

Sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ve ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması

Ayşe Sanem Fıratlıgil¹, Sevil Baş², Muzaffer Başak³

ÖZET:

Sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ve ekokardiyografi bulgularının karşılaştırılması

Amaç: Kalp yetersizliğinde prognoz ve tedavi seçeneklerinin belirlenmesi ayrıca tedaviye cevabın değerlendirilmesi için ventrikül hacim ve fonksiyonlarının doğru biçimde ölçülmesi oldukça önemlidir. Son yıllarda ekokardiyografinin yetersiz kaldığı durumlarda kardiyak manyetik rezonans görüntüleme (MRG) sol ventrikül fonksiyonlarının gösterilmesinde üstünlük sağlamıştır. Bu çalışmada kardiyak MRG ile ekokardiyografi karşılaştırılarak sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde bu iki tetkikin uyumu ve kardiyak MRG'nin klinik yararlılığı araştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda sol ventrikül fonksiyon bozukluğu saptanan ekokardiyografik incelemeleri yapılmış 49 hastaya kardiyak MRG görüntülemesi yapıldı. Horizontal ve vertikal uzun aks referans görüntüler elde edildikten sonra duvar hareketlerini değerlendirmek ve ventriküler volümetrik değerleri hesaplamak için apeks ve mitral kapak arasında tüm sol ventrikülün kısa aks sine görüntülenmesi yapıldı. Ayrıca tüm olgularda apeksi değerlendirmek açısından 4 odacıklı görüntüleme yapıldı. Hastaların MRG'de elde edilen sol ventrikül end-diastolik volüm (EDV), end-sistolik volüm (ESV), stroke volüm (SV), kardiyak output (CO), ejeksiyon fraksiyonu (EF) ve sol ventrikül miyokard kas kitlesi (LVM) değerleri, ekokardiyografik olarak saptanan değerler ile karşılaştırıldı.

Bulgular: Kardiyak MRG'de EDV minimum 30, maksimum 357 (ort. 126.96±58.22) ml; ESV minimum 29, maksimum 288 (ort. 71.39±54.59) ml ölçüldü. Ekokardiyografide saptanan EDV değerleri minimum 51, maksimum 281 (ort. 126.18±50.85)ml; ESV değerleri ise; minimum 13, maksimum 227 (ort. 64.2±42.04)ml ölçüldü. MRG ve EKO ile ölçülen EDV ve ESV değerlerinin korele olduğu, istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü (p=0.0001; p=0.0001 sırasıyla). SV değerleri MRG ile minimum 13, maksimum 101 (ort. 57.06±16.29)ml; EKO ile minimum 22, maksimum 108 (ort. 61.39±14.3)ml ölçüldü. CO değerleri MRG ile minimum 1.6, maksimum 7.0 (ort. 4.63±1.34) ölçüldü. EKO ile saptanan CO değerleri ise minimum 2.5, maksimum 10.6 (ort. 5.02±1.6)dir. EF MRG ile minimum %16, maksimum %69 (ortalama %50±12.14); EKO ile minimum %30, maksimum %68 (ortalama %55±10.66) olarak ölçüldü. SV, CO ve EF değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı uyum gözlenmiştir (p=0.005; p=0.002 sırasıyla).

Sol ventrikül kitlesi (LVM) MRG'de minimum 53, maksimum 219 (ort. 104.53±33.4)gr; EKO'da ise minimum 69, maksimum 384 (ort. 172.31±76.38) gr olarak ölçüldü. Ekokardiyografik sol ventrikül kitlesi ölçümleri, kardiyak MRG ölçümlerinden anlamlı derecede yüksek bulunmuş olup istatistiksel olarak anlamlı uyum gözlenmemiştir.

Sonuç: Bu değerlerin sonucuna göre sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde teknik dezavantajlarından dolayı ekokardiyografinin yetersiz kaldığı olgularda objektif ve doğru sonuçlar veren kardiyak MRG yöntemi tercih edilmelidir.

Anahtar kelimeler: Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme, kalp yetersizliği, ekokardiyografi, ejeksiyon fraksiyonu

ABSTRACT:

The comparison of ecocardiography and cardiac magnetic resonance imaging findings in the evaluation comparison of left ventricle function

Objective: In heart failure, effective evaluation of ventricular volumes and cardiac functions in the determination of prognosis and treatment options and response to treatment protocol is very important. In recent years, cardiac magnetic resonance imaging (MRI) is reported as superior to echocardiography in cases where echocardiography results are insufficient to display of left ventricular function. In this study, comparative analysis of cardiac MRI and echocardiography was performed to evaluate the left ventricular function.

Material and Methods: Our study included 49 patients who have heart failure or might have and also these patients were examined with ecocardiography before having cardiac MRI images. In our protocol, we have visualized the reference images in vertical and horizontal axes and then for determining the motion of the left ventricle wall and ejection fraction and volumetric changes of ventricles we have imaged all short axis of the left ventricle which was perpendicular to the horizontal and vertical axes of the reference images, between apex and the mitral valves. Also, we have imaged all chambers for evaluating the apex. The patient's parameters of MRI that included left ventricle end diastolic volume (EDV), end-systolic volume (ESV), stroke volume (SV), cardiac output(CO), ejection fraction (EF) and left ventricle muscle mass were compared with those were recorded in ecocardiography.

Results: In cardiac MRI, EDV were recorded min. 30, max. 357 ml (mean 126.96±58.22), ESV were recorded as min. 29, max. 288 ml (mean 71.39±54.59) where as they were recorded min 51, max 281 ml (mean 126.18±50.85); min 13, max 227 ml (mean 64.2±42.04) respectively, in ecocardiography. These values were correlated both in MRI and ecocardiography and were statistically significant (p=0.0001; p=0.0001, respectively). SV were recorded min 13, max 101 ml (mean. 57.06±16.29) in MRI and were recorded min 22, max 108 ml (mean 61.39±14.3) in ecocardiography. CO were recorded min 1.6, max 7.0 (mean 4.63±1.34) in MRI and were recorded min 2.5, max 10.6 (mean 5.02±1.6) in ecocardiography. EF were min 16%, max 69% (mean 50%±12.14) in MRI and were 30%, max 68% (mean 55%±10.66) in ecocardiography. The recordings of SV, CO and EF were correlated both in MRI and in ecocardiography and they were also statistically significant (p=0.005; p=0.002 respectively).

Left ventricle muscle mass (LVM) were min 53, max 219 (mean 104.53±33.4)gr in MRI; min 69, max 384 (mean 172.31±76.38) gr in ecocardiography. These values were not correlated with MRI and ecocardiography and they were not statistically significant.

