya koyduğunu düşündürmüştür.

AVSD' lerde erken pulmoner hipertansiyon gelişimi patogenezi açıklamada bu bulgunun faydalı olacağı düşünüldü.

Van den Bosch ve arkadaşlarının 19 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada sağ ventrikül tarafından serbest duvarın uzaklaştırılması ile RV septumun en face olarak görüntülenebileceği ve bu açının sınırlı kesme planı kullanan 2B-EKO ile elde edilemeyeceğini bildirmişlerdir (35). Gerçekten de septumun bir bütün olarak karşıdan gösterildiği görüntüde ortaya çıkan bu yatay çap, standart 2B-EKO pencereleri ile gösterilememektedir. Bu nedenle septal defektler için 2B-EKO incelemesi kullanan kişilere, 3B-EKO çalışmaları sırasında keşfettiğimiz, septumu karşıdan görmelerine ve inlet VSD' nin posteriora doğru uzantısını daha iyi göstermelerine imkan tanıyacak olan yeni bir 2B kesit pozisyonu tanımladık.

Apikal 4 boşluk görüntüsünde interventriküler septum ekranın tam ortasına dik gelecek şekilde görüntü ayarlandıktan sonra probun göğüs duvarıyla açısı değiştirilmeden 90 derece rotasyon yapılması sayesinde ultrason dalgalarının interventriküler septuma tam olarak paralel düşmesi sağlanır. Böylece septum bir bütün olarak karşıdan görüntülenebilir. Rotasyon yönüne göre septuma sağ veya sol taraftan bakıyormuşçasına görüntü elde edilebilir. Probun işareti saat yönünün tersine çevrilirse sol ventrikül tarafından, saat yönünde çevrilirse sağ ventriküler taraftan inlet defekt görüntüsü edinilmektedir. Biz bu açıyı kullanarak ventriküler septumu 2B-EKO ile karşıdan görüntüleyebildik. Standart 2B-EKO incelemesinde böyle bir pencerenin tarifi bulunmamaktadır. Ayrıca çalışmamızda tüm hastalarda, sağ ventrikül tarafından serbest kesme planı veya Qlab içindeki MPR (multiplanar reformatted) modu kullanılarak, VSD' nin karşıdan 'en face' ve 'cerrahi' görüntüleri elde edilebilmiştir.

Seliem ve arkadaşlarının 41 AVSD' li hastanın AV kapaklarının morfolojik ve fonksiyonel açılardan daha ayrıntılı incelemesini elde etmek üzere yapmış oldukları bir gerçek zamanlı 3B-EKO çalışmasında, standart 2B-EKO' nun konjenital kalp hastalıklarının tanısında güvenle kullanılsa bile AV kapak morfolojisi ve regürjitasyon mekanizmasını açıklamakta yetersiz kaldığı belirtilmiş, 3B-EKO ile AV kapak incelemesinin 2B-EKO' dan üstün olduğu sonucuna varılmıştır (54).

Miller ve arkadaşlarının daha önce parsiyel AVSD nedeniyle tam düzeltme operasyonu yapılan fakat, sonrasında AV kapaklardan yetersizlik nedeniyle reoperasyon bekleyen iki erişkin hastayı sundukları bir yayında, 3B-TÖE' nin sol AV kapak yetersizliği ve sol ventrikül sağ atrium ilişkisini göstermedeki yeteneğine vurgu yapılarak, AV kapakların görüntülenmesinde 3B-EKO' nun 2B-EKO' dan üstün olduğu kanısı paylaşılmıştır (55). Benzer şekilde Van den Bosch ve arkadaşları daha önce operasyon geçiren 20 hastanın alındığı 3B-EKO / AV kapak yetersizliği çalışmasında kalp defektlerinin karşıdan 'en face' veya cerrahın gördüğü şekilde 'cerrahi' gösteriminin mümkün olduğu, 3B-EKO' nun AV kapak morfolojisi ve ilişkili kalp yapıları hakkında ek ve kullanışlı bilgiler verdiği ifade edilmiştir (56).

Bizim çalışmamızda AV kapaklar hem atrial hem de ventriküler taraftan net olarak gösterildi. AV kapakların 'en face' ve cerrahi görüntüleri elde edilebildi. AV kapakların morfolojisi, kapakçık sayısı, kommissüral ve koaptasyona ait anomalilerin görüntülenebileceği anlaşıldı. Bir hastada 2B-EKO ile görülemeyen ancak renkli Doppler incelemede küçük bir sol AV kapak kaçağının aslında sol AV kapaktaki defekt haricinde mevcut olan ikinci bir kleftten olduğu, 3B-EKO sayesinde gösterildi. Bu görüntü 2B-EKO ile elde edilememişti. AV kapak incelemesinde 3B-EKO' nun 2B-EKO' dan daha üstün olduğu konusunda literatürde belirtilen sonuçlara katılıyoruz.

