

MUGA Görüntülerinde Otomatik ve Yarıotomatik Analiz ile Hesaplanan Sol Ventrikül Fonksiyonel Parametre Sonuçlarının Karşılaştırılması

Alper Özgür Karaçalıoğlu(*), Semra İnce(*), Özdeş Emer(*), Engin Alagöz(*)

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, "multigated analysis" (MUGA) görüntülerinde otomatik ya da yarı-otomatik analiz ile elde edilen sonuçları karşılaştırmak ve her iki yöntemle hesaplanan sonuçlar arası ilişkiyi araştırmaktır. Çalışmaya 18 (%60) erkek, 12 (%40) kadın (yaş, ortalama±SD:15±8) olmak üzere 30 hasta dahil edildi. MUGA görüntülerinden otomatik ve yarı-otomatik analizle elde edilen sistolik parametreler olan sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (SVEF) ve "peak emptying" (PER) ile diyastolik parametreler olan "peakfilling rate" (PFR) ve "time-to-peakfilling rate" (TTPFR) karşılaştırıldı. Benzer ölçümler iki uzman tarafından yapılarak "interobserver" farklılık da araştırıldı. Otomatik ve yarı otomatik analiz ile EF ölçümleri sırasıyla 59,04±10,41 57,63±9,5 (p=0,134), PER ölçümleri sırası ile 3,28±0,74, 3,42±0,79 (p=0,054), PFR ölçümleri sırası ile 3,48±1,03, 3,72±0,97 (p=0,030) ve TTPFR ölçümleri sırası ile 120,41±30,94, 116,73±35,37 (p=0,459) olarak hesaplanmış ve PER hariç diğer parametreler arası anlamlı fark bulunmamıştır. İki uzmanın otomatik ve yarı-otomatik değerlendirmeleri karşılaştırıldığında, SVEF hariç diğer parametreler arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. SVEF hesaplamalarındaki fark yarı-otomatik analizde azalmıştır. Her ne kadar otomatik veya yarı-otomatik analizlerde, sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonel parametrelerinin sonuçlarında önemli bir farklılık saptanmasa da özellikle SVEF hesaplamalarında yarı-otomatik analiz tercihi, bireysel arası değişkenliği azaltacağından, daha istikrarlı sonuçlar verecek gibi görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: MUGA, sol ventrikülejeksiyon fraksiyonu, diyastolik fonksiyon

SUMMARY

Comparison of Left Ventricular Functional Parameters Calculated by Automatic and Semi-automatic Analysis in MUGA

The aim of the study was to compare the results calculated by automatic and semiautomatic methods in the multigated analysis (MUGA) scans and to research the correlation between the results calculated by both modalities. 30 patients including 18 (60%) men and 12 (40%) women (Age, mean±SD:15±8) were included into the study. Systolic parameters such as left ventricular ejection fraction (LVEF) and peak emptying rate (PER) together with diastolic parameters such as peak filling rate (PFR) and time-to-peak filling rate" (TTPFR) derived by automatic and semiautomatic analysis in MUGA scans were compared. These measurements were made by two nuclear medicine specialists and "interobserver" variability was also investigated. The results of EF, PER, PFR, and TTPFR were calculated by automatic and semiautomatic methods and levels of significance were 59,04±10,41 57,63±9,5 (p=0,134), 3,28±0,74, 3,42±0,79 (p=0,054), 3,48±1,03, 3,72±0,97 (p=0,030), 120,41±30,94, 116,73±35,37 (p=0,459), respectively, and statistically significant difference between the parameters except PER was not detected. When the automatic and semiautomatic analyses of both specialists were compared, statistically significant difference between the parameters except LVEF was not detected. The difference between the calculations of both methods was decreased in the semiautomatic analysis. Although there was not a statistically significant difference between the results of the systolic and diastolic functional parameters that were analyzed by automatic and semiautomatic analyses, the preference of semiautomatic analysis for LVEF calculations seems to give more precise results by decreasing the interobserver variability.