Conclusion: Our study results suggested that cardiac MRI can be an alternative way in evaluating the cases that ecocardiography became inefficient cause of the acoustic window problems and the cases that were diagnosed exactly.

Key words: Cardiac magnetic resonance imaging, heart failure, ecocardiography, ejection fraction

Ş.E.E.A.H. Tıp Bülteni 2013;47(4):167-176

¹Balıklıgöl Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği,

Şanlıurfa-Türkiye

²Derince Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Kocaeli-Türkiye

³Şişli Etfal Eğitim Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İstanbul-Türkiye

Yazışma Adresi / Address reprint requests to: Ayşe Sanem Fıratlıgil, Balıklıgöl Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Şanlıurfa-Türkiye

E-posta / E-mail: sanemfiratligil@hotmail.com

Geliş tarihi / Date of receipt: 9 Mayıs 2013 / May 9, 2013

Kabul tarihi / Date of acceptance: 27 Kasım 2013 / November 27, 2013

GİRİŞ

Kalp yetersizliği (KY) sık görülmesi, görülme sıklığının her geçen yıl artması ve yüksek morbidite ve mortalite oranlarına sahip olması nedeniyle çok önemli bir halk sağlığı problemidir (1). Son zamanlarda tedavide kullanılabilecek alternatiflerin sayısının artması kardiyak fonksiyonların düzenli olarak takip edilmesini daha da önemli hale getirmiştir. Literatürde kalp yetersizliğinde yaşam süresini belirleyen en önemli değişkenin sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (EF) olduğu görülmektedir (2). EF dışında sol ventrikül diyastol ve sistol sonu hacimlerinin de prognoz üzerinde etkileri vardır (3). Bu nedenle KY hastalarında prognozun ve tedavi seçeneklerinin belirlenmesi ayrıca tedaviye cevabın değerlendirilmesi için ventrikül hacim ve fonksiyonlarının doğruluk ve tekrar edilebilirlik değeri yüksek bir tetkik yöntemi ile incelenmesi oldukça önemlidir.

Ekokardiyografi; ventriküler fonksiyonun değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Ancak ekokardiyografinin çeşitli (kullanıcıya bağımlı olması, görüş alanının dar olması, uzaysal rezolüsyonunun sınırlı olması ve vücut yapısı, obezite veya pulmoner hastalığa bağlı olarak bazı hastalarda değerlendirmenin sınırlı olması gibi) dezavantajları ventriküler fonksiyonları daha güvenli ve hızlı bir şekilde değerlendirmeye yönelik diğer non-invazif görüntüleme yöntemlerinin araştırılmasına neden olmuştur (4-6).

Günümüzde ventrikül fonksiyonlarının non-invazif olarak değerlendirilmesinde; tekrarlanabilir ve yüksek doğruluk oranlarına sahip, geometrik varsayımlardan bağımsız, radyasyon riski içermeyen, tüm miyokard segmentlerinin değerlendirilebildiği kardiyak manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ön plana çıkmıştır (7-10). Non-invazif oluşu, iyonizan radyasyon kullanılmaması, 3 boyutlu kesitsel görüntüleme yeteneği, daha iyi yumuşak doku kontrastına ve yüksek uzaysal rezolüsyona sahip oluşu, kardiyak duvar hareketleri ve miyokard canlılığını değerlendirebilme potansiyeli kardiyak MRG'nin önemli avantajları olarak görülmektedir. Tüm ventrikülü içerecek şekilde alınan 8-12 kesit kısa eksen görüntüleri ile ventriküler sistol ve diyastol sonu hacimler, ejeksiyon fraksiyonu, stroke volüm, kardiyak output, ventrikül

duvar kalınlıkları ve sistolik-diyastolik duvar hareketleri geometrik varsayımlara dayanmadan yüksek doğruluk oranlarıyla belirlenebilmektedir (8,11-14).

Bu çalışmada kalp yetmezliği olan hastalarda sol ventrikül end-diyastolik volüm, end-sistolik volüm, stroke volüm, kardiyak output, ejeksiyon fraksiyonu ve sol ventrikül kas kitlesi değerleri kardiyak MRG ve ekokardiyografi ile karşılaştırılarak sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde bu iki tetkikin uyumu ve kardiyak MRG'nin klinik yararlılığı araştırılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Kliniğimize kardiyak MRG tetkiki için başvuran 49 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm olgular klostrofobi, kardiyak pacemaker, kardiyoverter defibrilatör, MRG uyumluluğu bulunmayan cerrahi klip ve protez açısından tarandı; bunlardan birisi veya daha fazlasına mevcut olan olgular çalışma dışı bırakıldı. Ekokardiyografi ve kardiyak MRG incelemeleri arasındaki zaman aralığı 1-5 gün arasında değişmekteydi. Bu periyotta hastaların klinik bulgularında ve tedavi protokollerinde değişiklik olmadı. Tüm hastalarda MRG incelemeleri 1,5 Tesla MR cihazıyla (Philips İntera Achieva; Philips Medical Systems, Nederland) gerçekleştirildi. Hastalar supin pozisyonda, EKG ve solunum takip pedi kılavuzluğunda tarandı. 4 elementli phased-array abdomen koili göğüs ön duvarına yerleştirilerek sinyal toplamada kullanıldı. Tüm olgularda kardiyak tetikleme bireylere MR uyumlu elektrodlar takılarak uygulandı. Her kesit hastalara nefes tutturularak elde edildi. Nefes tutma seviyesinin aynı olması görüntü kalitesi için önemli olduğundan hastalara ekspirasyon sonunda nefes tutturuldu.

Görüntülerin oluşturulmasında kardiyak gated segmented k-space sine breath hold steady-state free precession (balanced fast field echo, BFFE) sekansı kullanıldı. Kesit kalınlığı 6-8 mm, kesitler arası mesafe (gap) 0-2 mm olarak belirlendi. Görüntüler standart olarak 20-30 kalp fazında elde edildi. Ortalama MRG inceleme süresi 20-25 dakikaydı.

Elde edilen görüntüleme bilgisi, Philips iş istasyonuna aktarıldı. Burada iki radyolog tarafından ortak değerlendirme ile manuel olarak endokardiyal ve

epikardiyal sınırlar çizildi. Sistolik fonksiyon analizi "View Forum Cardiac Package Program R5-x" analiz programıyla yapıldı. Tüm görüntüler retrospektif olarak ve ekokardiyografi sonucu bilinmeden farklı zamanlarda iki defa değerlendirilmiş olup, elde edilen değerlerin ortalaması sonuç değer olarak kabul edildi. EF değerlerinin hesaplanması için kısa aks görüntülerde diyastol ve sistol sonu endokardiyal sınırlar manuel olarak apekten bazale kadar tüm kesitler-

de çizildi (Simpson metodu) (15-17).

