

Normotansif obez çocuklarda sol ventrikül fonksiyonunun ekokardiyografiyle değerlendirilmesi: Beden kütle indeksine göre karşılaştırmalı analiz

Echocardiographic evaluation of left ventricular function in normotansive obese children: a comparative analysis according to body mass index

Dr. Ayşe Esin Kibar, Dr. Feyza Ayşenur Paç, Dr. Mehmet Burhan Oflaz, Dr. Şevket Ballı, Dr. İbrahim Ece

Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Kardiyolojisi Kliniği, Ankara

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, normotansif hafif kilolu ve obez çocuklarda, beden kütle indeksine (BKİ) göre sol ventriküldeki (SV) yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin belirlenmesi amaçlandı.

Çalışma planı: Çalışmaya hipertansiyon saptanmayan 30 hafif kilolu (grup 2; ort. yaş: 13.2±2.1 yıl, BKİ: 25-30 kg/m²), 30 obez (grup 3; ort. yaş: 13.3±2.0 yıl, BKİ ≥30 kg/m²) ve 50 sağlıklı çocuk (grup 1 [kontrol grubu]; BKİ: 18-24.9 kg/m²) alındı. Obez gruplar ambulatuvar kan basıncı izlemesi ile değerlendirildi. Tüm gruplar standart ve pulsed-wave (PW) Doppler ekokardiyografiyle değerlendirildi.

Bulgular: Hafif kilolu ve obez çocuklarda sol atriyum volumü, sol atriyum/aort çap oranı, SV septal ve arka duvar kalınlıkları, diyastol sonu çap ve volümünde, sol ventrikül kitlesi (SVK) kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti (p<0.01). Obez gruplarda normal sınırlarda ancak, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha yüksek sistolik kan basıncı saptandı. Her iki obez grupta transmitral E/A ve pulmoner ven (PV) sistolik/diyastolik hız oranı (S/D) anlamlı derecede düşüktü, buna karşın E dalgası deselerasyon zamanı, PV A dalgası ve diyastol sonu sol ventrikül apeks-mitral anulus mesafesi anlamlı derecede artmıştı (p<0.05). BKİ obezite süresi ve SVK arasında anlamlı pozitif (sırasıyla, r=0.527, r=0.506); BKİ, mitral E/A oranı ve PV S/D oranı arasında anlamlı negatif korelasyon gösterdi (sırasıyla, r=-0.230, r=-0.577, p<0.01).

Sonuç: SV subklinik miyokart fonksiyon bozukluğu bulguları her iki obez grupta da saptanmıştır. Diyastolik fonksiyon bozukluğunun belirlenmesinde pulmoner ven PW Doppler incelemesi hafif kilolu dönemde de faydalı görünmektedir.

ABSTRACT

Objectives: The purpose of our study was to determine structural and functional changes on left ventricular function (LV) according to body mass index (BMI) in normotansive overweight and obese children.

Study design: Thirty normotansive overweight children (group 2; mean age: 13.2±2.1 years, BMI: 25-30 kg/m²), 30 obese children (group 3; mean age: 13.3±2.0 years, BMI ≥30 kg/m²), and 50 healthy controls (mean age: 13.2±1.8 years, BMI: 18-24.9 kg/m²) were included in this study. Continuous ambulatory pressure was monitored in the obese group, while standard and pulsed wave (PW) Doppler echocardiographic examinations were evaluated in all three study groups.

Results: In overweight and obese children, left atrial volume, left atrial/aortic root diameter ratio, LV interventricular septum, LV posterior wall thickness, LV end-diastolic diameter and volume, and LV mass were significantly higher than those children in the control group (p<0.01). Blood pressure was within the normal range but was increased in the obese groups. Transmitral E/A and pulmonary vein (PV) systolic/diastolic velocity (S/D) ratios were decreased, but E-wave deceleration time, PVA velocities, and the end-diastolic distance from the mitral annulus to the LV apex were increased in both obese groups (p<0.05). BMI was significantly correlated with duration of obesity and LV mass (r=0.527, r=0.506, p<0.01, respectively). Significantly negative correlations were found between BMI, Mitral E/A, and PV S/D ratio (r=-0.230, r=-0.577, p<0.01, respectively).

Conclusion: Subclinical LV myocardial dysfunction was noted in obese subgroups. Determination of diastolic dysfunction by PV PW Doppler can be useful a pre-obese period.

Geliş tarihi: 28.11.2011 Kabul tarihi: 08.05.2012

Yazışma adresi: Dr. Feyza Ayşenur Paç, Ankara Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi, Sıhhiye 06100 Ankara.

Tel: +90 312 - 306 17 24 e-mail: aysepac@gmail.com

© 2012 Türk Kardiyoloji Derneği

Obezite sıklığı erişkinlerde olduğu gibi çocuk ve ergenlerde de giderek artan önemli bir morbidite ve mortalite nedenidir.^[1,2] Obeziteye eşlik eden hipertansiyon, dislipidemi, glikoz metabolizması bozukluğu, ateroskleroz varlığında kardiyovasküler hastalık riski daha da artmaktadır. Obezitenin insülin direnci sıklığını arttırdığı bilinmektedir. Bu birliktelik konjestif kalp yetersizliği için tanımlanmış bir risk faktörüdür.^[1,3] Bu nedenle sol ventrikül (SV) sistolik fonksiyon bozukluğu orta-

Kısaltmalar:

SV	Sol ventrikül
BKİ	Beden kütle indeksi
HOMA-IR	Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance
İVSDK	İnterventriküler septum kalınlığı
SVADDSK	SV diyastolik arka duvar kalınlığı
SVDSÇ	SV diyastol sonu çapı
SVK	Sol ventrikül kütlesi
SVKİ	SV kütle indeksi
SVSSÇ	SV sistol sonu çapı

ya çıkmadan önce diyastolik fonksiyon bozukluğunun görülmesi, obez çocuklar için çok erken bir tanı yöntemi olabilir.

Obezitenin kardiyovasküler sistem üzerindeki etkileri konusunda farklı görüşler vardır. Kalbin sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının olumsuz etkilendiğini vurgulayan çalışmalar yanında, bazı araştırmacılar obez hasta gruplarında kalp performansının normal olduğuna dikkat çekmektedirler.^[3] Buna bağlı olarak obez çocuklarda ekokardiyografiyle ventrikül geometrisi, sistolik ve diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesi ile ilgili çalışmaların sayısı ve önemi artmıştır. Uzun süreli obezitede SV'de yapısal ve fonksiyonel değişiklikler, hiperdinamizm, ekzantrik hipertrofi, diyastolik ve nadiren sistolik fonksiyon bozukluğu ve obezlerde ciddi kalp yetersizliği (obezite kardiyomyopatisi) tanımlanmıştır.^[1,4] Obezite kardiyomyopatisi gelişmeden önce erken dönemde asemptomatik kardiyak tutulumu belirlemek ve önlem almak önemlidir.

