

# Sol Atriyal Spontan Eko Kontrast İntegrated Backscatter'in, Sol Atriyal Apendiks Fonksiyonları ve Doku Doppler'i ile İlişkisi

Dr.Tarkan Tekten, Dr. O.Alper Onbaşılı, Dr. Ceyhan Ceyhan, Dr. Ertugrul Ercan  
Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Aydın

**Amaç:** İntegrated backscatter (İBS) spontan ekokontrast'ı (SEK) kantitatif olarak belirleyen bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Çalışmanın amacı kantitatif olarak belirlenen sol atriyum SEK değerlerinin, kantitatif olarak belirlenen SEK dereceleri ile sol atriyal apendiks (SAA) fonksiyonları ve SAA doku Doppler'i (DD) ile ilişkisini araştırmaktır.

**Yöntem:** Çeşitli sebeplerle transözofajiyal ekokardiyografi (TÖE) uygulanan 32 olgu (23 kadın, 9 erkek) çalışmaya alındı. Ortalama yaş  $52 \pm 13$  yıl idi. TÖE yapılan olgularda sol atriyum SEK'i kantitatif olarak SEK yok (12 olgu), SEK hafif (12 olgu) ve SEK yoğun (8 olgu) olarak sınıflandırıldı. SAA'dan, SAA ileri akım hızı, SAA apikal ve bazal DD akım hızları alındı. SAA ejeksiyon fraksiyonu hesaplandı.

**Bulgular:** SEK yok ve SEK hafif grup arasında sol atriyum İBS, SAA apikal DD değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Ancak SAA ileri akım hızı, SAA ejeksiyon fraksiyonu ve SAA bazal DD değerleri anlamlı bulunmadı. SEK hafif ve SEK yoğun gruplar arasında bütün bu parametreler istatistiksel olarak anlamlıydı. Sol atriyum İBS değerleri ile kantitatif SEK dereceleri arasında pozitif korelasyon saptandı. Sol atriyum İBS değerleriyle SAA ileri akım hızı, SAA ejeksiyon fraksiyonu, SAA apikal DD arasında negatif korelasyon bulundu.

**Sonuç:** SEK'in kantitatif İBS değerleri, SAA apikal DD ve SAA diğer parametreleri ile uyumludur.

(*Ana Kar Der, 2002;2: 113-8.*)

**Anahtar Kelimeler:** İntegrated backscatter, spontan ekokontrast, doku Doppler

## Giriş

Sol atriyal spontan ekokontrast (SEK), sol atriyum içerisindeki dinamik sigara dumanı şeklindeki eko görüntüleri ile karakterizedir. Spontan ekokontrast, özellikle mitral kapak hastalığı ve/veya atriyal fibrilasyonu olan hastalarda, tromboembolik olaylar için önemli bir risk belirleyicisi olarak kabul edilmektedir (1-3). Günümüzde 2 boyutlu ekokardiyografi ile SEK derecelendirilmesi kantitatif yöntemlerle hafif SEK ve yoğun SEK şeklinde yapılmaktadır. Ancak bu yöntem subjektiftir ve değerlendiren kişiler arasında yüksek oranda yorum farkı olabileceği gibi, kullanılan cihaza bağlı olarak da sorunların olabileceği klinik uygulamalarda güçlükler yol açmaktadır. Spontan ekokontrast'ı kantitatif olarak belirleyebilmek amacıyla

çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. İntegrated backscatter (İBS) yönteminin SEK'i kantitatif olarak belirleyebileceği çeşitli klinik çalışmalarda gösterilmiştir (4, 5). Sol atriyal SEK ve tromboembolik olaylar ile sol atriyal apendiks fonksiyonunu gösteren parametreler arasında güçlü bir ilişki olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada, kantitatif sol atriyal SEK İBS değerleri ile sol atriyal apendiks ileri akım hızı, ejeksiyon fraksiyonu, ve sol atriyal apendiks doku Doppleri (DD) arasındaki ilişkiyi araştırmak amaçlandı.

## Yöntemler

Çalışmaya çeşitli nedenlerle transözofajiyal ekokardiyografi uyguladığımız 32 hasta (23 kadın, 9 erkek) alındı. Yaş ortalaması  $52 \pm 13$  yıl idi. Hastaların 22'sine mitral darlığı, 4'üne atriyal septal defekt, 1'ine aort diseksiyonu, 1'ine infektif endokardit, 1'ine mitral valv replasmanı sonrası paravalvüler ka-

çak araştırılması ve 3 hastada da tromboembolik olay etiyojisi taraması amacıyla transözofajiyal ekokardiyografi uygulandı.