Sistol ve diyastol sonu fazları belirlemek için sırasıyla orta ventriküler düzeyde en dar ve en geniş ventrikül kavitesi boyutu kullanıldı. Endokard sınırları kan ile dolu kavitenin hiperintensitesi ile miyokardın orta derecedeki intensitesi arasındaki farklılık kullanılarak çizildi. Papiller kaslar analiz zamanını uzatıp anlamlı kitle ve kavite hacmi değişikliği yapmadığından ventrikül kavitesi içerisine dahil edildi

Tablo 1: Olguların demografik özellikleri ve MRG ölçüm değerleri

Hasta	Yaş	Cinsiyet	Hastalık süresi/yıl	EF	SV	CO	EDV	ESV	LVM
1	76	K	3	35	55	3,7	256	201	125
2	77	K	3,3	25	31	3	164	133	103
3	67	E	4	22	40	3,5	179	139	93
4	76	K	3,6	30	80	4,7	266	186	131
5	77	K	4,5	34	38	3,6	111	74	84
6	74	E	5	25	34	5	160	125	170
7	39	K	1,5	55	47	4,2	85	38	84
8	76	K	2,5	51	66	6	130	63	82
9	60	E	4,6	17	30	2,8	169	139	105
10	52	K	0,6	60	52	3,5	87	35	53
11	64	K	0,8	43	13	1,6	30	17	124
12	30	E	0,5	67	78	5	128	50	76
13	33	E	1,3	47	80	5,1	172	92	113
14	76	K	4	50	43	3,5	87	44	82
15	54	E	1	60	74	8,1	122	48	107
16	79	K	0,4	46	73	6,8	158	85	125
17	60	K	1	57	45	3,1	78	45	93
18	51	K	1,6	56	47	3	85	38	92
19	24	E	24	55	70	5,6	126	56	120
20	45	E	1,8	52	49	4,7	103	55	78
21	41	E	10	58	47	4,7	82	34	81
22	49	E	0,5	59	41	5,2	70	29	62
23	49	K	6	50	67	4	136	69	76
24	44	E	1,2	56	76	4,9	151	75	132
25	56	E	5,4	29	31	3,3	108	76	112
26	60	K	3	68	71	5,4	105	34	110
27	61	K	1,8	56	53	3,7	94	42	75
28	46	E	0,3	59	86	6,3	146	59	116
29	47	K	2,3	56	54	3,8	97	43	62
30	63	E	1	59	61	4,9	112	51	86
31	51	E	3,3	59	70	3,9	119	49	105
32	39	K	0,6	31	22	3	72	49	80
33	63	K	4,5	69	73	5,6	105	31	87
34	53	K	0,5	61	55	4,3	95	40	78
35	72	E	5,5	16	38	4,7	253	215	219
36	53	E	1,6	49	52	4,3	105	53	125
37	51	K	1,5	51	53	3,5	103	50	88
38	60	K	2,5	35	36	2,6	102	65	145
39	18	K	0,1	58	52	4,9	93	41	101
40	75	E	6	19	69	6,3	357	288	143
41	20	K	0,2	46	31	2,6	67	31	55
42	64	E	0,9	53	53	4,4	99	46	85
43	84	E	2,8	64	52	3,4	81	29	165
44	43	K	2,1	61	101	7	167	66	116
45	45	E	1	56	58	4,2	104	45	88
46	49	E	0,3	55	61	4,2	121	60	96
47	52	K	1,3	65	62	4,2	96	34	69
48	47	E	0,7	60	85	4,5	172	87	135
49	61	E	4,3	61	69	3,7	113	44	90

EF:Ejeksiyon Fraksiyonu, SV:Stroke Volüm, CO:Cardiac Output, EDV:End Diastolik Volüm, ESV:End Sistolik Volüm, LVM: Sol ventrikül kas kitlesi

(18,19). Bazal kesitlerde sol ventrikül lümeni ile birlikte sol ventrikül çıkım yolu kaçınılmaz olarak görüntülenebilmektedir. Çalışmamızda bazal kesitler dikkatlice değerlendirilerek lümenin %50'den fazla miyokardla çevrili olduğu kısa aks kesiti end diyastolik kesit olarak belirlendi.

Sol atriyum, duvar yapısının ve sistoldeki dilatasyonunun tespit edilmesiyle ventrikülden ayırt edildi ve ventriküler kavitenin dışında kabul edildi. Epikar-

diyal sınır belirlemede septum sol ventriküle dahil edildi. Ventrikül çıkışları, ventriküler kaviteye dahil edilmedi.

Ekokardiyografik inceleme, General Electric Vivid 3 Pro/Vivid 3 Expert (GE Medical Systems, Milwaukee, WI 53219) ultrasound cihazında, 2,5 MHz kardiyak prob ile gerçekleştirildi. Olguların ekokardiyografileri aynı kardiyolog tarafından yapıldı. Ekokardiyografide sol ventrikül sistol ve diyastol sonu

Tablo 2: Olguların demografik özellikleri ve EKO ölçüm değerleri

Hasta	Yaş	Cinsiyet	Hastalık süresi/yıl	EF	SV	CO	EDV	ESV	LVM
1	76	K	3	60	108	5,7	179	71	304
2	77	K	3,3	33	56	5,6	167	111	281
3	67	E	4	38	50	4,5	131	81	221
4	76	K	3,6	36	78	3,08	212	134	206
5	77	K	4,5	49	107	10,6	216	109	384
6	74	E	5	38	52	9,3	185	133	210
7	39	K	1,5	62	54	4,1	97	43	103
8	76	K	2,5	46	76	7,7	164	88	305
9	60	E	4,6	30	80	6,8	266	186	361
10	52	K	0,6	68	35	2,5	51	16	100
11	64	K	0,8	55	22	2,7	54	32	142
12	30	E	0,5	65	82	6,1	142	60	95
13	33	E	1,3	40	47	3,5	118	71	124
14	76	K	4	66	62	4,6	113	51	211
15	54	E	1	60	85	8,5	133	48	131
16	79	K	0,4	49	78	7	159	81	290
17	60	K	1	65	52	3,6	101	49	107
18	51	K	1,6	60	43	2,7	71	28	163
19	24	E	24	57	41	3,2	71	30	140
20	45	E	1,8	66	47	4,5	71	24	137
21	41	E	10	65	49	4,1	62	13	119
22	49	E	0,5	60	53	6,3	98	53	98
23	49	K	6	60	91	5,4	176	85	93
24	44	E	1,2	63	75	4,8	118	43	239
25	56	E	5,4	60	71	7,1	118	47	247
26	60	K	3	60	55	4,1	95	40	107
27	61	K	1,8	59	44	3	87	43	96
28	46	E	0,3	67	85	7,1	145	60	245
29	47	K	2,3	60	51	3,5	84	33	187
30	63	E	1	62	63	5	105	42	174
31	51	E	3,3	57	66	3,6	124	58	141
32	39	K	0,6	46	43	3,4	90	47	138
33	63	K	4,5	60	62	4,6	118	56	153
34	53	K	0,5	58	56	3,9	97	41	226
35	72	E	5,5	33	54	6,4	281	227	231
36	53	E	1,6	55	63	5,1	117	54	195
37	51	K	1,5	56	58	3,8	110	52	103
38	60	K	2,5	47	66	4,6	136	70	259
39	18	K	0,1	65	58	5,5	88	30	112
40	75	E	6	35	72	6,6	228	156	177
41	20	K	0,2	57	45	3,6	79	34	69
42	64	E	0,9	60	73	5,4	125	52	195
43	84	E	2,8	59	49	3,1	88	39	187
44	43	K	2,1	65	77	5,3	142	65	134
45	45	E	1	62	70	5	112	52	100
46	49	E	0,3	65	73	4,9	134	61	115
47	52	K	1,3	60	57	4,8	105	48	98
48	47	E	0,7	65	69	5,6	124	55	110
49	61	E	4,3	58	52	4,1	96	44	80