Çalışmamızda AVSD tipinin belirlenmesinde AV kapak morfolojisi ve süperior bridging yaprakçığın ventriküler septum ve sağ ventrikülle olan ilişkisi kullanıldığından 2B-EKO, 3B-EKO ve cerrahi bulgular eşliğinde tiplendirme korelasyonlarına bakıldı. AVSD tipinin bir hastada 2B-EKO ile komplet olduğu sanılmasına rağmen 3B-EKO ve cerrahi bulgulara göre parsiyel olduğu anlaşıldı. Yine bu nedenle bir hastada Rastelli sınıflamasında 2B-EKO' dan farklılık olduğu izlendi. Ayrıca 3B-EKO' nun cerrahi ile korelasyon katsayısının daha büyük olması tiplendirme ve AV kapak incelemesinde 3B-EKO' nun daha iyi olduğunu bir kez daha düşündürdü.

Cerrahi olarak defektlerin uygun şekilde kapatılabilmesi ve kapağın tam fonksiyon gösteren iki ayrı kapak yapısına dönüştürülebilme potansiyelini ortaya koyması açısından, AV kapağın ve defektlerin anatomik detaylarının ayrıntılı ve tam olarak gösterilmesi oldukça önem taşımaktadır. AV kapak anatomisi, kapakçık sayı ve boyutlarıyla ilişkili olarak oldukça değişkendir, en sık 5 kapakçık olmakla birlikte bazen 4 ya da 6 kapakçıklı

olabileceği belirtilmiştir (57,58). Çalışmamızda en sık 5 AV kapakçık olmak üzere hastalarımızda 4 ve 6 kapakçıklı AV valv de izlendi. Parsiyel AVSD olduğu tespit edilen bir hasta hariç 2B-EKO, 3B-EKO kapak sayıları aynı bulundu. 3B-EKO bulgularının cerrahi ile aynı olduğu izlendi.

Bharucha ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada 29 hastanın AV kapakları fonksiyonel morfoloji açısından incelenmiş. Postoperatif regürjitasyonun AV kapaklarla kalp krus' u arasındaki açının <59derece olduğu hastalarda daha fazla olduğunu öne sürmüşlerdir. Çalışmamızda esas olarak morfoloji ve septal defekt boyutları ön planda bulunduğu için açı ölçümleri yapılmamıştır (59).

Van den Bosch ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 3B görüntü alma zamanı ortalama 12 ± 3 dk, işleme zamanı 22 ± 8 dk bulunmuş, geçmişte kullanılan 3B-EKO ekipmanı ile karşılaştırıldığında yeni jenerasyon cihazların yeterli kalitede imaj, kısa edinim zamanı ve rekonstrüksiyon zamanı sunduğu belirtilmiş, böylece 3B-EKO' nun kolay uygulanabilen, doğru tanı koymaya uygun ve çocuklarda günlük pratikte kullanılacak bir tanısal araç olduğu öne sürülmüştür (35). Bizim 3B-EKO veri edinim zamanımız $6,4 \pm 3,06$ (2,2-15) dk, çalışma süremiz $19,59 \pm 17,3$ (6-75) dk olarak bulundu. Çalışma süresinin bazı olgularda 6 dk' ya kadar düştüğü görüldü. Çalışma sırasının çalışma süresiyle ilişkisine bakıldığında genel olarak sıra arttıkça sürenin kısaldığı görüldü. Öğrenme süreci sonrasında 3B-EKO' nun özel olgularda günlük pratikte yer alabileceği görüşüne katılıyoruz.

Diğer avantajları: Van den Bosch ve arkadaşları 3B-EKO' nun en büyük avantajlarından birinin de hastanın gelmesine gerek olmadan kalp muayenesinin farklı zamanlarda tekrarlanabilmesi olduğundan bahsetmişlerdir (35). Tam hacim 3B-EKO verileri gerçekten de istenildiği zaman cihaz üzerinde istendiği kadar incelenebilmektedir. Çalışmamızda bu veri kümeleri farklı amaçlarla tekrar incelenebildi.

3B-EKO ile sadece gain ayarları değiştirilerek daha derindeki yapılar başka bir müdahaleye gerek olmadan görüntülenebildiğini gördük. Anatomik oryantasyonun sağlanmasında faydalı olabileceğini düşünüyoruz.