Literatürde obezlerde, SV sistolik disfonksiyonu gelişmeden anormal diyastolik fonksiyon ve minör kardiyak değişiklikler bildirilmiştir.^[5-8] Bu subklinik anormal miyokart bulguların hipertansiyon ve diyabeti olan obez hastalarda (metabolik sendrom) kendini aşikar göstermesi, ileride kalp yetersizliği gelişimini hızlandırmakta ve prognozu etkilemektedir.^[8,9]

Beden kütle indeksine (BKİ) göre farklı derecelerdeki obezitenin kalp yapısı ve fonksiyonlar üzerine etkisini değerlendiren çalışmalar daha az belgelenmiştir.^[5,9] Bu çalışmada, literatürde yapılan çalışma-

lar ışığında, normotansif hafif kilolu ve obez çocuklarda SV'deki yapısal ve fonksiyonel değişiklikler değerlendirildi.

HASTALAR VE YÖNTEM

Çalışma grubu

Bu çalışmaya Ocak 2010-Ocak 2011 tarihleri arasında obezite tanısı ile izlemi yapılan ve hipertansiyon saptanmayan 60 çocuk hasta ile yaş, cinsiyet ve puberte gelişim olarak benzer özelliklerde 50 sağlıklı kontrol grubundan oluşan toplam 110 kişi (ort. yaş: 13.2±1.9 yıl) alındı. Çalışmaya 30 hafif kilolu (grup 2; BKİ: 25-30 kg/m², ort. yaş: 13.2±2.1 yıl), 30 şişman (grup 3; BKİ ≥30 kg/m², ort. yaş: 13.3±2.0 yıl) ve 50 sağlıklı çocuk (grup 1, BKİ: 18-24.9 kg/m², ort. yaş: 13.2±1.8 yıl) alındı. Kontrol grubu yapısal ve fonksiyonel kardiyak anormalliği ve tedavi öyküsü olmayan sağlıklı çocuklardan oluşturuldu. Hastanemiz yerel etik kurulu tarafından çalışma için onay alındı ve hastalar çalışma ile ilgili bilgilendirildi.

Vücut kompozisyonu ölçümü için, olguların 12 saat aç kalmaları ve 8 saat süre ile sıvı bir şey almamaları öğütüldü. Ayrıca, olguların ölçüm yapılacak saate kadar efor yapmamaları ve ölçümden önce 1 saat istirahat etmeleri sağlandı. Boyları ayakkabısız olarak belirlendi ve kilolar ise mekanik bir skala kullanılarak 2 kez tekrar edilerek ölçüldü. Obezite tanısı BKİ'ye göre yapıldı. BKİ, kilogram cinsinden ağırlığın metre cinsinden boyun karesine bölümü ile hesaplandı. Obezite BKİ ≥25 kg/m² olarak tanımlandı. BKİ: 25-29.9 kg/m² hafif obez (hafif kilolu), BKİ ≥30 kg/m² şişman (obez) olarak değerlendirildi. Ayrıca obezite yaşa ve boya göre standartize edilmiş yeni ölçümlere göre normalin +2 standart sapmanın (SS) üstünde olmasıyla değerlendirildi. 5-19 yaş grubundaki çocuk ve ergenlerde ise fazla kiloluluk >+1 SS veya >85. yüzdeliğin üzeri, obezite ise >+2 SS veya >97. yüzdeliğin üzeri olarak tanımlandı.^[10] Puberte gelişimi tüm hastalarda Marshall ve Tanner'in tanımlamasına uygun şekilde prepuberte (erkeklerde pubik kıllanma ve gonal evre 1; pubik kıllanma ve göğüs gelişimi evre 1) ve puberte (kız ve erkeklerde puberte evre ≥2) olarak tanımlandı.^[10]

Grup 3 ve grup 1'deki tüm olgularda standart kan analizleri (tam kan sayımı, biyokimya, tiroit fonksiyon testleri), göğüs filmi, elektrokardiyografi ve ekokardiyografik incelemeler yapıldı. Obez hastalarda

açlık insülin düzeyi ve 24 saatlik tansiyon Holter analizi yapıldı. Bu tetkiklerin sonucunda böbrek fonksiyonları, elektrolit, kan şekeri, karaciğer fonksiyon testleri, lipit profili, ürik asit ve tiroit fonksiyon testi normal değerlere sahip olan obez ve sağlıklı çocuklar çalışmaya alındı.

Ritim bozukluğu, kardiyomiyopati, doğuştan kalp hastalığı, anatomik ve fonksiyonel kapak hastalığı, diabetes mellitus, sistemik hipertansiyonu, uyku apnesi saptanmış, inhaler steroid, beta-2 agonistler, diüretik vb. ek tıbbi tedavi gören obez çocuklar alınmadı.

Kan basıncı ölçümü, kalibre edilmiş ve uygun boyutta tansiyon aleti ile hasta 10 dk dinlendikten sonra sağ koldan, en az 2 kez yapıldı ve ortalamaları alındı. Yaş ve cinsiyete göre Türk çocuklarda standartize edilen sistolik ve diyastolik kan basıncı değerleri 90. percentil altında, 24 saatlik tansiyon Holter ölçümlerinde sistolik ve diyastolik kan basıncı ortalamaları 90. percentil altında bulunanlar çalışmaya alındı.^[11]

İnsülin direnci HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance) ile belirlendi.

Ekokardiyografik inceleme

Vivid 7 ekokardiyografi (EKO) cihazı (General Electric Medical Systems) ve 4 MHz prob (GE Vingmed Ultrasound AS, Hortan, Norway) kullanıldı. Tüm ölçümler Amerikan Ekokardiyografi Derneği standartları temel alınarak yapıldı.^[12] Veriler konvansiyonel ekokardiyografi ve pulsed-wave (PW) Doppler ölçümlerinden elde edildi.

İki boyutlu (standart, konvansiyonel) ve PW Doppler ekokardiyografi kayıtları, sol yan yatış pozisyonunda, sessiz bir ortamda ve sedasyon verilmekten yapıldı. Parasternal uzun aks ve apikal dört boşluktan elde edilen görüntü pencereleri kullanıldı. Parasternal uzun eksen kesitte iki boyutlu ekokardiyografi kullanılarak sol atriyum ve aortik çap elde edildikten sonra, M-mod ekokardiyografi ile sistol ve diyastol sonunda SV sistolik ve diyastolik iç çapları ölçüldü. Ardışık üç ölçümün ortalamalarından elde edilen değerler alındı.

