

İki farklı sintigrafik modalite ile elde edilen sol ventrikül fonksiyonlarının karşılaştırılması

Alper Özgür KARAÇALIOĞLU (*), Özdeş EMER (*), Semra İNCE (*), Engin ALAGÖZ (*)

ÖZET

Bu çalışma multigated analiz (MUGA) ve gated blod pool single photon emission tomography (GBPS) görüntülerinin analizinden hesaplanan sol ventrikülün fonksiyonel parametreleri arasındaki olası farklılıkları araştırmak ve hesaplanan sonuçlar arasındaki ilişki düzeyini ortaya koymak için planlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen 29 hastaya sırası ile MUGA ve GBPS görüntüleme yapıldı. Görüntüler otomatik olarak analiz edildi ve fonksiyonel parametreler olan sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF), "peak emptying rate" (PER), "peak filling rate" (PFR) ve "time to peak filling rate" (TTPFR) hesaplandı. MUGA yöntemi ile hesaplanan LVEF, GBPS ile hesaplanan sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek olarak bulundu. Bunun dışında her iki görüntüleme yöntemi ile hesaplanan diğer parametreler PER, PFR ve TTPFR'de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Hesaplanan parametreler arası korelasyon incelendiğinde, TTPFR ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı, PFR ölçümleri arasında zayıf-orta düzeyde, PER ve EF ölçümleri arasında ise iyi derecede ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak MUGA ve GBPS ile hesaplanan sol ventrikül diyastolik fonksiyonel parametreleri arasında anlamlı bir fark bulunmaz iken GBPS ile hesaplanan LVEF değerlerinin belirgin düşük olduğu bulunmuştur. Dolayısı ile görüntü analizi esnasında otomatik analizlerin manüel analizler ile kontrol edilmesi olası farklılıkların en aza indirilmesinde faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: MUGA, gated kan havuzu tek foton emisyon komputerize tomografi, ejeksiyon fraksiyonu.

SUMMARY

Comparison of the parameters of left ventricular systolic and diastolic functions derived from two different scintigraphic modalities

This study was planned to research probable differences between functional parameters of the left ventricle derived from the analysis of scans of both the multigated analysis (MUGA) and the gated blod pool single photon emission tomography (GBPS) and to present the level of correlation between calculated results. MUGA and GBPS imaging was performed to 29 patients included into the study, respectively. Scans were analyzed automatically and functional parameters including ejection fraction of the left ventricle (LVEF), peak emptying rate (PER), peak filling rate (PFR) and time-to-peak filling rate (TTPFR) were calculated. Measurements of LVEF calculated by MUGA were significantly higher than those calculated by GBPS. Besides, there was not a statistically significant difference among the other parameters including PER, PFR, TTPFR derived from both imaging modalities. When the correlation among calculated parameters was examined, it was detected that there was no significant correlation between TTPFR measurements, there was a weak-good correlation between PFR measurements and there were a statistically significant and, good correlation between PER and LVEF measurements. As a conclusion, there was no significant difference between functional parameters of the left ventricle that were calculated from both MUGA and GBPS, but it was detected that LVEF values calculated by GBPS were significantly lower. For this reason during imaging analysis, it would be helpful to cross-check the automatic analysis by manual analysis in order to decrease the probable differences.

Key Words: MUGA, gated blood pool single photon emission computed tomography, ejection fraction.

Gülhane Askeri Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı, Etilik, Ankara.

Ayrı basım isteği: Alper Özgür KARAÇALIOĞLU,
Gülhane Askeri Tıp Akademisi ve Askeri Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı
06018 Etilik-Ankara, Türkiye
e-mail: aokaracali@gata.edu.tr

Makalenin Geliş Tarihi: 26.09.2013 • Kabul Tarihi: 30.06.2014 • Çevrim İçi Basım Tarihi: 25.10.2015

