

QT Dispersiyonunun Egzersiz Testini Değerlendirmedeki Değeri

THE VALUE OF QT DISPERSION IN INTERPRETATION OF EXERCISE STRESS TEST

H. Asuman KAFTAN*, Osman KAFTAN**, Şeref ALPSOY***, Bekir KÜÇÜKKAYA***

* Yrd.Doç.Dr., Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji AD, DENİZLİ

** Dr., Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi Dahiliye AD, ANKARA

*** Dr., Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji AD, DENİZLİ

Özet

Miyokardial inhomojenitenin noninvazif ölçüm yöntemlerinden biri QT dispersiyonudur. Oniki-kanallı elektrokardiyografide değişik derivasyonlardan alınan en uzun QT süresi ile en kısa QT süresi arasındaki fark olan QT dispersiyonu miyokard iskemisi varlığında artış gösterebilir ve egzersizle oluşan göğüs ağrılı olgularda egzersiz testinin yorumlanmasında faydalı olup, bu testin değerini artırabilir.

Bu çalışma, kardiyoloji polikliniğine egzersiz göğüs ağrısı ile başvuran olgularda egzersiz testinin, egzersiz testi (-) ve (+) olgularda QT dispersiyonu üzerine etkisini araştırmak üzere düzenlenmiştir. Egzersiz elektrokardiyogramlar, efor göğüs ağrısı olan ve klinik nedenlerle koroner anjiyoları yapılmış, istirahat elektrokardiyografileri ve kardiyak enzimleri normal olup öncesine ait iskemik kalp hastalığı öyküsü vermeyen 50 seçilmiş vakada QT süreleri ve QT dispersiyonu açısından analiz edildi. Egzersiz testi (-) koroner anjiyoları normal olan olgular grup 1 (normal, 25 olgu, 5 kadın, yaşları 53.04±7.48), egzersiz testi (+), koroner anjiyoları iskemik kalp hastalığı lehinde olan olgular grup 2 (İKH, 25 olgu, 5 kadın, yaşları 58.52±10.10) olarak incelendi. Grup 2'de istirahat QT dispersiyonu (0.054±0.025 sn'ye 0.032±0.021, p=0.002), düzeltilmiş QT dispersiyonu (0.063±0.027 sn'ye 0.038±0.025 sn, p=0.004), QT süresi (0.376±0.042 sn'ye 0.344±0.031 sn, p=0.012), düzeltilmiş QT süresi (0.420±0.029 sn'ye 0.400±0.023 sn, p=0.03); egzersiz QT dispersiyonu (0.046±0.018 sn'ye 0.021±0.019 sn, p=0.0001), düzeltilmiş QT dispersiyonu (0.067±0.025 sn'ye 0.027±0.025 sn, p=0.0001), QT süresi (0.311±0.030 sn'ye 0.288±0.029 sn, p=0.01), düzeltilmiş QT süresi (0.457±0.035 sn'ye 0.429±0.028 sn, p=0.015) grup 1'e göre artmış bulundu. QT dispersiyonu ve düzeltilmiş QT dispersiyonunun egzersizle adaptif değişimleri de grup 2'de yüksek bulundu (p=0.002, p=0.0001). O halde egzersizle göğüs ağrısı olan olgularda, ağrının iskemik kaynaklı olup olmadığını tesbit etmede, hem istirahat hem de maksimal egzersiz QT, düzeltilmiş QT süreleri, QT ve düzeltilmiş QT dispersiyonları değerli ölçümlerdir ve bu ölçümler egzersiz testinin güvenilirliğini artırabilirler.