Kısıtlılıkları: Van den Bosch ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, bir üç boyut rekonstrüksiyonunda en iyi uzaysal rezolüsyon ayarlarını elde etmek için incelenecek bölgenin ultrason tarama sektörünün ortasına getirilmesi gereksinimi var denmiştir (35). Çalışmamızda da periferik alan rezolüsyonunun daha düşük olması nedeniyle incelenecek alanın, ultrason dalgalarının merkezine alınması gereksinimi bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Ancak bazen X-Res modunun kullanılması ile hafif iyileştirmeler yapılabildiği de görülmüştür.

Kutty ve arkadaşlarının çalışmasında 3B-EKO' da atriyal septum ince olduğu için drop out sorunundan bahsedilmiş ve görüntü kalitesinin iyi olmadığına, defektlerin doğru tanımlanmasında renkli Doppler desteğinin faydalı olduğuna değinilmiştir (1). Bazı açılardan bu deneyimlere katılıyoruz. Gerçekten de serbest kesme planı kullanarak sağ atrium tarafından yapılan septum yaklaşımları sırasında ince atriyal septum, kesme planının açısına bağlı olarak silinebilir ve yanlışlıkla ASD olarak algılanabilir. Ya da bazen 2B-EKO' da ancak renkli Doppler ile varlığından emin olunabilen küçük ASD' lerin mevcudiyeti kırpma işlemi sırasında renkli Doppler kullanmadığımız için görüntülenemeyebilir. Çalışmada buna benzer sorunlarla karşılaşıldı. Çalışmamız tam hacimli veri kümelerinden oluştuğu ve bu verilere renkli Doppler sonradan eklenemediği için ince atriyal septum ve küçük ASD' lerin neden olduğu buna benzer sorunların azaltılması için renkli Doppler desteğinden faydalanamadık, ancak morfolojik inceleme, daha kolay fakat renksiz olan MPR modunda yapılabildi. Böylece kesme planı ince de olsa septumun tam ortasından geçirilebildi.

Her ne kadar aynı seviyede de olsa AV kapakları serbest bir kesit düzlemi kullanarak göstermek beklenenden daha uğraştırıcı bulundu. Özellikle atrium tarafından yapılan kesitlemelerde AV kapakların koaptasyon bölgesinin fibröz annuluslara dikey uzaklığının arttığı küçük inlet VSD' li hastalarda (konik ya da gergin AV kapak da diyebiliriz) annulus düzeyinden geçirilen kesme düzlemi koaptasyon bölgesini göstermede yetersiz kalmıştır. Sistem kazancını değiştirme ya da X-Res özelliğinin kullanımı ile yeterli iyileştirme yapılamamış bunun yerine düzlem ilerletilmiştir. Bu durum ventrikül tarafından geçen kesitlerde sorun olmamıştır. Literatürde bu soruna değinen yayınlar bulunmaktadır (1).

Van den Bosch ve arkadaşları canlı 3B-EKO' yu sadece oryantasyon ve görüntü kümesini almak için en iyi prob pozisyonunu belirlemek için kullanmışlar çünkü dar sektör açısı 60x15 derece ile istenen bölgenin tamamının görüntülenmesi mümkün olmamıştır (35). Aynı sorunla çalışmamızda da karşılaşıldı. Eksen tamamlama işlemi ile canlı 3B-EKO' da yeterli genişlikte görüntü sağlanamamaktadır.

Yine aynı araştırmacılar nefes tutamama veya işlem sırasında sedasyon gereksinimi olmasının 3B-EKO' nun klinikte uygulanmasını sınırlamakta olduğu görüşünü öne sürmektedir (35). Çalışma grubunda görüntü elde etmede sedasyon veya nefes tutma yöntemine başvurulmadı. Hiçbir hasta görüntü kalitesinin yetersizliği nedeniyle çalışmadan çıkarılmadı ancak daha iyi görüntü kalitesine ihtiyaç olduğu, görüntü kalitesini negatif etkilemede solunum artefaktları kadar probun pixel sayısı olarak da adlandırabileceğimiz aktif piezoelektrik element sayısının yetersizliğinin de rolü olduğu düşünüldü.

De Castro ve arkadaşlarının çalışmasında bir diğer kısıtlılık olarak yüksek kalp hızlarının görüntü kalitesini düşürdüğü yönünde bilgiler bulunmaktadır (36). Çalışma grubumuzda kalp hızına göre hasta grubu ikiye ayrılmış ve ortalamanın altındaki kalp hızlarına sahip hastalarla ortalamanın üstündeki kalp hızına sahip hastalar arasında veri edinim ve çalışma süreleri ve data sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Hastaların hiçbirinin yetersiz görüntü kalitesi nedeniyle çalışmadan çıkarılmamış olması da kalp hızının bizim cihazımızda görüntü kalitesini etkilemediğini desteklemektedir.