Giriş

Planar "equilibrium radionuclide angiography" (ERNA) ya da diğer adı ile Multigated acquisition (MUGA) olarak bilinen sintigrafik görüntüleme yöntemi ile sol ventrikül fonksiyonları özellikle de sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) doğrulukla saptanabilmektedir. Bu yöntemle kalbin hareketli "cine" görüntüsü elde edilerek ventriküllerin sistol ve diyastol görüntüleri görsel olarak değerlendirilebilmektedir. İlk defa 1970'lerin başlarında geliştirilen bu yöntem sayesinde yüksek doğrulukla sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu hesaplanmış ve sonuçların girişimsel bir yöntem olan ve kardiyak kateterizasyon esnasında yapılan kontrast ventrikülografi ile elde edilen değerler arasında mükemmel korelasyon göstermesi nedeniyle yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (1). Diğer tanısal yöntemler ile kıyaslandığında daha az kullanıcı bağımlılığı ve yüksek doğruluğu en büyük avantajlarıdır (2). Ekokardiyografinin yaygınlaşması ile bu teste olan ilgi azalmış olmakla birlikte bugün hala LVEF hesaplanmasında referans yöntem olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Ancak, planar görüntüleme yöntemi olduğu ve iki boyutlu görüntüler oluşturduğu için değişik açılardan alınan görüntülerde anatomik yapılar üst üste biner. Sonuçta ventriküllerin ve sol atriyum ile sol ventrikülün sınırlarını birbirlerinden net olarak ayırt etmek zorlaşır.

Gated blood pool single photon emission computed tomography (GBPS), kalp boşluklarının üç boyutlu görüntüsünün oluşturulması ve bu boşlukların sınırlarının birbirlerinden net olarak ayırt edilmesini sağlayan yeni bir tomografik görüntüleme yöntemidir (3). Ayrıca iki boyutlu planar MUGA ile elde edilen zaman aktivite eğrileri ve diğer analizler için geri plan çıkarma işlemine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırdığı için otomatik yapılmayan analizlerde hatalara daha az duyarlıdır (4). Bu yöntemle, sol ventrikülün volum eğrisi elde edilebilir, sağ ve sol ventrikül hacimleri, ejeksiyon fraksiyonları ve sol ventrikül kontraksiyon eş zamanlılığı hesaplanabilir. GBPS doğası gereği üç boyutlu olduğu için, LVEF hesaplanmasında, bölgesel duvar hareketlerinin değerlendirilmesinde ve sağ ventrikül fonksiyonlarının da tek oturumda değerlendirilmesi nedeniyle MUGA'nın en büyük rakibi konumundadır. Yapılan çalışmalarda, bir tek LVEF için GBPS ile hesaplanan ejeksiyon fraksiyon kesinliğinin MUGA ile hesaplanana benzer olduğu rapor edilmiştir (5, 6). Ancak, GBPS verilerinin toplanması ve işlenip değerlendirilebilecek görüntüler haline getirilmesi yeni donanım ve yazılımlara olan ihtiyacı arttırmıştır.

Ayrıca "solid state" kardiyak gama kameralar yeni kuşak teknolojiye sahip olup düşük dozlarda, kısa sürede kalbin yüksek çözünürlüklü perfüzyon ve kan havuzu görüntüleri elde edi-

lebilmekte ve donanımlarındaki yazılımlar sayesinde kalbin fonksiyonel parametreleri kolay ve doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir (7, 8). Dolayısı ile bu çalışmanın amacı, aynı olguların konvansiyonel iki başlı kardiyak gama kamera ile 2 boyutlu MUGA ve yeni kuşak solid state kardiyak gama kamera ile üç boyutlu GBPS görüntülerini analiz edip hesaplanan sol ventrikül fonksiyonel parametreleri arasındaki olası farklılıkları araştırmak ve hesaplanan sonuçlar arasındaki ilişki düzeyini ortaya koymaktır.