Transözofajiyal ekokardiyografik çalışma: Çalışmaya alınan hastalara 5.0 mHz transduser ile ve en az 4 saatlik açlığı takiben iv 2.5-5 mg diazepam ile premedikasyon yapılarak ve lokal anestezi için %10'luk lidokain sprey kullanılarak multiplan transözofajiyal ekokardiyografi uygulandı. Ekokardiyografik teknikler ve ölçümler Amerikan Ekokardiyografi Cemiyetinin önerilerine göre yapıldı (6). Çalışmada İBS analizi için geliştirilmiş olan akustik densitometre software'ı içeren ekokardiyografi cihazı (Hewlett-Packard Sonos 5500) kullanıldı. Sol atriyum ve sol atriyal apendiksde SEK ya da trombus olup olmadığına özellikle dikkat edildi. Çalışmaya alınan hastaların sol atriyumları SEK yönünden iki kardiyolog tarafından dikkatli bir şekilde incelenerek sol atriyal spontan ekokontrast yok, SEK hafif ve SEK yoğun olmak üzere kalitatif olarak belirlendi. Kalitatif değerlendirme yüksek ve düşük gain ayarlarında kavite içinde SEK görüntüsü olup olmamasına göre yapıldı. Sol atriyal spontan ekokontrast eğer yüksek gain ayarında sınırlı bir alanda görülebiliyorsa hafif, düşük gain ayarında dahi görülebiliyorsa yoğun SEK olarak değerlendirildi.

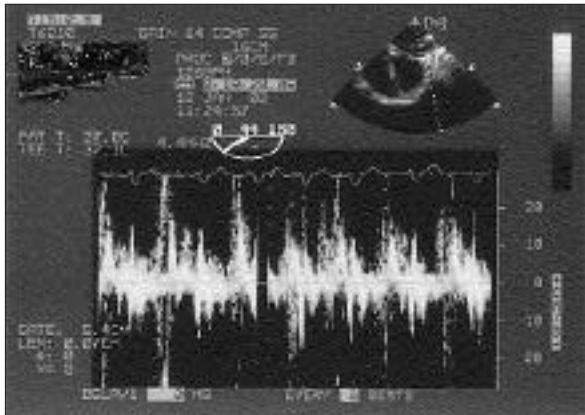
Bütün hastalarda, sol atriyal apendiksın 2 boyutlu görüntüleri aortik kapak seviyesinde bazal transvers planda sol atriyal apendiksın en iyi görülebildiği açıda ve 10-12 cm derinlik kullanılarak alındı. Bu görüntüler daha sonra sol atriyal apendiks alanlarının ölçümlerinde kullanılmak üzere video kasetlere kaydedildi. Sol atriyal apendiks maksimum ve minimum alanları ve volümleri planimetri yöntemi kullanılarak vertikal görüntüde alındı. Sol atriyal apendiks ejeksiyon fraksiyonu, sol atriyal apendiks diyastol sonu volüm-sistol sonu volüm/diyastol sonu volüm formülünden hesap-

landı. Sol atriyal apendiks ileri akım hızı pulse-wave Doppler örneği sol atriyal apendiks çıkış yoluna konularak elde edildi. Tepe akım hızlarının belirlenmesinde atriyal fibrilasyonu olanlarda 6 kardiyak siklus ortalaması, sinüs ritmindeki hastalar için 3 kardiyak siklus ortalaması alındı. Sol atriyal apendiks çıkış yolunun bulunduğu bölge apendiks bazali, apendiksın uç kısmı apikali olarak belirlendi. Her iki bölge pulse-wave örneği konularak doku Doppler akım hızları kaydedildi (Şekil 1,2). Aynen tepe ileri akım hızında olduğu gibi atriyal fibrilasyonu olan hastalarda 6 kardiyak siklus ortalaması, sinüs ritmindeki hastalar için 3 kardiyak siklus ortalaması alındı.