Simpson' ın yüksek frekanslı matriks transduserler ve görüntü elde etmede devam eden güçlükler konulu yayınında, volumetrik data ediniminin halen ardı ardına birkaç kardiyak siklstan alınan görüntülerin birleştirilmesi ile yapıldığı ve hareket ve solunum artefaktlarının problemin temel nedeni olduğu belirtilmiştir. Tek kardiyak siklsta tüm kalbin 3B verisini almanın bu türden artefaktları önlemede faydalı olacağı belirtilmiştir (60). Gerçekten de EKG kılavuzluğuna rağmen stitch artefaktı çalışmalarda sorun oluşturmaktadır. Çalışmamızda özellikle AV kapak incelemesinde, subkostal kesitlerde bu artefaktın daha az sorun oluşturduğu izlendi.

Öneriler: Kutty ve arkadaşlarının literatür taraması şeklindeki yayınında leafletler, kleft ve kommissürlerin gösterilmesi için seçilecek en iyi 3B-EKO ham verisi edinim penceresinin apikal 4 boşluk olduğu belirtilmiştir (1). Biz de bu çalışmada apikal 4 boşluk penceresinden alınan 3B-EKO tüm hacim verilerinden oldukça faydalandık. Ancak çalışmamızda stitch artefaktı olmaması nedeniyle AV kapak değerlendirmesinde subkostal veriler bizce daha faydalıydı. Septal defektlerin gösterilmesinde ise 4 boşluk verileri daha kullanışlı bulundu. Özellikle atriyal ve ventriküler septumun aynı anda tek bir kesme planı ile paralel olarak kesilmesi ve her iki defektin aynı anda gerek hareketli gerek de hareketsiz olarak incelenmesine olanak sağlaması nedeniyle bu pencereyi çok kullanışlı bulduğumuzu belirtmek istiyoruz. Q-Lab programı ile bu açıdan alınan ham veri iki küçük kesit düzleminin hareketiyle üsttekilere ek olarak aynı zamanda AV kapakları, kapakçık sayısını koaptasyon bölgesini tam ve hızlı olarak değerlendirmeye imkan tanımıştır. Kalbin ham tam volüm görüntüsünün bizim cihazımız gibi birkaç farklı kardiyak siklustan EKG rehberliğinde edinildiği cihazlara sahip olan kullanıcılar için önemli olabilecek bir ayrıntı daha fark edilmiştir. Eğer apikal 4 boşluk penceresinden septum mümkün olduğunca ekrana dik olacak şekilde 3B-EKO imajları elde ediliyorsa, AV kapakların imajları mutlaka en az iki siklus aralığında alınabildiğinden stitch artefaktı kapağın ortasına geliyor. Bu durumu önlemek için birkaç yol denenebilir. Birincisi AV kapakları bir siklusta alınan kalp verisi içine dahil etmek (subkostal yaklaşımla AV kapaklar, eğim nedeniyle, tam volüm edinimi sırasında alınan 4 sikluluk kalp verisinin bir siklusuna sığdırılabilir), ikinci olarak sedasyon veya nefes tutma ile veri artefaktını sınırlamak denenebilir.

Kutty ve arkadaşlarının çalışmasında AV kapakları değerlendirmede ventriküler taraftan yapılan kırpma işlemleri ile AV kapağın görüntülerinin daha iyi gösterildiği, kapaklarda prolaps veya gerilme olduğundan koaptasyon yerinin atriyal taraftan görülmesinin zor olduğu belirtilmiştir (1). Biz de bu çalışmada ventriküler taraf görüntülerini atriyal taraf görüntülerine göre daha net gösterdiğimizi gördük.

Ortogonal planlarla AV kapak değerlendirmesi yapılacaksa mümkünse AV kapaklar horizontal plana paralel olacak şekilde görüntü alınmalıdır. Bu pozisyonda septum dikey eksene paralel olduğunda serbest kesme düzlemi yerine sadece bir ortogonal planın hareketiyle hem primum ASD, hem de inlet VSD derinlik algısının olduğu renkli haritalama yöntemi ile görüntülenebilir. Bu tercih 3B-EKO çalışma zamanını serbest

planla sarfedilene göre azaltabilir. Literatürde buna benzer bir tavsiye ile karşılaşılmamıştır.

Hızlı bir 3B-EKO değerlendirmesi yapılmak isteniyorsa serbest plan yerine ortogonal planlar veya Q-Lab' ın MPR modunu öneriyoruz. Özellikle MPR modunda değerlendirilecek kalp kısmının seçimi, planların hızlı ve doğru kaydırılması, imaj oryantasyonu sorununun olmaması, hareket kaynaklı artefaktların daha az olması ve görüntü rezolüsyonu düşük hastalarda bile AV kapakları ve septal defektleri incelemeye izin vermesi, kolay uygulanması, zaman kazancı gibi avantajlar gözlemlenmiştir. Literatüre bakıldığında bu mod ile elde ettiğimiz sonuçların Bharucha ve arkadaşları tarafından da gözlemlendiğini gördük (61).