Anahtar Kelimeler: Efor anjinası, Efor testi
QT dispersiyonu

T Klin Kardiyoloji 2000, 13:73-77

Geliş Tarihi: 04.01.1999

Yazışma Adresi: Dr.H.Asuman KAFTAN

Delikliçınar Mah. 890 Sok. No: 5/3
20100, DENİZLİ

Summary

QT dispersion has been proposed as a noninvasive measurement of the degree of inhomogeneity in myocardial repolarisation. The QT dispersion recorded as the difference between maximum and minimum QT intervals on a 12-lead electrocardiography, is sensitive to myocardial ischemia and may improve the accuracy of exercise testing in patients with exertional chest pain. This study was designed to examine the effect of exercise on QT dispersion in ischemic heart disease. Exercise electrocardiograms were analysed in 50 selected subjects with exertional chest pain who had undergone exercise testing and coronary angiography for clinical reasons. Subjects having (-) exercise test and normal coronary arteries named as group 1 (25 subjects, 5 female, ages were 53.04±7.48 years), and the other group having (+) exercise test and abnormal coronary arteries named as group 2 (25 subjects, 5 female, ages 58.52±10.10 years). In group 2 at resting, QT dispersion (0.054±0.025 sec versus 0.032±0.021 sec, p=0.002), corrected QT dispersion (0.063±0.027 sec versus 0.038±0.025 sec, p=0.004), QT interval (0.376±0.042 sec versus 0.344±0.031 sec, p=0.012), and corrected QT interval (0.420±0.029 sec versus 0.400±0.023 sec, p=0.03) were all higher than group 1. Also at maximal exercise group 2 showed increased QT dispersion (0.046±0.018 sec versus 0.021±0.019 sec, p=0.0001), corrected QT dispersion (0.067±0.025 sec versus 0.027±0.025 sec, p=0.0001), QT interval (0.311±0.030 sec versus 0.288±0.029 sec, p=0.01), corrected QT interval (0.457±0.035 sec versus 0.429±0.028 sec, p=0.015) levels than the group 1. Adaptive changes of QT dispersion and corrected QT dispersion to the exercise test were higher in group 2 (p=0.002, p=0.0001).

So the exercise and the resting QT intervals, corrected QT intervals, QT dispersions and corrected QT dispersions are useful measurements for the differentiation of exercise chest pain if it belongs to real myocardial ischemia or not.

Key Words: Exercise chest pain, Exercise testing,
QT dispersion

T Klin J Cardiol 2000, 13:73-77

QT süresi ventriküler repolarizasyonun bir ölçümüdür ve miyokardiyal iskemi ile de değişim gösterebilir. QT dispersiyonu (QTd) 12-kanallı elektrokardiyogramda (EKG) elektrodlar arası QT sürelerinin farkıdır ve miyokardiyal repolarizasyonun heterojenliğini gösterir, miyokardiyal iskemili ya da miyokard infarktüsülü kişilerde artabilir (1-3). Dahası artmış QTd'nun iskemik kalp hastalığı (İKH) olan kişilerde ventriküler taşikardi gelişimi için bir risk göstergesi olduğu rapor edilmiştir; bu nedenle QTd değeri önceden miyokard infarktüsü geçirmiş kişilerde yaşamı tehdit edici aritmilerin gelişip gelişmeyeceği konusunda bize yol gösterebilir (1,2,4,5).

İskemik kalp hastalığı olan kişilerde aritmiler ve ani kardiyak ölüm dinamik olaylardır ve fiziksel aktivite ile bağlantılıdır (6-8). QTd ve düzeltilmiş QT süresi dispersiyonu (QTcd) erkek ve kadın olgularda treadmill stres testinin tanısal değerini artırmak için kullanılmıştır (9-11).

Bu çalışmanın amacı da eforla oluşan göğüs ağrısı ile başvuran olgularda, egzersiz ve egzersizle oluşturulan iskeminin, QT dispersiyonu üzerine etkisini araştırmak, göğüs ağrısının nedenini belirlemede efor testinin değerini bu ölçümle artırıp artıramayacağımızı incelemektir.

