

Non-ST Elevasyonlu Miyokard İnfarktüsülü Hastalarda Miyokard Performans İndeksi ve Ejeksiyon Fraksiyonu Arasındaki İlişki

The Relationship Between Myocard Performance Index and Ejection Fraction in Patients with Non-ST Elevation Myocardial Infarction

Samet SAYILAN*, Yıldız OKUTURLAR*, Mehmet Burak AKTUĞLU**, Kazım KORKMAZ***, Bülent DEMİR****, Aylin AYDIN*****

*Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İç Hastalıkları Kliniği

**Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İç Hastalıkları Kliniği

***Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Bölümü

****Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği

*****Kırklareli Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu Hemşirelik Bölümü

ÖZ

Amaç: Akut Miyokard İnfarktüsü (AMİ) geçirmiş hastalarda miyokard performans indeksi (MPI) önemli bir prognostik parametredir. Bu çalışmada, kardiyovasküler hastalıklarda prognozu etkileyen bir risk faktörü olan MPI ve ejeksiyon fraksiyonu (EF) arasındaki ilişkiyi inceledik.

Gereç ve Yöntem: 2010 Ekim ve Kasım tarihleri arasında hastanemizde yatan non-ST elevasyonlu AMİ olan 35 hastayı inceledik. MPI'nin sayısal değerini elde etmede pulsed Doppler ekokardiyografi kullandık.

Bulgular: Ortalama MPI düzeyi 0.45 ± 0.15 olarak bulundu. MPI ile yaş ($p=0.430$), boy ($p=0.993$) ve EF ($p=0.451$) arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Diabetes mellitusu olan ve olmayan hastalara ilişkin, yaş ($p=0.959$), MPI ($p=0.986$), boy ($p=0.888$) ve EF ($p=0.355$) değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Hipertansiyon (HT) ve yaş ($p=0.01$) arasında yüksek anlamlı bir ilişki saptandı. Ancak HT ve boy ($p=0.154$), MPI ($p=0.205$) ve EF ($p=0.837$) arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı.

Sonuç: Çalışmamızda, non-ST elevasyonu AMİ'li hastalarda MPI ile hipertansiyon, diabetes mellitus, yaş, EF ve boy arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Hasta sayısının az olması ve hastaların akut dönemde gözlem altında olmalarına rağmen, kronik dönem için izlem eksikliğinin olması bunun nedeni olabilir.

Anahtar kelimeler: Akut Miyokard İnfarktüsü (AMİ), Sol Ventrikül (LV), Ejeksiyon Fraksiyonu (EF), Miyokard Performans İndeksi (MPI)

ABSTRACT

Introduction: Myocardial performance index (MPI) is an important prognostic parameter in patients suffering from Non-ST with myocardial infarction (AMI). In this work, we aimed to investigate the relationship between MPI, which is a risk factor affecting the prognosis in cardiovascular diseases, and the ejection fraction (EF).

Material and Method: We examined 35 AMI patients with non-ST-elevation in our hospital between October-November 2010. We used pulsed doppler echocardiography to obtain the numerical value of MPI.

Results: Mean MPI value was found 0.45 ± 0.15 . There were no significant relationship between MPI and age ($p=0.430$), height ($p=0.993$) and EF ($p=0.451$). Regarding the patients with and without diabetes mellitus, no statistical significance was detected for age ($p=0.959$), MPI ($p=0.986$), height ($p=0.888$) and EF ($p=0.355$) values. High significance was obtained between HT and age ($p<0.01$), however no significant difference was detected between HT and height ($p=0.154$), MPI ($p=0.205$) and EF ($p=0.837$).

Conclusion: Our work revealed no significant relationship between MPI and hypertension, diabetes, age, EF and height for AMI patients with non-ST elevation. The reason for this may be due to the small number of patients and the lack of follow-up in chronic period even though the patients were under observation in acute period.