Key words: MUGA, leftventricularejectionfraction, diastolicfunction

Giriş

Multigated acquisition (MUGA) olarak bilinen sintigrafik görüntüleme yöntemiyle kalbin hareketli "cine" görüntüsü elde edilir. Sol ventrikül çevresine çizilen ilgi alanı ile sol ventrikülün zaman aktivite eğrisi oluşturulup sistol ve diyastol esnasında oluşan sayısal değişikliklerden yararlanılarak sol ventrikülün-sistolik ve diyastolik fonksiyonları sayısal olarak hesaplanabilmektedir. 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 göstermesinin anlaşılmasıyla yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (1). Koroner arter hastalığı olan olguların tanı, tedavi, takip ve prognoz tayininde sol ventrikül hacimleri ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (SVEF) klinik olarak çok önemlidir (2-5). Ayrıca onkolojik hastalarda kemoterapi toksisitesinin tanı ve takibinde MUGA referans bir test niteliğindedir (1,6,7). Diğer tanısal yöntemler ile kıyaslandığında daha az kullanıcı bağımlılığı ve yüksek doğruluğu en büyük avantajlarıdır (8). Ekokardiyografinin yaygınlaşması ile bu teste olan ilgi azalmış olsa da bugün hala SVEF hesaplanmasında referans yöntem olarak kullanılmaktadır.

MUGA, SVEF hesaplanmasında doğruluğu ispatlanmış bir görüntüleme yöntemi olsa da doğasından kaynaklanan bazı dezavantajları vardır. Herşeyden önce, planar görüntüleme yöntemi olup iki boyutlu görüntüler elde edildiği için değişik açılardan alınan görüntülerde anatomik yapılara ait aktiviteleri birbirinden net olarak ayırt etmek bazı vakalarda zordur. Sonuçta ventriküllerin ve sol atriyum ile sol ventrikülün aktiviteleri birbirine karışır. Literatürde sol atriyumun sol ventrikül ile sınırları net ayırt edilemediği durumlarda SVEF değerlerinin olduğundan düşük hesaplanabildiği rapor edilmiştir(9).

Bu görüntülerin analizi esnasında sol ventrikül çevresine çizilen ilgi alanının doğruluğu, elde edilecek sonuçların doğruluğunu doğrudan etkiler ve bu ilgi alanları iki yöntemle çizilmektedir. İlk otomatik analiz yöntemidir ve sol ventrikül çevresine dairesel sınırlayıcı ilgi alanı çizilerek kenar tanıma yazılımı ile sistol ve diyastol sonu sayımların elde edilmesi esasına dayanır. İkinci ise sol ventrikül çevresine ilgi alanının elle çizilmesi esasına dayanan ve kişisel tecrübeler ile doğrudan ilişkili yarı-otomatik analiz yöntemidir. Dolayısı ile bu görüntülerin analizinde otomatik ya da yarı-otomatik yöntemler kullanımı sonucu farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, nükleer kardiyolojik çalışmalarda referans niteliğindeki MUGA görüntülerinin otomatik ya da yarı-otomatik analizle-

* Gülhane Askeri Tıp Akademisi ve Askeri Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı, Etik, Ankara.

Aynı basım isteği: AlperÖzgür KARAÇALIOĞLU,
GülhaneAskeri Tıp AkademisiAskeriTıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı Baskanlığı
06018 Etik-Ankara
Telefon: 0.312 304 48 04
Fax: 0.312 304 48 00
E-mail: aokaracali@gata.edu.tr

Makalenin Geliş Tarihi: 20.05.2013 • **Kabul Tarihi:** 03.11.2013 • **Çevrim İçi Basım Tarihi:** 27.09.2014

rinin sonuçlarını karşılaştırıp sonuçların nasıl bir korelasyon gösterdiğini araştırmak ve bu analizlerde "interobserver" farklılıkların olup olmadığını ortaya koymaktır. Böylece bilgisayar ile deneyimli uzmanların bu konudaki bilgi ve tecrübesinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Hastalar