Materyel ve Metod

Olgular kardiyoloji polikliniğine efor göğüs ağrısı yakınması ile başvuran hastalar arasından prospektif olarak seçilmiştir. Bu olgulardan yapılan tetkikler sonunda 50'si çalışmaya alındı. Olguların hepside göğüs ağrılarının açıklığa kavuşması için ilk defa kardiyoloji polikliniğine başvuruyorlardı. Çalışmaya alınmama kriterleri şunlardı; hipertansiyon öyküsü, sistolik kan basıncının <90 mmHg olması, ilk alınan EKG'de iskemi ya da infarktüs bulgusu, kreatin kinaz ya da kreatin kinaz MB bandında yükselme, kokain kullanımına bağlı göğüs ağrısı, sol ventrikül hipertrofisi, konjestif kalp yetmezliği, diabetes mellitus, renal yetmezlik, atrial fibrilasyon, sağ ya da sol dal bloğu, pace-maker implantasyonu, valvüler kalp hastalığı, unstable angina pectoris, antiaritmik, antihipertansif ilaç ya da digoxin kullanımı.

Egzersiz Protokolü

Tüm olgulara Bruce protokolüne göre semp-

tomla sınırlı egzersiz testi yapıldı. Treadmil testi 1.7 mil/saat hızla ve %10 grade ile başlayıp, her 3 dakikada bir grade %2, hız 0.8 mil/saat artarak yeni bir stage'e geçildi. Olgular aşağıdaki sonuçlardan herhangi birine ulaşılan kadar teste devam ettiriler, bu sonuçlar; yaşa göre amaçlanan kalp hızına ya da bunun %80'ine ulaşılması, testi sonlandırmayı gerektirecek semptomların oluşması (göğüs ağrısı, aşırı yorgunluk, nefes darlığı, bacak ağrısı, sık ventriküler erken atımlar, baş dönmesi). Test boyunca ST segment değişimleri monitörize edildi. ST segmentinde J noktasından 80 milisn sonra >0.1 mV'luk horizontal ya da down sloping depresyon varsa, test pozitif kabul edildi. Testin her aşamasında 25 mm/sn hızla standart 12-kanallı EKG'ler alındı. Karşılaştırma için istirahat ve maksimum egzersizdeki EKG kayıtları kullanıldı.

Koroner Anjiyografi

Tüm olgulara klinik nedenlerle koronar anjiyografi yapıldı (tipik efor anjinası tarifleyen). Belirgin koroner arter hastalığı diyebilmek için majör epikardiyal arterlerin lümen çapının >%50 daralması koşulu arandı. Egzersiz testi ve koroner anjiyografi sonunda, egzersiz testi (-) koroner anjiyografisi normal olan 25 olgu grup 1 (kontrol), egzersiz testi (+) koroner arterlerden herhangi birisinde >%50 daralma olan 25 olgu da grup 2 (İKH) olarak kabul edildi.

QT İnterval Ölçümleri

QT süresi 12-kanallı EKG'de mümkün olduğunca çok derivasyondan ölçüldü (minimum 9, ortalama 10.20±0.10 elektrod). Ölçümler Q dalgası başından T dalgası sonuna kadar olan süreyi kapsıyordu. Hem istirahat EKG'sinde hem de maksimum egzersiz düzeyinde ölçümler ayrı ayrı alınarak, daha sonra, görüntüyü 2.5 kez büyüten kalibre edilmiş bir büyüteçle incelendi. U dalgası varlığında ya da T dalgasının P dalgasına çok yaklaştığı durumlarda T dalgasının inen bacağından isoelektrik hatta doğru bir çizgi çizilip izoelektrik hattı kestiği yere kadar olan süre, QT süresi olarak kabul edildi. ST segment depresyonu varlığında isoelektrik hat olarak PR segmenti alındı ve T dalgasının sonu olarak da bu hatla aynı hizada olan nokta alındı. QT ve RR süreleri üç siklus boyunca her derivasyondan ölçülerek ortalama QT ve RR süreleri hesaplandı. QT süresi kalp hızına göre Bazzet formülü kullanılarak düzeltilti

