

T1248

T C
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Nükleer Tıp Anabilim Dalı

SOL VENTRİKÜL ANEVİRİZMASI VE KORONER STENOZLARI NEDENİ
İLE ANEVİRİZMEKTOMİ VE KORONER BY-PASS CERRAHİSİNE
GİDEN HASTALARDA SOL VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ MUGA
YÖNTEMİ İLE GÖSTERİLMESİ

T1248/1-1

Dr. R. Bülent Türk

ALTI
M.

UZMANLIK TEZİ

ANTALYA - 1996

İÇİNDEKİLER

Giriş ve Genel Bilgiler	1 - 20
Hastalar ve Metod	21 -22
Bulgular	23 - 26
Tartışma	27 - 33
Sonuç	34
Özet	35
Kaynaklar	36 - 40

GİRİŞ

Dengede radyonuklid ventrikülografi (MUGA), sol ventrikül fonksiyonlarının gösterilmesinde, myokardın monitarizasyonunda ve kardiyak anevrizmaların tanı ve takibinde uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Sol ventrikül anevrizması ve kalp hastalığı olan hastaların ventrikül performanslarının değerlendirilmesinde MUGA önemli bir yer tutmaktadır (34). Bu çalışmalarda kontrast ventrikülografi kardiyak anevrizmaların tanısında gold standart olarak kabul edilmekle birlikte invaziv, pahalı ve tekrar edilebilirliği düşük olması nedeniyle bir dezavantaj oluşturmaktadır (14). Özellikle anevrizmektomi sonrası myokard kontraktilitesinin değerlendirilmesinde problemler gözlenmektedir. Bu çalışmada sol ventrikül anevrizması ve koroner arter hastalığı nedeniyle koroner by-pass ve anevrizmektomiye gidecek hastalarda cerrahi öncesi ve sonrası sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde MUGA görüntüleme yöntemini kullanılmış elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

MUGA

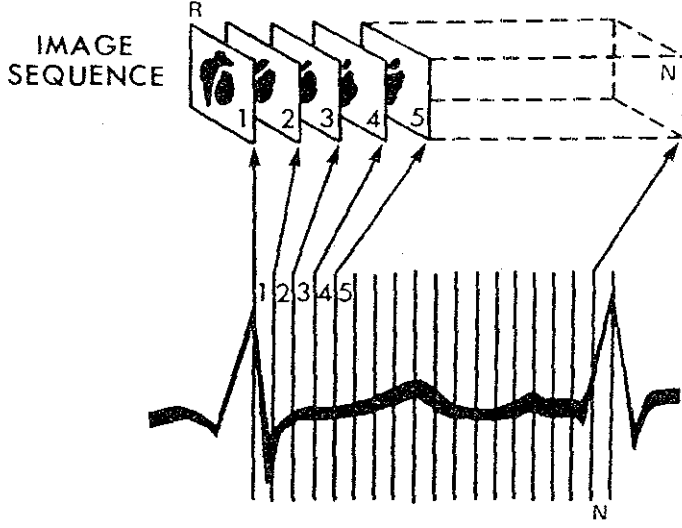
Sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde MUGA oldukça yaygın olarak kullanım yeri bulmuş, bazı kliniklerce gold standart olarak kabul edilen bir yöntemdir. Global ve bölgesel ejeksiyon fraksiyonu ölçümünde, kardiyotoksik ilaç kullanımında kardiyak fonksiyonlarının monitörizasyonunda, hibernate myokardiyumun değerlendirilmesinde, koroner arter hastalığı olan hastaların risk tayininde, sol ventrikül (LV) duvar hareketlerinin izlenmesinde, LV anevrizma ve pseudo anevrizmalarının tanısında ve ayrımının yapılmasında, ventriküler taşikardi ve aberan iletilerin ortaya konmasında, sol-sağ şantların tanısında, LV'de iskemik alanların ortaya konmasında, kardiyak transplantasyonların izlenmesi ve rejeksiyonlarının gösterilmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda myokard infarkt (MI) sonrası trombolitik tedavinin değerlendirilmesi, myokard kontraktilitesinin

gösterilmesi gibi daha birçok klinik durumda kullanılmaktadır. Sol ventrikül disfonksiyonu olan hastalarda prognostik çalışmalarda gold standart olarak kabul edilmektedir. MUGA non invaziv ve tekrar edilebilirliği yüksek olması nedeniyle önemli avantajlara sahiptir (1,2,5,14,15,18,26,27,29,30,36,39)

MUGA, Kontrast ventrikülografinin (KV) non invaziv alternatifidir. Ventrikül fonksiyonlarının görsel ve kantitatif değerlendirilmesi yapılabilir. MUGA'nın prensibi her ventrikül içindeki radyoaktivite miktarının o ventrikülün kan volumü ile orantılı olmasına dayanır. MUGA kan volumü değişikliklerinin ve buna paralel olarak LV içerisindeki aktivite değişikliklerinin saptanmasına dayanan bir yöntemdir.

Çalışma için öncelikle kan havuzunu görünür hale getirmek gereklidir. Bu amaçla önceleri Tc99m human serum albumin (HSA) kullanılmış ancak zemin aktivite/ hedef organ oranının düşük olması nedeni ile bugün yerini Tc99m ile işaretli eritrositlere (RBC) bırakmıştır (11,34). Tc99m IV olarak verildiğinde eritrositler içine pasif difüzyon ile girmektedir. Tc99m'in eritrositler içinde bağlı kalmasını sağlamak için hücre içine girer girmez kimyasal değerinin indirgenmesi gerekmektedir ki bu işlem için kalay iyonu (stannöz pirofosfat) kullanılır. Stannöz ajan eritrositler içine giren Tc99m'i indirger ve hemoglobinin β zincirine bağlı kalmasını sağlar.

Birçok kalp siklusunun görünür hale getirmek için; EKG ile senkronize çalışan bir komputer ile elektronik bir işaret alınır ve kalp siklusu eşit zaman aralıklarına bölünerek her zaman aralığından ayrı ayrı sayımlar toplatılır. İki R-R arası zaman aralığı enaz 16 zaman dilimine bölünür. R dalgasının tepesi diastol sonuna, T dalgasını son kısmı ise sistol sonuna uyar. Ortalama 600 - 800 siklus sonrasında her bir aralıktan belli sayım etkinliğine ulaşmış görüntüler oluşturulur. Bunlar ardarda gösterilerek sine film oluşturulabilir. Sonuçta bir kalp siklusu görünür hale gelmiş olur (3,12,17,).



Şekil:1

MUGA yöntemi ile görüntü oluşturulmasının şematik gösterim Kardiyak siklus daha önceden belirlenen eşit zaman aralıklarına bölünür kabul edilen atımlardan elde edilen sintigrafik datalar komputer hafızasında ayrı bölümlere kaydedilir. Bu işlem R dalgası belirleyici olmak üzere sintigrafik datanın zaman ile ilişkisine göre belirlenir. Her bir framede (1 ... N) istenilen zaman veya atım sayısına ulaşılan kadar data akümülayonu oluşur.

KAN HAVUZUNU İŞARETLEME YÖNTEMLERİ

Eritrositlerin işaretlenmesi *İnvivo*, *invitro* ve modifiye *invivo* olmak üzere üç farklı şekilde yapılabilir

İnvitro yöntemde 10 - 15 ml hasta kanı venöz olarak alınır ve laboratuvar şartlarında indirgeyici ajan eklenir. Daha sonra Tc99m perteknetat ilave edilerek inkübasyona bırakılır. Son basamakta hastaya intravenöz (IV) olarak verilir. Bu yöntem ile işaretleme etkinliği %98 gibi yüksek rakamlara ulaşmaktadır.

İnvivo yöntemde ise 0.03 ml/kg stannöz ajan IV olarak verilir. 30 - 40 dakika sonra 15 - 20 mCi Tc99mperteknetat IV verilir. Bu yöntemde gerekli kadar stannöz ajan verilmesi önemlidir, çünkü serbest kalan Tc99m zemin aktiviteyi aktiviteyi arttırmakta, fazla miktarda verilmesi ise Tc99m'in eritrositler içerisine girmesini engelleyebilmektedir. Bu yöntem ile işaretleme etkinliği %80-90 olarak bildirilmektedir.

Modifiye invivo; İçerisinde Tc99m bulunan enjektör bir vene yerleştirilir. Daha önce stannöz ajan enjekte edilen hasta kanı enjektöre çekilerek inkübe edilir. Antikoagülan olarak ACD kullanılır çünkü heparin bağlanmayı inhibe etmektedir. İşaretleme etkinliği % 90 - 93 olarak bildirilmektedir (9,13,17).

Hidralazin, prozasin, propranolol, digoksin, doksurubicin, iyotlu kontrast maddeler, heparin, dekstroz, metil dopa ve kinidin gibi bazı ilaçlar Tc99m'in eritrositlere bağlanmasını bozarlar.

NUKLEER KARDİYAK GÖRÜNTÜLEME

Nükleer teknikler ile kardiyak görüntüleme yapmak için gerekli birtakım şartların oluşturulması gereklidir. Bunlar fonksiyonel olarak değerlendirilecek olan alanda tracer dağılımı, foton enerjisini elektriksel sinyallere çeviren ve bu verileri gösterim ve proses yapılır hale getiren bir kamera, sadece ilgilenilen kardiyak alandan gelen

fotonların görüntüleme birimlerine aktarılmasını sağlayan bir kolimatör. ve bu dataları kayıt eden ve bunlardan optimal gösterimi ve kuantifikasyona olanak veren bir bilgisayarın gerekliliğidir

Kardiyak görüntüleme nükleer tıpta iki ana grupta yapılır. Bunlardan ilki primer myokard içinde traser dağılımının statik olarak görüntülenmesidir. Bu yöntem ile perfuzyon ve infarkt görüntülenmesi yapılır. Bu yöntem ile ikinci yöntemle oranla daha düşük sayım oranları elde edilir. İkinci yöntem ise ilkinden farklı ve tek bir amaç için değil birden fazla amaç için yapılmaktadır. Burada kullanılan görüntüler kardiyak siklustaki belirlenmiş zaman ve mesafelerin ardışık görüntülenmesidir. Fonksiyonel olan bu görüntüleme yöntemi de kendi içinde First pass ve MUGA olarak ikiye ayrılır. Bu yöntemler kardiyak fonksiyonların hem görsel hemde kuantitatif olarak değerlendirilmesine olanak verir. Her iki metodda bu işlemler için bir takım malzemelere ihtiyaç duyarlar. Bunlar görüntüleme için kamera, instrumentasyon, kolimatör, Bilgisayar hardware ve bilgisayar software'dir.