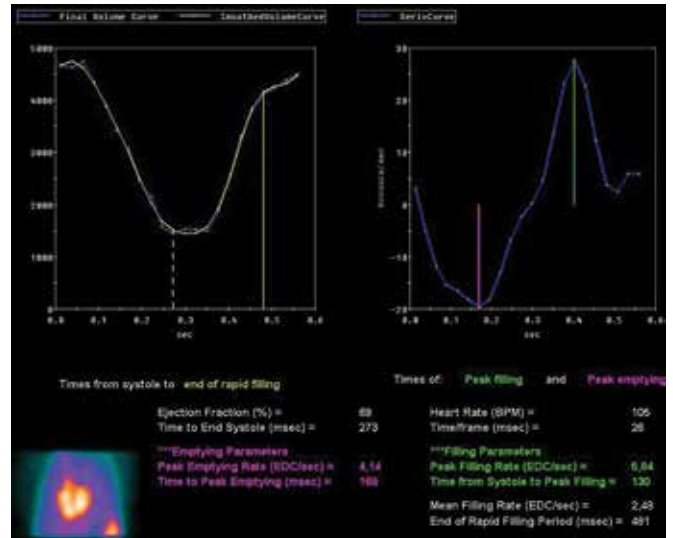
Gereç ve yöntem

Hastalar

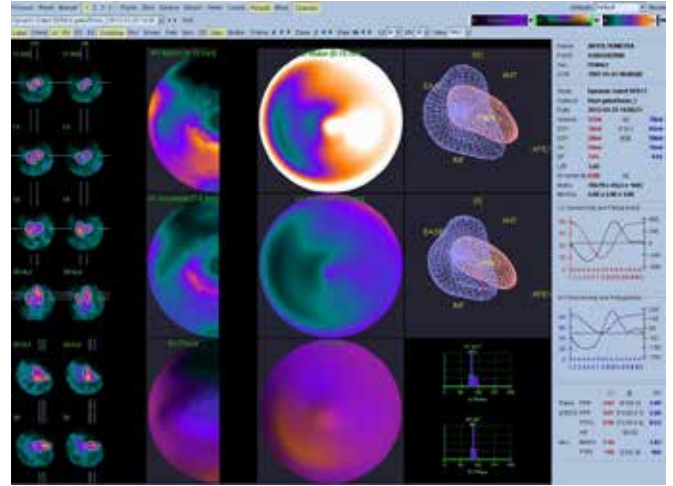
Bu retrospektif çalışmaya değişik nedenler ile LVEF hesaplanması amacıyla kliniğimize MUGA görüntülemesi için sevk edilen ve aynı gün içinde hem MUGA hem de GBPS çalışması yapılan 18 (%62) erkek, 11 (%38) bayan (yaş±SD: 13±6) olmak üzere arşivde kayıtlı toplam 29 hasta dahil edildi. Belirgin ritim bozukluğu olan, görüntüleri değerlendirilemeyen, görüntülerinde hareket artefaktları bulunan 3 hasta çalışma dışı bırakıldı.

Eritrosit İşaretleme ve Görüntüleme:

Hastalara görüntüleme yapılabilmesi için eritrositleri invivo yöntem ile işaretlendi. Bunun için hastaların her birine önce 1±0.5 mg sodyum pirofosfat (Tecnescan PYP, Mallinckrodt, İrlanda) intravenöz yoldan enjekte edildi ve yaklaşık 20±2 dk sonra jeneratörden (Elumatic III, Iba, Fransa) sağılmış 0.2 mg/kg dozunda teknesyum-99m perteknetat hastalara intravenöz olarak enjekte edildi. Böylece hastaların eritrositleri, görüntülemeyi sağlayacak radyoaktif atomlarının eritrositlerde bolca bulunan hemoglobine bağlanması sağlanmış oldu. 25±5 dk sonra hastalara, kalp görüntüleme için özel olarak üretilmiş, düşük-enerjili yüksek-rezoluzyonlu kollimatör takılı, enerji piki 140±20 keV olacak şekilde ayarlı çift başlı gama kamerada (Optima, GE, USA), her bir projeksiyonda 500 atım olacak şekilde 3 projeksiyonda (anterior, anterolateral ve "best septal view") planar MUGA görüntüleme yapıldı. Aritmi rejeksiyon oranı ±10 olarak ayarlandı. Görüntüler gama kamera üzerinde lisanslı kardiyak yazılımlar (Xeleris 3.1 için ECToolbox, Emory University, Atlanta, USA) kullanılarak otomatik olarak analiz edildi ve fonksiyonel parametreler olan sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF), "peak emptying rate" (PER), "peak filling rate" (PFR) ve "time to peak filling rate" (TTPFR) bu programlar yardımı ile hesaplandı. Daha sonra hastalara, kliniğimizde 2012 yılında hizmete giren yeni kuşak "solid state" kardiyak gama kamerada (Discovery 530c, GE, Israel) GBPS görüntüleme yapıldı. Cihazın lisanslı yazılımlar (QBS, Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles, USA) kullanılarak MUGA ile hesaplanan fonksiyonel parametreler bu yeni yöntem ile de hesaplandı. Görüntüleme parametreleri, 64x64 matris, enerji aralığı 140±15, R-R aralığı ±15 olacak şekilde ayarlandı. "Iterative reconstruction" ile görüntüler elde edildi ve manuel oryantasyon sonrası kısa aks görüntüleri oluşturuldu. Hem MUGA hem de GBPS testinde analizler, literatürdeki manuel ve otomatik yazılımların yüksek korelasyon gösterdiğinin belirtilmesi nedeniyle, yazılımlardaki otomatik analiz opsiyonu kullanılarak yapılmıştır (9) (Şekil 1a, 1b).