SV standart ve PW Doppler ekokardiyografi ölçümleri

Standart ekokardiyografi ile elde edilen çalışmalarda, sol atriyum çapı, SV kavite boyutları, interventriküler septum ve posteriyor duvar kalınlıkları, ve SV fraksiyonel kısalma ölçüleri parasternal uzun eksen

yaklaşım aracılığıyla belirlendi. Sol atriyum ve SV diyastol sonu hacimleri modifiye Simpson yöntemi ile endokardiyal yüzey taranarak apikal dört boşlukta modifiye Simpson biplane metoduna göre ölçüldü.^[13,14] Sol atriyum volüm indeksi sol atriyum maksimal hacminin vücut yüzey alanına oranı, SV volüm indeksi SV maksimum hacminin vücut yüzey alanına oranı olarak tanımlandı.

Parasternal uzun eksende iki boyut kılavuzunda M-mod ekokardiyografide, sol atriyum (sistolde) SV diyastol sonu çapı (SVDSÇ), SV sistol sonu çapı (SVSSÇ), SV diyastolik arka duvar kalınlığı (SVADDSK) ve interventriküler septum kalınlığı (İVSDK) ve bu verilerden yararlanılarak SV kütlesi (SVK) Devereux ve Reishek formülü ile hesaplandı.^[14] SVK, vücut yüzey alanına bölünerek SV kütle indeksi (SVKİ) bulundu.

$SVK = 1.04 [(SVDSÇ + IVSDK + SVADDSK) \cdot 3 - (SVSSÇ) \cdot 3] - 13.6$ ve $SVKİ = SVK / \text{Vücut yüzey alanı}$ formülü kullanılarak hesaplandı.

PW Doppler ile SV diyastolik fonksiyonları değerlendirildi. Apikal 4 boşluk pencerede, örnek hacim mitral kapak uçlarına (SV "inflow" bölgesine) ve Doppler dalgasının yönü kan akımına paralel olacak şekilde ayarlanıp yerleştirildi ve mitral erken doluş (E) ve geç doluş (A) zirve hızları, E/A oranı, mitral E dalga deselerasyon zamanı (E-DZ) parametreleri ölçüldü. Pulmoner venöz akım örnekleri volüm sağ üst pulmoner ven orifisinin hemen üstüne konularak elde edildi.

İstatistiksel değerlendirme

İstatistiksel analiz "SPSS for Windows 11.5" versiyonu ile gerçekleştirildi. Tüm sürekli değişkenler ortalama \pm standart sapma (SS) olarak verildi. Gruplar arasında veri dağılımında önemli farklılıklar olan verilerde logaritmik transformasyon uygulandı. Obez ve kontrol grubun karşılaştırılmasında, cinsiyet dağılımlarının karşılaştırılmasında ki-kare testi, her iki grubu tanımlayan sürekli değişkenler arasında kıyaslama yapmak için bağımsız iki örneklem t testi, alt gruplar dahil tüm grup ortalamaları arasındaki farkların değerlendirilmesinde varyans analizi (one-way ANOVA) ve obez grupta hipertansiyon sınırında olmayan ancak kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek olan kan basıncı etkisinin düzeltilmesi için kovaryans analizi (ANCOVA) kullanıldı. Grupların varyans analizi ile karşılaştırılması sonra-

sında ikişerli karşılaştırma için Tukey HSD ve Tamhane T2 testi kullanıldı. Obezite süresi, BKİ, sistolik ve diyastolik kan basıncı, HOMA-IR ve yaşı içeren bağımsız değişkenler ile çoklu ekokardiyografik değişkenler (sol atriyum volüm, SV diyastol sonu çapı, mitral E/A vb standart ve PW Doppler ekokardiyografi parametreleri) arasındaki ilişkileri değerlendirmek için Pearson korelasyon analizi kullanıldı. *p* değerinin <0.05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Hastaların demografik bulguları

Çalışmaya 60 obez çocuk (28 erkek, 32 kız; ort. yaş 13.2±2.0 yıl) ve 50 sağlıklı çocuk (27 erkek, 23 kız; ort. yaş 13.2±1.8 yıl) alındı. Grup 3 ve grup 1'in demografik bulguları Tablo 1'de gösterilmiştir. Grup 3'te sistolik ve diyastolik kan basıncı, kalp hızı değerleri grup içinde normal sınırlarda olmasına rağmen kontrol grubuyla karşılaştırıldığında sistolik kan basıncı anlamlı yüksek saptandı (*p*<0.01).

BKİ yüzdesi ile orantılı ortalama standart sapma skoru (SSS), obez grupta (Z skoru) (BKİSSS):

2.3±0.5 (1.3-3.6) saptandı. Ortalama obezite süresi 3.7±1.3 yıl idi.

Çalışma gruplarının standart ve PW Doppler ekokardiyografi bulguları

SV'de ekokardiyografi ile değerlendirilen obeziteye bağlı yapısal değişiklikler Tablo 2'de sunulmuştur. Bağımsız iki örneklem t-testi analizinde; sol atriyum/aortik çap oranı, interventriküler septum ve posteriyor duvar kalınlığı, SV ve sol atriyum diyastol sonu volümleri, SVK, SVKİ, SV diyastol sonu apeks-mitral anulus mesafesi ve aortik akım hızı grup 3'te anlamlı olarak yüksek saptandı (*p*<0.01). Grup 3 ve grup 1'de SV sistolik fonksiyonları benzer bulundu.

Grup 3'te PW Doppler ekokardiyografiyle SV diyastolik fonksiyon bulguları saptandı. Buna bağlı mitral E/A oranında azalma, E-DZ'de uzama ve pulmoner ven S/D oranında anlamlı derecede azalma saptandı (*p*<0.05) (Tablo 2).