EF: Ejeksiyon Fraksiyonu, SV: Stroke Volüm, CO: Cardiac Output, EDV: End Diastolik Volüm, ESV: End Sistolik Volüm, LVM: Sol ventrikül kas kitlesi

boyutları, EF, diyastol sonu septum ve arka duvar kalınlıkları, sol atriyum diyastol ve sistol sonu boyutları ölçüldü. Ölçümler American Society of Echocardiography tarafından önerilen kriterler doğrultusunda apikal iki oda ve dört oda volümlerinden Simpson tekniği ile hesaplandı (19).

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS 2007 paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra grupların EKO ve MRG ölçümlerini karşılaştırmada eşlendirilmiş t testi kullanılmıştır. EKO ve MRG ölçümleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon ve sınıf içi korelasyon kat sayısı ile belirlenmiştir. EKO ve MRG ölçüm uyumları Passing-Bablok regresyon ve Bland-Altman istatistik grafikleri ile çizilmiştir. Sonuçlar; anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde, %95'lik güven aralığında değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Kliniğimize kardiyak MRG tetkiki için başvuran 49 (25 kadın, 24 erkek) hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hasta yaş ortalamaları 55.22 ± 15.83 (minimum 18, maksimum 84 yaş), ortalama hastalık süresi

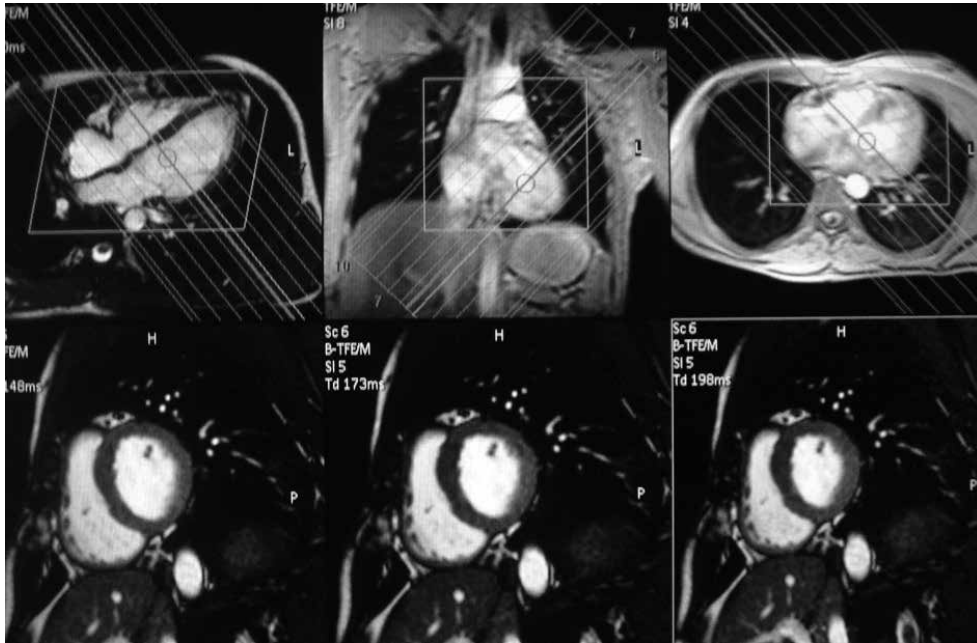
2.86 ± 3.69 yıl, boy ortalamaları 168.32 ± 12.55 cm, vücut ağırlıkları ortalama 73.05 ± 8.4 olarak saptanmıştır (Tablo 1).

Kardiyak MRG ve EKO ile ölçülen minimum, maksimum ve ortalama değerler Tablo 3'de verilmiştir.

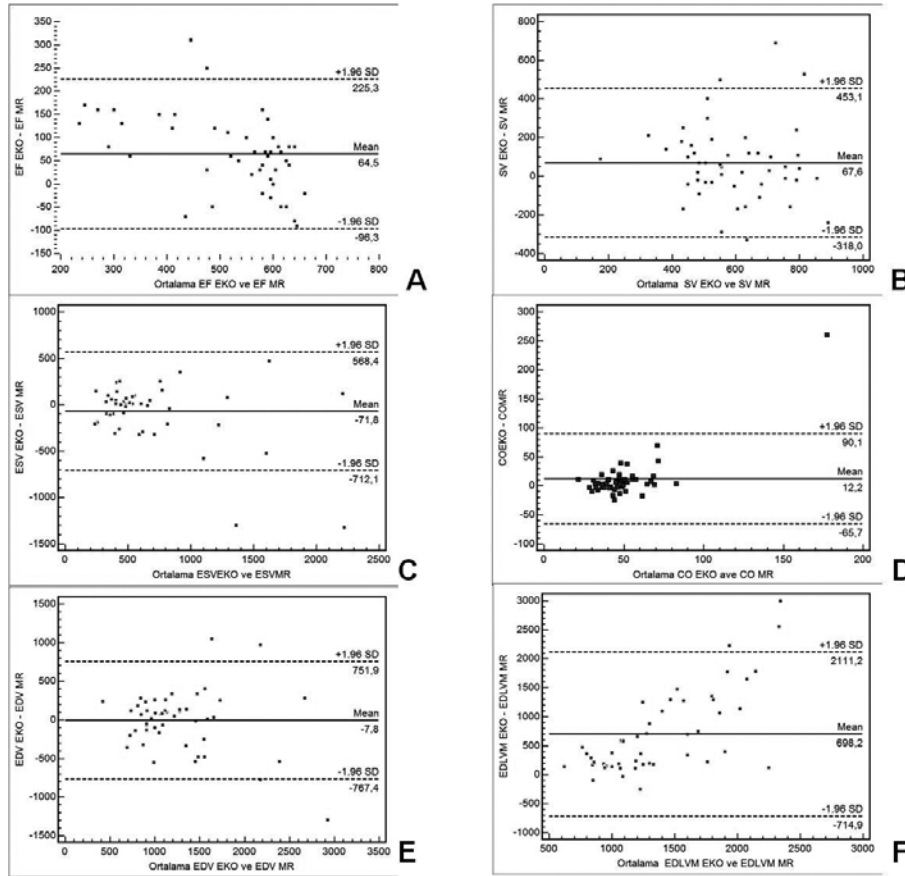
EKO ve MRG ölçümleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon ve sınıf içi korelasyon kat sayısı ile belirlenmiştir. EKO ve MRG ölçüm uyumları Passing-Bablok regresyon ve Bland-Altman istatistik grafikleri ile çizilmiştir (Resim 3, Resim 4).