Keywords: Acute Myocardial Infarction (AMI), Left Ventricular (LV), Ejection Fraction (EF), Myocardial Performance Index (MPI)

Alındığı tarih: 16.03.2015

Kabul tarihi: 23.12.2015

Yazışma adresi: Uzm. Dr. Samet Sayılan, Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İç Hastalıkları Kliniği, Bakırköy / İstanbul

e-posta: sametsayilan@hotmail.com

GİRİŞ

Koroner kalp hastalıkları ülkemizde ve dünyada ölüm nedenlerinin başında yer almaktadır. Resmi kayıtlar ve TEKHARF (Türk Erişkinlerde Kalp Hastalığı ve Risk Faktörleri) verileri ortak değerlendirildiği zaman görülmektedir ki, ülkemizdeki tüm ölümlerin %45'i kalp damar hastalıklarından, %36'sı kalp hastalıklarından, %32'si ise koroner kalp hastalığından kaynaklanmaktadır ⁽¹⁾. Akut miyokard infarktüsülü hastaların %25'i ölmektedir. Yaşayanlarda ölüm sıklığı ilk 30 günlük süre içinde %21'e kadar ulaşabilmektedir ⁽²⁾. Bu yüzden akut koroner sendrom sonrası hastalarda risk değerlendirmesi çok önem taşımaktadır. Sol ventrikül (LV) sistolik fonksiyonları miyokard infarktüsü sonrası risk değerlendirmede en önemli komponentlerinden biridir ⁽³⁾.

Global miyokard performans indeksi (MPI) ilk defa Tei Chuwa ve ark. ⁽⁴⁾ tarafından tanımlanmıştır. Miyokardın hem sistolik hem diastolik fonksiyonunu yansıtır. Kardiyovasküler hastalıklarda, morbidite ve mortalite ile ilişkili bulunmuştur. Kolay hesaplanır ve normal sağlıklı kişilerde dar bir aralığa sahiptir. Bu indeks, kalp hızı, yaş, ventrikül yapısı ve ardyükünden etkilenmemekle birlikte, mitral ve aort akımlarından elde edilen doppler traselerinden kolayca ölçülmektedir ⁽⁵⁾. Özellikle transtorasik akustik pencere bulunamayan hastalarda belirgin yarar sağlamaktadır. Kalp yetersizliği olan hastalarda MPI artmaktadır. MPI değerinin ölçülmesi kalp yetersizliği olan hastaların takibinde yararlı bir parametre olarak düşünülmektedir.

Yüksek MPI değerlerinin ilerleyen yıllarda KKY (konjestif kalp yetersizliği) gelişiminde önemli bir belirleyici olduğu bildirilmiştir. Kalp yetersizliği tedavisinde kullanılan beta-bloker, anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörleri ve anjiyotensin reseptör blokerleri MPI değerlerini iyileştirmektedir.

Bu çalışmada, kardiyovasküler açıdan prognozu etkileyici bir risk faktörü olarak düşünülen MPI ile ejeksiyon fraksiyonu (EF) arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlandı.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamız ileriye dönük, gözlemsel ve kesitsel

çalışma olarak tasarlandı. Çalışmaya kliniğimiz koroner yoğun bakım ünitesine Ekim 2010 ile Kasım 2010 tarihleri arasında kabul edilen non-ST elevasyonlu miyokard infarktüsü (Mİ) tanısıyla yatırılan ardışık 35 hasta alındı.

Çalışmaya dâhil edilme kriterleri, daha öncesinde geçirilmiş Mİ öyküsü olmayıp, ST segment yüksekliği olmayan (non-Q, non-ST elevasyonlu) miyokard infarktüsülü hasta olması, sinüs ritminde olması, kalp hızının 50-120 atım/dk arasında olması, diabetes mellitus (DM) ve hipertansiyon (HT) dışında kronik bir hastalık olmaması olarak belirlendi.

Dışlama kriterleri, ST elevasyonlu Mİ, atriyal fibrilasyonu (AF) olan, sağ veya sol dal bloklü hastalar olarak belirlendi.