Nükleer kardiyolojide iki ana gama kamera tipi vardır, Anger (single kristal) ve multikristal gama kameralar. Multikristal gama kameralar daha az ölü zamana sahiptirler, ancak Anger tipi kameraların yüksek intrinsik rezolüsyona sahip olduğu ve yüksek rezolüsyonlu kolimatörler ile multikristal gama kameraların sonuçlarına benzer sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir. Sonuç olarak MUGA çalışmalarında anger tipi gama kameraların uygun olduğu kabul görmektedir. Ayrıca bu tip kameraların daha yüksek uzaysal rezolüsyona (spatial resolution) sahip olduğu bilinmektedir.

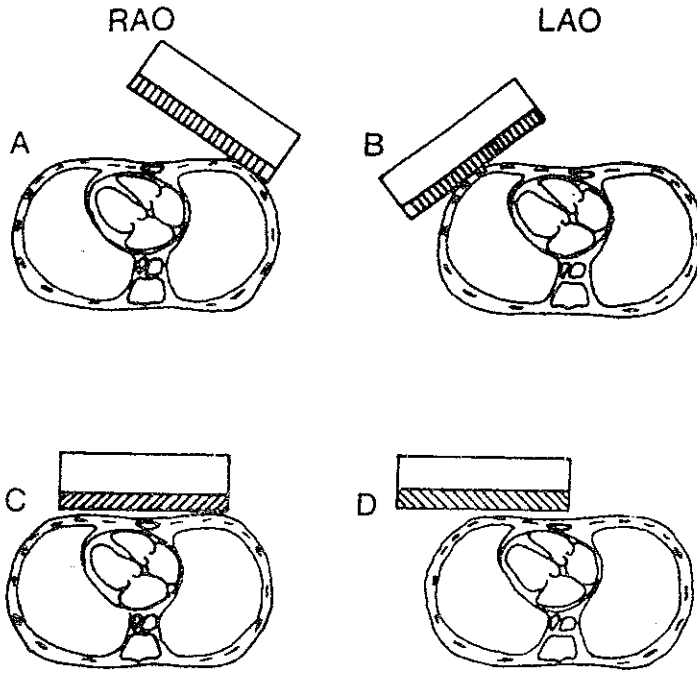
Bunların dışında görüntüleme yapmayan (nonimaging) problemler ile gated ve first pass çalışmalar yapılmıştır. Nonimaging problemlerin oldukça düşük dozda radyofarmasötik ile çalışabilmeleri avantajdır. Son dönemde Holter EKG gibi

taşınabilen tipleri yapılmıştır. Çok yeni olarak " gas filled wire chambered " dedektörler kullanıma girmiştir, oldukça yüksek sayım etkinliğine sahip olan bu problemlerin her zaman el altında bulunmayan tantalum 178 ile çalışmaları bir dezavantaj oluşturmaktadır.

MUGA için Anger tip kameralarda standart 25 cm çapa sahip kristallerin uygunluğu kabul edilmektedir. Bu genişlikteki bir kamera ile hasta üzerinden çok değişik açılarda görüntü almak mümkün, ayrıca bu tip gama kameraların mobil olabilmesi yoğun bakım unitelerinde kullanılabilme olanağını beraberinde getirmektedir. Eğer geniş açılı bir kamera kullanılıyor ise görüntülerde zoom yapılması veya görüntü büyütme işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Bunun dışında MUGA çalışmasında 1/4 - 3/8 inch'lik kristallerin daha iyi uzaysal rezolüsyon sağladığına inanılmaktadır. (3,17)

Kolimatör: Düşük enerji genel amaçlı kolimatör (LEGP) en iyi görüntülemeyi sağlar. LEGP kullanımı ile bir projeksiyonun tamamlanması 5 - 8 dakika kadar bir zaman dilimini kaplar. Çocuklarda konverjan hole veya pin hole kolimatör kullanılabilir. Pinhole kolimatör data toplama etkinliğinin düşük olması nedeniyle çekim süresini uzatır ancak, uzaysal rezolüsyonda belirgin artışa neden olur, bununla birlikte pinhole kolimatör ile alan sensitivitesi nonuniformdur.

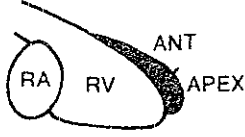
Gated çalışmalarda kullanılan bir diğer kolimatör ise slant hole kolimatör'dür. Bu kolimatörün delikleri axis'e 30°'lik açı oluşturacak şekilde planlanmıştır. Bu şekildeki bir kolimatör dizaynı LAO ve RAO pozisyonlarında hastaya en yakın pozisyondan data toplanmasına yardımcı olur. Şekil 2 de slant hole kolimatör örneği görülmektedir. Bifokal kolimatörler, aynı anda iki farklı açıdan görüntü alabilmektedir. Yüksek rezolüsyonlu (high resolution) kolimatörler ile rezolüsyon problemi enaza indirilirken sayım oranlarında %75'e varan kayıplar bildirilmiştir (3,17).



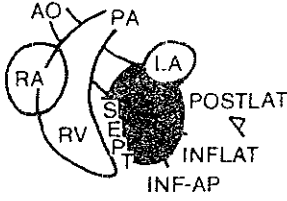
Şekil 2: Slant-hole kolimatör ile standart kolimatörlerin karşılaştırılması

Hasta pozisyonu: MUGA çalışmasında belkide en önemli basamaklardan birtanesidir. Çekim esnasında sol ventrikül mutlak merkezde olmalıdır. Pozisyon verilirken pseudoanevrizmalar ve anevrizmaların mutlak görüntü alanına girmesi sağlanmalıdır. Her iki patoloji de karaciğer sol lobu veya dalak görünümünü taklit edebilir. Sol anterior oblik (LOA) mutlak alınmalıdır. İlk önce LOA görüntüsü alınıp en iyi ventrikuler ve atriumlar arası ayırım yapıldıktan sonra diğer görüntülerin alınmasına geçilmelidir. Doğru bir yerleştirmede sol ventrikül bir çembere daha çok benzer. Eğer selektif bir dilatasyon gözleniyorsa muhtemelen bir pozisyon hatası söz konusudur. Çalışmanın daha pratik olması açısından LAO 45°'ye fikse edilebilir. LAO projeksiyonunda zemin aktivite düzeltilmesinin yapılıyor olması bu projeksiyonun önemini arttırmaktadır. Sol lateral görüntü ise 70 - 75°'den yapılmalıdır. Sol lateral görüntünün önemi özellikle bazal ve inferior yerleşimli anevrizmaların gösteriminde öne çıkmaktadır (3,17).

Anterior

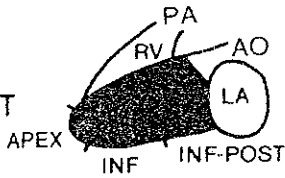


45° LAO



Şekil 3: MUGA yönteminde kullanılan standart projeksiyonların şematik gösterimi

L LAT



Data Toplatılması: Bir EKG trigeri kullanıldığında bir siklus genellikle 50msn'lik zaman aralıklarına ayrılır. Modern görüntülemelerde en az 600 - 800 siklus görüntülenmesinin uygunluğu kabul edilmektedir. Modern cihazlar multigating sistemine sahiptir. Bu özellik ile hasta 20 - 30 sn. kadar izlenerek ortalama atım sayısı bulunur ve çalışma %20'lik bu kalp atım hızı penceresine oturtularak daha dar bir pencereden data toplanması yapılabilir. Sol ventrikül zamansal (temporal) rezolüsyonu için çalışmada 16 frame ve üstü frame görüntülenmesi yapılmalıdır. Çekimden hemen önce hastanın EKG'si çekilerek muhtemel patolojiler, aritmiler açısından incelenmelidir. Bir MUGA çalışması %10-15 oranındaki ventriküler

premature vuru olduğunda dahi çalışabilir ancak bu oran daha yüksek ise çalışma yapılmamalıdır (3,17)

Normal hızlı atrial fibrilasyonlu hastalarda MUGA'nın sorunsuz çalıştığı bildirilmiştir R-R intervalleri çalışmadaki RR ile karşılaştırılmalıdır. MUGA alışmasında R dalgası yanlış algılanabilir, çok dik ve sivri T dalgaları mevcut ise RT veya TT, güçlü P dalgalarının mevcudiyetinde PP veya PR zaman aralıkları çalışmada komputer tarafından RR gibi algılanabilir. Bu tarz artefaktlar elektrotların tekrar yerleştirilmesi ile düzeltilebilir (3,17)

Görüntüleme için kameradan gelen data organize edilir ve tanı için analize edilir. Bu işlem için data prosessor sistemine ihtiyaç duyulur. Bu sistemler bir CPU, bir terminal, yüksek hız ve yüksek mass saklama kapasitesine sahip olmalıdır.