Bu geriye dönük çalışmaya değişik nedenler ile SVEF hesaplanması amacıyla kliniğimize MUGA görüntülemesi için sevk edilen 18 (%60) erkek 12 (%40) bayan (yaş, ortalama±SD:15±8) olmak üzere toplam 30 hasta dahil edildi. Belirgin ritim bozukluğu olan hastalar ile ideal görüntülemeyi engelleyecek pozisyonlama ya da işaretleme sorunları olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

Eritrosit İşaretleme ve Görüntüleme:

Görüntüleme öncesi, hastaların eritrositleri invivo yöntem ile işaretlendi. Bunun için hastaların her birine önce 1±0.5 mg sodyum pirofosfat (Tecnescan PYP, Mallinckrodt, İrlanda) ve yaklaşık 20±2 dk sonra jeneratörden (Elumatic III, Iba, Fransa) sağılmış 0.2 mg/kg dozunda teknesyum-99m perteknetat intravenöz olarak enjekte edildi. Böylece görüntülemeyi sağlayacak radyoaktif atomların eritrositlerde bolca bulunan hemoglobine bağlanması sağlanmış oldu. 25±5 dk sonra hastalara, kalp görüntüleme için özel olarak üretilmiş, düşük-enerjili yüksek-rezolüsyonlu kollimatör takılı, enerji piki±enerji aralığı: 140±15keV 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. Data kaydı 64x64 matriste gerçekleştirildi.

Görüntüler, gama kamera üzerinde lisanslı kardiyak yazılım yardımı ile kardiyak görüntüleme konusunda tecrübeli iki nükleer tıp uzmanı tarafından otomatik ve yarı otomatik olarak analiz edildi. Sol ventrikülün sistolik fonksiyonel parametreleri olan SVEF ile "peak emptying rate" (PER) ve diyastolik fonksiyonel parametreleri olan "peakfilling rate" (PFR) ve "time to peak filling rate" (TTPFR) bu programlar yardımı ile hesaplandı. Otomatik hesaplamada, sol ventrikül ve geri plan ilgi alanları otomatik olarak çizildiğinden müdahale edilmemiştir.

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. İki farklı yöntem ile elde edilen fonksiyonel parametreler arasındaki farklılıklar ile iki uzmanın otomatik ve yarı-otomatik analizleri ile elde edilen parametreler arası farklılıklar "pairedsample-t test" ile analiz edildi. Gruplar arasındaki korelasyon ise "Pearson korelasyon" katsayısı belirlenerek saptandı.

Bulgular

SVEF ölçümleri incelendiğinde, yarı-otomatik analiz ile he-

saplanan SVEF değerlerinin otomatik analiz ile hesaplananlara oranla düşük olduğu ancak bu düşüklüğün istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır. Ayrıca hem otomatik hem de yarı-otomatik analiz ile hesaplanan SVEF ölçümleri arasında çok iyi bir ilişki bulunduğu dikkati çekmiştir (Tablo1).

Diğer bir sistolik fonksiyonel parametre olan PER ölçümleri karşılaştırıldığında, yarı-otomatik analiz ile elde edilen PER ölçümlerinin otomatik analiz ile elde edilenlerden daha yüksek olduğu saptanmış olmakla birlikte bu farkın da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır. Ayrıca her iki yöntem ile elde edilen PER ölçümlerinin birbirleri ile çok iyi korelasyon gösterdiği ortaya çıkmıştır (Tablo 1).