Tablo 1. Olguların demografik yapıları

Değişken	Grup 1	Grup 2	p
Yaş (yıl)	53.04±7.48	58.52±10.10	0.03
Cinsiyet (erkek %)	%80	%80	>0.05
Sigara (%)	%30	%31	0.05
Aile Öyküsü (%)	%68	%36	0.02
İstirahat sistolik kan basıncı (mmHg)	120.76±8.70	122.30±7.52	>0.05
Egzersiz sistolik kan basıncı (mmHg)	194.18±18.14	198.18±18.14	>0.05
İstirahat kalp hızı (atım/dk)	76.46±7.27	77.70±4.76	>0.05
Egzersiz kalp hızı (atım/dk)	156.20±13.52	157.00±14.02	>0.05

($QTc=QT \text{ süresi} / \sqrt{RR \text{ süresi}}$) (12). T dalgasının net olarak görülemediği derivasyonlar analizden çıkarıldı.

QT Süresi Parametreleri

QT dispersiyonu 12-kanallı EKG'den herbiri ayrı derivasyondan alınan en uzun ve en kısa QT süresinin farkı alınarak hesaplandı. Düzeltilmiş QT dispersiyonu, QT süresi kalp hızına göre Bazzet formülü ile (12) düzeltildikten sonra hesaplandı. QTd ve QTcd hem istirahat hem de maksimum egzersiz 12-kanallı EKG'lerinden ayrı ayrı hesaplandı. QTd ve QTcd'nun artan kalp hızına göre adaptif yanıtı (ΔQTd ve $\Delta QTcd$) şu şekilde hesaplandı. $[(QTd \text{ egzersiz}/RR \text{ egzersiz} - QTd \text{ istirahat}/RR \text{ istirahat}) \times 1000]$ ve $[(QTcd \text{ egzersiz}/RR \text{ egzersiz} - QTcd \text{ istirahat}/RR \text{ istirahat}) \times 1000]$. Bazı olgularda (-) bazılarında da (+) değerler elde edildi, sonra bunların her grup için ortalaması alındı (11).

İstatiksel Analiz

İstatikler önce unpaired student's t testi kullanılarak, sonra bunların nonparametrik karşılığı olan Mann Whitney-U testi uygulanıp, sağlamaları yapıldıktan sonra sonuçlandırıldı. $P<0.05$ değeri istatikselsel olarak anlamlı kabul edildi.

Sonuçlar

Çalışmada 2 grup yer aldı. Her iki grup da cinsiyet açısından bir fark göstermiyordu (iki grupta da 5 kadın, 20 erkek olgu vardı). Grup 2'deki olguların yaş ortalaması daha yüksekti (58.52±10.10 yaş'a karşılık 53.04±7.48 yaş, $p=0.03$). Grupların istirahat ve maksimal egzersiz sistolik kan basınçları (120.76±8.70 mmHg grup 1, 122.30±7.52 mmHg grup 2, $p>0.05$) (194.18±18.14

mmHg grup 1, 198.18±18.14 mmHg grup 2, $p>0.05$) ve kalp hızları (76.46±7.27 atım/dk grup 1, 77.70±4.76 atım/dk grup 2, istirahat, $p>0.05$) (156.20±13.52 atım/dk grup 1, 157.00±14.02 atım/dk grup 2, egzersiz, $p>0.05$), sigara içme öyküleri (%30 grup 1, %31 grup 2, $p=0.05$) istatistiksel farklılık göstermiyordu. Ailede İKH öyküsü grup 1'de daha yüksekti (%68 grup 1, %36 grup 2, $p=0.02$). Olguların bu demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 2'de her iki grubun hem istirahat hem de maksimal egzersiz anında alınan değişik QT ve RR parametreleri görülmektedir. Grup 2 hem istirahatte (QT, $p=0.012$; QTc, $p=0.03$) hem de maksimal egzersizde (QT, $p=0.01$; QTc, $p=0.015$) grup 1'e göre daha uzun QT ve QTc süreleri göstermektedir. Grup 2'deki QTd ve QTcd değerleri de hem istirahatte (QTd, $p=0.002$; QTcd, $p=0.004$) hem de maksimal egzersizde (QTd, $p=0.0001$; QTcd, $p=0.0001$) daha yüksektir. QTd ve QTcd için hesaplanan adaptif yanıtlar da grup 2'de daha yüksektir (QTd, $p=0.002$; $\Delta QTcd$, $p=0.0001$).