Analog Dijital evirim (ADC): Kameradan gelen x ve y datalarının proses ve gösterim için dijital forma dnuşturlmesi gerekmektedir. Bu işlem ADC'ler tarafından gerçekleştirilir X ve y dataları için iki adet ADC'ye ihtiyaç vardır ADC işlem yaparken zamana ihtiyaç duyar, işlem yaptığı zaman diliminde gelen diğer dataların işlenememesi demektir ki bu kameranın "dead time'ı" yani l zamanı olarak adlandırılır. Bazı durumlarda ADC'ler data kaybını azaltmak için analog tamponlandırılırlar. Genellikle A ve B olmak üzere iki tampon bulunur A tamponunda ADC işlem yaparken gelen sinyal B tamponuna alınır ve depolanır. A tamponunda işlem sona erdiğinde depolanan diğer datalar işlenir böylece dead time ve data kaybı azaltılmış olur (3)

Bir ADC kameradan gelen imajları 32-64-128'lik görüntü elemanları şeklinde digitalize edebilir. ADC'nin binary sistemi nedeniyle ara değerler mümkün değildir. Eğer çalışılan bilgisayarın hafıza kapasitesi düşük ise hardware zoom uygulanabilir. Hardware zoom'da data toplatılması esnasında 32x32 matriks kullanılır ve depolama

esnasında görüntüler daha küçük hard disk alanını kullanır, ancak çalışılırken 64x64 matriks kullanılır. Şu anda MUGA çalışmalarında daha çok 64x64 matriks kullanılıyor, çünkü daha yüksek matriks kullanımı daha fazla piksel ve piksel başına düşen sayımın azalması demektir (3)

Gösterim Gereksinimleri:

Gösterim için birtakım şartların bir arada olması gerekmektedir. Bunlar görsel olarak kabul edilebilir imajların olması ve film şeridine ihtiyaç duymadan sine gösterim yeteneğidir.

Sine gösterim ve değerlendirme pekçok merkezde kullanılmaktadır. Bazı kullanıcılar tarafından basite indirgenmesine rağmen kuantitatif yöntemler kadar değerli bilgiler vermektedir.

Nükleer tıptaki komputer'lerin diagnostik değerleri imaj gösterim kalitesi ile değerlendirilir. İki gösterim tipi vardır; 1) katod ray tüp display, 2) video memory display. İlkinde pikseller nokta (dot) olarak bulunur ve büyütme yapıldığında noktalar arası mesafe açılır. İkincide ise pikseller kare şeklindedir ve büyütme esnasında bu karelerin merkezlerinin uzaklıkları artırılır ve pikseller bitişiktir. Görüntülerin incelenmesi ile global ejeksiyon fraksiyonu (EF) hakkında bilgi alınabilir. MI, kardiyotoksiste, cerrahi gibi çalışmalarda sine gösterim oldukça önem kazanmaktadır (3).

Gri Skala Gösterimi: Gösterimdeki bir önemli nokta da gösterilebilen gri bölgelerin sayısıdır. Nükleer Tıp'daki bir gated çalışmada enaz 32 gri skala gösterimi şarttır. Daha düşük sayıdaki gri skala sayısı görüntüde katman etkisine neden olduğu görülür. Eğer görüntü yumuşatma (smooth) işlemi yapılıyor ise bu sayının artması gerekmektedir. Optimum sayı 32 - 255 arasında değişmektedir.

Renkli Kullanım; Özellikle fonksiyonel görüntülerde, haritalandırmada yararlıdır. Bazı araştırmacılar ventriküler sınırların belirlenmesinde renkli kullanımın şaşırtıcı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte bu tip kullanımda sıcak soğuk alanların dedeksiyonunda zorlukların olduğu bildiriliyor. Genel kanı tek renk ve gri skala kullanımının daha iyi sonuçlar verdiği yönündedir.

Sonuç olarak hangi gösterim şekli olursa olsun sine formatında gösterim olmalıdır. Bunu yapamıyor ise gama kameranın ventrikül fonksiyonlardaki küçük değişimleri ve farklılıkları gösterme kapasitesi belirgin olarak düştüğüne inanılmaktadır. Kabul edilebilir bir sine gösterim için 12 - 20 frame'lik bir görüntülemeye 80 siklus/dk'lık gösterim yeterli kabul edilir (3).

SOFTWARE

Nükleer Tıp'ta kullanılacak bir bilgisayarın yukarıdaki özelliklerin yanısıra kullanım kolaylığının olması gereklidir. Eğer bir sistem zor kullanılıyor ise ya az kullanılacak yada kullanım olanağı olmayacaktır.

MUGA çalışma için software:

MUGA çalışmasında software gerçek zaman dilimlerinde imaj oluşturmaya olanak vermeli, sistem zaman aktivite eğrileri (TAC) oluşturmaya yetecek düzeyde temporal rezolüsyon yapma özelliğine sahip olmalı ve proseslerin ve data analizlerinin çabuk yapılmasına olanak vermelidir.

*real time gated yapmalı ve çalışmanın herhangi bir bölümünde sine gösterime izin vermelidir (3 13,17).

GÖRÜNTÜLEME

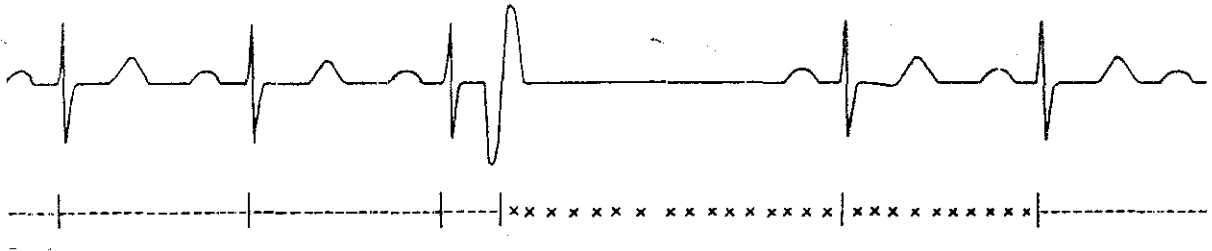
İki farklı şekilde görüntüleme yapılır. 1) frame mod 2) list mod

List modu: Data R dalgası trigeri ile komputere word olarak kaydedilir. Bu sistemle daha sonra data prosesinde büyük esneklik sağlanmaktadır. Tüm sintilasyonların

zamanı R dalgası ile ilişkileri belli olduğu için herhangi bir oranda frame oluşturulabilir. Eğer aritmi varsa bu atımlar çalışmadan çıkartılabilir. Bununla birlikte list mode daha çok first pass çalışmalarında kullanılmaktadır. Ayrıca list mod daha uzun zaman gerektirmektedir (1,3).

Frame modu: Daha çok gated çalışmalarda kullanılır. Bir frame bilgisayardaki görüntü elementlerini oluşturan elemanların tümüdür. Sintilasyondan elde edilen datalar bir frame'in parçaları olarak kaydedilir. Daha sonra diğer datalar ile birleştirilirler. Kameraların çoğu aritmik vuru rejeksiyon sistemine sahiptir. Bununla birlikte rejeksiyon ile data kaybı kaçınılmazdır. Frame mod ilk aritmik vuruyu değil ancak bundan sonraki aritmik vuruları tanıyıp rejekte eder. Prematüre ventriküler vuruların (PVC)çoğu geç sistolde oluşur ve çoğu çalışmaya dahil edilir, eğer erken diastolde bu tip vurular çoğunlukta ise erken dönemde tanınıp rejekte edilirler ve sonuçta TAC'lerde bu bölgede data azalması oluşur.

Şekil 4'te standart aritmi tekniği görülmektedir. Bu yöntemle sinüs ritmindeki vurular kabul edilirken PVC'ler ve post-PVC vurular çalışmaya alınmazlar.



Bu etkiyi azaltmak için bazı sistemler kount ekleme yöntemleri geliştirmiştir. Bahsedilen kompensasyon mekanizması ile EF tayininde minimal etkilenme gözlenir. Görüntülemeye kardiyak siklus 16,24,32 gibi istenilen zaman dilimlerine ayrılır

Görüntüleme yapılması istenilen zaman dilimleri komputere kaydedilir. Her siklus R dalgası ile başlar ve ilk imaj üzerine bir belirleyici konulur. Data belirleyicinin olduğu frame üzerine toplanmaya başlanır. İlk zaman aralığından sonra belirleyici ikinci frame kayar ve devam ederek son frame ulaşılır. İlk siklusun son frame'inden sonra tekrar başa dönülür ve komputer reset ederek tekrar frame oluşturma işlemini başlatılır. Sonuçta pekçok kardiyak siklus kaydedilmiş olur. MUGA çalışmasında kenar belirleme sistemlerinin çalışabilmesi için LOA pozisyonunda merkezdeki bir pikselde enaz 200 sayım olmalıdır (3,17,34).

Frame Oranları: Hangi mod kullanılırsa kullanılsın çalışma öncesi kardiyak siklusun hangi zaman dilimlerine bölüneceği belirlenmelidir (her bir imajın temporal genişliği). Sinematik bir gösterim için 12 - 16 frame yeterli kabul edilmektedir. Kuantitatif çalışmalar daha yüksek temporal rezolüsyonda daha optimal çalışma örnekleri gösterirler. Dikkat edilmesi gereken frame sayısı değil temporal rezolüsyonun gerekliliğidir. Eğer 70 atım/dakika altında kalp atım hızı (KAH) varsa temporal rezolüsyon azalacaktır atım sayısı arttıkça temporal rezolüsyonda artacaktır (3)

Vuru Aralığında Dalgalanma: Sinüs ritmindeki bir hastada bile KAH'da dalgalanmalar olur. Eğer bir çalışmada bazı vurular diğerlerine oranla daha kısa zaman aralığına sahip ise son bir veya birkaç frame'de sayımda azalma gözlenecektir. Baştaki frame ile sondaki frame arasında sayım oranları arasında %10'dan fazla fark var ise kuantitatif ölçümlerde problemler ortaya çıkabilir (3)

MUGA PROSES

Data analizi öncesi eldeki verilerin değerlendirilmesi gereklidir. Bunlar RR zaman aralığının değerlendirilmesi (hangi atımların kabul edildiği), görüntü kenar

keskinliği,trigger uygunluğu, hasta hareketi olup olmadığı, yetersiz Tc'un bağlanması,ve belirgin şişmanlığın olup olmamasının kontrolüdür.

Genelde iki tur gating problemi vardır. Regüler ve irregüler Regüler olanlar R dalgası ile ilintilidir ve son birkaç frame'de kötü görüntü, parlaklık kaybı gözlenir. Irregüler ise multiple premature ventriküler vuru, atrial fibrilasyon, EKG bağlantı problemlerini (hipoaktif ve akinetik görüntü oluşur) kapsar.