Şekil 1a: Aynı hastaya ait MUGA (a) ve GBPS (b) görüntüleri. Her iki şekilde de farklı cihaz ve görüntüleme yöntemleri ile elde edilen sol ventrikülün fonksiyonel parametrelerinin sayısal sonuçları görülmektedir.



Şekil 1b: Aynı hastaya ait MUGA (a) ve GBPS (b) görüntüleri. Her iki şekilde de farklı cihaz ve görüntüleme yöntemleri ile elde edilen sol ventrikülün fonksiyonel parametrelerinin sayısal sonuçları görülmektedir.

İstatistiksel Analiz

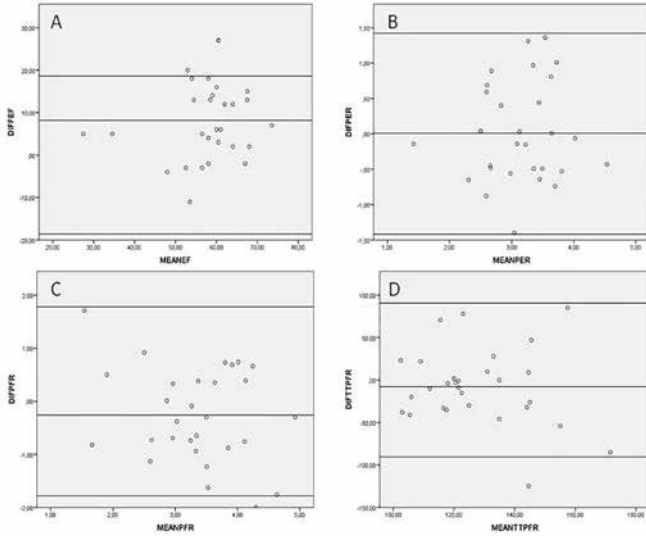
Çalışma grubundan elde edilen sabit değişkenlere tanımlayıcı istatistiksel analiz uygulandı. Devamlılık gösteren değişkenler ise ortalama±standart deviyasyon olarak ifade edildi. Bütün p değerleri "two-tailed" olup p <0,05 önemlilik düzeyi olarak belirlendi. İstatistiksel analizler SPSS yazılım programının "Windows" için 16. Sürümü (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) kullanılarak yapıldı. Grupların normal dağılım gösterdikleri "Kolmogorov-Smirnov testi" ile doğrulandı. İki farklı yöntem ile elde edilen fonksiyonel parametreler arasındaki farklılıklar "paired sample-t test" ile analiz edildi. Gruplar arasındaki korelasyon ise "Pearson korelasyon" katsayısı belirlenerek saptandı. Ayrıca her iki yöntem ile hesaplanan sayısal parametreler arasındaki uyum Bland-Altman grafiği ile değerlendirildi. Her bir parametrenin sıfırdan farklılığı "one-sample t test" ile analiz edilmiştir.

Sonuçlar

MUGA yöntemi ile hesaplanan LVEF, GBPS ile hesaplanan sonuçlara göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek olarak bu-

lundu. Bunun dışında her iki yöntem ile hesaplanan diğer parametreler PER, PFR ve TTPFR'de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

İki farklı yöntem ile hesaplanan parametreler arası korelasyon incelendiğinde, TTPFR ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı, PFR ölçümleri arasında zayıf-orta düzeyde, PER ve EF ölçümleri arasında ise iyi derecede ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır (Tablo I).



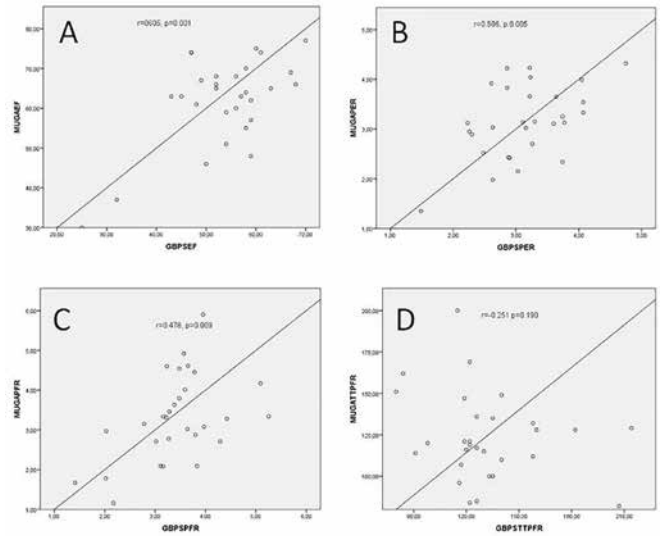
Şekil-2: İki farklı modalite elde edilen; EF değerlerinin lineer korelasyon grafiği (A), PER değerlerinin lineer korelasyon grafiği (B), PFR değerlerinin lineer korelasyon grafiği (C), TTPFR değerlerinin lineer korelasyon grafiği (D).