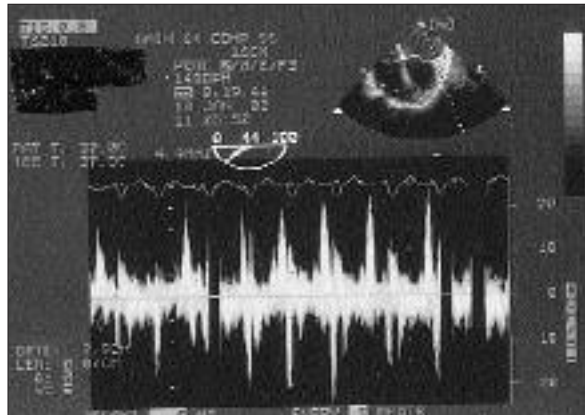
Sol atriyal İBS ölçümleri gain ayarına yüksek oranda bağımlı olduğu için "time gain compensation" kontrol değeri 100; "lateral gain compensation" kontrol değeri 0'a ayarlandı ve bütün hastalarda çalışma süresince sabit tutuldu. Sol atriyum için 30 frame/sn hızında 62 frame'lik İBS görüntüleri cinelop'a alınarak daha sonra değerlendirilmek üzere magneto-optik diske dijital formatta yüklendi. Her hasta için magneto-optik diske yüklenen görüntüler daha sonra çağırıldı. Spontan ekokontrast için elipsoid şekilli 21x21 pixel çapında "region of interest" seçildi. Seçilen "region of interest" SEK'in en yoğun olduğu bölgeye konularak integrated backscatter yoğunlukları 0-64 desibel (dB) aralığında elde edildi. Elde edilen değerlerin ortalaması desibel cinsinden İBS değeri olarak kaydedildi (Şekil 3).

### Gözlemci içi ve gözlemciler arası değişkenlik

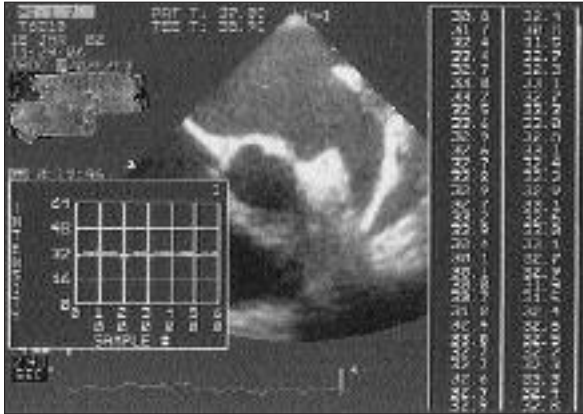
Sol atriyum İBS gözlemci içi ve gözlemciler arası değişkenliği belirlemek amacıyla rastgele seçilmiş 15



Şekil 1: Sol atriyal apendiks bazalinden alınan doku Doppler örneği



Şekil 2: Sol atriyal apendiks apikalinden alınan doku Doppler örneği



**Şekil 3: Sol atriyal spontan eko kontrast integrated backscatter ölçümü**

hasta değerlendirildi. Aynı gözlemcinin sol atriyumdan elde ettiği ortalama İBS değerleri arasında anlamlı fark olmadığı ( $p>0.05$ ), 2 değerlendirme arasındaki ortalama farklılık miktarının  $2.1 \pm 1.9$  dB olduğu tespit edildi. Diğer gözlemcinin sol atriyumdan elde ettiği ortalama İBS değeri ile ilk ölçüm değerleri arasında anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Gözlemciler arası ortalama farklılık miktarı  $2.4 \pm 2.0$  dB olarak bulundu.

**İstatistiksel analiz:** Tüm sayısal değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma, sayısal olmayan değişkenler yüzde (%) olarak verildi. Gruplar arasındaki ölçümle elde edilen değerler birbirleri ile karşılaştırıldığında Kruskal-Wallis tek yönlü varyans analizi, ikili karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ( $p < 0.05/3$  olarak alındı) ile yapıldı. Sayımla belirtilen değerler birbirleri ile karşılaştırıldığında Fischer kesin ki-kare testi kullanıldı. Kalitatif SEK derecesi ile kantitatif SEK İBS, sol atriyal apendiks fonksiyonları ve DD değerleri korelasyonu için Spearman korelasyon testi ve lineer regresyon yöntemi kullanıldı, p değerinin  $p < 0.05$  olması istatistiksel açıdan anlamlı kabul edildi.