Miyokard İnfarktüsü (Mİ) tanısı miyokard infarktüsünün evrensel tanımına uygun olarak yapıldı ⁽⁶⁾. Non-ST elevasyonlu Mİ tanısı için; nekroz belirleyicilerinin normal sınırların üstünde olması, 30 dk'dan fazla süren ve intravenöz veya sublingual nitrat uygulamasıyla geçmeyen göğüs ağrısının olması, elektrokardiyografide birbirini izleyen iki derivasyonda Q dalga değişikliği veya kalıcı ST segment yüksekliğinin olmaması kriterlerinden en az ikisinin varlığı kullanıldı.

Hastalardan detaylı kardiyovasküler anamnez alındı ve kardiyovasküler fizik muayeneleri yapıldı. Tüm hastalardan 12 derivasyonlu elektrokardiyogram çekildi. Daha önce bilinen diyabet, HT varlığı, varsa kullandıkları ilaçlar sorgulandı. Ayrıca tüm hastalar hiperlipidemi, aktif sigara içiciliği ve koroner arter hastalığı ve risk faktörü olarak aile öyküsünün varlığı açısından detaylı sorgulandı.

Tedavi olarak tüm olgulara oral 150-300 mg aspirin, intravenöz nitroglicerine, intravenöz heparin, beta-bloker, ACE inhibitörü kullanıldı.

Tüm hastalara çalışma hakkında detaylı bilgi verildi ve aydınlatılmış onam formları alındı.

Ekokardiyografik Ölçümler

Hastalara, koroner yoğun bakıma alınıp tedavileri başladıktan sonra, erken dönemde (2-5 günler ara-

sında) Acuson Sequoia C 256 model cihaz (Acuson Corporation, Mountain View, CA, USA) ve 3,5 mHZ probe kullanılarak transtorasik ekokardiyografik inceleme yapıldı. Parasternal uzun aks üzerinde uygun M-mod görüntüleri elde edildi. Ultrason ışınının interventriküler septum ve LV arka duvarına dik bir şekilde gelmesine özen gösterilerek, LV'nin diyastol ve sistol sırasındaki çaplarının net olarak görülmesi sağlandı. Böylece diyastol ve sistol sonu iç çapları, endokardın en uç noktalarından ölçülerek Teicholz yöntemiyle LV ejeksiyon fraksiyonu hesaplandı.

Hastaların hafif sol yana yatırılarak uygun apikal dört boşluk görüntüleri elde edildi. LV'nin sistol ve diyastol sırasındaki en küçük ve en geniş olduğu görüntüler saptandı. Ekokardiyografi ile modifiye Simpson kuralına göre otomatik olarak LV sistol ve diyastol sonu hacimleri ve EF hesaplandı.

LV çıkış yolu akımı için apikal uzun aks görüntüsü kullanılarak aort kapağının altına konulan örnek volümden, mitral kapak diyastolik akım için apikal dört boşlukta mitral kapak uçlarına konulan örnek volümden PWD (pulsed wave doppler) ile kayıtlar elde edildi. Her bir siklusta, diyastolik erken doluş (E dalgası), diyastazis periyodu ve atriyal kasılma (A dalgası) dönemleri elde edildi. İzovolumetrik kasılma, gevşeme ve ejeksiyon zamanları saptandı. Bu ölçümlerle elde edilen izovolumik dönemlerin toplamının ejeksiyon süresine bölünmesi ile MPİ hesaplandı.

İstatistiksel Analiz

Çalışma verilerinin istatistiksel analizi, Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, USA), SPSS 10.0 programı ile yapıldı. Veriler "ortalama±standart sapma" olarak ifade edildi. Kategorik veriler ki-kare testi ile, sayısal veriler ise student's t testi ile analiz edildi. Tüm değişkenlerin birbirleri ile olan ilişkileri çok değişkenli lojistik regresyon yöntemi ile incelendi. Değişkenlerin birbirleri ile olan ilişkileri ise korelasyon analizi ile belirlendi. P değerinin <0,05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

SONUÇLAR

Çalışmaya kliniğimiz koroner yoğun bakım ünitesine

non-Q, non-ST elevasyonlu Mİ tanısıyla yatırılan 35 hasta alındı. Bir hasta AF'si olduğu için çalışma dışı bırakıldı. Hastaların 25 (%73,5)'i erkek, 9 (%26,5)'u kadındı ve 21 (%61,8) hastada HT, 14 (%41,2) hastada DM mevcuttu.