En önemli diyastolik fonksiyon parametresi olan PFR incelendiğinde, otomatik analiz ile elde edilen PFR değerlerinin yarı-otomatik analiz ile elde edilenlere göre daha düşük olduğu saptanmış olup bu farkın da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı dikkati çekmiştir. Bununla birlikte her iki analiz yöntemi ile

Tablo 1: Otomatik ve yarı-otomatik değerlendirilmenin istatistiksel sonuçları					
	Otomatik	Yarı-otomatik	p	c	pc
EF (%)	59,04±10,41	57,63±9,5	0,134	0,761	<0,001
PER (EDV/s)	3,28±0,74	3,42±0,79	0,054	0,750	<0,001
PFR (EDV/s)	3,48±1,03	3,72±0,97	0,030	0,662	<0,001
TTPFR (s)	120,41±30,94	116,73±35,37	0,459	0,386	0,003

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

elde edilen PFR değerleri arasında çok iyi korelasyon olduğu da gözlenmiştir(Tablo 1).

Otomatik analiz ile hesaplanan TTPFR değerlerinin yarı-otomatik analiz ile hesaplananlara oranla daha düşük olduğu saptanmıştır ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı dikkati çekmiştir. Yine her iki analiz yöntemi ile hesaplanan TTPFR ölçümlerini birbirleri ile orta derecede bir korelasyon göstermesi ilginç bir bulgu olarak karşımıza çıkmıştır (Tablo 1).

İki farklı uzmanın otomatik ve yarı-otomatik değerlendirmeleri birbirleri ile karşılaştırıldığında, SVEF hariç diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Ancak SVEF hesaplanırken iki uzman da otomatik analizi tercih ettiğinde istatistiksel olarak ortaya çıkan belirgin fark, yarı-otomatik analizde belirgin azalmakla birlikte devam etmektedir (Tablo 2).

Tartışma ve Sonuç

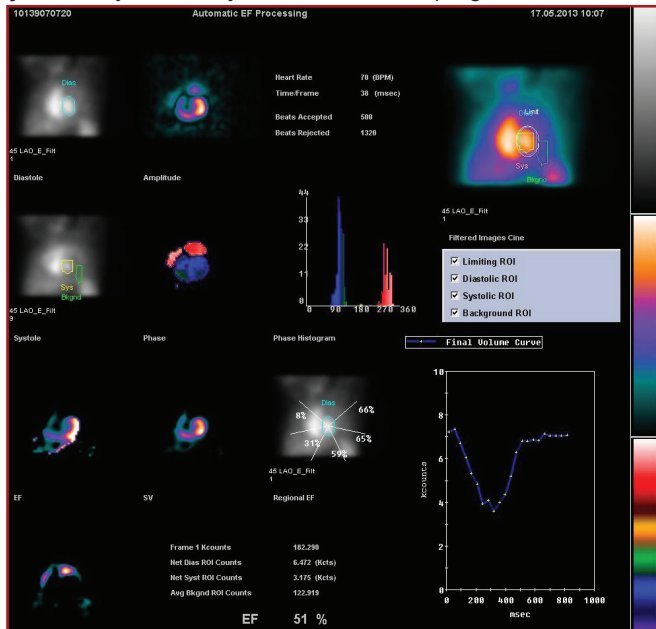
Bu çalışmanın ilk kısmında, MUGA görüntülerinin otomatik ve yarı-otomatik analizi ile edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve diyastolik fonksiyonel parametre olan PFR hariç her iki yöntemle hesaplanan parametreler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ve TTPFR hariç diğer ölçümler arasında iyi bir ilişki olduğu saptanmıştır. İkinci kısmında ise, nükleer kardiyoloji görüntülerinin değerlendirilmesinde tecrübeli iki uzmanın aynı MUGA görüntülerine yaptığı otomatik ve yarı-otomatik analiz sonuçları karşılaştırılmış ve SVEF hariç diğer parametreler

Tablo 2: İki uzmanın otomatik ve yarı-otomatik değerlendirmelerinin istatistiksel sonuçları

		Uzman-1	Uzman-2	p
Otomatik Analiz	EF	62,46±10,89	55,6±8,82	<0,001
	PER	3,18±0,73	3,38±0,75	0,133
	PFR	3,34±1,07	3,62±0,97	0,194
	TTPFR	122±25,23	118,82±36,18	0,680
Yarı-otomatik Analiz	EF	58,57±9,47	56,68±9,6	0,031
	PER	3,44±0,83	3,4±0,77	0,692
	PFR	3,83±1,03	3,62±0,91	0,075
	TTPFR	116,29±36,31	117,18±35,07	0,874