Tartışma

Bu çalışmanın sonuçları göstermektedir ki, QTd ve QTcd egzersizle oluşan miyokard iskemisi durumunda artmaktadır. Egzersiz göğüs ağrısı ile gelen hastalardan egzersiz testi (+), koroner anjiyoları İKH lehinde bulunanlarında istirahatte de QT, QTc süreleri uzamış, QTd ve QTcd artmıştır. QTd ve QTcd'nin egzersizle oluşan kalp hızı artışına adaptif yanıtı da pozitif yönde daha yüksektir.

Kardiyak aritmilerin egzersiz ve artmış sempatik aktivite ile oluşmalarının kolaylaşması (6,8), iskemik kalp hastalığı olan olgularda, egzersiz

Tablo 2. Olguların istirahat ve egzersiz QT parametreleri

	Değişken	Grup 1 (sn)	Grup 2 (sn)	p
İstirahat	RR	0.764±0.115	0.712±0.118	0.09
	QTd	0.032±0.021	0.054±0.025	0.002
	QTcd	0.038±0.025	0.063±0.027	0.004
	QT	0.344±0.031	0.376±0.042	0.012
	QTc	0.400±0.023	0.420±0.029	0.03
Egzersiz	RR	0.438±0.086	0.457±0.076	0.19
	QTd	0.021±0.019	0.046±0.018	0.0001
	QTcd	0.027±0.02	0.067±0.025	0.0001
	QT	0.288±0.029	0.311±0.03	0.01
	QTc	0.429±0.028	0.457±0.035	0.015
Adaptif yanıt	QTd (0%)	1.95±37.107	29.60±47.03	0.002
	QTcd (0%)	6.83±51.72	61.20±51.42	0.0001

sırasında oluşan QT süresi değişikliklerinin ölçülmesiyle, bu değişikliklerin aritmogenezdeki rolünün belirlenmesinde faydalı olabileceğini düşündürmektedir. Egzersiz, sempatik aktivitenin uyarılmasında önemli bir role sahiptir ve İKH olan kişilerde ventriküler aritmileri ya da ani ölümü provoke edebilir (6,7). Egzersiz sırasında QT süresi değişimleri daha önceden stres testinde gerçek iskemiyi ve normal testi birbirinden ayırtmada testin değerini artırmak için kullanılmıştır (10,13). Bazı çalışmalarda daha önce miyokard infarktüsü geçirmiş ve yüksek ventriküler aritmi riski taşıyan olgularda egzersizde QTd ve QTcd yüksek bulunmuştur (4,5). Daha önceleri birkaç araştırmacı da normal ve İKH olan olgularda egzersizin QT süresine etkilerini araştırmış ve egzersiz testi sırasındaki QT süresinin koroner arter hastalığını tesbit etmede tanısal değeri hakkında birbiri ile uyumsuz sonuçlar bulmuşlardır (13-15). Egzersizde QT süresi esas olarak bu sırada oluşan kalp hızı değişimi ile belirlenir (16). Bununla birlikte, egzersizde oluşan QT süresi kısalması yalnızca kalp hızı artışı ile değil, aynı zamanda bağımsız olarak katekolamin aktivitesinin seviyesi ile de ilgilidir (16). Bizim çalışmamızda kalp hızının artmasıyla QT süresi kısalmasına rağmen, İKH olan olgularımızda QT süresinin kısalma derecesi birbirinden çok farklıdır. Bu, egzersizle oluşturulan miyokard iskemisinin bölgesel farklılıklar göstermesi ve miyokardın bu bölgelerinin dolaşımdaki katekolaminlere değişik