MPİ nin sayısal değerini elde etmede Pulsed Doppler Ekokardiyografi kullanıldı ve bu değer $0,45\pm 0,15$ olarak bulundu (Tablo 1). EF değeri kadın hastalarda istatistiksel olarak daha yüksek bulundu (K: %57,7, E: %53,4; $p=0,03$). MPİ ile yaş ($r= -0,140$; $p=0,430$), boy ($r= -0,002$; $p=0,993$) ve EF ($r=0,134$ $p=0,451$) arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. DM'si olan ve olmayan hastalarda yaş ($p=0,959$), MPİ ($p=0,986$), boy ($p=0,888$) ve EF ($p=0,355$) değerleri arasında anlamlı fark saptanmadı. HT'si olan ve olmayan hastaların yaşları arasında anlamlı fark bulundu ($p=0,001$) ancak boy ($p=0,154$), MPİ ($p=0,205$) ve EF ($p=0,837$)'lerinde anlamlı fark saptanmadı.

Tablo 1. MPİ ile diğer kantitatif değişkenlerin ikili ilişkileri.

	Yaş	Boy	EF
MPİ	$r = -0,140$ $p = 0,430$	$r = -0,002$ $p = 0,993$	$r = 0,134$ $p = 0,451$

r: Pearson ve rs: Sperman korelasyon katsayısı,
MPİ: Miyokardiyal performans indeksi, EF: Ejeksiyon fraksiyonu

TARTIŞMA

Miyokard infarktüsünün erken döneminde LV sistolik ve diyastolik işlev bozukluğunun tespiti, olguların prognozunun tayininde son derece önemlidir. Uzun süreli iskemik olaylarda LV sistolik işlev bozukluğuna, sıklıkla diyastolik işlev bozukluğunun da eşlik ettiği bilinmektedir. Sistolik ve diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesinde, girişimsel olmayan ve kolay uygulanabilen bir yöntem olan iki boyutlu doppler ekokardiyografik ölçümler kullanılmaktadır (7). LV diyastolik işlev bozukluğunun belirlenmesinde mitral diyastolik akım Doppler trasesinden özellikle E deselerasyon süresinin ölçümü kullanılmaktadır. Ancak bu ölçümler görüntü kalitesi, kalp hızı, kardiyak ritim ve yük gibi teknik ve fizyolojik değişkenlerden etkilenmektedir (8). Sistolik fonksiyon bozukluğu, pre-ejeksiyon zamanının uzaması ve ejeksiyon zamanının kısalması ile sonuçlanır. Sistolik ve diyastolik fonksiyonların her ikisinin anormal olması da

miyokardiyal gevşemenin bozulmasına ve bu da gevşeme periyodunun uzamasına yol açar. Dolayısıyla bu intervallerden hesaplanan MPI'nin hem sistolik hem diyastolik fonksiyonları yansıtacağı açıktır.

Moller ve ark. (5) tarafından sağlıklı olgularda yapılan çalışma sonucunda, MPI'nin normal değerinin $0,34 \pm 0,04$ olduğu ve Mİ geçiren olgularda bu değer arttığı tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada, sağlıklı insanlardaki değeri $0,39 \pm 0,05$, dilate kardiyomiopati hastalardaki değeri $0,59 \pm 0,10$ bulunmuştur (9).

Bu yöntemle ilgili ilk araştırmalar dilate kardiyomiopati, kardiyak amiloidozis ve primer pulmoner hipertansiyon hasta grupları üzerinde yapılmıştır (10,11). Sağ ventrikül MPI özellikle pulmoner hipertansiyonlu hastalarda değerlendirilmelidir. MPI Primer pulmoner hipertansiyonlu bireyleri normal bireylerden ayırtedici en güçlü değişken değerdir (12).