Sine gösterim kardiyak kontraksiyon hakkında kısmen sınırlı ve subjektif bilgiler verir

Kuantitatif analizler için imajların zamansal ve uzaysal smooth işlemlerinin yapılması gereklidir. Uzaysal smooth daha düşük kontrast veren objelerin daha net belirlenmesini sağlar. Zamansal rezolüsyon kenar belirlenmesi için mutlak gereklidir. Her iki işlem de konvolusyon analizi yapabilen bir bilgisayar ile yapılabilir. Bunlara ek olarak zemin aktivite (background, BG) düzeltme işlemi mutlak yapılmalıdır. BG düzeltme işlemi, proses işlemin hemen hemen birinci basamağıdır ve genellikle önemsizmiş gibi algılanabilir. En çok kullanılan yöntem yarım ay şeklinde iki piksel genişliğinde ROI'in inferoposterior yerleştirilmesidir. Dikkat edilmez ise BG ROI kalp, karaciğer sol lop, dalak ve aort üzerine gelebilir ve yanlış olarak EF değeri yüksek bulunmasına neden olur, çünkü EF formüle edildiğinde $EF = \frac{ED - ES}{ED - BG}$ dir

$$ED - BG$$

Daha az sıklıkla EF değeri olduğundan daha aşağıda bulunur. Bu daha çok perikardiyal efüzyonun varlığında ve BG ROI'nin bu bölgeden alındığında gözlenir. Eğer kardiyak alana komşu uygun bir alan BG ROI için bulunamıyor ise akciğerler üzerinden büyük damarların geçmediği varsayılan bir alandan BG ROI alınabilir. Kesin olarak BG korreksiyon metodlarından bir tanesi kabul edilmiş değildir.

Metodlarının sayısının çokluğu bile kesin doğru bir yöntemin olmadığına bir göstergesi sayılabilir (3,17)

SOL VENTRİKÜL İLGİ ALANININ BELİRLENMESİ

Eğer yeterli data toplanmış ve iyi pozisyon verilmiş ise genellikle sol ventrikül ilgi alanının belirlenmesinde problem olmaz. Çok anteriordan alındığında aort kapağının sol ventrikül içine girmesi, çok lateralden alındığında ise sol atrium over-lap'i gözlenebilir. Bu şekildeki hatalar end diastolik frame'in incelenmesi ile daha rahat tanınabilir. Endiastol (ED) ve endsistol (ES) frameleri kesin olarak bulunamıyor ise tek tek frame'lerden ROI'ler çizilerek total sayımlarına bakılarak bulunabilir. ROI çizilirken aort veya mitral odak farkedilemiyor ise veya aortun sol ventrikül üzerine overlap'ı varsa EF değeri beklenen değer altında bulunur. Ender olarak eğer endsistol ROI küçük çizilir ise LVEF yüksek gözlenir. BG düzeltmesi yüksek kount oranları ile yapılırsa zaten ince olan apikal bölge anormallikleri gözden kaçır. Semiotomatik metod sık kullanılan bir yöntem olarak bildirilmektedir. En basit formu ise threshold (eşik) yöntemidir. Bu yöntem ile genelde sol ventrikül çemberi normalden daha büyük çizilir. Yöntemde LV merkezinden başlayarak kenarlarına doğru kount oranlarına uygun olarak ROI çizimi yapılır. Vizüel kontrolde ROI ile ilgili problem varsa manuel olarak ROI çizdirilmelidir. Geniş LV ve hipertrofik RV varlığında semiotomatik metod kullanışlı değildir. Bu durumlarda da manuel olarak LV ROI elde edilmeli, BG ROI manuel olarak çizilerek kuantifikasyon yapılmalıdır.

Second derivated profil (SCD) kullanılabilir, veya deneyimli bir kullanıcı tarafından manuel olarak kullanılması da en az SCD kadar iyi sonuçlar vermektedir. Kenar dedeksiyon işlemleri için son dönemlerde yeni birtakım yöntemler sunulmuş, örneğin; faz analizi yardımıyla son dönemlerde kenar dedeksiyonu yapılmaktadır. Sadece myokardın faza sahip olması ve BG nin faz yokluğu bu yöntemdeki mantığın

temelini oluşturmaktadır. Ek olarak atriumlar ve aortun fazı ventriküller ile 180° karşıttır. Bu yöntem ile iyi edge dedeksiyonu sağlanıyor ancak özellikle akinetik, diskinetik anevrizmaların varlığında problemler ortaya çıkmaktadır (3,17).

VOLÜM EĞRİSİ ANALİZİ

EF her bir atımda LV içeriğinin ejekte edilen oranıdır.

EF'nin basit formülasyonu :

$$EF = \frac{ED - ES}{ED - BG} \times 100$$

Kardiyak kateterizasyon ve kontrast ventrikulografi ile EF tayininde ventrikul şeklinin kısmen geometrik olduğu kabul edilmektedir MUGA'da ise LV şekli korunarak hesaplamalar yapılır. Bununla birlikte LV'nin öne doğru uzantısının olması (fore shortening) nedeniyle LOA projeksiyonunda ön duvardan daha fazla sayım toplanmaktadır. Böylece anterior duvara yakın patolojilerden EF çok fazla etkilenebilmektedir. İnferior duvardaki MI'dan fazla etkilenmezken anterior duvardaki mevcut anevrizmadan belirgin etkilenir ve EF beklenen değerden daha düşük gözlenir. MUGA çalışmalarında BG düzeltmeleri genelde mükemmel olmamaktadır buda CVG' ile tayin edilen EF sonuçlarından daha düşük EF sonuçlarının ortaya çıkmasına neden olur. BG düzeltmesinin her merkezin kendisinin ortaya koyması gerekliliği genelde kabul gören bir yaklaşımdır. First pass çalışmalarında BG oranları daha düşüktür sonuç olarak EF MUGA'ya oranla daha yüksek olmaya meyillidir. Bütün bu problemlere rağmen MUGA yöntemi ile EF tayini mükemmel olarak nitelendiriliyor çünkü çalışma tekrarlanabilir ve noninvazivdir.

Sağ ventrikul (RV) için de MUGA kullanılabilir ancak burada da problemler var; LOA projeksiyonunda RV ile RA over-lap oluyor ve RV TAC'ü genellikle RA

aktivitesinide içeriyor. Sonuç olarak bu etkileşim RVEF'de düşmeyi beraberinde getiriyor.

Bölgesel EF(REF): LV belirli sayıda bölgelere ayrılır. Daha sonra geometrik merkez bulunur. Her bir segment için volume eğrisi oluşturulur. Çalışmalarda koroner arter hastalığı tanısında bölgesel EF'nin daha üstün olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte REF tayinindeki problemler; her kontraksiyonda merkezin değişmesi, kalbin rotasyon hareketi yapması ve posterior duvardan data toplanamamasını içeriyor. REF ile EF'de %10 - 20 düşük değerler gözlenebilir. Eğer çalışmada sayım etkinliği düşük ise REF için kuantifikasyon yapılmamalıdır (3,17)

FONKSİYONEL GÖRÜNTÜLEME

MUGA yöntemi ile tracer distürbisyonu izlenir ve buradan birtakım datalar elde edilir. Tracer kinetiği myokard tarafından oluşturulduğu için buradan yola çıkılarak birtakım fonksiyonel datalar elde etme fikri doğmuştur.

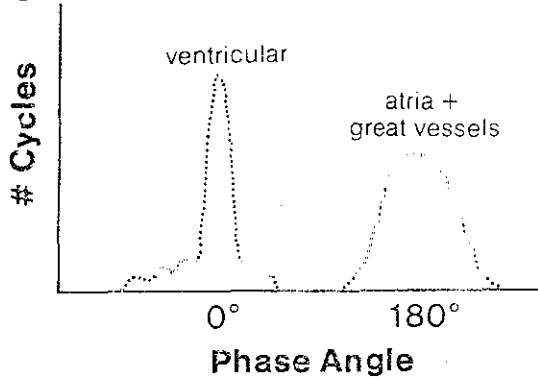
En basit fonksiyonel imaj stroke volume (SV) imajıdır. SV end diastolik frame'den end sistolik frame'in çıkartılması ile oluşturulur. Bu görüntüde yüksek kount içeren alanların iyi SV'ü olduğu düşünülür. Atriumlara eş olan bölgeler sıfır olarak kabul edilir. End sistolik imajdan end diastolik imajın çıkartılması ile paradoks imaj (PI) oluşturulur. Bu imaj atriumları, büyük damarları ve anevrizmaları gösterir.

SV imajının ED imajına bölünmesi ile REF oluşturulur. Bu işlemin yapılabilmesi için ED ve ES imajlarının ortaya konması gereklidir. ES frame'inin bulunması her zaman kolay değildir; özellikle zedelenmiş myokardda bazı bölgeler daha az kontraktile olur, faz kaybı gözlenir ve sonuçta ES frame'ine benzer frame'ler izlenir. SV ve PI görüntüsünde akinetik bölgeler kolayca gözlenebilirken ham datalarda ve sine gözlemde bu alanlar gözden kaçabilir.

Daha ince hesaplamalar zaman aktivite eğrilerinden matematiksel hesaplamalar ile ortaya çıkartılır. Fourier analizleri değişik frekans dalgalanmalarının periyodik sinüs ve kosinüs kombinasyonlarının matematiksel işlemleri ile karakterizedir. Bu frekansların herbiri amplitüd ve faz olarak karakterize edilebilir. Her bir pixel kendi TAC'üne sahiptir, sistolde azalır, diastolde artar. Her bir pixel için fourier analizler uygulanarak faz ve amplitüd imajlarının oluşması sağlanır. RR intervali 360°'lik bir açılım gibi kabul edilir ise 0° R dalgasına denk gelir. Tardikinezi varlığında geç faz oluşumu izlenirken paradoks faz anevrizmayı gösterir (ventriküler fazın 180° dışında yer alır). Faz imajının CAD olanlarda anormal duvar hareketlerini % 89 doğruluk ile gösterdiği bildirilmektedir

Normal bir faz analizinde kontraksiyon bir sırayı takip eder. Buna göre atriumlar doluyken ventriküller boş, ventriküller doluyken atriumlar boştur. Bu olaydan yola çıkılarak 180°'lik faz oluşturulabilir. Gri skalaya göre atriumlar koyu gri, ventriküller ise açık gri ve homojen görülür. Histogramda 0°'de dar bir kümülasyon ventrikülleri, 180°'deki daha basık ve yayvan kümülasyon atrium ve büyük damarları gösterir. BG'un fazı olmadığı için LV ve RV den çok net olarak ayrılır. Şekil 5'te normal bir histogramın şematik gösterimi görülmektedir.