Grup 2 ve grup 3'te BKİ'ye göre alt gruplara ayrılarak grup 1 ile demografik, klinik ve ekokardiyografik (standart ve PW Doppler) ölçüm sonuçlarının karşılaştırmaları Tablo 3'de sunulmuştur. Çoklu grup

Tablo 1. Obez ve kontrol gruplarının genel özellikleri

	Obez grup (n=60)	Kontrol grubu (n=50)	<i>p</i>
Yaş (yıl)	13.2±2.0	13.2±1.8	0.90
Yaş aralığı	10-16.5	10-16.5	0.76
Beden kütle indeksi (kg/m ²)	30.1±3.3	19.7±1.6	<0.001
BKİSSS	2.3±0.5	-0.15±0.6	<0.001
Obezite süresi (yıl)	3.7±1.3	–	
Puberte evresi	2.7±0.5	2.6±0.5	0.36
Cinsiyet (Erkek / Kız)	28 / 32	27 / 23	0.46
Sistolik kan basıncı (mmHg)	106.8±8.5	98.5±10.3	<0.001
Diyastolik kan basıncı (mmHg)	66.9±5.9	64.9±4.6	0.59
24 saatlik SKB (mmHg)	110.7±14.6	–	
24 saatlik DKB (mmHg)	61.4±6.3	–	
Kalp hızı (dk)	84.1±10.7	77.5±8.3	0.01
İnsülin (mIU/ml)	14.2±11.6	–	
Glukoz (mmol/L)	90.1±7.4	–	
HOMA-IR	3±2.6	–	

Bağımsız iki örneklem t testi; Cinsiyet dağılımlarının karşılaştırılmasında ki-kare testi; *p*<0.05 anlamlı.
BKİSSS: Beden kütle indeksi standart sapma skoru; SKB: Sistolik kan basıncı; DKB: Diyastolik kan basıncı; HOMA-IR: Homeostatic model assesment of insulin resistance.

Tablo 2. Çalışma ve kontrol gruplarının konvansiyonel ve PW Doppler ekokardiyografi bulguları

	Obez grup (n=60)	Kontrol grubu (n=50)	p
İVSDSK (mm)	10.2±1.5	7.6±1.1	<0.001
SVEDSÇ (mm)	45.4±2.3	40.9±3.5	<0.001
SVADDSK (mm)	9.8±1.5	7.3±1.0	<0.001
SVESÇ (mm)	28.4±2.1	25.8±2.5	<0.001
Ejeksiyon fraksiyonu (%)	67.6±3.2	68.1±3.1	0.37
Kısalma fraksiyonu (%)	36.5±3.4	37±3.2	0.48
Sol atriyum (cm)	3.2±0.2	2.8±0.3	<0.001
Aort çapı (cm)	2.4±0.3	2.3±0.3	0.01
Sol atriyum / Aort çapı	1.3±0.1	1.2±0.1	<0.001
Aortik hızı (m/sn)	1.15±0.1	0.94±0.1	<0.001
SADSV (ml)	29.7±4.7	20.1±4.4	<0.001
SADSVİ (ml/m ²)	16.8±2.6	14.6±2.5	<0.001
SVDSV (ml)	95.7±15.2	65.9±8.2	<0.001
SVDSVİ (ml/m ²)	53.4±6.6	47.8±5.9	<0.001
Sol ventrikül kütlesi (gr)	197.6±43.1	112.5±26.0	<0.001
Sol ventrikül kütle indeksi (gr/m ²)	108.1±19.2	79.9±12.4	<0.001
Sistolik PAB (TY yoluyla)	18.4±3.3	19.9±3.6	0.54
Mitral E (cm/sn)	90.7±13.9	99.3±11.2	<0.001
Mitral A (cm/sn)	60.4±11.2	49.1±7.2	<0.001
E/A	1.6±0.9	2.0±0.2	<0.001
E-DZ (msn)	128.2±11.2	113.0±6.4	<0.001
PVs (cm/sn)	50.7±8.3	55.8±7.2	<0.001
PVd (cm/sn)	54.9±7.3	50.0±7.0	<0.001
PVa (m/sn)	0.28±0.02	0.21±0.03	<0.001
PVs /PVd	0.92±0.09	1.1±0.9	<0.001
SVDSA-Mitral anülüs mesafe (cm)	6.3±0.6	5.9±1.0	0.01

Bağımsız iki örneklem t testi; İVSDK: İnterventriküler septum diyastol sonu kalınlığı; SVEDSÇ: Sol ventrikül diyastol sonu çapı; SVADDSK: Sol ventrikül arka duvar diyastol sonu kalınlığı; SVESÇ: Sol ventrikül sistol sonu çapı; SADSV: Sol atriyum diyastol sonu volüm; SADSVİ: Sol atriyum diyastol sonu volüm indeksi (ml/m²); SVDSV: Sol ventrikül diyastol sonu volümü; SVDSVİ: Sol ventrikül diyastol sonu volüm indeksi (ml/m²); E: Mitral erken doluş zirve hızı; A: Mitral geç doluş zirve hızı; E-DZ: Deselerasyon zamanı; PVs: Pulmoner ven sistolik; PVd: Pulmoner ven diyastolik; PVa: Pulmoner ven atriyal geri dalga velositeleri; SVDSA: Sol ventrikül diyastol sonu apeks.

karşılaştırılmasında anlamlı fark bulunan verilerde birinci p değeri ANOVA'yı, ikinci p değeri sistolik kan basıncı etkilerinin düzeltilmesi için hesaplanan ANCOVA sonuçlarını göstermektedir. Açlık insülin ve HOMA-IR değerleri, SV ejeksiyon fraksiyonu grup 2 ve grup 3'de benzer bulundu. SV'de obeziteye ikincil yapısal ve SV diyastolik fonksiyon bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, aort çapı dışında grup 2 ve grup 3'te grup 1'den anlamlı şekilde farklılıklar

gösterdiği saptandı. Ayrıca, obez alt gruplarda sistolik kan basıncının normal sınırlarda olmasına rağmen grup 1'den daha yüksek olmasının test sonuçlarını kontamine edebileceğinden; bu yönden yapılan ANCOVA analizinde grup 2 ve grup 3'te SV'deki yapısal ve fonksiyonel parametrelerde grup 1'e göre anlamlı farkın korunduğu bulunmuştur. Böylelikle SV'deki değişikliklerin yüksek kan basıncı yanında doğrudan BKİ'den de etkilendiği gösterilmiştir.