Spencer ve ark. (13) yaş ile MPI arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Vasküler hastalık öyküsü olmayan, sinüs ritminde, normal kan basıncına sahip, önemli valvüler kalp hastalığı olmayan, duvar hareketleri, LV kitlesi ve sistolik fonksiyonları normal olan kişileri değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, MPI, İVGZ (izovolümetrik gevşeme zamanı) ve EZ'de (ejeksiyon zamanı) istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptamışlardır. Yaş ile MPI arasındaki anlamlı lineer korelasyon, 16-80 yaş arasında İVGZ'de görülen artışa bağlıdır. Yaş artışı ile sistolik fonksiyonu normal olan pek çok kişide diyastolik fonksiyonların bozulduğu daha önceden gösterilmiştir. Dolayısıyla diyastolik fonksiyonların bileşeni olan İVGZ ve MPI'de de yaşla birlikte değişiklik olacağı bilinmektedir. Çalışmamızda, yaş ile MPI arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadı. Bunun nedeni hasta sayımızın az olması ve uzun süreli takip olmamasına bağlı olabilir.

MPI $\geq 0,6$ değeri baz alındığında hemodinamik bozukluğun tanısını koydurmada sensitivitesi %86, spesifitesi %82 bulunmuştur. Ascione ve ark. (14) akut Mİ'li hastalardaki MPI değerinin hastane içi komplikasyonu belirlemedeki değerini araştırmışlardır. MPI $\geq 0,47$ bulunmuş, %90 sensitivite ve %68 spesifite ile hastane içi komplikasyon gelişeceğini öngörmüşlerdir.

Yapılan çalışmalarda, yaşlı erkeklerde yüksek MPI değerlerinin ilerleyen yıllarda KKY gelişiminde önemli bir belirleyici olduğu bildirilmiştir (15).

MPI'nin kalp yetersizliği olan hastaların takibinde de yararlı bir parametre olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda idiyopatik dilate kardiyomiopati hastalarda MPI'nin belirgin derecede yüksek olduğu bulunmuştur (16). Beş yıllık takipte kardiyak ölümün en önemli belirleyicileri MPI ve LV ejeksiyon fraksiyonu olarak bildirilmiştir (17). Ağır dilate kardiyomiopati [transplantasyon bekleyen, New York Kalp Cemiyeti (NYHA) sınıf III ve IV], orta derecede dilate kardiyomiopati (sınıf II, LV EF %30-50) ve normal örneklerin dâhil edildiği bir başka çalışmada, MPI'nin ortalama değerleri gruplar arasında belirgin bir şekilde birbirinden farklı bulunmuştur (18).

Ağır LV sistolik disfonksiyonu (EF < %30) olan hastalarda, MPI'si daha yüksek olanlarda herhangi bir nedenden ölüm veya acil kalp transplantasyonu gereksinimi gibi klinik durumların toplam insidansı daha fazla bulunmuştur (19). Kalp yetersizliği tedavisinde kullanılan beta-bloker, anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörleri (ACE-I) ve anjiyotensin reseptör blokerleri (ARB) MPI değerlerini de iyileştirmektedir (20). Tip II diabetes mellitusu olup, hipertansiyon, koroner veya kapak hastalığı öyküsü olmayan hastalar ve kontrol örneklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kontrol grubuna göre hasta grubunda MPI'nin belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür (21). Belirgin kalp yetmezliği ve koroner arter hastalığı olmayan diyabetik hastalarda yapılan diğer bir çalışmada, MPI ve albüminüri derecesi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda araştırmacılar, MPI'nin diyabetli hastalarda LV disfonksiyonu tanısı için hassas bir belirleyici olabileceğini öne sürmüşlerdir (22). Ancak çalışmamızda, 14 diyabetli hasta ile 20 diyabeti olmayan hastada MPI değerleri anlamlı ilişki olmadığı saptanmıştır.