MUGA ve GBPS ile hesaplanan PER ölçümlerinin farklarının ortalaması ve standart sapması 0.01 ± 0.71 olarak hesaplanmış olup sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı farklı değildir ($p=0,934$). PER için Bland-Altman grafiği şekil-3B'de sunulmuştur. Bu grafiğe göre MUGA ve GBPS ile hesaplanan EF değerleri arasındaki uyum iyi olmayıp PER hesaplamak için birbirlerinin yerine kullanılmasının pek uygun olmadığı değerlendirilmiştir.

MUGA ve GBPS ile hesaplanan PFR ölçümlerinin farklarının ortalaması ve standart sapması 0.26 ± 0.89 olarak hesaplanmış olup sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı farklı değildir ($p<0.124$). PFR için Bland-Altman grafiği şekil-3C'de sunulmuştur.

Sol ventrikül fonksiyonel parametreleri arasındaki lineer korelasyon grafikleri, EF için şekil-2A'da, PER için şekil-2B'de, PFR için şekil-2C'de, ve TTPFR için ise şekil-2D'de verilmiştir.

MUGA ve GBPS ile hesaplanan EF ölçümlerinin farklarının ortalaması ve standart sapması 8.21 ± 9.29 olarak hesaplanmış olup sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı farklıdır ($p<0.001$). EF için Bland-Altman grafiği şekil-3A'da sunulmuştur. Bu grafiğe göre MUGA ve GBPS ile hesaplanan EF değerleri arasındaki uyum iyi olmayıp EF hesaplamak için birbirlerinin yerine kullanılmasının pek uygun olmadığı değerlendirilmiştir.



Şekil-3: MUGA ve GBPS ile hesaplanan; EF değerleri arasındaki uyumun Bland-Altman grafiği ile araştırılması (A), PER değerleri arasındaki uyumun Bland-Altman grafiği ile araştırılması (B), PFR değerleri arasındaki uyumun Bland-Altman grafiği ile araştırılması (C), TTPFR değerleri arasındaki uyumun Bland-Altman grafiği ile araştırılması (D).

Bu grafiğe göre MUGA ve GBPS ile hesaplanan PFR değerleri arasındaki uyum iyi olmayıp PFR hesaplamak için birbirlerinin yerine kullanılmasının pek uygun olmadığı değerlendirilmiştir.

MUGA ve GBPS ile hesaplanan TTPFR ölçümlerinin farklarının ortalaması ve standart sapması (-8.0 ± 45.29) olarak hesaplanmış olup sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı farklı değildir ($p<0.350$). TTPFR için Bland-Altman grafiği şekil-3D'de sunulmuştur. Bu grafiğe göre MUGA ve GBPS ile hesaplanan TTPFR değerleri arasındaki uyum iyi olmayıp TTPFR hesaplamak için birbirlerinin yerine kullanılmasının pek uygun olmadığı değerlendirilmiştir.

Tablo I. Çalışmanın sonuçları

Parameters	Methods	Results	p	c	pc
LVEF (%)	MUGA	61,96±11,02	<0,001	0,605	<0,001
	GBPS	53,76±9,71			
PER(EDV/s)	MUGA	3,15±0,73	0,934	0,506	0,005
	GBPS	3,14±0,69			
PFR (EDV/s)	MUGA	3,29±1,08	0,519	0,478	0,009
	GBPS	3,41±0,83			
TTPFR (msn)	MUGA	123,62±26,26	0,350	-0,251	0,190
	GBPS	131,62±30,9			

p: Ölçümlerarası önemlilik düzeyi, c: pearson korelasyon katsayısı, pc: korelasyon katsayısının önemlilik düzeyi

Tartışma ve yorum

Bu çalışmada MUGA ve GBPS gibi iki farklı görüntüleme yöntemi ile sol ventrikülün fonksiyonel parametreleri elde edilmiş ve yapılan karşılaştırmalar sonucunda LVEF hariç diğer fonksiyonel parametreler arasında her iki yöntemle elde edilen değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. LVEF ölçümlerinin GBPS ile MUGA'ya oranla istatistiksel olarak anlamlı daha düşük hesaplandığı ortaya çıkmıştır. Ancak bağıntı katsayısı dikkate alındığında fonksiyonel parametreler arasında en iyi korelasyonun LVEF ölçümleri arasında olduğu da dikkati çekmiştir. Bununla birlikte uyum analizleri dikkate alındığında, bu iki farklı modalite ile hesaplanan sol ventrikül fonksiyonel parametreleri arasında uyumun iyi olmadığı ve bu iki modalitenin birbirinin yerine kullanılamayacağı anlaşılmıştır.