derecede yanıtı ile açıklanabilir. İskemik miyokard bölgesinin egzersizle salınan katekolamine düşük seviyedeki yanıtı, QT süresinin egzersizle çok fazla kısalmasına yol açabilir (17,18). Sonuçta İKH olan olgularda egzersiz sırasında homojen olmayan miyokardiyal iskemi bölgeleri gelişebilir ve yalnızca bu iskemik bölgeler katekolaminlere bozulmuş yanıt verirler. Bu da QT süresinde bölgesel farkların yüksek olmasını ve egzersizdeki QT dispersiyonunun artmış bulunmasını beraberinde getirir. İskeminin global olarak tüm miyokard bölgelerini etkilediği durumlarda, QT süresinin bölgesel değişimleri de bu kadar farklı olmayacaktır. Egzersizle oluşan iskemiye sekonder ST segment değişimleri de QT süresi değişimlerini etkileyebilir. Beta bloker kullananlarda QT dispersiyonunun düşük olduğu gözlenmiştir (11,19) ve bu düşüş beta blokerlerin hem sempatik aktivasyonu, hem de iskemiyi bir miktar bloke etmesi ile açıklanabilir (11).

İskemik kalp hastalığı olan grupta istirahat QT, QTc süreleri ile QTd ve QTcd uzundur. Bu, miyokardın diğer fonksiyonlarına göre iskemiye daha hassas olan bölgesel repolarizasyonu üzerine, koroner arter hastalığının etkisi ile açıklanabilir (20,21). Tek damar hastalığı olan olgularda, normal istirahat duvar hareketlerine rağmen, koroner anjiyoplasti sonrası düzelebilen bölgesel fonksiyon bozuklukları gözlenmiştir (20). Yine bir çalışmada göğüs ağrısı yakınmaları olup, normal EKG ve

kardiyak enzimleri olan olgularda, ağrının miyokardiyal iskemiye bağlı olup olmadığını ayırtmada, istirahatte gözlenen QT süresi QTd artışının faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır (22).