Şekil 5:



Genel olarak amplitüd imajlarında cut-off değeri %15 dir ve ventriküller ile paradoks dolan büyük damarların gösteriminde kullanılır. Duvar hareketlerinde anormallik olan bir hastanın geç kontraksiyon faz görüntüsünde orta değerler oluşur.

Akinezi, faz yokluğuna, paradoks hareket ise ventriküller arasında yüksek faz değerlerine neden olur. Preeksitasyonda, bypass cerrahisi sonrasında insertion alanında, erken rejeksiyon düşük faz değerleri olarak ortaya çıkar. Taşikardik hastalarda taşikardiye neden olan alan gösterilebilir.

Eğer farklı fazlara sahip alanlar overlap oluyor ise hatalı imajlar oluşabilir, arkada kalan alanın fazı doğru olarak gösterilmeyecektir.

Faz imajı iletim bozukluklarını gösterir. Örneğin atriumlar ile ventriküller arasındaki aberran iletilerde erken aktivasyon sonucu bu segmentlerde normalden daha önce kontraksiyon oluşur ve bu alanları fazı normal ventriküler fazın dışında yer alır. Major arter tıkanıklıklarında yüksek faz değerleri, anevrizmektomi sonrası faz imajlarında düzleşme gözlenir.

Amplitüd imajı kontraktilitenin genişliğinin ölçümüdür. normal bir myokarda yüksek amplitüd değerleri gözlenir. hipokinezi; azalmış, akinezi; amplitüd olmayışı ile gösterilir. İskemik ve infarkt bölgelerinde kontraksiyon yokluğu amplitüd imajı ile gösterilebilir (6,13,17,40,42).

KONTRAST VENTRİKÜLOGRAFI

Pekçok kalp hastalığının tanısında global ve segmenter myokard fonksiyonlarının değerlendirilmesinde, ejeksiyon fraksiyonlarının ölçülmesinde, duvar hareketlerinin gösterilmesinde ve LV anevrizmalarının ve ventriküler trombüslerin gösterilmesinde kullanılır. Ventrikülografide ventrikül çevresinde dışa doğru belirgin çıkıntı olması, ince ve düz bir duvarın varlığı, sistolde paradoks duvar hareketi ventrikül anevrizmasının klasik bulgularıdır (7)

Ventrikulografide myokard divertikülü, anormal bantlar ve kardiyomyopatiler gösterilebilir (7)

Ventrikulografide sistolde kontraktilitede azalma; hipokinezi, kontraktilite yokluğu; akinezi, ve paradoks hareket; diskinezi olarak tanımlanır. Diskinezi genellikle LV anevrizmaları ile birlikte dir. İnfark olmadan da hipokinezi gözlenebilir (7).

SOL VENTRİKÜL ANEVRİZMALARI

Myokard infarktüsü (MI) sonrası gelişen anevrizma, sol ventrikul duvarında segmenter transmural fibrosis ile oluşur. Sol ventrikülün gerçek anevrizmaları MI geçiren hastaların %15 - 35'inde oluşur. Daha az sıklıkla myokardiyal abseler eroziv bakteriyel endokarditler, konjenital defektler ve travmalar anevrizmaya neden olabilir. Ventrikül anevrizması fibröz bir dokudan oluşmaktadır ancak bazı durumlarda anevrizma duvarında canlı myokard hücreleri izlenebilir ki bu gibi durumlarda anevrizma duvarı kalındır. Bazı durumlarda da anevrizma duvarının içi mural trombus ile daha az sıklıkla kalsifiye trombus ile doludur, bu şekildeki anevrizmalarda paradoks hareket

gözlenmez. LV anevrizmaları en çok sol ventrikülün ön yüzünde sonra apekte daha az sıklıkla da inferoposteriorda gözlenir. Klinik olarak hastalar %60 - 70 oranında angina pectoris, %75 - 85 hastada konjestif kalp yetmezliği ve %40 hastada mural trombus bağıli embolik komplikasyonlar gözlenir. Aritmiye %40 gibi yüksek oranlarda karşılaşılır. Özellikle inatçı, nüks eden ventriküler taşikardi atakları önemlidir ve anevrizmektomi sonrası iyileştiğı gösterilmiştir. (14,28,41)

Anjiografide nonkontraktil veya paradoksal genişleme (diskinezi) göstren alan olarak gözlenir (41)

Pseudoanevrizmalar myokardiumun rüptürü ile perikard içine kanama olmasıyla oluşur. Geçirilmiş transmural MI sonrası görülsede cerrahi komplikasyon olarak da

izlenebilir. Anevrizmaların ve pseudoanevrizmaların ayrımının yapılması oldukça önemlidir çünkü pseudoanevrizmaların rüptüre olma riski daha yüksektir

Cerrahi rezeksiyon sonrası anevrizmalarda dört yıllık survi %76 olarak bildirilmektedir. Cerrahi mortalite oranını %88'lerden % 0-45'lere çekmektedir. Bu oran kardiyak rezerv, anevrizmaların genişliği ve konjestif kalp yetersizliği olup olmamasına bağlı olarak değişmektedir.

Fizik muayene, elektrokardiyografi(EKG) ve göğüs röntgenogramları anevrizmayı göstermede yetersizdir. Fluoroskopi bir dönem anevrizmayı göstermek için denenmiş ancak doğru sonuçlar vermemiştir. Gold standart kontrast ventrikülografidir (KV) ancak tekrar edilmesi güç ve pahalıdır, tarama testi olarak kullanılamaz (14,28,41).

HASTALAR VE METOD

Sol ventrikül anevrizması olan 13 hasta çalışmaya alındı. LV anevrizması preoperatif dönemde CVG ile gösterildi. Operasyon sırasında da LV anevrizma varlığı kanıtlandı. Anevrizmalar 12 hastada anteroapikal, 1 hastada posterobazal yerleşimli idi.

Cerrahi öncesi ve sonrası (1-6 ay) dönemde MUGA ile myokardial fonksiyonlar araştırıldı.

Görüntülemelerde Toshiba GCA 602-A gama kamera ve LEGP kolimatör kullanıldı. Elektrotlar göğüs duvarına en güçlü R dalgasını oluşturacak şekilde yerleştirildi. EKG triger'i kullanılarak bir kalp siklusundan 16 frame oluşturulacak şekilde çalışma planlandı. Çalışma başlamadan önce kardiyak vurular aritmi açısından değerlendirildi, ortalama atım sayısı bulunarak %20'lik atım penceresine set edildi.

Çalışma öncesinde hastalara 0.03ml/kg stannöz ajan enjekte edildi. 30 - 45 dakika sonra 20mc Tc99m perteknetat IV olarak verildi ve sol ventrikül görüntü alanının merkezinde olacak şekilde, anterior, sol anterior oblik 45° (LAO) ve sol lateral 70° (LL) den görüntüler alındı ve bilgisayar hard diskine kaydedildi.

Data prosesine başlamadan önce görüntülerde büyütme, temporal ve spasyal smooth işlemleri yapıldı.

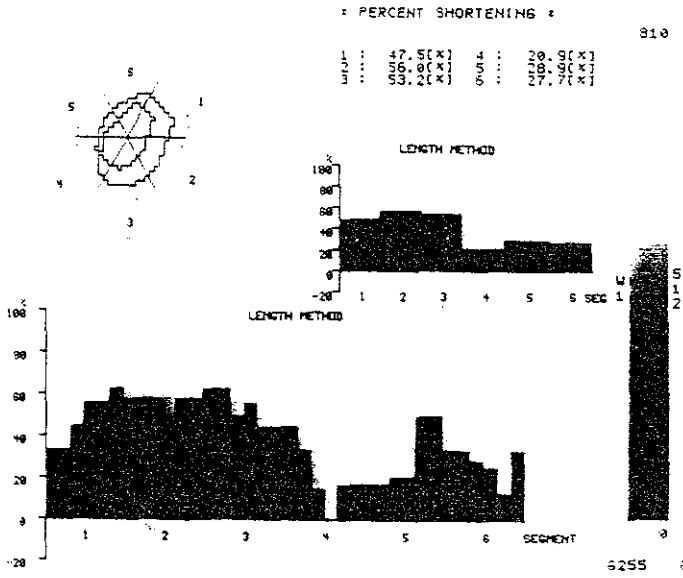
EF tayini bilgisayar software'i yardımı ile semiotomatik metod ve ilgi alanlarının kullanıcı tarafından manuel olarak çizdirildiği direk set yöntemi ile yapıldı.

Faz, amplitüd görüntüleri ve % kısalma parametreleri bilgisayar software'i yardımıyla hesaplandı. % kısalma LAO projeksiyonunda sol ventrikül 6 segmente bölünerek hesaplandı.

Duvar hareketlerinin vizüel değerlendirmesi görüntülerin ayrıca cine formatında izlenmesi ile yapıldı. Vizüel olarak LAO görüntüde bazal septal(BS), apikal

septal(AS), apikoinferior(AP-I), alt posterolateral(LPL) ve ust posterolateral(HPL) segmentler, anterior projeksiyonda; anterobasal(AB), anterolateral(AL), apikal(A), posterobazal(PB) ve inferior(I) segmentler, LL projeksiyonda ise apikal(A), inferior(I) ve posterobazal(PB) segmentler degerlendirildi. Her bir segment kontraksiyonlarına göre 4=normal, 3=hafif hipokinezi, 2=ağır hipokinezi 1=akinezi ve 0=diskinezi olmak üzere derecelendirildi

İstatistiksel analizde paired t testi kullanıldı ve istatistiksel anlamlılık $P<0.05$ olarak kabul edildi



Şekil 6: Komputer yardımı ile sol ventrikül segmentlerinin % kısalma parametrelerinin gösterilmesi

AKEDİ
M. C. 1992
1992

BULGULAR

Hastalar cerrahi öncesi ve sonrası efor kapasitelerine göre sınıflandırıldılar. Cerrahi öncesi 13 hasta klas III olarak değerlendirilirken cerrahi sonrası bir hasta aynı kalırken 12 tanesi klas I olarak değerlendirildi (%92).