Ekokardiyografi ve kardiyak MRG ile ölçülen ejeksiyon fraksiyonu, stroke volüm, kardiyak output, end-diyastolik volüm ve end-sistolik volüm değerleri karşılaştırıldığında ölçümler arasında anlamlı farklılık saptanmamış olup istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı uyum gözlenmiştir.

Myokard kas kitlesi ölçümü endokardial ve epikardial konturları çizilen kısa eksen görüntülerdeki myokard alanları toplanarak hesaplandı. MRG ile ortalama 104.53 gr, ekokardiyografi ile ortalama 172.31 gr ölçüldü. Ekokardiyografik sol ventrikül miyokard kitlesi ölçümleri, kardiyak MRG ölçümlerinden anlamlı derecede yüksek bulunmuş olup istatistiksel olarak anlamlı uyum gözlenmemiştir.



Resim 1: Transvers, koronal ve sagittal planlarda elde edilen düşük rezolüsyonlu klavuz görüntüler; büyük damar çaplarının, kalp boşluklarının, ventrikül duvar kalınlığının, sol ventrikül kitlesinin, perikard kalınlığının, konjenital anomalilerin, kardiyak ve parakardiyak kitlelerin değerlendirilmesinde kullanılır.



Resim 2: Kısa aks görüntülerin planlanması; 4 odacıklı (horizontal uzun aks) görüntülerde atriyoventriküler bileşkeye paralel planda olacak şekilde ardışık birden fazla kesit alınabilir.

Tablo 3: MRG ve EKO ile ölçülen değerler

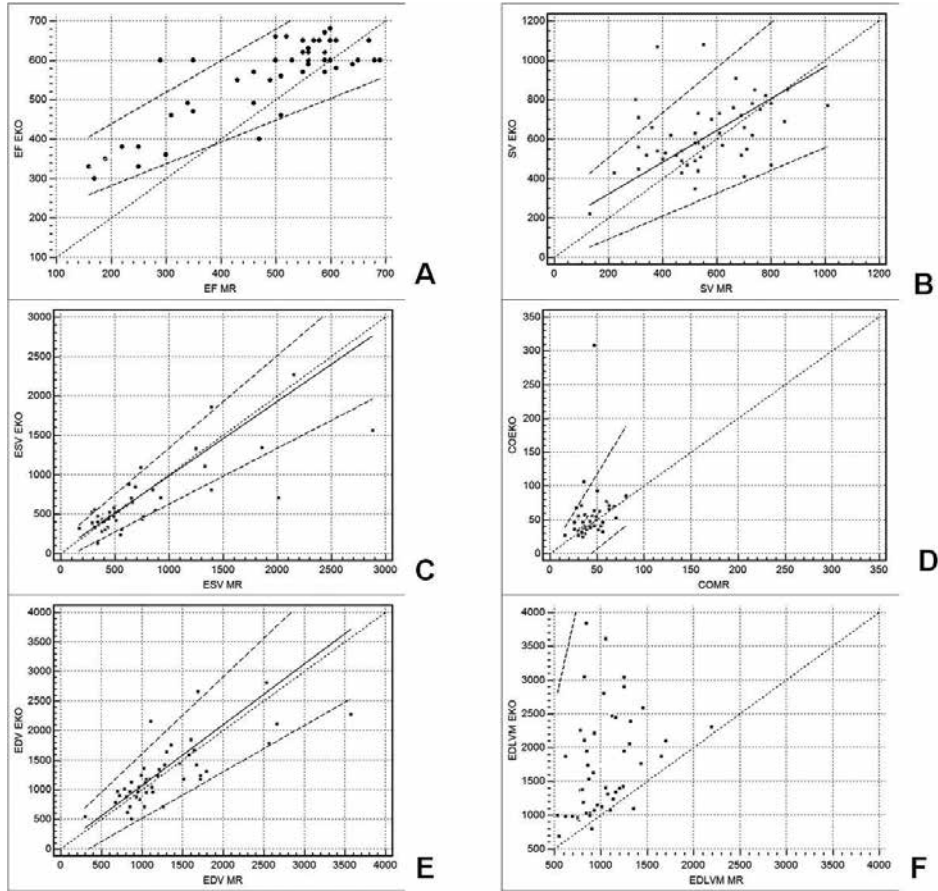
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
EF MRG	49	16	69	50,69	±12,14
SV-MRG	49	13	101	57,06	±16,29
CO-MRG	49	1.6	7	4,63	±1,34
EDV-MRG	49	30	357	126,96	±58,22
ESV-MRG	49	29	288	71,39	±54,59
LVM-MRG	49	53	219	104,53	±33,4
EF-EKO	49	30	68	55,1	±10,66
SV-EKO	49	22	108	61,39	±14,3
CO-EKO	49	2.5	10.6	5,02	±1,6
EDV-EKO	49	51	281	126,18	±50,85
ESV-EKO	49	13	227	64,2	±42,04
LVM-EKO	49	69	384	172,31	±76,38

EF:Ejeksiyon Fraksiyonu, SV:Stroke Volüm, CO:Cardiak Output, EDV:End Diastolik Volüm, ESV:End Sistolik Volüm, LVM: Sol ventrikül kas kitlesi