Sol ventrikül sistolik fonksiyonunun en yaygın kullanılan parametresi sol ventrikülün ejeksiyon fraksiyonudur. Ejeksiyon fraksiyonu sol ventrikülün sistoldeki kasılma sonrası sol ventrikül kavitesinden aorta atılan kan miktarının indirek bir göstergesi olup prognostik öneme sahip bir parametredir (10). Çalışma sonuçlarımıza göre MUGA ve GBPS ile elde LVEF değerleri karşılaştırıldığında GBPS ile elde edilen LVEF değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu saptanmıştır. Slart ve arkadaşları da yaptıkları benzer bir çalışmada GBPS ile otomatik hesaplanan LVEF değerlerinin planar MUGA'ya göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır (6). Diğer yandan, GBPS ile hesaplanan LVEF değerlerinin MUGA'ya oranla daha yüksek olduğunu ve bu durumun planar MUGA'da sol atriyumun sol ventrikülden net olarak ayırt edilememesi ama GBPS görüntülemesinde ise sol atriyumun net olarak ilgi alanı dışında bırakılabilmesinden kaynaklandığı da rapor edilmiştir (4,5). Bizim sonuçlarımız bu çalışmaların sonuçları ile uyum içinde değildir. Bu durumun MUGA görüntülenmesi esnasında hasta pozisyonlanırken, sağ ve sol ventrikül kavitelerindeki aktivitelerin birbirinden ayırt edilmesini sağlayan "best septal" görüntünün ideal şekilde alınamamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Çünkü MUGA çekimlerinde en hassas konulardan biri sağ ve sol ventrikül aktivitelerinin en ideal şekilde birbirinden ayırt edildiği bu pozisyonlamayı yapabilmektir. Zaten, nükleer tıp teknisyeninin MUGA çalışması görüntülerken en zorlandığı noktanın bu "best septal" görüntüyü yakalayabilmesi olduğu literatürde de rapor edilmiştir (5). Oysa GBPS ile alınan üç boyutlu görüntülerde sol atriyum-sol ventrikül ile sağ-sol ventrikül sınırları birbirlerinden net olarak ayırt edilebildiği için daha doğru LVEF sonuçları elde etmek mümkündür. Bu iki modalite ile elde edilen farklılıklara rağmen dilate kardiyomyopati olgularda hem MUGA hem de GBPS ile elden LVEF sonuçlarının birbirine benzer olduğu ve bu sonuçların birbirleri ile iyi korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (11). Bizim çalışmamızda da MUGA ve GBPS ile elde edilen LVEF sonuçlarının birbirleri ile iyi korelasyon gösterdiği saptanmıştır. Ancak literatürdeki bazı çalışmalarda bu korelasyonun çok iyi ya da mükemmel yakın olduğu bildirilirken (3,12,13) bu iki parametre arasında bizim çalışmamızdaki gibi iyi korelasyon gösterdiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (14). Her ne kadar otomatik ve manüel analizler ile hesaplan LVEF sonuçlarının birbirleri ile benzer sonuçlar verdiği ve iyi uyum gösterdiği daha önceden rapor edilmiş (15,16) olsa da bizim çalışmamızdaki bu farklılığın, analizlerin otomatik yapılmasından kaynaklandığını düşün-

mekteyiz. Çünkü her ne kadar otomatik yazılımların tekrarlanabilirliği yüksek olsa da manüel müdahaleler sol ventrikülün daha gerçekçi sınırlarının çizilebilmesine imkan tanıdığından daha doğru sonuçların elde edilmesinde gerekli olabilmektedir (6).