SBL' nin bulunmasında zorluk gibi imaj oryantasyonundan kaynaklanan sorunlar zaman alıcı olabilmektedir. AV kapak kesitlerinin aorta yakın kısmı anterior bölgeyi gösterdiği için re-oryantasyon sağlamada aort kullanılabilir.

Görüntü elde etme aşamasında kalp verisi çok küçük alınmamalı. Gain fazla olmamalıdır. Çünkü daha sonra inceleme aşamasında gaini azaltma çabaları ile gerekli yapılar silinebiliyor. Ortogonal akslar kullanılarak yapılan dilimleme işlemi, standart aralıklarla yapıldığı için küçük görüntülerde iki dilim arasında kalan kalp görüntüsü miktarının fazlalığı dezavantaj oluşturmaktadır. Yine literatürde bu şekilde bir tecrübe paylaşımına rastlanmamıştır.

6. SONUÇLAR

1. AVSD tiplendirmesi için yapılan korelasyon analizinde 3B-EKO' nun cerrahi ile korelasyonu 2B-EKO' dan üstün bulundu.
2. Primum ASD ve inlet VSD' nin 2B-EKO' da görülenden çok farklı olduğu, her iki defektin de posteriora uzantısının standart 2B-EKO ile gösterilemediği ve düşünülenden belirgin olarak büyük olduğu gösterildi.
3. AV kapakçıkların hem atriyal ('en face' ve 'cerrahi'), hem de ventriküler kısımdan ('en face') görüntülenmesinin mümkün olduğu görüldü. Tüm hastalarda AV kapakçık morfolojisi komplet- parsiyel ayrımı, SBL yapışma yeri, kapağın kapanma mekanizması 3B-EKO ile gösterildi.
4. AV kapak görüntüleri subkostalden olduğu kadar transtorasik olarak alınan tam hacimli veri setinin işlenmesiyle de elde edilebildi. Ancak subkostal edinilen veri göğüs duvarı artefaktı içermemesi nedeniyle daha iyi bir rezolüsyona sahipti.
5. Özellikle atrium tarafından yapılan kesitlemelerde annulus düzeyinden geçirilen kesme düzleminin, koaptasyon bölgesini göstermede yetersiz kaldığı, bu durumun ventrikül tarafından geçen kesitlerde sorun oluşturmadığı izlendi.
6. Hızlı görüntülerde koaptasyon bölgesi, yavaş görüntülerde ise kordal yapıların yapışma yeri daha net izlendi.
7. 3B-EKO veri edinim zamanı $6,4 \pm 3,06$ (2,2-15) dk, çalışma süresi $19,59 \pm 17,3$ (6-75) dk olarak bulundu. Çalışma süresinin son hastalarda 6 dk' ya kadar düştüğü, bu zamanın günlük pratikte 3B-EKO değerlendirmesini mümkün kılacak uygunlukta olduğu bulundu.
8. 3B-EKO edinim, çalışma süresi ve data sayısının kalp hızından etkilenmediği görüldü.
9. 3B-EKO çalışma sırasının çalışma süresiyle ilişkisine bakıldığında çalışma sırası ilerledikçe sürenin genel olarak kısaldığı görüldü. Çalışma sırasına göre çalışma süresinin negatif korele olduğu saptandı ($r: -0,74, p<0,01$). Bu durum bir öğrenme sürecinin olduğunu gösterdi.
10. Canlı 3B-EKO' nun çalışmamız açısından kısıtlılıkları olduğu görüldü. 60x15 derecelik dar açı kapasitesi nedeniyle AV kapakların tamamı kırpma sonrası görüntülenemiyordu.