## Bulgular

**Tablo 2: Sol atriyal SEK kalitatif derecesi ile İBS değerleri ve sol atriyal apendiks fonksiyonları**

	Sek yok(1)	Sek hafif(2)	Sek yoğun(3)	1-2 p değeri	1-3 p değeri	2-3 p değeri
Sol atriyum İBS(db)	25.15 $\pm$ 1.5	27.3 $\pm$ 1.5	31.3 $\pm$ 2.0	<0.01	<0.01	<0.01
SAA ileri akım hızı (cm/sn)	54.9 $\pm$ 21.4	41.3 $\pm$ 21.1	14.3 $\pm$ 1.7	AD	<0.01	<0.01
SAA EF(%)	56.7 $\pm$ 6.4	53.7 $\pm$ 9.5	34.0 $\pm$ 8.0	AD	<0.01	<0.01
SAA apikal DD(cm/sn)	25.7 $\pm$ 4.5	14.6 $\pm$ 5.9	8.6 $\pm$ 2.0	<0.01	<0.01	<0.01
SAA bazal DD(cm/sn)	18.8 $\pm$ 5.3	15.6 $\pm$ 6.4	11.5 $\pm$ 7.2	AD	AD	AD

SAA: Sol atriyal apendiks, İBS: İntegrated Backscatter, EF: Ejeksiyon Fraksiyonu, DD: Doku Doppler

## Klinik/ekokardiyografik değişkenler ve SEK'in kalitatif derecelendirilmesi:

Kalitatif SEK derecelendirilmesine göre klinik ve ekokardiyografik bulgular Tablo 1'de gösterilmiştir. Çalışmaya alınan 32 hastanın 12'si SEK yok, 12'si SEK hafif, 8'i SEK yoğun olarak sınıflandırıldı. Her üç grup arasında yaş, cinsiyet açısından fark saptanmadı. Tromboemboli hikayesi SEK yoğun grupta diğer gruplara göre daha fazla idi ( $p < 0.05$ ). Sol atriyal spontan eko kontrast yoğun grupta atriyal fibrilasyon diğer gruplara göre daha yüksek oranda tespit edildi. Her üç grup birbiri ile sol atriyum genişliği açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark saptandı ( $p < 0.05$ ).

## Sol Atriyal Spontan Eko kontrast'ın Kalitatif Derecesi, İBS Yoğunluğu ve Sol Atriyal Apendiks Fonksiyonları:

Sol atriyum için SEK kalitatif derecesi ile İBS değerleri ve sol atriyal apendiks fonksiyonları Tablo 2'de gösterilmiştir. Sol atriyum SEK yok grup ortalama İBS değeri SEK hafif grup ortalama İBS değerinden daha düşük olup aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Aynı şekilde sol atriyum SEK hafif grup ortalama İBS değeri SEK yoğun grup ortalama İBS değerinden daha düşük bulunmuş olup aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

**Tablo1: Kalitatif SEK yoğunluğuna göre hastaların klinik ve ekokardiyografik özellikleri**

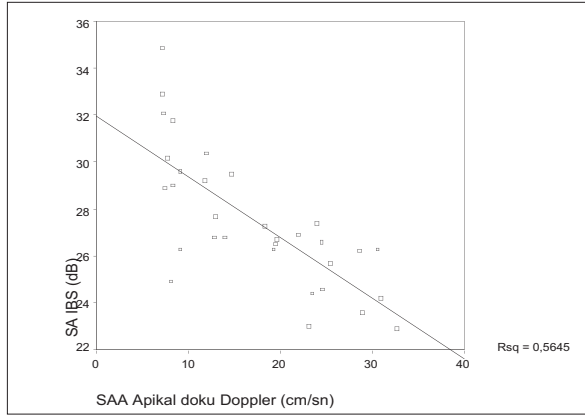
	SEK yok	SEK hafif	SEK yoğun
Yaş	48.2 $\pm$ 16.6	52.1 $\pm$ 9.9	60.6 $\pm$ 9.1
Kadın hastalar	7(%58)	9(%75)	8(%100)
Atriyal fibrilasyon	1(%8)††	6(%50)	6(%75) †
Mitral protez kapak	0	1(%8) $\mu$	0
Tromboemboli hikayesi	0*	1(%8)	2(%25)
Sol atrium çapı	42.5 $\pm$ 9.6*	50.3 $\pm$ 10.5	53.5 $\pm$ 7.9

\*  $p < 0.05$  bütün gruplar arasında. †  $p < 0.05$  SEK yoğun gruba karşı diğer gruplar. ††  $p < 0.05$  SEK yok gruba karşı diğer gruplar.  $\mu$   $p < 0.05$  SEK hafif gruba karşı diğer gruplar.