Yaş ile MPI ilişkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, çocuklarda LV MPI'sinde 3 yaşa kadar azalma olduğu, ardından değerlerin değişiklik göstermediği bildirilmiştir. Yaşla MPI'deki değişikliklerin infantlarda LV özelliklerindeki yapısal ve gelişimsel değişiklikleri yansıtabileceği bildirilmiştir. Sağlıklı çocuklarda yaşla RV'nin (sağ ventrikül) MPI değerlerindeki değişikliklerin değerlendirildiği bir başka

çalışmada, ise yaşa bağlı değişiklik olmadığı bildirilmiştir. Erişkinlerde yaşlanma ile MPI'de önemli değişiklikler olduğu, MPI kullanılarak miyokard performansının değerlendirilmesinde yaşa göre düzeltilmiş değerlerin kullanılması gerektiği öne sürülmüştür (23). Çalışmamızda da yaş ve MPI arasında anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$).

Hipertansiyonlu hastalarda da MPI artışı gösterilmiştir (24). Çalışmamızda ise hipertansiyonu olan ve olmayan hastalarda MPI düzeyinde anlamlı fark bulunamadı.

SONUÇ

Hemodinamik indeksler ve MPI arasındaki ilişki, LV diyastol sonu basıncına bağlıdır. Normal mitral akım örneklerinden, yalancı normal ve restriktif akım örneklerinin non-invaziv ayırımında MPI kullanılabilir. Sol kalp kateterizasyonu ve geleneksel Doppler tekniklerinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda, MPI'nin 0,65 ve üzerindeki değerlerde yalancı normal/restriktif akım için %82 duyarlılık ve %96 özgüllüğe (25), 0,47 ve üzerindeki değerlerde konjestif kalp yetersizliği için %86 duyarlılık ve %82 özgüllüğe sahip olduğu bildirilmiştir (26).

Çalışmamızda, MPI ile yaş, EF ve boy arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı. Bunun nedeni hastaların akut dönemde takip edilmiş olup, kronik dönemde takibine devam edilememiş olmasıdır. Bundan sonraki çalışmalarda daha fazla sayıda hasta ve daha uzun süreli takiple anlamlı sonuçların elde edilebileceği düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Onat A, Keleş İ, Çetinkaya A ve ark. On yıllık TEKHARF çalışması verilerine göre Türk erişkinlerinde koroner kökenli ölüm ve olayların prevalansı yüksek. *Türk Kardiyol Arş* 2001;29:8-19.
2. Killip T, Kimball JT. Treatment of myocardial infarction in a coronary care unit. A two year experience with 250 patients. *Am J Cardiol* 1967;20:457-64. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9149\(67\)90023-9](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9149(67)90023-9)
3. Uemura K, Kawada T, Zheng C, Li M, Shishido T, Sugimachi M. Myocardial performance index is sensitive to changes in cardiac contractility, but is also affected by vascular load condition. 2013; 2013:695-8. doi: 10.1109/EMBC.2013.6609595.
4. Hashemi N, Samad BA, Hedman A, Brodin LA, Alam M. Feasibility of myocardial performance index for evaluation of left ventricular function during dobu-

tamine stress echocardiography before and after coronary artery bypass grafting. 2013 Dec 20.

doi: 10.1111/echo.12488.