- 11.** 3B-EKO çalışmaları sırasında keşfettiğimiz, septumu ve inlet VSD' nin posteriora doğru uzantısını daha iyi göstermelerine imkan tanıyacak olan yeni bir 2B kesit pozisyonu tanımlandı.
- 12.** 3B-EKO ile sadece gain ayarları değiştirilerek daha derindeki yapıların başka bir müdahaleye gerek olmadan görüntülenebildiği görüldü.
- 13.** AV kapak değerlendirmesinde stitch artefaktının daha az olması nedeniyle subkostal veriler bizce daha faydalıydı. Septal defektlerin gösterilmesinde ise 4 boşluk verileri daha kullanışlı bulundu.
- 14.** Hızlı bir 3B-EKO değerlendirmesi için serbest plan yerine Q-Lab' ın MPR modunu öneriyoruz. MPR modunda imaj oryantasyonu sorununun olmaması, hareket kaynaklı artefaktların daha az olması ve görüntü rezolüsyonu düşük hastalarda bile AV kapakları ve septal defektleri incelemeye izin vermesi, kolay uygulanması, zaman kazancı gibi avantajlar gözlemlendi.
- 15.** SBL' nin bulunmasında zorluk gibi imaj oryantasyonundan kaynaklanan sorunlar zaman alıcı olabilmektedir. AV kapak kesitlerinin aorta yakın kısmı anterior bölgeyi gösterdiği için re-oryantasyon sağlamada aortun kullanılabileceği anlaşıldı.
- 16.** Görüntü elde etme aşamasında kalp verisi çok küçük alınmamalı, gain fazla olmamalıdır. Bu durum görüntüyü işlemede sorun oluşturmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- 1.** Kutty S, Smallhorn JF. Evaluation of atrioventricular septal defects by three dimensional echocardiography: Benefits of navigating the third dimension. *J Am Soc Echocardiogr* 2012; 25(9): 932-44
- 2.** Smallhorn JF. Cross sectional echocardiographic assessment of atrioventricular septal defect: basic morphology and preoperative risk factors. *Echocardiography* 2001; 18: 415-32
- 3.** Kirkpatrick JN, Lang RM. Surgical echocardiography of heart valves: a primer for the cardiovascular surgeon. *Semin Thoracic Surg* 2010; 22(3): e1-200. e22
- 4.** Klejin SA, Kamp O. Clinical application of three-dimensional echocardiography: past, present and future. *Neth Heart J* 2009; 17(1): 18-24.
- 5.** Lang RM, Mor-Avi V, Sugeng L, Nieman PS, et al. Three dimensional echocardiography: Benefits of additional dimension. *J Am Col Card* 2006; 48: 2053-69
- 6.** Del Pasqua A, Sanders SP, de Zorzi A, Toscano A, et al. Impact of three-dimensional echocardiography in complex congenital heart defect cases: the surgical view. *Pediatr Cardiol* 2009; 30(3): 293-300
- 7.** Franke A, Kuhl HP. Second-generation real-time three-dimensional echocardiography. Finally on its way into clinical cardiology? *Z Kardiol* 2004; 93: 56-64.
- 8.** Correale M, Ieva R, Di Biase M. Real-time three dimensional echocardiography: An update. *Eur J Int Med* 2008; 19: 241-48
- 9.** Acar P, Saliba Z, Bonhoeffer P, Aggoun Y, et al. Influence of atrial septal defect anatomy in patient selection and assesment of closure with the cardioseal device: a three-dimensional transoesophageal echocardiographic reconstruction. *Eur Heart J* 2000; 21: 573-581

10. Van den Bosch AE, Robbers-Visser D, Krenning BJ, Voormolen MM, et al. Real time transthoracic three dimensional echocardiographic assesment of left ventricular volume and ejection fraction in congenital heart disease. J Am Soc Echocardiogr 2006; 19: 1-6
11. Özbarlas N, Kızıldaş A. Sol-sağ şantlı lezyonlar. In: Özbarlas N (çev. ed.). Pediyatrik Kardiyoloji 5. Baskı Nobel Tıp Kitabevi, Adana, 2009, S181-89
12. Takahashi K, Mackie AS, Rebeyka IM, Ross DB, et al. Two-dimensional versus transthoracic real-time three-dimensional echocardiography in the evaluation of the mechanisms and sites of atrioventricular valve regurgitation in a congenital heart disease population. J Am Soc Echocardiogr 2010; 23(7): 726-34
13. Saylam GS. Kardiyovasküler sistemin değerlendirilmesi. In: Hasanoğlu E, Düşünsel R, Bideci A (eds). Türkiye Milli Pediatri Derneği Temel Pediatri. Güneş Tıp Kitabevleri Ltd. Şti. İzmir 2010; 678-696
14. Dinçer İ, Şahinarslan A. Ekokardiyografinin Hikayesi, Fizik ve Enstrumantasyon. In: Erol Ç(çev.ed). Feigenbaum Ekokardiyografi. 7. Baskı. Güneş Tıp Kitabevleri Ltd. Şti. Ankara, 2011; 1-37
15. Simpson JM, Miller O. Three-dimensional echocardiography in congenital heart disease. Arch Cardiovasc Dis 2011; 104(1): 45-56
16. Karadaş U. Ventriküler Septal Defektlerde Üç Boyutlu Ekokardiyografik Değerlendirmenin Yeri. Yan Dal Uzmanlık Tezi. DEÜTF İzmir, 2011
17. Karakuş G, Değirmencioğlu A. Tarihçe. In: Karakuş G, Değirmencioğlu A, Eren M (çev.ed.). Canlı / Eş Zamanlı 3D Ekokardiyografi. 1. Baskı. İstanbul Tıp Kitabevi. İstanbul, 2012, 1-22
18. Ghosh A, Nanda NC, Maurer G. Three-dimensional reconstruction of echocardiographic images using the rotation method. Ultrasound Med Biol 1982; 8: 655-61
19. Raqueno R, Ghosh A, Nanda NC, Schott J, et al. Four dimensional reconstruction of two-dimensional echocardiographic images. Echocardiography 1989; 6: 323-37