( $p<0.01$ ). Sol atriyum SEK'inin kalitatif derecesi ile ortalama kantitatif İBS değerleri birbirleriyle uyumlu bulunmuştur ( $r=0.81$ ,  $p<0.001$ ).

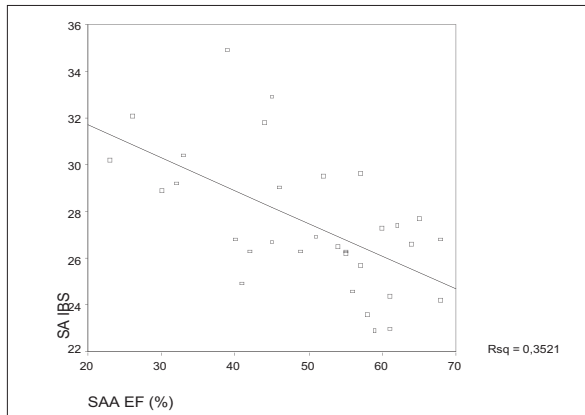
Her üç grup birbiri ile bazal DD açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark saptanmadı. Spontan eko kontrast yok ve SEK hafif grup sol atriyal apendiks apikal DD değerleri açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ( $p<0.01$ ). Ancak sol atriyal apendiks ileri akım hızı, ejeksiyon fraksiyonu ve bazal DD değerleri arasında anlamlı fark saptanmadı. Spontan eko kontrast yok ve SEK yoğun ile SEK hafif ve SEK yoğun gruplar sol atriyal apendiks apikal DD, ejeksiyon fraksiyonu ve ileri akım hızı açısından karşılaştırıldığında; sol atriyal apendiks apikal DD, ejeksiyon fraksiyonu ve ileri akım hızı anlamlı bulundu ( $p<0.05$ ).

Sol atriyal İBS ile sol atriyal apendiks apikal DD



**Şekil 4:** Sol atriyal İBS ve sol atriyal apendiks apikal DD arasındaki ilişki.

SA İBS: Sol atriyal integrated backscatter, SAA: Sol atriyal apendiks



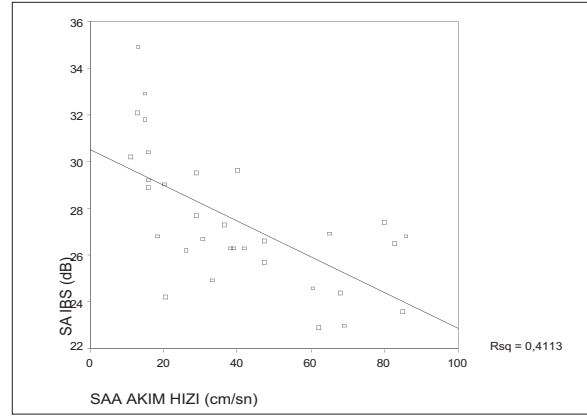
**Şekil 6:** Sol atriyal apendiks İBS ile sol atriyal apendiks EF arasındaki ilişki

SA İBS: Sol atriyal integrated backscatter, SAA EF: Sol atriyal apendiks ejeksiyon fraksiyonu

arasında çok iyi derecede negatif korelasyon ( $p<0.001$ ,  $r=-0.78$ ) (Şekil 4), sol atriyal apendiks ileri akım hızı ve ejeksiyon fraksiyonu ile iyi derece negatif korelasyon (sırasıyla  $p<0.001$ ,  $r=-0.68$ ;  $p<0.001$ ,  $r=-0.54$ ) (Şekil 5,6), sol atriyal apendiks bazal DD ile zayıf derecede negatif korelasyon ( $p<0.01$ ,  $r=-0.47$ ) saptandı (Şekil 7).