5. Moller JE, Sondergaard E, Poulsen SH, et al. Doppler echocardiographic myocardial performance index predicts left ventricular dilatation and cardiac death after myocardial infarction. *Cardiology* 2001; 95:105-11. <http://dx.doi.org/10.1159/000047355>
6. Üçüncü Evrensel Miyokard Enfarktüsü Tanımı. *Türk Kardiyol Dern Arş* 2013, Suppl. 3
7. Shiller NB. Two-dimensional echocardiographic determination of left ventricular volume, systolic function, and mass. *Circulation* 1991;84:1280-7.
8. Poulsen SH, Jensen SE, Tei C, et al. Value of the Doppler index of myocardial performance in the early phase of acute myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:723-73. <http://dx.doi.org/10.1067/mje.2000.105174>
9. Takasaki K, Otsuji Y, Yoshifuku S, et al. Noninvasive estimation of impaired hemodynamics for patients with acute myocardial infarction by Tei index. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:615-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2004.02.020>
10. Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, et al. Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:658-64. [http://dx.doi.org/10.1016/0735-1097\(96\)00202-1](http://dx.doi.org/10.1016/0735-1097(96)00202-1)
11. Bruch C, Schmermund A, Marin D, et al. Myocardial performance index in patients with mild to moderate congestive heart failure. *Eur Heart J* 2000;21:188-95. <http://dx.doi.org/10.1053/euhj.2000.2246>
12. Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, et al. Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr* 1996;9: 838-47. [http://dx.doi.org/10.1016/S0894-7317\(96\)90476-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0894-7317(96)90476-9)
13. Spencer KT, Kirkpatrick JN, Mor-Avi V, et al. Age dependency of the Tei index of myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:350-2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2004.01.003>
14. Ascione L, De Michele M, Accadia M, et al. Myocardial global performance index as a predictor of in-hospital cardiac events in patients with first myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:1019-23. [http://dx.doi.org/10.1016/S0894-7317\(03\)00589-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0894-7317(03)00589-3)
15. Uluçay A, Tath E. Miyokard performans indeksi. *Anadolu Kardiyol Derg* 2008;8:143-8.
16. Pirhan O, Ozcelik F, Demir B, Karakus G, Caglar I, Oktay Tureli H, et al. Correlation of myocardial performance index assessed by different echocardiographic methods in patients with acute myocardial infarction receiving different reperfusion treatment. *Minerva Med* 2013;104(6):593-604.
17. Dujardin KS, Tei C, Yeo TC, Hodge DO, Rossi A, Seward JB. Prognostic value of a Doppler index combining systolic and diastolic performance in idiopathic-dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1998;82: 1071-6. [http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9149\(98\)00559-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9149(98)00559-1)
18. Tei C, Ling LH, Hodge DO, Bailey KR, Oh JK, Rodeheffer RJ, et al. New index of combined systolic

and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function a study in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol* 1995; 26:357-66.

19. **Bhat PK, Khan I, Finkelhor RS, Bahler RC, Rovner AL.** Right ventricular myocardial performance index derived from tissue Doppler echocardiography is useful in differentiating apical ballooning syndrome from cardiomyopathy due to left anterior descending coronary artery disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2014; 27(1):101-6.
doi: 10.1016/j.echo.2013.09.001. Epub 2013 Oct 9.
20. **Harjai KJ, Scott L, Vivekananthan K, Nunez E, Edupuganti R.** The Tei index: a new prognostic index for patients with symptomatic heart failure. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:864-8.
<http://dx.doi.org/10.1067/mje.2002.120892>
21. **Karvounis HI, Papadopoulos CE, Zaglavara TA, Nouskas IG, Gemitzis KD, Parharidis GE, et al.** Evidence of left ventricular dysfunction in asymptomatic elderly patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Angiology* 2004;55:549-55.
<http://dx.doi.org/10.1177/000331970405500511>
22. **Orem C, Kucukosmanoğlu M, Hachasanoğlu A, Yılmaz R, Kasap H, Erdoğan T, et al.** Association of Doppler-derived myocardial performance index with albuminuria in patients with diabetes. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:1185-90.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2004.07.006>
23. **Spencer KT, Kirkpatrick JN, Mor-Avi V, Decara JM, Lang RM.** Agedependency of the Tei index of myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:350-2.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2004.01.003>
24. **Yılmaz R, Seydaliyeva T, Unlu D, Ulucay A.** The effect of left ventricular geometry on myocardial performance index in hypertensive patients. *Anadolu Kardiyol Derg* 2004;4:217-22.
25. **Zhang H, Otsuji Y, Matsukida K, Hamasaki S, Yoshifuku S, Kumanohoso T, et al.** Noninvasive differentiation of normal from pseudonormal/restrictive mitral flow using TEI index combining systolic and diastolic function. *Circ J* 2002;66:831-6.
<http://dx.doi.org/10.1253/circj.66.831>
26. **Bruch C, Schmermund A, Marin D, Katz M, Bartel T, Schaar J, et al.** Tei-index in patients with mild-to-moderate congestive heart failure. *Eur Heart J* 2000; 21:888-95.
<http://dx.doi.org/10.1053/euhj.2000.2246>