Tablo 3. Çalışma gruplarının BKİ'ye göre demografik, klinik ve ekokardiyografik (standart ve PW Doppler) ölçüm sonuçları

Demografik bulgular	BKİ <25	BKİ 25-29.9	BKİ ≥30	Grup 1-2-3	Grup 1-2	Grup 1-3	Grup 2-3
	Grup 1	Grup 2	Grup 3				
	Ort.±SS	Ort.±SS	Ort.±SS	p	p	p	p
Yaş (yıl)	13.2±1.8	13.2±2.1	13.3±2.0	0.99	0.84	0.90	0.90
Cinsiyet (Erkek / Kadın)	27/23	14/16	14/16	0.92	0.86	0.82	0.88
Kalp hızı (dk)	77.5±8.3	82.7±9.5	85.5±11.8	0.01	0.03	0.01	0.54
Obezite süresi (yıl)	–	3.1±1.3	4.2±1.1		–	–	0.02
BKİ (kg/m ²)	19.7±1.6	27.2±1.2	32.9±2.0	<0.001	<0.001*	<0.001*	0.01
BKİSS	-0.15±0.6	1.8±0.3	2.6±0.3	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*
Sistolik TA (mmHg)	98.5±10.3	105.6±8.9	108.1±8.0	0.01	0.01	<0.001	0.58
Açlık insülin (μIU/ml)	–	11.6±3.7	16.4±15.7		–	–	0.61
HOMA-IR	–	2.5±0.8	3.5±3.4		–	–	0.70
Standart ekokardiyografi parametreleri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 1-2-3	Grup 1-2	Grup 1-3	Grup 2-3
				p	p	p	p
İVSDSK (mm)	7.6±1.1	9.7±1.3	10.6±1.6	<0.001	<0.001	<0.001	0.02
				<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.04*
SVEDSÇ (mm)	40.9±3.5	45.1±1.9	45.8±2.5	<0.001	<0.001	<0.001	0.68
				<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.90*
SVADDSK (mm)	7.3±1.0	9.3±1.2	10.3±1.6	<0.001	<0.001	<0.001	0.01
				<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.01*
SVESÇ (mm)	25.8±2.5	28±2.0	28.8±2.2	0.01	<0.001	<0.001	0.54
				0.01	0.002*	<0.001*	0.81*
Ejeksiyon fraksiyonu (%)	68.1±3.1	65.5±12.2	67.7±3.3	0.78	0.68	0.89	0.91
Kısalma fraksiyonu (%)	37±3.2	36.4±3.4	36.7±3.5	0.90	0.77	0.79	0.92
Sol atriyum (cm)	2.8±0.3	3.1±0.19	3.2±0.3	0.01	<0.001	<0.001	0.50
				0.02	<0.001*	<0.001*	0.84*
Aort çapı (cm)	2.3±0.3	2.3±0.26	2.5±0.3	0.01	0.56	<0.001	0.04
				0.01*	0.94*	0.03*	0.08*
Sol atriyum / Aort çapı	1.2±0.1	1.3±0.14	1.3±0.2	0.01	0.01	<0.001	0.34
				0.01*	0.01*	0.01*	0.57*
Aortik hız (m/sn)	0.94±0.1	1.1±0.11	1.1±0.09	<0.001	<0.001	<0.001	0.78
				<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.91*
SADSV (ml)	20.1±4.4	27.3±5.8	31.2±4.4	<0.001	<0.001	<0.001	0.02
				<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.03*
SADSVİ (ml/m ²)	14.6±2.5	17.1±2.8	17.6±2.4	0.01	<0.001	0.01	0.77
				0.01*	<0.001*	0.01*	0.94*
SVDSV (ml)	65.9±8.2	92.2±11.9	99.1±17.5	<0.001	<0.001	<0.001	0.08
				0.01*	<0.001*	<0.001*	0.21*
SVDSVİ (ml/m ²)	47.8±5.9	54.1±5.1	52.7±7.9	0.01	<0.001	0.01	0.54
				0.01*	<0.001*	<0.001*	0.91*
SVK (gr)	112.5±26	181.8±33.8	213.3±46	<0.001	<0.001	<0.001	0.01
				<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.01*
SVKİ (gr/m ²)	79.9±12.4	105±17.5	111.2±20.6	<0.001	<0.001	<0.001	0.38
				0.01*	<0.001*	<0.001*	0.61*
SVDSA-Mitral anülüs mesafesi (cm)	5.9±1.0	6.4±0.52	6.42±0.7	0.01	0.01	0.01	0.05
				0.02*	0.03*	0.01*	0.76*

Tablo 3. Devamı

Pulsed-wave Doppler ekokardiyografi parametreleri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 1-2-3		Grup 1-2		Grup 1-3		Grup 2-3	
				<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>		
Mitral E/A oranı	2.0±0.2	1.5±0.15	1.4±0.2	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.88	0.91*
E-DZ (ms)	113.0±6.4	126.2±9.7	128.2±12.6	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.98#	0.54*#
PVs / PVd	1.1±0.9	0.93±0.11	0.91±0.06	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.70	0.87*
PVa (m/sn)	0.21±0.03	0.28±0.03	0.28±0.02	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.82	0.99*#

Cinsiyet dağılımının karşılaştırılmasında ki-kare testi; alt gruplarının karşılaştırılmasında one-way ANOVA; kan basıncı etkisinin düzeltilmesi için ANCOVA (*) ve ikişerli grup karşılaştırma için Tukey HSD ve Tamhane T2 (#) Post-Hoc testleri kullanıldı. $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

İVSDK: İnterventriküler septum diyastol sonu kalınlığı; SVEDSÇ: Sol ventrikül diyastol sonu çapı; SVADDSK: Sol ventrikül arka duvar diyastol sonu kalınlığı; SVESÇ: Sol ventrikül sistol sonu çapı; SADS: Sol atriyum diyastol sonu volüm; SADSİ: Sol atriyum diyastol sonu volüm indeksi; SVDS: Sol ventrikül diyastol sonu volümü; SVDSİ: Sol ventrikül diyastol sonu volüm indeksi; SVK: Sol ventrikül kütlesi; SVKİ: Sol ventrikül kütle indeksi; E: Mitral erken doluş zirve hızı; A: Mitral geç doluş zirve hızı; E-DZ: Deselerasyon zamanı; PVs: Pulmoner ven sistolik; PVd: Pulmoner ven diyastolik geri dalga hızı; PVa: Pulmoner ven atriyal geri dalga hızı; SVDSA: Sol ventrikül diyastol sonu apeksi; BKİSS: Beden kütle indeksi standart sapma skoru.

Grup 1 ve grup 2 için yapılan ANOVA ve ANCOVA analizinde, aort çaplarında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$). Ancak, aort çapı grup 1 ve grup 3 arasında her iki analizde de anlamlı derecede fark gösterdi ($p < 0.05$) (Tablo 3).

ANOVA analizinde grup 3'te İVSDSK, SVADDSK, aort çapı, SADS ve SVK grup 2'den anlamlı derecede yüksek saptandı ($p < 0.05$). Bu bulgular ANCOVA

analizinde de aort çapı dışında anlamlı derecede yükseklik gösterdi ($p < 0.05$). Diyastolik disfonksiyon bulguları (sol atriyal çap ve PW Doppler) grup 2 ve grup 3'de benzer bulundu.