Ejeksiyon fraksiyonu (EF) değerleri preoperatif (Preop.); EF manuel (EFman) 35.08 (± 11.93), EF semiotomatik (EFso) 33.00 (± 11.13) olarak bulundu ve iki değer karşılaştırıldığında EFman değerinin EFso'ya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu gözlemlendi ($p < 0.05$).

Post operatif (postop) EFman=40.55 (± 12.66) EFso=34.55(± 9.07) ve EFman istatistiksel olarak anlamlı yüksekti ($p < 0.05$).

Cerrahi öncesi ve sonrası EF değerleri karşılaştırıldığında; Preop.EFman 35.08 ± 11.93 postop EFman 40.55 ± 12.62 , preop EFso 33.00 ± 11.13 ve postop EFso 34.55 ± 9.07 idi EFman değerleri cerrahi öncesine göre cerrahi sonrası anlamlı olarak artarken ($p < 0.05$), EFso değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0.05$).

Yüzde kısalma LAO 45° pozisyonunda sol ventrikül altı segmente bölünerek ve bilgisayar software'i kullanılarak yapıldı. Cerrahi öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldı. İki segmentte (üst posterolateral ($p < 0.01$) ve anterobazal ($p < 0.05$) bölgelere uyan segmentlerde) myokardiyal kontraktilitenin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı izlenmiştir. Apikal septal bölgeye uyan alanda kontraktilitede azalma, alt posterolateral ve apikoinferior bölgeye uyan segmentlerde artma gözlemlense de istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0.05$) Sonuçlar tabloda görülmektedir.

Tablo 1: LAO projeksiyonunda sol ventrikul segmentlerinin pre ve postoperatif % kısalma parametrelerinin karşılaştırılması

segment	preoperatif	postoperatif	istatistiksel sonuç
üst posterolateral	25.45 ± 11.14	41.75 ± 14.47	p<0.01
alt posterolateral	27.68 ± 10.71	35.68 ± 15.72	p>0.05
apikoinferior	17.70 ± 11.81	21.35 ± 14.21	p>0.05
apikalseptal	5.87 ± 11.68	8.55 ± 10.46	p>0.05
bazalseptal	5.78 ± 7.99	4.07 ± 11.37	p>0.05
anterobazal	18.66 ± 7.31	27.05 ± 10.41	p<0.05

Sine formatında her üç projeksiyonda cerrahi öncesi ve sonrası değerlendirmeler yapıldı ve sonuçlar istatistiksel olarak test edildi. Anterior projeksiyonda inferior segmentin kontraktilitesinin p değeri P=0.05, LL70° projeksiyonda ise inferior segmentteki kontraktilitenin cerrahi öncesi ve sonrası değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p>0.05), ayrıca anterior pozisyonda posterobazal ve anterolateral segmentlerin kontraktilitesinde artış gözlemlendi ancak istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05). Butün projeksiyonlarda diğer bütün segmentlerin kontraktilitesinde belirgin artış gözlemlendi ve bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Sonuçlar tablolarda izlenmektedir.

Tablo:2 LAO45° projeksiyonda pre ve postoperatif sol ventrikul duvar hareketlerinin sine formatında değerlendirilmesi ve karşılaştırılması

segment	preoperatif	postoperatif	istatistiksel sonuç
Bazal septal	2.00 ± 0.82	2.64 ± 0.50	p<0.05
Apikal septal	1.00 ± 1.15	2.60 ± 0.97	p<0.01
Apikoinferior	0.60 ± 1.07	2.60 ± 1.07	p<0.01
alt posterolateral	2.40 ± 1.07	3.30 ± 0.67	p<0.01
üst posterolateral	2.80 ± 0.68	3.40 ± 0.70	p<0.01

Tablo:3 Anterior projeksiyonda pre ve postoperatif sol ventrikul duvar hareketlerinin sine formatında değerlendirilmesi ve karşılaştırılması

segment	preoperatif	postoperatif	istatistiksel sonuç
Anterobazal	2.67 ± 0.87	3.40 ± 0.70	p<0.05
Anterolateral	2.33 ± 1.22	2.80 ± 1.32	p>0.05
Apikal	0.44 ± 1.01	2.50 ± 1.27	p<0.01
Inferior	1.44 ± 1.42	2.50 ± 1.27	p=0.05
Posterobazal	2.78 ± 0.67	3.20 ± 0.92	p>0.05

Tablo:4 LL 70° projeksiyonda pre ve postoperatif sol ventrikül duvar hareketlerinin sine formatında değerlendirilmesi ve karşılaştırılması

segment	preoperatif	postoperatif	istatistiksel sonuç
apikal	0.44 ± 1.01	2.40 ± 1.17	$p<0.01$
inferior	2.00 ± 1.12	2.80 ± 1.32	$p>0.05$
posterobazal	2.89 ± 0.78	3.70 ± 0.67	$p<0.01$

TARTIŞMA

Kalp hastalığı olan insanlarda sol ventrikül fonksiyonlarının tayini önemlidir (31). Sol ventrikül fonksiyonlarının gösteriminde ekokardiyografi (EKO), kontrast ventrikulografi (KV) ve 1970'lerde tanımlandığından beri Dengede Radyonüklid Ventrikulografi (MUGA) kullanılmaktadır (41). MUGA bölgesel ve global sol ventrikül fonksiyonlarını, gerçek ve pseudoanevrizmaları noninvaziv olarak gösteren radyonüklid bir yöntemdir. Yöntemin uygulaması kolay ve tekrar edilebilirliği yüksektir. MI sonrası gözlenen bölgesel ve diffüz kontraktile anormalliklerini gösterebilir. MUGA anevrizma tanısında kontrast ventrikulografi ile %96'lık doğruluk ile korelasyon göstermektedir. Yöntem ayrıca LV'in fonksiyonel rezervini ve anevrizmektomi sonrası yeteri kadar canlı myokardın kalıp kalmayacağını gösterir (24,29). MUGA anevrizmanın rezektibilite tayini için kullanılmaktadır. Ekokardiyografi ile özellikle şişman, LV anevrizmalı ve dilate ventrikülü olan olgularda EF tayini ve duvar hareketlerinin gösterilmesinde problemler yaşanmaktadır, ayrıca disfonksiyone olan alanın MUGA analizinde olduğu gibi matematiksel kuantifikasyonu zordur (14). EF ölçümlerinde EKO ile gözlenen EF değerlerinin MUGA yöntemi ile gözlenen değerlerden daha düşük olduğu bildirilmiştir (16). MUGA'nın anevrizma gösterimindeki başarısının mural trombus varlığında belirgin derecede azaldığı ve mural trombusu göstermede yetersiz kaldığı EKO'nun ise daha iyi sonuçlar verdiği sunulmuştur (32). Bizim çalışma grubumuzdaki hastaların hiçbirinde mural trombus yoktu.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRI) sol ventrikül fonksiyonları ve EF tayininde kullanılmış ve radyonüklid ventrikulografi ile karşılaştırılmış EF tayininde MRI ile radyonüklid ventrikulografinin iyi korelasyon gösterdiği

($r=0.87$) sunulmuştur. MRI iyi anatomik detay, MUGA ise LV fonksiyonlarını vermektedir (19,23). Kontrast ventrikulografi EF tayininde ve anevrizmaların gösteriminde gold standar olarak sunulmaktadır ayrıca yüksek rezösyona sahip olması duvar hareketlerini izlemeye olanak vermektedir. Bununla birlikte KV invaziv, pahalı ve tekrar edilebilirliği düşüktür. Kontrast materyalin allerjik reaksiyonlara yol açma tehlikesi mevcuttur tarama testi olarak kullanılamaz (14,41).

MUGA yöntemi, LV fonksiyonlarını, LV anevrizmalarını, duvar hareketlerini göstermesinin yanı sıra çalışma öncesinde hasta hazırlama probleminin olmayışı (38), pekçok parametrik imajın gösterilebilmesi (6), mobil gama kameralar ile yoğun bakım ünitelerinde bile çalışılabilmesi (1), tracer verildikten saatler sonra bile görüntü alma olanağının olması gibi pekçok nedenler ile avantajlara sahiptir.

MUGA lokalize LV anevrizmaları ile diffüz hipokinezinin ayrımını yapabilmektedir (41).

MUGA ile çocuklarda uyku esnasında kardiyak görüntüleme yapılabilir (31), ayrıca kardiyak transplant izlemesinde kullanılmakta (18), ve rejeksiyonu doğrulukla göstermektedir (39).

MUGA yöntemi ile hesaplanan EF değerlerinin KV ile hesaplanan rakamlara göre daha düşük değerler verdiği bununla birlikte EF tayininde MUGA ve KV'nin iyi korelasyon gösterdiği sunulmuştur (1,15,34). Literatürde sferik şekilli, LV anevrizmalı olgularda EF tayininde MUGA ile ölçülen değerlerin KV'ye oranla daha doğru sonuçlar verdiğini gösteren yayınlar mevcuttur (34).

Sol ventrikül anevrizmalarının çoğunluğu anterior ve apikal yerleşimli olmaya meyillidir ve bilindiği gibi anterior duvar patolojileri MUGA ile yapılan çalışmalarda EF'yi daha belirgin olarak etkiler. Örneğin anterior MI ve anterior anevrizmalı hastalarda EF belirgin olarak düşer (13,18). Bizim çalışmamızda da 13 hastadan 12

tanesinde anteroapikal yerleşimli anevrizma mevcuttu ve EF değerleri manuel olarak; 35.08 ± 11.93 , semiotomatik yöntem ile 33.00 ± 11.13 idi ve normal değerlerin altında bulunmaktaydı. Normal değerler %50 - 70 tir (9,11,13,17).