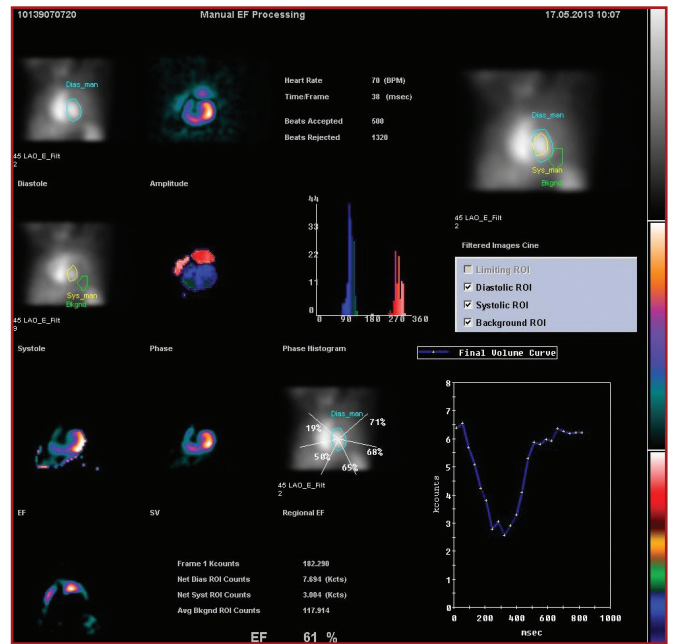
arası anlamlı bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır.

Sintigrafik görüntüler sayım esasına dayanan dijital görüntüler olup özel yazılımlar ile analiz edilir. MUGA görüntüleri de tercih olanağı sunan özel bir yazılım sayesinde otomatik ve yarı-otomatik olmak üzere iki seçenekten biri ile değerlendirilebilir. Bu iki seçenek arasındaki temel fark, analiz esnasında sol ventrikül çevresine çizilen ilgi alanından kaynaklanır. Otomatik analizde, sol ventrikül çevresi, analizi yapan kişi tarafından elipsoid bir daire ile sınırlandırılır ve kenar tanıma programı hem sistol hem de diyastol sonu sol ventrikül sınırlarını ilgi alanının içinde kalacak şekilde kendi belirler. Ayrıca geri plan düzeltmesi için gerekli sayımların elde edileceği ilgi alanının, şekli, boyutunu ve yerini müdahalesiz programın kendisi ta-



Şekil 1: Otomatik yöntem ile analiz edilen MUGA görüntüsü. Sol ventrikül çevresine kullanıcı tarafından çizilen sınırlandırıcı dairenin içine kenar tanıyıcı program tarafından çizilen sistol ve diyastol sonu ilgi alanları ile geri plan ilgi alanı izlenmektedir.

Yarı-otomatik analizde ise hem sistol hem de diyastol sonu sol ventrikül kavitesinin sınırları kullanıcı tarafından elle çizilir ve geri plan düzeltmesi için gerekli ilgi alanı da kullanıcı tarafından belirlenmekte olup sonuçlar analizi yapan kişinin bilgi ve tecrübesi ile doğru orantılıdır (Şekil2). Ancak sonuçta bu iki analizin başarısı da nükleer tıp teknisyeni tarafından alınan ve



Şekil 2: Aynı hastanın yarı-otomatik yöntem ile analiz edilen MUGA görüntüsü. Sol ventrikül sistol ve diyastol sonu çevresine ilgi alanları kullanıcı tarafından elle çizilmiş ve geri plan ilgi alanı düzeltilmiştir. Otomatik analiz ile hesaplanan SVEF değerleri arasındaki fark dikkat çekicidir.

sorumlu doktorun onayladığı sağ ve sol ventrikül aktivitelerinin birbirinden en ideal şekilde ayrıldığı “best septal” görüntüye bağlıdır.