20. Hlavacek AM, Baker GH, Shirali GS. Innovation in three-dimensional echocardiography and cardiac computed tomographic angiography. *Cardiol Young* 2009;(19) 2:35-42
21. Von Ramm OT, Smith SW. Real time volumetric ultrasound imaging system. *J Digit Imaging* 1990; 3: 261-6
22. Kisslo J, Firek B, Ota T, Kang DH, et al. Real-time volumetric echocardiography: the technology and the possibilities. *Echocardiography* 2000; 17(8): 773-9
23. Wang XF, Deng YB, Nanda NC, Deng J, et al. Live three-dimensional echocardiography: imaging principles and clinical application. *Echocardiography* 2003; 20(7): 593-604
24. Nanda NC, Kisslo J, Lang R, Pandian N, et al. Examination protocol for three-dimensional echocardiography. *Echocardiography* 2004; 21: 763-8
25. Ebels T, Elzenga N, Anderson RH. Atrioventricular septal defects. In: Anderson RH, Baker EJ, Penny D, Redington AN, Rigby ML, (eds). *Paediatric Cardiology*, 3rd ed. Churchill-Livingstone-Elsevier. Philadelphia, 2010, 553-91
26. Becker AE, Anderson RH. Atrioventricular septal defects: what's in a name? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1982; 83: 461-469
27. Cetta F, Minich LL, Edwards WD, Dearani JA, et al. Atrioventricular Septal Defects. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF. *Moss and Adams. Heart Disease in Infants, children, and Adolescents.* 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, 2008; 646-67
28. Roelandt J, Salustri A, Mumm B, Vietter W. Precordial three-dimensional echocardiography with a rotational imaging probe: methods and initial clinical experience. *Echocardiography* 1995; 12: 243-52
29. Hlavacek AM, Crawford FA, Chessa KS, Shirali GS. Real-time three dimensional echocardiography is useful in the evaluation of patients with atrioventricular septal defects. *Echocardiography* 2006; 23(3): 225-31

30. Lange A, Palka P, Burstow DJ, Godman MJ. Three-dimensional echocardiography: historical development and current applications. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14: 403-12
31. Atz AM, Hawkins JA, Lu M, Cohen MS, et al. Surgical management of complete atrioventricular septal defect: associations with surgical technique, age, and trisomy 21. *J thorac Cardiovasc Surg* 2011; 141: 1371-9
32. Vohra HA, Chia AX, Yuen HM, Vettukattil JJ, et al. Primary biventricular repair of atrioventricular septal defects: an analysis of reoperations. *Ann Thorac Surg* 2010; 90: 830-7
33. Minich LL, Atz AM, Colan SD, Sleeper LA, et al. Partial and transitional atrioventricular septal defect outcomes. *Ann Thorac Surg* 2010; 89: 530-6
34. Shuhaiber JH, Ho SY, Rigby M, Sethia B. Current options and outcomes for the management of atrioventricular septal defect. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 35: 891-900
35. van den Bosch AE, Harkel DJT, McGhie JS, Ross-Hesselink JW, et al. Surgical validation of real-time transthoracic 3D echocardiographic assesment of atrioventricular septal defects. *Int J Card* 2006; 112: 213-18
36. De Castro S, Caselli S, Papetti F, Ventriglia F, et al. Feasibility and clinical impact of live three-dimensional echocardiography in the management of congenital heart disease. *Echocardiography* 2006; 23(7): 553-61
37. Shirali G. Three dimensional echocardiography in congenital heart defects. *Ann Pediatr Card* 2008; 1(1): 8-17
38. Lopez L. Advances in echocardiography. *Curr Opin Pediatr* 2009; 21: 579-84
39. Shiota T. 3D echocardiography: the present and the future. *Journal of Cardiology* 2008; 52: 169-85
40. Marx GR, Sherwood MC. Three-dimensional echocardiography in congenital heart disease: A continuum of unfilled promises? No. A presently clinically applicable technology with an important future? Yes. *Pediatr Cardiol* 2002; 23: 266–285