Başarılı cerrahi sonrası LV fonksiyonlarında iyileşme beklenir (20). Bu görüşten yola çıkarak pre ve postoperatif EF sonuçlarını karşılaştırdık. EFman değerleri cerrahi sonrası cerrahi öncesine oranla artış gösteriyorlardı ve bu artış istatistiksel olarak da anlamlı idi. EFso değerlerinde de bir artış vardı ancak bu artışın istatistiksel anlamlılığının olmadığını gözledik. EFman ve EFso değerleri karşılaştırıldığında EFman değerlerinin EFso değerlerine oranla daha yüksek olduğunu gördük ve bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğunu gözledik ($p < 0.05$). Zarich ve ark. yaptıkları bir çalışmada MUGA yönteminde standart teknik kullanarak EF tayinini gerçekleştirmişler ve onlarda EF değerlerinde artış gözlemişler ancak bu artışı istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlar (43). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar bu saptama ile paralellik göstermektedir. Literatürde ayrıca manuel ve otomatik EF tayin metodlarının karşılaştırılması ile ilgili bir çalışmada her iki metod ile elde edilen sonuçların iyi korelasyon gösterdiği bildirilmiş (10). Bizim sonuçlarımız bu bulgu ile paralellik göstermiyor idi. Aradaki farkın bizim çalıştığımız hastaların LV anevrizmalarının olmasından ve semiotomatik metod ile daha geniş ilgi alanlarının belirlenmesinden kaynaklanabileceğini düşündük. Erkılıç ve ark. koroner arter hastalığı ve LV anevrizması olan olgularda yaptıkları çalışmada ejeksiyon fraksiyonu değerlerini değişik yöntemler ile hesaplamışlar ve manuel olarak elde edilen sonuçların KV ile en iyi korelasyonu sağladığını bildirmişler(15). Bu saptama bizim çalışmamız ile paralellik göstermektedir. Biz çalışmamızın sonuçlarına göre sol ventrikul fonksiyonlarındaki

iyileşmenin gösterilmesinde EF tayinin kullanılabileceğini ancak ilgi alanlarının manuel olarak çizdirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Sol ventrikül anevrizmalarının tanısında MUGA ile KV'nin iyi korelasyon gösterdiği belirtilmektedir. Friedman ve ark anevrizma tanısında yaptıkları bir çalışmada MUGA ve KV'yi karşılaştırmışlar ve MUGA'nın %96 (17,19,26) gibi bir doğruluk ile anevrizma tanısını koyduğunu göstermişler(41). LV anevrizması sintigrafik olarak lokalize bulging, paradoks duvar hareketi, geniş ağız, anterio/apikal yerleşim, komşu bölgede kısmen korunmuş fonksiyonlar, ile kendisini gösterir. Ayrıca faz/amplitüd çalışmasının anevrizmayı gösterme yeteneğinin mükemmel olduğu bildirilmektedir (13,17,24). Bununla birlikte küçük anevrizmaların faz imajı ile gösterilemeyebileceğine dikkat çekilmektedir (40). Gerçek ve pseudo anevrizmalarının tanısında MUGA'nın diğer modaliteler kadar iyi ayırım yaptığıda rapor edilmiştir (2,8,34,41).

Çalışmaya alınan 13 hastanın LV anevrizmaları KV ile gösterildi buna paralel olarak biz MUGA yöntemi ile 13 hastada lokalize bulging, diskinetik ve akinetik alan, düşük EF değerleri, anevrizma bölgesinde radyoaktivite birikimi gibi parametreleri birleştirdiğimizde anevrizma tanısını koyduk. Yayınlarda da MUGA yöntemindeki birçok parametrenin birleştirilmesinin KV ile iyi korelasyon oluşturduğu bildirilmektedir (1). Çalışmada anevrizmayı MUGA yöntemi ile gösterme başarısı, literatür ile uyumlu bulundu. Elde edilen bütün parametrelerin göz önüne alınması ile anevrizma tanısında MUGA yönteminin başarılı olduğunu düşündük.

Çalışmada tek başına faz analizi yöntemi ile bütün anevrizmaların tanısı yapılamamıştır, bu P.J.Ell ve ark'nın "faz analizi anevrizmayı göstermede mükemmeldir" saptaması ile çelişkili bir bulgu olmuştur. Cerrahi sonrası ise faz imajlarında iyileşme gözledik ki bu bulgu literatür ile uyumlu idi (40).

MUGA'da akinetik ve diskinetik alanlar duvar hareketlerinin izlenmesi ile belirlenir. Sine mod kontrast ventrikülografiye benzer(1). Dinlenim esnasında duvar hareketlerindeki anormallik gözlenmesi geçirilmiş MI lehinedir (11,21) Bununla birlikte ağır koroner stenozu olan hastalarda da duvar hareketlerinde anormallik gözlenebilir (26). Borer ve ark. ile Green ve Borer stress ile iskemik alanlarda duvar hareketleri anormalliklerini göstermişler Adam ve ark. duvar hareketleri anormalliğini göstermede MUGA ve KV'yi karşılaştırmışlar ve iki yöntem arasında belirgin bir fark olmadığını bildirmişlerdir (1). Duvar hareketlerinin gösteriminde iki yöntemin korele olduğu diğer bazı yayınlarda da yer almaktadır (1,24,34,36). Bununla birlikte Leavitt ve ark. bir olgularında akut iskemi sonrasında KV ile akinetik olarak görülen bir alanda TC99m-MIBI ile canlı myokard dokusunu göstermişler ve cerrahi revaskülarizasyondan sonra bu alanın perfüzyonun normal olduğunu ayrıca bu alanın radyonüklid ventrikulografi ile normal fonksiyon gösterdiğini bununla birlikte KV'de bu bölgenin halen akinetik kaldığını göstermişler (25).

Biz çalışmamızda duvar hareketlerini bilgisayar software yardımıyla ve sine formatında gözleyerek değerlendirdik. Cerrahi öncesi anevrizma bölgelerinde software yardımıyla hesaplanan yüzde kısalma sonuçları belirgin hipokineziyi göstermekte idi. Sine formatında ise bu bölgelerin daha çok akinetik ve diskinetik kaldığı ve bulging olduğu gözlemlendi Cerrahi sonrası yüzde kısalma sonuçlarında üst posterolateral ve anterobazal bölgelerdeki kontraktilite artışları istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Sine formatında post operatif değerlendirmede LAO pozisyonunda tüm segmentlerdeki kontraktilitenin arttığının gözledik ($p<0.05$), anterior pozisyonunda ki apikal segmentin en iyi değerlendirildiği pozisyondu-inferior duvar dışındaki tüm segmentlerdeki artış istatistiksel olarak anlamlı idi, inferior duvarda da kontraktilitede artış gözlemlendi ancak p değeri 0.05'e eşit bulundu Sol lateral projeksiyonda apikal ve

posterobazal segmentlerde kontraktilitedeki artış istatistiksel olarak anlamlı idi, ancak inferior duvarın artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$). Zarich çalışmasında koroner revaskularizasyon yapılan hastaları kullanarak duvar hareketleri tayinini MUGA yönteminde sine formatında gözleyerek ile değerlendirmiş ve etkilenen segmentlerde cerrahi sonrası %80'inde düzelme olduğunu bildirmiş (43). Bununla birlikte hastalarında LV anevrizması bildirmemektedir. Biz çalışmamızda LV'deki nonkontraktıl alan olan anevrizmanın rezeksiyonundan sonra duvar hareketlerinde daha belirgin artış olabileceğini ve Zarich'in sonuçları ile karşılaştırıldığında aradaki farkı yaratabileceğini düşündük.

Software yardımı ile yapılan duvar hareketleri analizi bir projeksiyonda-LAO-yapılmaktadır. Bu pozisyonda apikal segment ve anterior duvar çok iyi değerlendirilememektedir. Ayrıca otomatik olarak ROI yerleştirilmesi yapıldığında daha öncede belirtildiği gibi ROI'ler normalden daha büyük olmaktadır. Bunun dışında myokardın kontraktıl ve hareketli bir organ olmasının akinetik alanları göstermede hatalar oluşturabileceğini düşündük. Bu nedenlerden dolayı software yardımı ile yapılan duvar hareketleri gösteriminin değerlendirmede yetersiz kaldığı kanısına vardık. Sine formatında her üç projeksiyonda da duvar hareketlerinde gözlediğimiz artış hastalarda gözlenen klinik iyileşme ile paralellik göstermektedir. Sine formatında üç projeksiyonda değerlendirmenin yapılmasının, çalışma grubumuzdaki hastaların anevrizma bölgelerinin anterior ve LL projeksiyonlarda daha iyi değerlendiriliyor olmasının, software yardımı ile elde edilen sonuçlar ile aradaki bu farkı yarattığını düşündük. Özellikle anteroapikal yerleşimli LV anevrizmalarının değerlendirilmesinde her üç projeksiyonda da sine olarak değerlendirme yapılmasının mutlak gerekli olduğu kanısına vardık.

Sonuç olarak koroner stenoz ve LV anevrizması olan ve koroner bypass ve anevrizmektomi olan olgularda MUGA yöntemi cerrahi öncesi ve sonrası LV fonksiyonlarını ve klinik iyileşmeye paralel olarak sol ventrikül performansının arttığını göstermektedir. MUGA yöntemi ile ejeksiyon fraksiyonu hesaplanırken manuel olarak ilgi alanlarının belirlenmesi, cine olarak her üç projeksiyonda da duvar hareketlerinin gözlenmesi ve hesaplanan diğer parametreler ile birlikte değerlendirilmesinin sol ventrikül fonksiyonlarını başarılı bir şekilde gösterdiği sonucuna vardık.