Genel olarak otomatik analizdeki en büyük eksiklik, dairesel bir ilgi alanının hastaların bütün kısa aks görüntülerine yeterli şekilde uyacağı yönündeki basit yaklaşımdan kaynaklanır ve bu nedenle sol ventriküle ait olmayan sayımların analize dahil edilmesine neden olabilir. Özellikle otomatik analiz esnasında diyastol sonu görüntüleri kapsaması için ilgi alanı sol ventrikül çevresine çok geniş çizilebilmekte ve böylece sistol sonu görüntülere sol atriyal görüntüler girebileceğinden SVEF değerleri daha düşük olarak hesaplanabilmektedir (10). Bu ayrımın neden olacağı sonuçlar analizi yapan personelin de gözünden kaçabilmektedir. Oysa sol ventrikül sınırlarının elle çizimi, sistol ve diyastol sonu sınırların daha iyi belirlenmesi açısından daha gerçekçi bir yaklaşımdır.

MUGA ile kalbin hem sistolik hem de diyastolik fonksiyonlarının tek oturumda elde edilmesi bu testin en önemli avantajlarından biridir. SVEF ve PER sistolik fonksiyon parametreleri iken diğer iki tanesi diyastolik fonksiyon parametresi olup PFR ve TTPFR'dir. Bu parametreler, sol ventrikül çevresine çizilen ilgi alanı sonrası birinci “Fourier harmonics” kullanılarak oluşturulan sol ventrikül zaman aktivite eğrisinden elde edilmekte olup çizilen ilgi alanının doğruluğu bu parametrelerin sonuçlarını direk etkilemektedir.

Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun hesaplanmasında MUGA ile daha doğru sonuçlar alınmaktadır. Çünkü, ekokardiyografi ya da kontrastlı anjiyografi gibi sol ventrikülün geometrik yapısı MUGA'daki analizlerde dikkate alınmaz. Dolayısı ile kardiyotoksik kemoterapi alan olguların ve kalp yetmezliği olan olguların seri takiplerinde önerilen referans bir testtir (11,12). Bizim çalışmamızda da hem otomatik hem de yarı-otomatik analizler sonucunda gerek SVEF gerekse PER ölçümleri arasında anlamlı bir farklılık saptanmamış olması MUGA'nın sol

ventrikül sistolik fonksiyonlarının hesaplanmasında yöntemsel farklılıklardan pek etkilenmediğini göstermektedir.

Kavramsal olarak diyastolik fonksiyon, sol ventrikülün gevşemesi ve kompliyansı olarak tanımlanabilir. Kalp yetmezliği olan olguların %50'sinde SVEF korunmuş olduğundan izole diyastolikdis fonksiyon kavramı göreceli olarak yenidir (11,13). SVEF korunmuş kalp yetmezlikli vakaların büyük bir bölümünde sol ventrikülün diyastolik fonksiyonunun azaldığı gösterildiğinden bu yeni kavram, korunmuş SVEF'li kalp yetmezliği olarak ifade edilmektedir (13). Tedavi yaklaşımı farklı olduğu için SVEF korunmuş yada azalmış kalp yetmezlikli olguların diyastolik fonksiyonlarının belirlenmesi bu yüzden önemlidir (14). Oysa bu çalışmanın sonuçları, yarı-otomatik analiz ile hesaplanan PFR sonuçlarının otomatik analizle hesaplanana göre anlamlı olarak yüksek hesaplandığını ortaya koymuştur. Bu durumun, yukarıda belirtildiği gibi, her iki yöntemle sol ventrikül çevresine çizilen ilgi alanının farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü, sol ventrikül çevresine çizilen ilgi alanının genişliği, bu alandan elde edilen zaman aktivite eğrisinin şeklini belirlediğinden otomatik ve yarı-otomatik analiz ile elde edilen sonuçlarda farklılıklara neden olabilmektedir. Bu durum, her ne kadar her iki analiz yöntemi ile hesaplanan TTPFR sonuçlarında anlamlı bir farklılık oluşmasına neden olmasa da, TTPFR ölçümleri arasındaki zayıf-orta derecede korelasyonun da sorumlusu gibi görünmektedir. Geri plan düzeltilmesi de hem SVEF hem de PFR hesaplanmasındaki farklılıkları açıklayabilecek bir diğer etken olabilir. Çünkü yukarıda anlatıldığı gibi, otomatik analizlerde geri plan düzeltilmesi de otomatik olarak yapılmakta ve bazen ilgi alanları birbirine karışabilmekte ve zaman aktivite eğrisinin şekli etkilenebilmektedir (6). Bu nedenle her yöntemin avantajları ve dezavantajları olduğu için bu olguların hep aynı yöntem ve metotla takip edilmesi daha gerçekçi bir yaklaşım olup bu çözüm sonuçları arasındaki dalgalanmaları azaltabilir (15).