Sonuç

İskemik kalp hastalığı olan olgularda istirahat ve egzersizle gözlenen artmış QT ve QTc dispersiyonları bu olguların miyokardiyal repolarizasyonlarının sağlıklı olgulara göre daha yüksek oranda homojen olmayan bir seyir izlediğini göstermektedir. İskemik kalp hastalığı olan bazı olgularda görülen artmış QT dispersiyonları bu olguların egzersizle oluşabilecek aritmiler için daha yüksek risk taşıdıklarını göstermektedir. Aynı zamanda bu çalışma, istirahat ve egzersiz QT, QTc süreleri ile QT ve QTc dispersiyonlarının ölçülmesi ile egzersiz göğüs ağrısı ile gelen olgularda, bunun iskemik bir ağrıya mı, yoksa başka bir nedene mi bağlı olduğunu ayırtmanın ve egzersiz testini daha güvenli değerlendirmenin mümkün olacağını göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Higham PD, Furniss SS, Campbell RW. QT dispersion and components of the QT interval in ischemia and infarction. *Br Heart J* 1995; 73: 32-6.
- Perkiomaki JS, Koistinen MJ, Yli Mayry S, Huikuri HV. Dispersion of QT interval in patients with and without susceptibility to ventricular tachyarrhythmias after previous myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 174-9.
- Pye M, Quin AC, Cobbe SM. QT interval dispersion a non-invasive marker of susceptibility to arrhythmia in patients with sustained ventricular arrhythmias. *Br Heart J* 1994; 71: 511-4.
- Puljevic D, Smalcelj A, Durakovic Z, Goldner Y. Effects of postmyocardial infarction scar size, cardiac function and severity of coronary artery disease on QT interval dispersion as a risk factor for complex ventricular arrhythmia. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998 Aug; 21 (8): 1508-16.
- Yu GL, Cheng IR, Zhao SP, Zhuang HP, Cai XY. Clinical significance of QT dispersion after exercise in patients with previous myocardial infarction. *Int J Cardiology* 1998 aug; 65 (3): 255-60.
- Cobb LA, Weaver DW. Exercise a risk factor for sudden death in patients with coronary heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 215-9.
- Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Lasky T. The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *N England J Med* 1984; 311: 874-7.
- Kannel WB. Exercise and sudden death (editorial) *JAMA* 1982; 248:3143-44.
- Stoletniy LN, Pai RG. Usefulness of QTc dispersion in interpreting exercise electrocardiograms. *Am Heart J* 1995; 130: 918-21.
- Stoletniy LN, Pai RG. Value of QT dispersion in the interpretation of exercise stress test in women. *Circulation* 1997; 96: 904-10.
- Roukema G, Singh JP, Meijs DPM, Carvalho C, Hart G. Effect of exercise induced ischemia on QT interval dispersion. *Am Heart J* 1998; 135: 88-92.
- Bazett HC. An analysis of the time relations of electrocardiograms. *Heart* 1920; 7: 353-70.
- Greberg PS, Friscia DA, Ellstead MH. Predictive accuracy of QX/QT ratio, QTc interval, ST depression and R wave amplitude during stress testing. *Am J Cardiol* 1979; 44: 18-23.
- O'Donnell J, Knoebel S, Lavelace DE, Mc Henry PL. Computer quantification of QT and terminal T wave (aT-eT) intervals during exercise: methodology and results in normal men. *Am J Cardiol* 1981; 47: 1168-72.
- Roman L, Bellet S. Significance of the QX/QT ratio and the QT ratio (QTr) in the exercise electrocardiogram. *Circulation* 1965; 32:435-7.
- Ahnve S, Vallin H. Influence of heart rate and inhibition of autonomic tone on the QT interval. *Circulation* 1982; 65: 435-9.
- Boudoulas H, Ruff PD, Fulkerson PK, Lewis RP, Dervenagas S. Effect of propranolol on postexercise left ventricular time index. *Am J Cardiol* 1981; 48: 357-60.
- Boudoulas H, Geleri SP, Lewis RP, Leier CV. Effect of increased adrenergic activity on the relationship between electrical and mechanical systole. *Circulation* 1981; 64: 28-33.
- Day CP, Mc Comb JM, Campbell RW. QT dispersion an indication of arrhythmia risk in patients with long QT intervals. *Br Heart J* 1990; 63:342-4.
- Bonow RO, Vitale DF, Bacharach SL, Fredrick TM, Kent KM, Green MV. Asynchronous left ventricular regional function and impaired global diastolic filling in patients with coronary artery disease: reversal after coronary angioplasty. *Circulation* 1985; 71: 297-307.
- Aksoy M, Göktekin Ö, Gürsürer M, Pınarlı AE, Erdinler İ, Ünal D, Siber T, Ersek B. Artmış QT dispersiyonuna yol açan miyokard perfüzyon bozukluğu ile QT dispersiyonunun yüksek riskli koroner arter hastaları öngörmedeki değeri. *Türk Kardiyol Dern Arş* 1998; 26: 136-41.
- Shah CP, Thakur RK, Reisdorf EJ, Lane E, Aufderheide TP, Hayes OW. QT dispersion may be a useful adjunct for detection of myocardial infarction in the chest pain center. *Am Heart J* 1998 Sep; 136 (3): 496-8.