BKİ, obezite süresi ve SVK arasında anlamlı derecede pozitif ilişki saptandı (sırasıyla, $r = 0.527$, $r = 0.506$, $p < 0.001$). SV yapısal ve fonksiyonel parametreleri, BKİ ve SVKİ arasındaki korelasyon bul-

Tablo 4. Hafif kilolu ve obez çocuklarda BKİ, SVKİ, SV yapısal ve fonksiyonel parametreleri arasındaki korelasyon

Parametreler	BKİ		SVKİ	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
İVSDSK (mm)	0.729	<0.001	0.805	<0.001
SVADDSK (mm)	0.745	<0.001	0.817	0.01
SVESÇ (mm)	0.536	0.01	0.492	0.01
SVEDSÇ (mm)	0.629	0.01	0.638	0.01
SADS (ml)	0.790	<0.001	0.618	0.01
Mitral A dalgası	0.472	<0.001	0.392	0.01
Mitral E dalgası	-0.293	0.01	-0.221	0.02
Mitral E/A oranı	-0.724	<0.001	-0.584	<0.001
Pulmoner ven S/D oranı	-0.577	<0.001	-0.455	<0.001
Pulmoner ven A dalgası	0.649	<0.001	0.536	0.01
24 saat ortalama sistolik TA	0.047	0.72	0.067	0.61

Pearson korelasyon analizi, $p < 0.05$ anlamlı; BKİ: Beden kütle indeksi; SVKİ: Sol ventrikül kütle indeksi; İVSDK: İnterventriküler septum diyastol sonu kalınlığı; SVADDSK: Sol ventrikül arka duvar diyastol sonu kalınlığı; SVESÇ: Sol ventrikül sistol sonu çapı; SVEDSÇ: Sol ventrikül diyastol sonu çapı; SADS: Sol atriyum diyastol sonu volüm; E: Mitral erken doluş zirve hızı; A: Mitral geç doluş zirve hızı; PVs: Pulmoner ven sistolik; PVd: Pulmoner ven diyastolik; PVa: Pulmoner ven atriyal geri dalga hızı; TA: Tansiyon arteriyel.

guları Tablo 4’de sunulmuştur.

SV’deki bulguların VKİ ve SVKİ’deki artma ile anlamlı değişiklikler gösterdiği bulunmuştur. İnsülin direnci (HOMA-IR), sol atriyum, SV diyastol sonu volüm indeksi (sırasıyla, $r=0.382$, $r=0.390$, $p<0.01$) ve sol atriyum çapı arasında anlamlı ilişki saptandı ($r=0.266$, $p<0.05$). İnsülin direnci ile PW Doppler bulguları arasında anlamlı korelasyon saptanmadı. Obez çocuklarda mitral E-DZ, SV diyastol sonu çapı ($r=0.399$, $p<0.001$) ve sistolik kan basıncı arasında pozitif anlamlı korelasyon saptandı ($r=0.271$, $p<0.001$).

TARTIŞMA

Kardiyovasküler hastalık için tek başına önemli bir risk faktörü olarak kabul edilen obezitenin çocuk ve ergenlerde takip ve tedavi planını belirlemek oldukça önemlidir.^[5,15] Buna bağlı olarak obez çocuklarda ekokardiyografik olarak ventrikül geometrisi, sistolik ve diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesi ile ilgili çalışmaların sayısı ve önemi son yıllarda giderek artmıştır. Çalışmamızda hem hafif kilolu hem de obez çocuklarda SV’de yapısal ve fonksiyonel olarak anlamlı değişikliklerle birlikte diyastolik disfonksiyon saptanmıştır. Obez gruplarda normal sınırlarda ancak kontrol grubundan daha yüksek sistolik kan basıncı vardı. Bu durum erken dönemde gelişen subklinik miyokart disfonksiyon bulgularının, BKİ ve obezite ile ilişkili yüksek kan basıncına bağlı olabileceğini düşündürmektedir.

Hem normotansif hem de hipertansif obez bireylerde obez olmayan kişilerle karşılaştırıldığında kalp debisi ve kan hacmi artmıştır. Buna rağmen normotansif obez hastalarda vasküler direnç düşer, oysa hipertansif obez hastaların vasküler direnci normaldir.^[16] Günümüzde geçerli olan yaklaşım asemptomatik riskli çocuklarda hafif ve orta derecede olan kan basıncı yüksekliklerinin saptanması şeklindedir. Hipertansiyon ventriküllerde konsantrik tipte hipertrofiye ve sistolik fonksiyonların bozulmasına neden olabilir.^[5] Çalışmamızda obez grupta sistolik kan basıncı kontrol grubundan daha yüksek ancak grup içinde normal sınırlarda bulundu. Bu durum kan basıncındaki yükseklik ile vücut ağırlığı arasındaki ilişkiyi doğrulayabilir. Nitekim vücut ağırlığının 10 kg daha yüksek olması sistolik basıncın 3.0 mmHg ve diyastolik basıncın 2.3 mmHg daha yüksek olmasına yol açmaktadır. Bu nedenle kan basıncı etkisini düzeltmek

için sistolik kan basıncının kovaryans olarak seçildiği ANCOVA analizinde (Tablo 3), p değerleri her iki obez grupta da aortik çap dışında benzer bulunmuştur. Bu da kan basıncı yüksekliğinin obezite ile ilişkili olduğu, obezite şiddeti ile birlikte kalp bulgularının etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca, çalışmamızda 24 saatlik ortalama sistolik kan basıncı, BKİ ve SVKİ arasında anlamlı korelasyon göstermemesinde obezite şiddetinin SV’deki etkisini desteklemektedir. Obeziteye bağlı volüm yükü ve daha yüksek kan basıncı SV’de yeniden şekillenme, atriyum ve ventriküler fonksiyon bozukluğuna yol açmaktadır.^[2,17,18] Nitekim her iki obez grubumuzda daha yüksek olan sistolik kan basıncı, BKİ ($r=0.268$, $p=0.038$) ve mitral E-DZ ($r=0.271$, $p=0.036$) arasında güçlü pozitif korelasyon saptanmıştır (Tablo 4).