Günlük rutinde sol ventrikül diyastolik fonksiyonları ekokardiyografi ile değerlendirilmektedir (16). Ancak sol ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmek matematiksel modellere dayandığı için geometrisi bozulmuş sol ventriküllerde ekokardiyografi ile doğru sonuçları elde etmek her zaman mümkün değildir (17,18). Oysa MUGA analizi geometrik modellemeye değil sayım esasına dayandığından doğru ve tekrarlanabilir sol ventrikül fonksiyonel parametrelerini elde etmek mümkün olur (19). Dolayısı ile kullanıcı bağımlılığı ekokardiyografiye oranla minimaldir. MUGA görüntülerinin analizinde kullanılan yazılımların da doğruluğu sorgulanabilir. Ancak, bizim kullandığımız yazılım da aralarında olmak üzere, ticari olarak mevcut bütün yazılımların SVEF hesaplanmasında iyi bir korelasyon gösterdiği fantom çalışmasında gösterilmiştir (6).

Sol ventrikül sistolik fonksiyonların değerlendirilmesinde MUGA'nın minimal "interobserver" değişkenlik gösteren, çok güvenilir bir yöntem olduğu ve bu nedenle tercih edilecek görüntüleme modalitesi olduğu daha önceden rapor edilmiştir (12). Gerçekten bizim çalışmamızın sonuçlarına göre de, iki farklı uzmanın otomatik ve yarı otomatik analizleri ayrı ayrı incelendiğinde SVEF hariç diğer parametrelerin sonuçlarının birbirine benzer olduğu ve anlamlı farklılık göstermediği anlaşılmıştır. Çalışmamızda, "interobserver" SVEF değerlendir-

melerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık ortaya çıktığı ve bu farkın yarı-otomatik analizlerde ise azaldığı saptanmıştır. SVEF hesaplamalarında bu bireylerarası farklılığın olası birkaç nedeni olabilir. İlki, planar MUGA görüntüleme esnasında "best septal" görüntülemenin iyi yapılamamasıdır. Böylece analiz yapılırken sağ ve sol ventrikül aktiviteleri birbirlerinden net olarak ayırt edilememektedir. Zaten, nükleer tıp teknisyeninin MUGA çalışması görüntülerken en zorlandığı noktanın bu "bestseptal" görüntüyü yakalayabilmesi olduğu literatürde de daha önceden rapor edilmiştir (9). İkinci olarak da sol ventrikül çevresine çizilen ilgi alanıdır. Otomatik seçenek tercih edildiğinde, bazı vakalarda sağ ile sol ventrikül arası ayırım daha zor olabilmektedir. Oysa manüel sol ventrikül ilgi alanlarının çizimi daha esnek olup sağ ve sol ventrikül aktiviteleri arasındaki ayırım daha sağlıklı yapılabilmektedir. Son olarak otomatik analizde çizilen ilgi alanı, sistol sonu sol atriyal aktivite ile sol ventrikül aktivitesini ayırt etmede yeterli olamayabilir.