MUGA ile elde edilen sol ventrikül fonksiyon parametrelerinin en önemli bölgesel ve genel LVEF hesaplanabilmesidir. Ayrıca sol ventrikül kavitesine çizilen ilgi alanı ile oluşturulan zaman aktivite eğrisi ile faz analizi sonucu sol ventrikül kontraksiyon paterni ve TTPFR ile PFR gibi diyastolik fonksiyon parametreleri de hesaplanabilmekte olup normal değerleri rapor edilmiştir (17). Bu parametreler kalp hızından etkilendiği için hastaların hepsine rest MUGA yapılmış ve nabzin ± 15 aralığında olmasına dikkat edilmiştir (18,19). Çalışmamızda GBPS ile MUGA ile hesaplanan sol ventrikülün diğer fonksiyonel parametreleri olan PFR, TTPFR ve PER arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki farklı modalite ile hesaplanan PFR ile PER parametreleri arasındaki korelasyon literatürde rapor edilenlere yakın düzeydedir (14). Literatürde MUGA'dan elde edilen bu parametreler GBPS yerine ekokardiyografi gibi diğer modaliteler ile korele edilmiş durumdadır (20, 21). Bununla birlikte her iki modalite ile elde edilen bu parametreler arasında uyumun iyi olmadığı bu çalışma ile gösterilmiştir. Literatürdeki rapor edilen uyumun bu çalışmada saptanamamasının nedeni olarak kullanılan istatistiksel testlerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmüştür. Çünkü literatürdeki çalışmalarda vakalar arası uyum kappa istatistiği ile araştırılmış olup bu çalışmada ise ölçümler arası uyum Bland-Altman grafiği ile test edilmiştir. MUGA ve GBPS ile sol ventrikül sistolik ve diyastolik parametrelerinin karşılaştırıldığı birkaç çalışmada, daha ziyade LVEF sonuçları karşılaştırılmış olup diyastolik fonksiyonel parametreler karşılaştırılmamıştır (5).

Bu çalışmada GBPS görüntüleme, "pin-hole"kolimatör teknolojisi ve "cadmium-zinc-telluride crystal" ile donatılmış "ultrafast" gama kamera ile yapılmış olup bu kameralar konvansiyonel gama kameralara göre daha düşük dozlarda, daha kısa sürede, yeni "reconstruction" algoritmaları ile donatılmış yüksek rezolüsyon görüntü oluşturabilme kapasitesine sahip bir kamerada yapılmıştır (22, 23). Bu kameralarda, gated myokardiyal perfüzyon sintigrafisi ve GBPS ile hesaplanan LVEF ölçümlerinin birbirleri ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gösterdiği saptanmıştır (24).

Sonuç olarak MUGA ve GBPS ile hesaplanan sol ventrikül diyastolik fonksiyonel parametreleri arasında anlamlı bir fark bulunmaz iken GBPS ile hesaplanan LVEF değerlerinin belirgin düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca her iki modalite ile elde edilen sol ventrikül fonksiyonel parametreler arası uyumun iyi olmadığı saptanmış olup bu iki modalitenin birbirinin yerine kullanılamayacağı sonucuna da varılmıştır. Dolayısı ile görüntü analizi esnasında otomatik analizlerin manüel analizler ile kontrol edilmesi olası farklılıkların en aza indirilmesinde faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca, özellikle kalp yetmezliği veya kardiyak toksisitesi ile takip edilen olgularda bu durumun göz önünde bulundurulması önerilir.