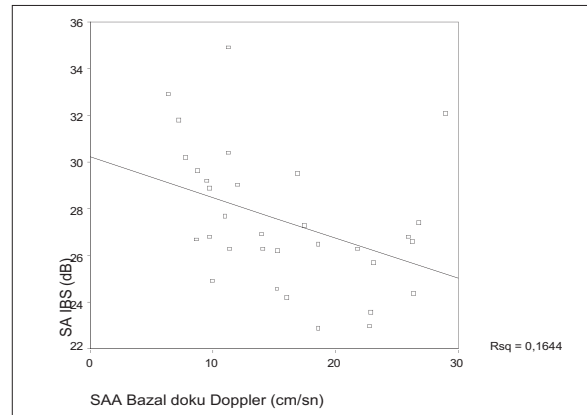
## Tartışma

Sol atriyal spontan eko kontrast yoğun grupta tromboemboli hikayesi diğer gruplara göre daha fazla idi. Sol atriyal spontan eko kontrast hafif ve yoğun gruplarda sol atriyum çapı SEK yok gruba göre daha fazlaydı. SEK yoğun grupta atriyal fibrilasyon oranı diğer gruplara göre daha sığı. Bu sonuçlar diğer çalışmalarla uyumludur (1, 2, 7-10).



**Şekil 5:** Sol atriyal İBS ve sol atriyal apendiks ileri akım hızı arasındaki ilişki

SA İBS: Sol atriyal integrated backscatter, SAA: Sol atriyal apendiks



**Şekil 7:** Sol atriyal İBS ve sol atriyal apendiks bazal DD arasındaki ilişki

SA İBS: Sol atriyal integrated backscatter, SAA: Sol atriyal apendiks

Çalışmamızda kalitatif SEK yoğunluğu arttıkça sol atriyal İBS değerinin arttığını ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu. Sol atriyal SEK varlığında artmış sol atriyum içi eko yoğunluğunun İBS yöntemi ile kantitatif olarak belirlenebileceği fikri ilk kez Klein ve arkadaşları tarafından ortaya atılmıştır (5). Klein ve arkadaşları kalibrasyon için referans noktası olarak interatriyal septumu almışlar. Bizim çalışmamızda ise kalibrasyon için referans noktası kullanılmadı fakat "time-gain" kompensasyon değeri her hasta için sabit tutuldu. Spontan eko-kontrastın kalitatif değeri ile SEK İBS değeri arasında çok iyi derecede pozitif korelasyon saptandı. Bu sonuçlar Klein ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ile uyumludur (5).

Doku Doppleri tekniği doku hareketinin hızını eş zamanlı olarak ölçebilmektedir (11). Kantitatif DD tekniği bölgesel duvar hareket hızlarını belirlemede normal gönüllülerde (12), daha önce infarktüs geçirmiş hastalarda ve dilate kardiyomiyopati hastalarda kullanılmış (13); ancak sol atriyal appendiksin DD tekniği ile değerlendirilmesi konusunda literatürde bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda SEK yok, hafif ve yoğun gruplar sol atriyal appendiks apikal DD değerleri açısından karşılaştırıldığında sol atriyal appendiks apikal DD değerlerinin azaldığı ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı. Her üç grup sol atriyal appendiks bazal DD değerleri açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark saptanmadı. Bu durum sol atriyal appendiks apikalinin sol atriyal kontraksiyona bazalinden daha fazla katıldığını göstermektedir.

Daha önceki çalışmalarda atriyal aritmiler (14), genişlemiş sol atriyum ve sol ventrikül disfonksiyonunun (15) sol atriyal SEK ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Ek olarak sol atriyal SEK, azalmış sol atriyal appendiks akım hızları ile birlikte (16). Bizim çalışmamızda sol atriyal SEK İBS değeri ile sol atriyal appendiksin apikalinden alınan DD değerleri arasında çok iyi derecede negatif korelasyon saptandı. Korelasyonun derecesi sol atriyal appendiks ejeksiyon fraksiyonu ve iletri akım hızından daha fazla idi. Ayrıca sol atriyal appendiks apikalinden alınan DD değerlerinin SEK yok ve SEK hafif gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olması oldukça sensitif bir marker olduğunu göstermektedir.

Sol atriyal SEK'in oluşturduğu artmış backscatter enerji ultrason dalgaları ile SEK'i oluşturan eritrosit kümeleri ve fibrinojen'in etkileşimine bağlı olarak oluşur. İn vivo ve in vitro çalışmalarda kan ekojenitesinin eritrosit kümelerine bağlı oluştuğu gösterilmiştir (17).

Fibrinojen eritrositlerin üzerindeki sialik asit kalıntılarının elektrostatik itilmelerini azaltarak eritrositlerin kümelerin oluşumunu kolaylaştırır (18).