Çalışmamızda standart ekokardiyografik değerlendirilmede obez çocuklarda literatüre benzer şekilde sol atriyum ve SV çapları, SV diyastol sonu-apeks arası mesafe, SVK gibi morfolojik bulgularda volüm yüküne ikincil meydana gelen anlamlı değişiklikler ve korunmuş SV sistolik fonksiyonu saptanmıştır (Tablo 2).^[5,19] Yine yapılan çalışmalarda obez olgularda SV diyastol sonu çapı, SVK ve SVKİ’de anlamlı yükseklik bildirilmiştir.^[20-22] Bu bulgular diğer çalışmalarda da SV disfonksiyonunun erken belirleyicisi olarak gösterilmiş ve sol atriyum volüm indeksi ile diyastolik disfonksiyonun süre ve ciddiyeti arasında güçlü bir ilişki olduğu kaydedilmiştir.^[23-25] Çalışmamızda artmış SV doluş basıncını gösteren sol atriyum çapı, hafif kilolu ve obez gruplarda kontrol grubunda anlamlı yüksekti ($p<0.05$). Ayrıca, BKİ, SVKİ, SV diyastolik disfonksiyon parametreleri (sol atriyum çapı, mitral A dalgası, E-DZ, pulmoner ven A dalgası) arasındaki anlamlı korelasyon, diyastolik disfonksiyonu desteklemektedir (Tablo 4).

Çalışmamızda BKİ, SVKİ, SV duvar kalınlıkları ve çapları arasında da anlamlı derecede pozitif korelasyon saptandı. Alt grupların da yer aldığı one-way ANOVA ve ANCOVA analizlerde, septum ve SV arka duvar kalınlığı, SVK ve sol atriyum volümü obez grupta hafif kilolu gruba göre anlamlı yükseklik gösterdi. Bu durum obezitenin şiddetine sekonder artan kronik volüm yükü (ön yük) ve ard yük (daha yüksek kan basıncı) ile ilişkili SV’deki yapısal değişiklikleri yansıtmaktadır. İnsülin direnci SV’deki yapısal ve fonksiyonel değişikliklerde aracı olabilmektedir.^[1,2] Çalışmamızda obez gruplarımızda insülin direnci

(HOMA-IR), sol atriyum ve SV diyastol sonu volüm indeksi arasında anlamlı ilişki saptanırken (sırasıyla, $r=0.382$, $r=0.390$ $p<0.01$); insülin direnci, BKİ ve SVKİ ile benzer korelasyon göstermemiştir. Bu durum obez olgularda insülin direncindeki artışın, kardiyak yapı ve fonksiyonlardaki bozulmalar yönünden yüksek kan basıncı ile birlikte izlemde kullanılabilircek bir parametre olabileceğini düşündürmektedir.

SV hipertrofinin derecesi ile mitral "inflow" A dalgası arasında yakın bir ilişkinin olması atriyal katkının SV hipertrofinin artışıyla daha önemli hale geldiğini göstermektedir.^[26,27] Literatürde yapılan çalışmalarda obez çocuklarda artmış A dalgası ve transmitral E/A oranında azalma bildirilmiştir.^[28-30] Çalışmamızda her iki obez grupta daha yüksek mitral A dalga hızı, dolayısıyla daha düşük mitral E/A dalga oranı ve E-DZ'de anlamlı uzama saptandı ($p<0.05$). Mitral E/A oranı ($r=-0.230$, $p<0.01$), pulmoner S/D oranı ($r=-0.577$, $p<0.01$) BKİ ile arasında negatif korelasyon saptandı ve her iki obez grupta da diyastolik disfonksiyon bulgularının benzer olması da dikkat çekicidir.

Pulmoner ven akımı PW Doppler eğrisi diyastolik fonksiyon bozukluğunun iyi bir belirleyicisidir ve artmış SV diyastol sonu basıncı yansıtır.^[24,25] Hafif kilolu ve obez grupta normal diyastolik doluş örneğine benzeyen transmitral E/A kayıtları vardı. Literatürde bu durumun obez hastalarda intravasküler volum artışına bağlı sol atriyum basıncı artışına bağlı olduğu ve erken fazdaki anormal diyastolik gevşeme bozukluğunu gizleyebileceği belirtilmektedir.^[24] Ancak, çalışmamızda hem obez grupta hemde hafif kilolu grupta pulmoner ven S/D oranında azalma (S/D oranı <1) ve PVA dalga hızında anlamlı artış saptandı ($p<0.01$). Bu durum hafif kilolu dönemde de SV diyastolik disfonksiyonun başladığını göstermektedir.

Çalışmamızda normotansif hafif kilolu ve obez çocuklarda SV'de yapısal ve fonksiyonel değişiklikler ile birlikte erken dönemde diyastolik disfonksiyon saptanmıştır. Her iki obez grupta normal sınırlarda ancak kontrol grubuna göre daha yüksek kan basıncı saptanması ise dikkat çekici bir bulgudur. Bu yükseklik BKİ ile birlikte SV'deki subklinik miyokart disfonksiyonu bulgularının gelişmesine katkıda bulunabilir. Pulmoner ven PW Doppler incelemesinde hem hafif kilolu hemde obez çocuklarda diyastolik disfonksiyon gösterilmiştir. Subklinik SV'de yapısal ve miyokart disfonksiyonun hafif kilolu grupta da saptanması, obezi-

te gelişmeden erken dönemde önlem alınması gerekliliğini göstermektedir.

Çalışmanın sınırlılıkları

Bu çalışmada, her iki obez grupta normal sınırlarda ancak kontrol grubuna göre daha yüksek kan basıncının, BKİ ile birlikte SV'deki yapısal ve fonksiyonel değişiklikleri etkileyebilmesi en önemli sınırlılıktır. Bununla birlikte, bu çalışmada kan basıncının etkisi düzeltilerek yapılan analizlerde SV'deki yapısal ve fonksiyonel değişikliklere BKİ'nin etkisinde gösterilmiştir. Ayrıca, ölçülen parametrelerin hastadan hastaya değişebilen önyük, kalp hızı ve yaş gibi birçok faktörden etkilenmesi kaçınılmazdır. Obezite nedeniyle görüntü ekojenitesinin zayıf olması sonuçları etkilemektedir.

Yazar(lar) ya da yazı ile ilgili bildirilen herhangi bir ilgi çakışması (conflict of interest) yoktur.