Referanslar

1. Folland ED, Hamilton GW, Larson SM, Kennedy JW, Williams DL, Ritchie JL. The radionuclide ejection fraction: a comparison of three radionuclide techniques with contrast angiography. *J Nucl Med* 1977; 18: 1159-1166.
2. Mitra D, Basu S. Equilibrium radionuclide angiocardiology: Its usefulness in current practice and potential future applications. *World J Radiol* 2012; 4: 421-430.
3. Moore ML, Murphy PH, Burdine JA. ECG-gated emission computed tomography of the cardiac blood pool. *Radiology* 1980; 134: 233-235.
4. Bartlett ML, Srinivasan G, Barker WC, Kitsiou AN, Dilsizian V, Bacharach SL. Left ventricular ejection fraction: comparison of results from planar and SPECT gated blood-pool studies. *J Nucl Med* 1996; 37: 1795-1799.
5. Groch MW, DePuey EG, Belzberg AC, et al. Planar imaging versus gated blood-pool SPECT for the assessment of ventricular performance: a multicenter study. *J Nucl Med* 2001; 42: 1773-1779.
6. Slart RH, Poot L, Piers DA, van Veldhuisen DJ, Nichols K, Jager PL. Gated blood-pool SPECT automated versus manual left ventricular function calculations. *Nucl Med Commun* 2004; 25: 75-80.
7. Yap KS, Cherk M, Van Every B, Bailey M, Kelly MJ, Kalff V. Comparison of contemporaneous left ventricular ejection fraction (LVEF) obtained from planar gated cardiac blood pool scans (GCBPS) and TI-201 gated myocardial perfusion scans (MPS) using a novel solid state dedicated cardiac camera. *J Nucl Cardiol* 2013; 20: 367-374.
8. Ben-Haim S, Murthy VL, Breault C, et al. Quantification of Myocardial Perfusion Reserve Using Dynamic SPECT Imaging in Humans: A Feasibility Study. *J Nucl Med* 2013; 54: 873-879.
9. Daou D, Coaguila C, Benada A, et al. The value of a completely automatic ECG gated blood pool SPECT processing method for the estimation of global systolic left ventricular function. *Nucl Med Commun* 2004; 25: 271-276.
10. Oh PC, Choi IS, Ahn T, et al. Predictors of recovery of left ventricular systolic dysfunction after acute myocardial infarction: from the Korean acute myocardial infarction registry and Korean myocardial infarction registry. *Korean Circ J* 2013; 43: 527-533.
11. Mittal BR, Santhosh S, Kashyap R, Bhattacharya A, Singh B, Bahl A. Ventricular ejection fraction in patients with dilated cardiomyopathy calculated by gated blood pool SPET processing software: correlation with multi-gated acquisition and first pass radionuclide ventriculography. *Hell J Nucl Med* 2011; 14: 234-238.
12. Nakajo H, Kumita S, Cho K, et al. [Assessment of biventricular function using gated blood pool SPECT with QBS software: comparison with planar radionuclide ventriculography]. *Kaku Igaku* 2002; 39: 469-476.
13. Odagiri K, Wakabayashi Y, Tawarahara K, et al. Evaluation of right and left ventricular function by quantitative blood-pool SPECT (QBS): comparison with conventional methods and quantitative gated SPECT (QGS). *Ann Nucl Med* 2006; 20: 519-526.
14. Fujiwara Y, Mochizuki T, Ito T, et al. [Left ventricular volume curve analysis using gated blood pool emission computed tomography]. *J Cardiol* 1988; 18: 795-801.
15. Hacker M, Hoyer X, Kupzyk S, et al. Clinical validation of the gated blood pool SPECT QBS processing software in congestive heart failure patients: correlation with MUGA, first-pass RNV and 2D-echocardiography. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2006; 22: 407-416.
16. Nichols KJ, Van Tosh A, Wang Y, Palestro CJ, Reichel N. Automated versus manual detection of left ventricular wall motion abnormalities by gated blood pool SPECT. *Med Phys* 2009; 36: 1251-1257.
17. Muntinga HJ, van den Berg F, Knol HR, et al. Normal values and reproducibility of left ventricular filling parameters by radionuclide angiography. *Int J Card Imaging* 1997; 13: 165-171.
18. Lele SS, Macfarlane D, Morrison S, Thomson H, Khafagi F, Frenneaux M. Determinants of exercise capacity in patients with coronary artery disease and mild to moderate systolic dysfunction. Role of heart rate and diastolic filling abnormalities. *Eur Heart J* 1996; 17: 204-212.
19. Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, Purcaro A. Effects of exercise training on left ventricular filling at rest and during exercise in patients with ischemic cardiomyopathy and severe left ventricular systolic dysfunction. *Am Heart J* 1996; 132: 61-70.
20. Yamamoto A, Takahashi N, Munakata K, et al. Global and regional evaluation of systolic and diastolic left ventricular temporal parameters using a novel program for ECG-gated myocardial perfusion SPECT--validation by comparison with gated equilibrium radionuclide angiography and speckle-tracking radial strain from echocardiography. *Ann Nucl Med* 2007; 21: 115-121.
21. Spirito P, Maron BJ, Bonow RO. Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function: comparative analysis of Doppler echocardiographic and radionuclide angiographic techniques. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 518-526.
22. Borges-Neto S, Pagnanelli RA, Shaw LK, et al. Clinical results of a novel wide beam reconstruction method for shortening scan time of Tc-99m cardiac SPECT perfusion studies. *J Nucl Cardiol* 2007; 14: 555-565.
23. Herzog BA, Buechel RR, Husmann L, et al. Validation of CT attenuation correction for high-speed myocardial perfusion imaging using a novel cadmium-zinc-telluride detector technique. *J Nucl Med* 2010; 51: 1539-1544.