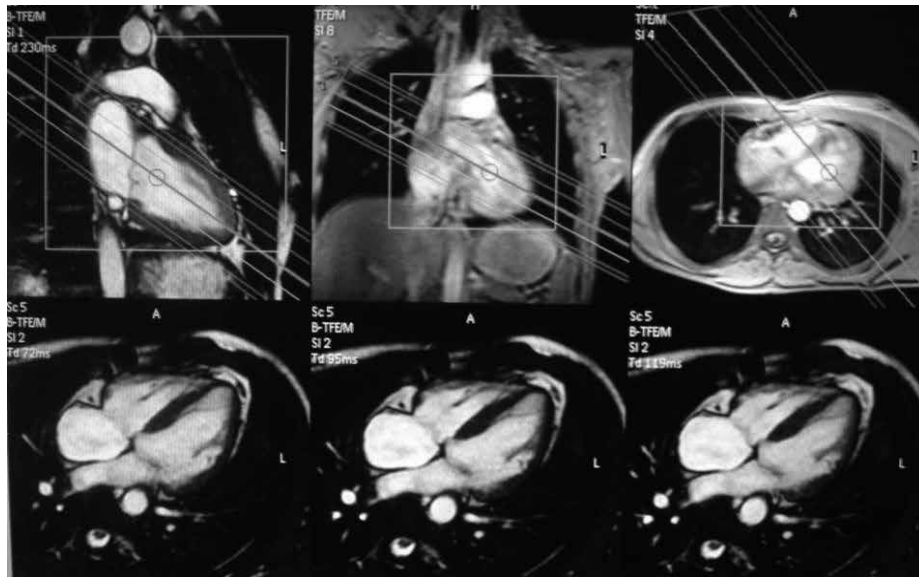
Tablo 4: MRG ve Ekokardiyografik ölçümlerin Korelasyonu

	EF	SV	CO	EDV	ESV	LVM
İlişki düzeyi	r=0,830	r=0,892	r=0,428	r=0,755	r=0,802	r=0,338
Sınıf içi korelasyon katsayısı	0,866	0,758	0,881	0,856	0,873	0,478
%95 Güvenlik aralığı	0,764-0,922	0,570-0,863	0,789-0,933	0,745-0,919	0,776-0,929	0,175-0,706

EF:Ejeksiyon Fraksiyonu, SV:Stroke Volüm, CO:Cardiak Output, EDV:End Diastolik Volüm, ESV:End Sistolik Volüm, LVM: Sol ventrikül kas kitlesi



Resim 3: K-MRG ve EKO ile ölçülen değerlerin Bland-Altman grafiği ile karşılaştırılması; A)EF, B)SV, C)ESV, D)CO, E)EDV, F) LVM
 EF:Ejeksiyon Fraksiyonu, SV:Stroke Volüm, CO:Cardiak Output, EDV:End Diastolik Volüm, ESV:End Sistolik Volüm, LVM: Sol ventrikül kas kitlesi



Resim 4: K-MRG ve EKO ile ölçülen değerlerin Passing-Bablok regresyon analizi ile karşılaştırılması; A)EF, B)SV, C)ESV, D)CO, E)EDV, F)LVM
 EF:Ejeksiyon Fraksiyonu, SV:Stroke Volüm, CO:Cardiak Output, EDV:End Diastolik Volüm, ESV:End Sistolik Volüm, LVM: Sol ventrikül kas kitlesi

($p=0,0001$). Sınıfıçı korelasyon katsayısı 0,478 (0,175-0,706) olarak hesaplanmış olup sınıfıçı korelasyon katsayısı düşük düzeydedir. Ekokardiyografi ve MRG ölçümleri arasındaki korelasyon Tablo 4'de gösterilmiştir.

TARTIŞMA

Kardiyak hastalıkların progresyonunun ve/veya tedaviye verilen cevabın değerlendirilmesi açısından sol ventrikül volüm ve fonksiyonlarının doğru biçimde ölçülmesi çok önemlidir. Bu amaçla kullanılacak tetkik yönteminin; non-invazif olması, global ve bölgesel fonksiyon bozukluklarındaki küçük değişiklikleri hassas ve doğru bir şekilde saptaması, yöntemin doğruluk ve tekrar edilebilirlik değerlerinin yüksek olması gerekmektedir.

Sol ventrikül volümlerinin ve ejeksiyon fraksiyonunun ölçülmesinde altın standart yöntem sol ventrikül anjiyografi tetkikidir. Kontrast madde kullanılarak floroskopik yöntemle gerçekleştirilen ventrikülografide hasta yüksek düzeyde radyasyona (Toraks dozu: 5 rad) maruz kalmaktadır. Bunun dışında yöntemin invazif olmasının getirdiği hemodinamik risklerden dolayı aynı hastada belirli zaman aralıklarında tekrarlamaya uygun değildir (20).

Ekokardiyografi; kardiyak morfoloji ve fonksiyonların tespitinde yaygın olarak kullanılan, ucuz, non-invazif bir yöntemdir. Ancak ekokardiyografinin kullanıcıya bağımlı olması, görüş alanının dar olması, uzaysal rezolüsyonunun sınırlı olması gibi dezavantajları vardır (4,5). Ayrıca sol ventrikül fonksiyonlarının ekokardiyografi ile kantitatif olarak ifade edilebilmesi için bazı geometrik modellemelere ihtiyaç duyulmakta olup, bu modellemeler ventriküllerde üç boyutlu geometrik yapının bozulduğu kompleks düzensiz şekil bozukluklarıyla (remodelling) seyreden iskemik hastalıklarda fonksiyon değerlendirilmesinde yanlış sonuçlar verebilmektedir (6,21).

Kardiyak MRG, geometrik çözünürlük değerlerinin belirgin derecede yüksek olması, iyonizan radyasyon içermemesi, kullanıcı bağımlılığının daha az olması ve "akustik pencere problemi" gibi sınırlamalarının olmaması nedeniyle sol ventrikül fonksiyonel parametrelerinin değerlendirilmesinde giderek artan bir şekilde kullanılır hale gelmiştir (7,9,10).

Literatürde kardiyak MRG'nin sol ventrikül fonksiyonlarını saptamada standart yöntem kabul edilen sol ventrikül anjiyografi tetkiki ile uyumlu olduğu bildirilmektedir (21,22). Matsumura ve arkadaşları 28 hastada sine MRG'de ölçülen sol ventrikül volümleri ve ejeksiyon fraksiyonunu bu konuda standart yöntem kabul edilen dijital substraksiyon ventrikülografisi ile karşılaştırmışlar ve her iki tetkikin ileri derecede korele olduğu sonucuna varmışlardır (23).