41. Takuma S, Ota T, Muro T, Hozumi T, et al. Assessment of left ventricular function by real-time 3-dimensional echocardiography compared with conventional noninvasive methods. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14: 275–284
42. Wang XF, Deng YB, Nanda NC, Deng J, et al. Live three-dimensional echocardiography: Imaging principles and clinical application. *Echocardiography* 2003; 20: 593–604
43. Sugeng L, Weinert L, Thiele K, Lang RM, et al: Real-time three-dimensional echocardiography using a novel matrix array transducer. *Echocardiography* 2003; 20: 623–635
44. Chan KL, Liu X, Ascah KJ, Beauchesne LM, et al: Comparison of real-time 3-dimensional echocardiography with conventional 2-dimensional echocardiography in the assessment of structural heart disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17(9): 976–980
45. Chen GZ, Huang GY, Tao ZY, Liu XQ, et al. Value of real-time 3-dimensional echocardiography sectional diagnosis in complex congenital heart disease evaluated by receiver operating characteristic analysis. *J Am Soc Echocardiogr* 2008; 21(5): 458-63
46. Cheng TO, Xie MX, Wang XF, Wang Y, et al. Real-time 3-dimensional echocardiography in assessing atrial and ventricular septal defects: an echocardiographic-surgical correlative study. *Am Heart J* 2004; 148(6): 1091-5
47. Suematsu Y, Takamoto S, Kaneko Y, Ohtsuka T, et al. Beating atrial septal defect closure monitored by epicardial real-time three-dimensional echocardiography without cardiopulmonary bypass. *Circulation* 2003; 107: 785-90
48. Taniguchi M, Akagi T, Kijima Y, Sano S. Clinical advantage of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography for transcatheter closure of multiple atrial septal defects. *Int J Cardiovasc Imaging* 2013; 29(6): 1273-80
49. Huang X, Shen J, Huang Y, Zheng Z, et al. En face view of atrial septal defect by two-dimensional transthoracic echocardiography: comparison to real-time three-dimensional transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23(7): 714-21

50. Piatowski R, Budaj-Fidecka A, Scislo P, Kochanowski J, et al. Transesophageal real time three-dimensional echocardiography in assesment of partial atrioventricular septal defect. *Echocardiograph* 2009; 26(9): 1092-94
51. Saric M, Perk G, Purgess J.R, Kronzon I. Imaging atrial septal defects by real-time three-dimensional transesophageal echocardiography: step-by-step approach. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23: 1128-1135
52. Johri AM, Witzke C, Solis J, Palacios IF, et al: Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in patients with secundum atrial septal defects: outcomes following transcatheter closure. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24: 431-37
53. Roberson DA, Cui W, Patel D, Tsang W, et al. Three-dimensional transesophageal echocardiography of atrial septal defect: a qualitative and quantitative anatomic study. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24: 600-10
54. Seliem MA, Fedec A, Szwast A, Farrell PE Jr, et al. Atrioventricular valve morphology and dynamics in congenital heart disease as imaged with real-time 3-dimensional matrix-array echocardiography: comparison with 2-dimensional imaging and surgical findings. *J Am Soc Echocardiogr* 2007; 20(7): 869-76
55. Miller A.P, Nanda N.C, Aaluri S, Mukhtar O, et al. Three-dimensional transesophageal echocardiographic demonstration of anatomical defects in AV septal defect patients presenting for reoperation. *Echocardiography* 2003; 20 (1): 105–109
56. van den Bosch AE, vDijk VF, McGhie JS, Bogers AJ, et al. Real-time Transthoracic Three-dimensional Echocardiography provides additional information of Left-sided AV Valve Morphology after AVSD repair. *Int J Cardiol* 2006; 106: 360– 64
57. El-Najdawi EK, Driscoll DJ, Puga FJ, Dearani JA, et al. Operation for partial atrioventricular septal defect: a forty-year review. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119(5): 880– 9
58. Wetter J, Sinzobahamvya N, Blaschczok C, Brecher AM, et al. Closure of the zone of apposition at correction of complete atrioventricular septal defect improves outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 17(2): 146– 53

- 59.** Bharucha T, Sivaprakasam MC, Haw MP, Anderson RH, et al. The angle of the components of the common atrioventricular valve predicts the outcome of surgical correction in patients with atrioventricular septal defect and common atrioventricular junction. *J Am Soc Echocardiogr* 2008; 21(10): 1099-104
- 60.** Simpson JM. Real-time three-dimensional echocardiography of congenital heart disease using a high frequency paediatric matrix transducer. *Eur J Echocardiogr* 2008; 9(2): 222-4
- 61.** Bharucha T, Roman KS, Anderson RH, Vettukatil JJ. Impact of multiplanar review of three-dimensional echocardiographic data on management of congenital heart disease. *Ann Thoracic Surg* 2008; 86: 875-81