KAYNAKLAR

1. Di Bello V, Santini F, Di Cori A, Pucci A, Palagi C, Delle Donne MG, et al. Obesity cardiomyopathy: is it a reality? An ultrasonic tissue characterization study. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:1063-71. [\[CrossRef\]](#)
2. Tumuklu MM, Etikan I, Kisacik B, Kayikcioglu M. Effect of obesity on left ventricular structure and myocardial systolic function: assessment by tissue Doppler imaging and strain/strain rate imaging. *Echocardiography* 2007;24:802-9. [\[CrossRef\]](#)
3. Dayı ŞÜ, Tartan Z, Kaşıkçıoğlu H, Terzi S, Sayar N, Uyarel H ve ark. Obez kadınlarda hipertansiyonun kardiyopulmoner fonksiyonlar üzerine etkisi. *Türk Kardiyol Dern Arş* 2005;33:155-60.
4. Urheim S, Edvardsen T, Torp H, Angelsen B, Smiseth OA. Myocardial strain by Doppler echocardiography. Validation of a new method to quantify regional myocardial function. *Circulation* 2000;102:1158-64. [\[CrossRef\]](#)
5. Movahed MR, Saito Y. Obesity is associated with left atrial enlargement, E/A reversal and left ventricular hypertrophy. *Exp Clin Cardiol* 2008;13:89-91.
6. Kenchaiah S, Evans JC, Levy D, Wilson PW, Benjamin EJ, Larson MG, et al. Obesity and the risk of heart failure. *N Engl J Med* 2002;347:305-13. [\[CrossRef\]](#)
7. Ercan E, Tengiz İ, Nalbantgil İ. Diyastolik kalp yetersizliği: Klinik ve ekokardiyografik tanı. *Türkiye Klinikleri Kardiyoloji* 2003;16:433-8.
8. Benjamin EJ, Levy D. Why is left ventricular hypertrophy so predictive of morbidity and mortality? *Am J Med Sci* 1999;317:168-75. [\[CrossRef\]](#)
9. Levy D, Garrison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *N Engl*

- J Med 1990;322:1561-6. [CrossRef]
10. Günöz H, Saka N, Darendeliler F, Bundak R. Büyüme, gelişme ve endokrin. İçinde: Cantez T, editör. Çocuk sağlığı ve hastalıkları. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2003. s. 111-4.
 11. Tümer N, Yalçinkaya F, Ince E, Ekim M, Köse K, Cakar N et al. Blood pressure nomograms for children and adolescents in Turkey. *Pediatr Nephrol* 1999;13:438-43. [CrossRef]
 12. Pearlman AS, Gardin JM, Martin RP, Parisi AF, Popp RL, Quinones MA, et al. Guidelines for optimal physician training in echocardiography. Recommendations of the American Society of Echocardiography Committee for Physician Training in Echocardiography. *Am J Cardiol* 1987;60:158-63. [CrossRef]
 13. Cain PA, Ahl R, Hedstrom E, Ugander M, Allansdotter-Johnsson A, Friberg P, et al. Age and gender specific normal values of left ventricular mass, volume and function for gradient echo magnetic resonance imaging: a cross sectional study. *BMC Med Imaging* 2009;9:2. [CrossRef]
 14. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1440-63. [CrossRef]
 15. Troiano RP, Frongillo EA Jr, Sobal J, Levitsky DA. The relationship between body weight and mortality: a quantitative analysis of combined information from existing studies. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996;20:63-75.
 16. Rocchini AP. Obesity hypertension. *Am J Hypertens* 2002;15:50S-52. [CrossRef]
 17. Kaya A. Obezite ve hipertansiyon. *Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism* 2003;(Suppl. 2):13-21.
 18. Daniels SR, Arnett DK, Eckel RH, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S, et al. Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation* 2005;111:1999-2012. [CrossRef]
 19. Celik A, Ozçetin M, Yerli Y, Damar IH, Kadı H, Koç F, et al. Increased aortic pulse wave velocity in obese children. *Türk Kardiyol Dern Ars* 2011;39:557-62. [CrossRef]
 20. Ku CS, Lin SL, Wang DJ, Chang SK, Lee WJ. Left ventricular filling in young normotensive obese adults. *Am J Cardiol* 1994;73:613-5. [CrossRef]
 21. Nakajima T, Fujioka S, Tokunaga K, Matsuzawa Y, Tarui S. Correlation of intraabdominal fat accumulation and left ventricular performance in obesity. *Am J Cardiol* 1989;64:369-73. [CrossRef]
 22. Alpert MA, Terry BE, Kelly DL. Effect of weight loss on cardiac chamber size, wall thickness and left ventricular function in morbid obesity. *Am J Cardiol* 1985;55:783-6. [CrossRef]
 23. Garavaglia GE, Messerli FH, Nunez BD, Schmieder RE, Grossman E. Myocardial contractility and left ventricular function in obese patients with essential hypertension. *Am J Cardiol* 1988;62:594-7. [CrossRef]
 24. Pirat B, Zoghbi WA. Echocardiographic assessment of left ventricular diastolic function. *Anadolu Kardiyol Derg* 2007;7:310-5.
 25. Sermez Y, Eren O, Keskin A, Türk T. Obez kadınlarda sol ventrikül fonksiyonları ve bunun vücut yağ kitlesi ile ilişkisi. *Türkiye Klinikleri Kardiyoloji* 1997;10:14-7.
 26. Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Owa M, Nakasone I, Sakakibara H, et al. Augmentation of atrial contribution to left ventricular inflow with aging as assessed by intracardiac Doppler flowmetry. *Am J Cardiol* 1984;53:586-9. [CrossRef]
 27. Alpert MA, Lambert CR, Terry BE, Cohen MV, Mukerji V, Massey CV, et al. Influence of left ventricular mass on left ventricular diastolic filling in normotensive morbid obesity. *Am Heart J* 1995;130:1068-73. [CrossRef]
 28. Mehta SK, Holliday C, Hayduk L, Wiersma L, Richards N, Younoszai A. Comparison of myocardial function in children with body mass indexes ≥ 25 versus those < 25 kg/m². *Am J Cardiol* 2004;93:1567-9. [CrossRef]
 29. Sürücü H, Tatlı E, Boz H, Meriç M. Evaluation of left ventricular circumferential contraction functions in obese patients. *Echocardiography* 2010;27:378-83. [CrossRef]
 30. Levent E, Gökşen D, Ozyürek AR, Darcan S, Coker M. Usefulness of the myocardial performance index (MPI) for assessing ventricular function in obese pediatric patients. *Türk J Pediatr* 2005;47:34-8.
- Anahtar sözcükler:** Çocuk; ekokardiyografi/yöntem; ergen; obezite/komplikasyonlar/etioloji/terapi; ventrikül fonksiyonu, sol; ventrikül disfonksiyonu, sol; vücut ağırlığı.
- Key words:** Child;echocardiography/methods; adolescent; obesity/ complications/etiology/therapy; body weight; ventricular function, left; ventricular dysfunction, left.