SONUÇ

Bu çalışmada sol ventrikul anevrizması ve koroner arter stenozu olan ve cerrahi revaskularizasyon ve anevrizmektomi olacak olan hastalarda sol ventrikül fonksiyonlarının MUGA yöntemi ile gösterilmesi amaçlanmıştır. Cerrahi öncesi hastalardaki anevrizma varlığı kontrast ventrikülografi ile gösterilmiştir. Bir hasta dışında diğer hastalardaki anevrizma yerleşimi anteroapikal bölgede izlenmiştir. Preoperatif dönemde ve postoperatif dönemde (1-6ay) MUGA yöntemi standart teknikle uygulanmıştır. Ejeksiyon fraksiyonu, faz ve amplitüd çalışması, yüzde kısalma parametleri ve duvar hareketleri incelenmiştir. Cerrahi öncesi anevrizma varlığı elde edilen tüm parametrelerin birlikte değerlendirilmesi ile tüm hastalarda gösterilmiş ve MUGA yönteminde elde edilen parametrelerin tümünün beraber değerlendirilmesi ile sol ventrikül anevrizmalarının MUGA yöntemi ile başarılı bir şekilde gösterilebileceği kanısına varılmıştır. Ejeksiyon fraksiyonu manuel ve semiotomatik olarak iki yöntem ile hesaplanmış ve manuel olarak yapılan ejeksiyon fraksiyonu tayinin klinik iyileşme ile daha iyi paralellik gösterdiği gözlenmiştir. Duvar hareketlerinin sine formatında üç projeksiyonda da gözlenmesinin klinik iyileşme ile paralel sonuçlar verdiği, bilgisayar software yardımı ile yapılan yüzde kısalma parametrelerinden daha doğru sonuçlar verdiği düşünülmüştür.

Sonuç olarak MUGA yöntemi ile LV anevrizması ve koroner arter stenozu olan olgularda LV fonksiyonlarının ve revaskularizasyon ve anevrizmektomi sonrası iyileşmenin başarılı bir şekilde gösterildiği kanısına varılmıştır.

ÖZET

Kalp hastalığı olan insanlarda sol ventrikul fonksiyonlarının bilinmesi önemlidir. Nukleer Tıp'ta sol ventrikul fonksiyonları MUGA ile gösterilmektedir. Bu çalışmada koroner arter stenozu ve sol ventrikul anevrizması olan ve koroner by-pass ve anevrizmektomi olacak olan hastalarda cerrahi sonrası sol ventrikul fonksiyonlarındaki iyileşmenin sintigrafik olarak gösterilmesi amaçlandı. Cerrahi öncesi ve sonrası ejeksiyon fraksiyonları, sol ventrikul duvarının yüzde kılması, faz imajları, ve sine olarak duvar hareketleri değerlendirildi.

Klinik olarak gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada manuel olarak hesaplanan ejeksiyon fraksiyonu değerleri ile cine olarak duvar hareketlerinin değerlendirilmesinin anevrizmektomi ve koroner by-pass geçiren hastalardaki klinik iyileşme ile paralel sonuçlar verdiğini ve bu tarz hastaların cerrahi öncesi değerlendirilmesinde ve postoperatif dönemde sol ventrikul fonksiyonlarını doğru bir şekilde MUGA yöntemi ile gösterilebileceği düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- 1- Adam W.E. Equilibrium (Gated) Radionuclid Ventriculography Cardivasc. Radiol 2: 161 - 173 1979
- 2- Astorri E Radioisotop Angiography In The Differential Diagnosis Between Aneurysm And Pseudoaneurysm Of Left Ventricle Report Of A Case (abst) Minerva Cardioangiol. 1994 May; 42(5): 249-52
- 3- Bacharach S. L. Instrumentation And Data Processing In Cardiovascular Nuclear Medicine: Evaluation Of Left Ventricular Function Seminars in Nuclear Medicine Vol. 11 No. 4 Oct 79 p: 257-74
- 4- Bacharach S. L. Measurement of Ventricular function by ECG Gating During Atrial Fibrillation J Nucl Med 22: 226-31. 1981
- 5- Borges N. S Radionuclide ventricular function analysis. Radiol. Clin North Am. 1993 Jul; 31(4): 817-30
- 6- Botvinick E.H. An Accurate Means Of Detecting And Characterizing Abnormal Patterns Of Ventricular Activation By Phase Image Analysis. The Am J Card 1982 Aug. vol:50 p; 289-97
- 7- Braunwald E. Newer cardiac imaging techniques in heart disease. A text book of cardiovascular medicine Fourth Ed. Higgins CB WB. Saunders comp. 1992 p: 312-38
- 8- Candell R. The diagnosis of ventricular pseudoaneurysms The complementary role of isotopic ventriculography and contrast ventriculography (abst) Rev. Esp Cardiol. 1993 apr. 46(4):225-34
- 9- Cantez S. Pratik Nükleer Tıp İstanbul Üniv. Tıp Fak. 1992 p:69-109
- 10- Christian P.E. Comparirison of fully automated and manuel ejection fraction calculations: validation and pitfalls. J. Nuc Med 26: 775-782, 1985

- 11- Datz F L. Hand Book Of Nuclear Medicine 2nd. ed. Mosby-Year Book Inc
Copyright 1993. p:220-29
- 12- Ekmann M. Closed line integral optimization edge detection algorithm and it's
application in equilibrium radionuclide angiocardigraphy. J. Nuc. M. Vol:36 N:6 jun
1995 p; 1014-17
- 13- Ell P.J Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Ttreatment Vol: 2 Churchill-
Livingstone 1994 p: 1069-81
- 14- Erkılıç M. Sol Ventrikül Anevrizmasında Phase/Amplitude Analizinin Değeri Hac
Tıp Der C:2/ S:3/Tem 1988/ ss 213-220
- 15-Erkılıç M. Dengeli Radyonüklid Ventrikülografide Sol Ventrikül Sınır Belirlemesinin
Önemi GATA Bulteni 27: 325-334 (1985)
- 16-Garcheva M. Radionuclide ventriculography in diagnosis of a postinfarct
aneursym and the evaluation of its impact on left ventricular function abst Khirurgiia
Sofiia 1994: 47(1): 18-20
- 17- Gottshalk A. Diagnostic Nuclear Medicine Baltimore Williams - Wilkins p:355-
395 1988
- 18- Gartz K F. Functional scintigraphy in follow-up transplants (abst) Nuklearmedizin
1993 Oct; 32(5): 215-20
- 19- Furber A. Value of radionuclid ventriculography and nagnetic resonance imaging
in the diagnosis of constrictive pericarditis. abst Arch. Mal Coer. Vaiss 1993 Sep;
86(9): 1351-8
- 20- Harpole D H. Left ventricular function under stress before and after myocardial
revascularization. Am.H.J. Aug. 1992 p: 273-79

- 21- Henze E Specification of regional wall motion abnormalities by phase analysis of radionuclide angiograms in coronary artery disease and non-coronary artery disease patients. J Nuc.Med. 27: 781-787,1986
- 22- Ishibashi M. Assestment of cardiac function using radionuclide techniques-theory, technical considerations and clinical application. K Med.J. 1991; 38(2):93-107
- 23- Kanerman M Cine-MRT in the functional and morphological diagnosis of the heart after a myocardial infarct/ A comparison with angiocardiography, 2-dimensional echocardiography, intracardiac scintigraphy and enzymatic infarct size estimation. Rofo-Fortschr-Geb-Rontgenstr-Neuen-Bildgeb-Verfahr. 1995 Jul; 163(1): 24-31
ISSN: 0936-6652
- 24- Kelly J.M. Multigated Equilibrium radionuclide ventriculography: Improved detection of left ventricular wall motion abnormaliteies and aneurysms by the addition of left lateral view. Radiol. 139: 167-173 Apr. 1981
- 25- Leavitt J.L. Demonstration of viable, stunned myocardium with Tc99m-MIBI. J.Nuc. Med. 1994: 35(11); 1805-7
- 26- Leit G.P. Monitoring cardiac function with nuclear techniques Am.J Card. Dec. 18,1980 Vol:46 p:1125-32
- 27- Olona M. Strategies for prognostic assessment of uncomplicated first myocardial infarction: 5-year follow-up study J.Am. Coll Card. 1995 Mar. 15;25(4) 815-22
- 28- Özcan R. Kalp Hastalıkları Sanal matbaacılık İstanbul 1983 540- 41
- 29- Pochis W.T. Diagnostic reliability of radionuclide ventriculography in detecting left ventricular hypertrophy Echocardiographic and ECG correlations Cli Nuc. Med. 1992 Mar Vol 17 p:168- 71

- 30- Port S C. Radionuclide angigraphy. Am. J Card. Imaging. 1994 Jul;8(3): 240-8
- 31- Praud JP Radionuclide evaluation of cardiac function during sleep in children with bronchopulmonary dysplasia. Chest. 1991 Sep; 100(3):721-5
- 32- Reimers C Disapperence of left ventricular aneurysm on radionuclide ventriculography due to formation of a mural thrombus Chest. 1993 Sep 104(3): 946-7
- 33- Renato A. I-123 MIBG and serial radionuclide angiocardiology in doxorubicin-related cardiotoxicity. Cli Nuc. Med. Mar. 1992 Vol 17 p:163-66
- 34- Rocha AFG Text Book of Nuclear Medicine Lea & Febiger 1984
- 35-Senior R. Comparision of radionuclide ventriculography and 2D echocardiography for the measurement of left ventricular ejection fraction following acute myocardial infarction. Eur. H J. 1994 Sep. 15(9) p:1235-9
- 36- Sorensen GS R wave synchronized blood pool imaging Radiology 131: 473-78. May 1979
- 37- Silver MT. A clinical rule to predict preserved left ventricular ejection fraction in patients after myocardial infarction Ann Int. Med. 1994 Nov 15. 121(10). p:750-6
- 38- Strauss HW. Myocardial functional imaging and gated cardiac blood pool imaging. Card. Nuc Med. ed 2, St. Louis, 1979 The C.V. Mosby CO. p:375-75
- 39- Valette H. Ventricular function during the acute rejection of heterotopic transplanted heart: gated blood-pool studies. Eur J. Nuc. Med 1991; 18(11): 879-84
- 40- Walton S. Phasic abnormalities of left ventricular emptying in coronary artery disease. Br.Heart J 1981; 46: 245-53
- 41- Winzelberg GG Scintigraphic evaluation of left ventricular aneursym. Am J Card. Vol 46 Dec 1980 p: 1138-43

42- Wu J Resting asynchronus left ventricular contraction abnormality analyzed by a phase method in spastic angina pectoris. J. Nuc. Med. Vol 36 No 6. June 1995 p:1003-7

43- Zarich SW Prospective evaluation of viable myocardium by quantitative dipyridamole - thallium-201 scintigraphy and radionuclide ventriculography Chest 107. 2. Feb. 1995.p: 335- 39