Sonuç olarak, her ne kadar otomatik veya yarı-otomatik analizlerde, sol ventrikülün sistolik ve diyastolik fonksiyonel parametrelerinin hesaplanmasında önemli bir farklılık saptanmasa da, özellikle SVEF ve PFR hesaplamalarının önemli olduğu olgularda yarı-otomatik analiz tercihi, bireyler arası farklılıkları azaltacağından, daha istikrarlı sonuçlar verecek gibi görünmektedir.

Kaynaklar

1. Mitra D, Basu S. Equilibrium radionuclide angiocardiology: Its usefulness in current practice and potential future applications. *World J Radiol.*2012; 28: 421-430.
2. White HD, Norris RM, Brown MA, et al. Left ventricular end-systole volume as the major determinant of survival after recovery from myocardial infarction. *Circulation* 1987; 76: 44-51.
3. White HD, Cross DB, Elliott JM, Norris RM, Yee TW. Long term prognostic importance of patency of the infarct-related coronary artery after coronary artery bypass graft surgery in patients with impaired left ventricular function. *Circulation* 1994; 90: 2899-2904.
4. Norris RM, Barnaby PF, Brandt PWT, et al. Prognosis after recovery from first acute myocardial infarction: determinants of reinfarction and sudden death. *Am J Cardiol* 1984; 1: 408-413.
5. Borow KM, Green LH, Mann T, et al. End-systolic volume as a predictor of postoperative left ventricular performance in volume overload from valvular regurgitation. *Am J Med* 1980; 68: 655-663.
6. De Bondt P, De Winter O, Vandenberghe S, et al. Accuracy of commercially available processing algorithms for planar radionuclide ventriculography using data for a dynamic left ventricular phantom. *Nucl Med Commun.*2004; 25: 1197-1202.
7. Wackers FJ, Berger HJ, Johnstone DE, et al. Multiple gated cardiac blood pool imaging for left ventricular ejection fraction: validation of the technique and assessment of variability. *Am J Cardiol* 1979; 43:1159-1166.
8. Folland, ED; Hamilton GW, Larson SM, Kennedy JW, Williams DL, Ritchie JL. The radionuclide ejection fraction: a com-

parison of three radionuclide techniques with contrast angiography. J Nucl Med 1977; 18: 1159.

9. 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.

10. 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

11. Lu P. Monitoring cardiac function in patients receiving doxorubicin. Semin Nucl Med. 2005; 35: 197-201.

12. vanRoyen N, Jaffe CC, Krumholz HM, Johnson KM, Lynch PJ, Natale D, Atkinson P, Deman P, Wackers FJ. Comparison and reproducibility of visual echocardiographic and quantitative radionuclide left ventricular ejection fractions. Am J Cardiol. 1996; 77: 843-850.

13. Owan TE, Hodge DO, Herges RM, Jacobsen SJ, Roger VL, Redfield MM. Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. N Engl J Med. 2006; 355: 251-259.

14. Maeder MT, Kaye DM. Heart failure with normal left ventricular ejection fraction. J Am Coll Cardiol. 2009; 53: 905-918.

15. 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.

16. Salerno M. Multi-modality imaging of diastolic function. J Nucl Cardiol. 2010; 17: 316-327.

17. Alnabhan N, Kerut EK, Geraci SA, McMullan MR, Fox E. An approach to analysis of left ventricular diastolic function and loading conditions in the echocardiography laboratory. Echocardiography. 2008; 25: 105-116.

18. Gottdiener JS, Bednarz J, Devereux R, et al. American Society of Echocardiography recommendations for use of echocardiography in clinical trials. J Am Soc Echocardiogr. 2004; 17: 1086-1119.

19. Yamazaki J. Evaluation of cardiac function by radioisotope angiography. J Cardiol. 2000; 35 Suppl 1: 43-9.