Bu çalışmada çeşitli klinik ön tanımlar nedeniyle kardiyak MRG tetkiki yapılan 49 hastanın Simpson metodu uygulanarak elde edilen sol ventrikül end-diastolik volüm, end-sistolik volüm, stroke volüm, kardiyak output, ejeksiyon fraksiyonu ve sol ventrikül miyokard kitle değerlerini ekokardiyografik olarak saptanan değerler ile karşılaştırdık. Kardiyak MRG ve ekokardiyografi ile ölçülen sol ventrikül end-diastolik volüm, end-sistolik volüm, stroke volüm, kardiyak output ve ejeksiyon fraksiyonu değerleri uyumlu bulunmuş olup, 49 hastada saptanan değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir.

Bizim çalışmamızda ekokardiyografi ile hesaplanan sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonları ile kardiyak MRG kısa eksen ejeksiyon fraksiyonları arasında istatistiksel fark yoktu. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda ekokardiyografik modifiye Simpson yöntemi ile kardiyak MRG arasında özellikle yeniden şekillenme izlenen hastalarda gösterilen istatistiksel anlamlı farkın bizim çalışmamızda belirlenmemesi öncelikle hasta grubumuzda anevrizmatik sol ventrikül dilatasyonu gibi ventrikül şeklini tamamen değiştiren patoloji içeren hasta sayısının çok az olmasıyla açıklanabilir (21).

Germain ve arkadaşları 0.5 Tesla MRG cihazıyla 20 hastada yaptıkları çalışmada sol ventrikül kas kitlesi ölçümlerinde kardiyak MRG ve ekokardiyografi uyumluluğunu araştırmışlar ve sol ventrikül kısa aks SE sekansı (kesit kalınlığı 10 mm, kesitler arası mesafe 1-3mm) yaptıkları ölçümlerde iki tetkik arasında ileri derecede korelasyon saptamışlardır (24). Bizim çalışmamızda sol ventrikül miyokard kitle analizinde ekokardiyografi ile ölçülen değerlerle, kısa eksen kardiyak MRG görüntü analiz sonuçları arasında anlamlı istatistiksel fark saptandı. Epikardiyal ve endokardiyal sınırların ekokardiyografi ile belirlenmesindeki zorluk bu farktaki temel nedendir. Oluştur-

ruvan ventrikül miyokard hacmi ile miyokard dansitesinin çarpımıyla elde edilen miyokard kitlesi sonuçlarının, ekokardiyografide miyokard hacminin tüm kesimlerin değerlendirilememesi ve geometrik varsayım kullanılması nedeniyle farklı bulunduğunu düşünmekteyiz.

Kardiyak MRG'de; kısa eksen görüntülerin toplanması (Simpson metodu), üç boyutlu görüntüleme, biplan elipsoid model, hemisfer silindir model, tek plan elipsoid model gibi pek çok yöntem kullanılarak ölçümleri gerçekleştirme olanağı vardır. Dulce MC ve arkadaşları en doğru ölçümlerin Simpson yöntemi ile yapıldığını ve ayrıca üç boyutlu görüntüleme kullanılarak yapılan ölçümlerin Simpson yöntemi ile ileri derecede korele olduğunu göstermişlerdir (25). Bu ölçümler ekokardiyografi ve sine ventrikülografide olduğu gibi bir takım geometrik varsayımlara gerek kalmadan direkt yapılır. Bununla birlikte nefes tutmalı sekanslarda nefes tutmanın venöz dönüş etkisi sonucu ventriküler volümleri değiştirerek alınan ölçümleri etkilediği bilinmektedir. Ancak bu etkiye rağmen kardiyak MRG'nin sol ventrikül volüm ve fonksiyonlarını değerlendirmede; diğer görüntüleme modaliteleri ile uyumlu olduğu görülmüştür (23,24).

Kardiyak MRG incelemede endokardiyal ve epikardiyal sınırların manuel olarak belirlenmesiyle uzayan analiz süreleri ve ventriküler kavite sınırlarının manuel olarak çizilmesinin az da olsa operatöre bağımlı olması kardiyak MRG'nin en önemli dezavantajlarıdır (26,27). Kan-miyokard kontrastının balanced FFE sekansı kullanılarak artırılmasına rağmen kavite sınırının belirlenmesinde operatörden operatöre geçecek bölgeler her zaman vardır. Papiller kasların analize dahil edilmemesi fonksiyonel değerlendirmeyi anlamlı etkilememekle birlikte, bu kasların komşuluklarında kavite sınırlarını belirlemek kişiden kişiye değişiklik gösterebilir. Artan kan-

miyokard kontrastı dolayısıyla otomatik kontur belirleme programlarının performansı artmıştır. Analiz zamanını kısaltmaya yönelik bu programların optimum seviyeye getirilmesi için zamana ihtiyaç vardır. Günümüzde hala ciddi hatalar yapabilen bu programlar, kontur belirlemede kullanıcının şüpheye düştüğü kesimlerde kullanıcıya öneri getirme tarzında yardımcı olabilir. Ancak yakın gelecekte fonksiyonel değerlendirmede standardize edilmiş, tamamen kullanıcıdan bağımsız programların geliştirilmesiyle; analiz hem çok hızlı hem de güvenilir olacaktır.

Halen kolaylaştırılmış kardiyak MRG yöntemlerinin tekrarlanabilirliğini değerlendiren çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu yöntemlerin yüksek tekrarlanabilirliği gösterilirse seri hasta takiplerinde kullanımları kolaylaşacaktır. Gerçek zamanlı sine değerlendirme sekanslarının ve 3 boyutlu sine sekansların temporal rezolüsyonu arttıkça kardiyak MRG'de fonksiyonel değerlendirme daha da pratik hale gelecek ve tek nefes tutma süresinde veya hasta nefes tutmadan değerlendirmeler yapılabilecektir.

Kardiyak MRG ile ekokardiyografi incelemeleri arasındaki zaman aralığının (1-5 gün) uzun olması, ventriküllerde geometrik yapının bozulduğu kardiyak remodelling ile seyreden hasta sayısının azlığı, kontrol grubunun bulunmaması bu çalışmanın en önemli limitasyonlarıdır.