Sonuç olarak, sol atriyal SEK İBS sol atriyal apendiks apikalinden alınan DD değerleri ile güçlü bir korelasyon gösterir ve sol atriyal fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılabilir.

### Çalışmanın kısıtlılıkları

İntegrated backscatter değerlerinin belirlenmesinde kalibrasyon için referans noktası kullanılmamıştır. Sol atriyal apendiks İBS değerleri belirlenmedi. Sol atriyal apendiks SEK'i trombus oluşumu ve embolik olaylar açısından sol atriyal SEK'den daha önemli olabilir. Sol atriyal apendiks DD değerleri apendiksin 2 bölgesinden (apeks ve bazal) alındı. Diğer sol atriyal apendiks bölgeleri değerlendirilmeye alınmadı.

### Kaynaklar

1. Daniel WG, Nellessen U, Schroder E. Left atrial spontaneous echo contrast in mitral valve disease: an indicator for an increased thromboembolic risk. *J Am Coll Cardiol* 1988; 11: 1204-11
2. Black IW, Hopkins AP, Lee LC, Walsh WF. Left atrial spontaneous echo contrast: a clinical and echocardiographic analysis. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 398-404.
3. Black IW, Chesterman CN, Hopkins AP, et al. Hematologic correlates of left atrial spontaneous echo contrast and thromboembolism in nonvalvular atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 451-57.
4. Fatkin D, Loupas D, Jacobs N, Feneley MP. Quantification of blood echogenicity: evaluation of a semiquantitative method of grading spontaneous echo contrast. *Ultrasound Med Biol* 1995; 21: 1191-8.
5. Klein AL, Murray RD, Black IW, et al. Integrated backscatter for quantification of left atrial spontaneous echo contrast. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 222-31.
6. Report of the American Society of Echocardiography Committee on nomenclature and standards in two dimensional echocardiography. *Circulation* 1980; 62: 212-7.
7. Leung DYJ, Black I, Cranney GB, et al. Prognostic implications of left atrial spontaneous echo contrast in nonvalvular atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 755-62.
8. de Belder MA, Lovat LB, Tourikis L, et al. Left atrial spontaneous contrast echoes-markers of thromboembolic risk in patients with atrial fibrillation. *Eur Heart J* 1993; 14: 326-35.



9. Tsai LM, Lin LJ, Teng JK, et al. Prevalence and clinical significance of left atrial thrombus in nonrheumatic atrial fibrillation. *Int J Cardiol* 1997; 58: 163-9.
10. Fatkin D, Kelly RP, Feneley MP. Relations between left atrial appendage blood flow velocity, spontaneous echocardiographic contrast and thromboembolic risk in vivo. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 961-9.
11. Miyatake K, Yamagishi M, Tanaka N, et al. New method for evaluating left ventricular wall motion by colour-coded tissue Doppler imaging: in vitro and in vivo studies. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 717-24.
12. Donovan CL, Armstrong WF, Bach DS. Quantitative Doppler tissue imaging of the left ventricular myocardium: validation in normal subjects. *Am Heart J* 1995; 130: 100-4.
13. Uematsu M, Miyatake K, Tanaka N, et al. Myocardial velocity gradient as a new indicator of evaluating left ventricular contraction: detection by a two-dimensional imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 217-23.
14. Grimm RA, Stewart WJ, Arheart K, et al. Left atrial appendage 'stunning' after electrical cardioversion of atrial flutter: an attenuated response compared with atrial fibrillation as the mechanism for lower susceptibility to thromboembolic events. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 582-9.
15. Siostrzonek P, Koppensteiner R, Gossinger H, et al. Hemodynamic and hemorheologic determinants of left atrial spontaneous echo contrast and thrombus formation in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am Heart J* 1993; 125: 430-4.
16. Daniel WG, Nellessen U, Schroder E, et al. Left atrial spontaneous echo contrast in mitral valve disease: an indicator for an increased thromboembolic risk. *J Am Coll Cardiol* 1988; 11: 1204-11.
17. Yuan Y, Shung K. Ultrasonic backscatter from flowing whole blood, I: Dependence on shear rate and hematocrit. *J Acoust Soc Am* 1988; 84: 52-8.
18. Black I, Stewart W. The role of echocardiography in the evaluation of cardiac source of embolism: left atrial spontaneous echo contrast. *Echocardiography* 1993; 10: 429-39.