Sonuç olarak her ne kadar sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde yaygın bulunabilirliği ve ucuz maliyet oranlarıyla pratikte ekokardiyografi ilk tercih edilen yöntem olsa da özellikle obezite, amfizem, göğüs duvarı deformiteleri gibi ekokardiyografinin akustik pencere problemi nedeniyle yetersiz kaldığı ve/veya ventriküler remodelling ile seyreden olgularda objektif ve doğru sonuçlar veren kardiyak MRG yönteminin ekokardiyografi yerine kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. McKee PA, Castelli WP, McNamara PM, Kannel WB. The natural history of congestive heart failure: the Framingham study. *N Engl J Med* 1971; 285(26): 1441-6.
2. Troughton RW, Frampton CM, Yandle TG, Espiner EA, Nicholls MG, Richards AM. Treatment of heart failure guided by plasma aminoterminal brain natriuretic peptide (N-BNP) concentrations. *Lancet* 2000; 355(9210): 1126-30.
3. Quinones MA, Greenberg BH, Kopelen HA et al. Echocardiographic predictors of clinical outcome in patients with left ventricular dysfunction enrolled in the SOLVD registry and trials: significance of left ventricular hypertrophy. *Studies of Left Ventricular Dysfunction. J Am Coll Cardiol* 2000; 35(5): 1237-44.
4. Gorcsan J 3rd, Lazar JM, Schulman DS, Follansbee WP. Comparison of left ventricular function by echocardiographic automated border detection and by radionuclide ejection fraction. *Am J Cardiol* 1993; 72(11): 810-5.

5. Lombardi M, Bartolozzi C. *MRI of the Heart and Vessels*. 1st Edition, Milan, Springer, 2004:145-66.
6. Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R. Problems in Echocardiographic Volume Determinations: Echocardiographicangiographic Correlations in the Presence or Absence of Asynergy. *Am J Cardiol* 1976; 37(1): 7-11.
7. Nikitin NP, Constantin C, Loh PH, et al. New generation 3-Dimensional echocardiography for left ventricular volumetric and functional measurements: comparison with cardiac magnetic resonance. *Eur J Echocardiogr* 2006; 7(5): 365-72.
8. Shapiro EP, Rogers WJ, Beyar R, et al. Determination of left ventricular mass by MRI in hearts deformed by acute infarction. *Circulation* 1989; 79(3): 706-11.
9. Nachtomy E, Cooperstein R, Vaturi M, Bosak E, Vered Z, Akselrod S. Automatic Assessment of Cardiac Function from Short-axis MRI: Procedure and Clinical Evaluation. *Magn Reson Imaging* 1998; 16(4): 365-76.
10. Hoppe UC, Dederichs B, Deutsch HJ, Theissen P, Schicha H, Sechtem U. Congenital Heart Disease in Adults and Adolescents: Comparative Value of Transthoracic and Transesophageal Echocardiography and MR Imaging. *Radiology* 1996; 199(3): 669-77.
11. Utz JA, Herfkens RJ, Heinsimer JA, et al. Cine MR Determination of Left Ventricular Ejection Fraction. *AJR Am J Roentgenol* 1987; 148(5): 839-43.
12. Vaduganathan P, He ZX, Vick GW 3rd, Mahmarijan JJ, Verani MS. Evaluation of Left Ventricular Wall Motion, Volumes, and Ejection Fraction by Gated Myocardial Tomography with Technetium 99m-labeled Tetrofosmin: A Comparison with Cine Magnetic Resonance Imaging. *J Nucl Cardiol* 1999; 6(1 Pt 1): 3-10.
13. Barkhausen J, Ruehm SG, Goyen M, Buck T, Laub G, Debatin JF. MR Evaluation of Ventricular Function: True Fast Imaging with Steady-State Precession Versus Fast Low-Angle Shot Cine MR Imaging Feasibility Study. *Radiology* 2001; 219(1): 264-9.
14. Plein S, Bloomer TN, Ridgway JP, Jones TR, Bainbridge GJ, Sivanathan MU. Steady-State Free Precession Magnetic Resonance Imaging of the Heart: Comparison with Segmented k-space Gradient-Echo Imaging. *J Magn Reson Imaging* 2001; 14(3): 230-6.
15. Chuang ML, Hibberd MG, Beaudin RA, et al. Importance of imaging method over imaging modality in noninvasive determination of left ventricular volumes and ejection fraction: assessment by two- and three-dimensional echocardiography and magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35(2): 477-84.
16. Strohm O, Schulz-Menger J, Pilz B, Osterziel KJ, Dietz R, Friedrich MG. Measurement of left ventricular dimensions and function in patients with dilated cardiomyopathy. *J Magn Reson Imaging* 2001; 13(3): 367-71.
17. Sechtem U, Pflugfelder PW, Could RG, Cassidy MM, Higgins CB. Measurement of Right and Left Ventricular Volumes in Healthy Individuals with Cine MR Imaging. *Radiology* 1987; 163(3): 697-702.
18. Qi X, Cogar B, Hsiung MC, et al. Live/real time three-dimensional transthoracic echocardiographic assessment of left ventricular volumes, ejection fraction, and mass compared with magnetic resonance imaging. *Echocardiography* 2007; 24(2): 166-73.
19. Lang RM, Bierig M, Devereux RB 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(12): 1440-63.
20. Dodge HT, Sandler H, Ballew DW, Lord JD. Use of biplane angiocardiology for the measurement of left ventricular volume in man. *Am Heart J* 1960; 60(5): 762-76.
21. Bellenger NG, Burgess M, Ray SG et al. Comparison of left ventricular ejection fraction and volumes in heart failure by two-dimensional echocardiography, radionuclide ventriculography and cardiovascular magnetic resonance: Are they interchangeable? *Eur Heart J* 2000; 21(16): 1387-96.
22. Mogelvang J, Stokholm KH, Saunamaki K et al. Assessment of Left Ventricular Volumes by Magnetic Resonance in Comparison with Radionuclide Angiography, Contrast Angiography and Echocardiography. *Eur Heart J* 1992; 13(12): 1677-83.
23. Matsumura K, Nakase E, Haiyama T, et al. Determination of cardiac ejection fraction and left ventricular volume: contrast-enhanced ultrafast cine MR imaging vs IV digital subtraction ventriculography. *AJR Am J Roentgenol* 1993; 160(5): 979-85.
24. Germain P, Roul G, Kastler B, Mossard JM, Bareiss P, Sacrez A. Inter-study variability in left ventricular mass measurement comparison between M-mode echography and MRI. *Eur Heart J* 1992; 13(8): 1011-19.
25. Dulce M, Mostbeck G, Friese K, Caputo CR. Quantification of the left ventricular volumes and function with cine MR imaging: comparison of geometric models with three-dimensional data. *Radiology* 1993; 188(2): 371-76.
26. Earls JP, Ho VB, Foo TK, Castillo E, Flamm SD. Cardiac MRI: recent progress and continued challenges. *J Magn Reson Imaging* 2002; 16(2): 111-27.
27. Moon JC, Lorenz CH, Francis JM, Smith GC, Pennell DJ. Breath-hold FLASH and FISP cardiovascular MR imaging: left ventricular volume differences and reproducibility. *Radiology* 2002; 223(3): 789-97.