

GE Healthcare

Sol Ventrikül Fonksiyonlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Kantitatif Analiz Yöntemleri

Sue Philip, RCS
Andreas Heimdal, PhD

Tercüme
Renan Dilmaç, BSc
Serdar Yilmazer, Md



Tissue Velocity Imaging

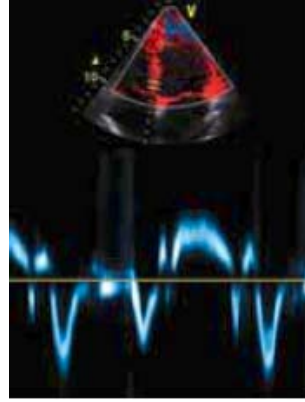
Tissue Velocity Imaging (TVI), miyokardiyal doku hareketini kantifiye etmek için miyokardiyal Doppler frekans kayma bilgisini kullanır. TVI global ve bölgesel sistolik fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılabilir gibi, sol ventrikül relaksasyon bozukluklarının değerlendirilmesinde de kullanılabilir. TVI'nin avantajı, geri yansıyan sinyalin Doppler kayma bilgisine ait kısmını kullanıyor olmasıdır. Bu kullanıcının, iki boyutlu (2D) görüntü kalitesi istenilen düzeyde olmasa da, miyokardiyal fonksiyonların değerlendirmesini sağlar. Konvansiyonel Doppler'de olduğu gibi, TVI, pulsed Doppler (Resim 1), renkli Doppler (Resim 2) ve renkli M-Mod (resim 3) olarak görüntülenebilir.

GE teknolojisi ham (raw) data'nın işlenmesine olanak tanır. Bu sayede, TVI bilgisinin o anda (canlı) veya 2D renkli TVI görüntüsünün hafızaya alınması ile ileriki bir zamanda değerlendirilmesi sağlanır. Kullanıcı sistemindeki Q-Analysis bölümüne girerek TVI dalga formlarını oluşturabilir (Resim 4). Hatta ham data'dan oluşan TVI bilgisini, Tissue Tracking, Tissue Synchronization, Strain ve Strain Rate Görüntülemesine dönüştürebilir.

Tissue Tracking Imaging

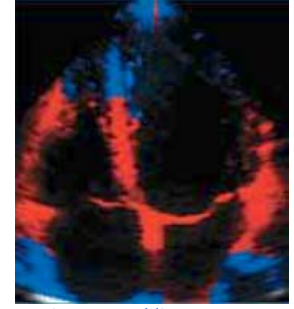
Tissue velocity bilgisinin zaman integralinin alınması ile sistolik uzunlamasına yer değiştirme yani Tissue Tracking görüntülenir. Tissue Tracking sistol süresince hareketin bir renk bandı olarak tarif edilmesi ile görüntülenir. Sistem, miyokarddaki her bir noktanın diastol sonundan sistol sonuna kadar kat etmiş olduğu mesafenin renk kodlamasını yapar. (Resim 5)

Tissue Tracking apikal pencerelerden uygulanır. Normal bir sol ventrikülde, mitral annulus en fazla longitudinal hareketi gösterirken, en yavaş hareketi apex sergiler. Tissue Tracking Tekniği ile belirlenen sistolik mitral anüler yer değiştirme, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ile yakından ilişkilidir.



Resim 1. Pulse Wave TVI

Normal spektral dalga erken dolum ve atriyal dolumu temsilen sistolde pozitif, diastolde negative bir dalga olarak gözükür.



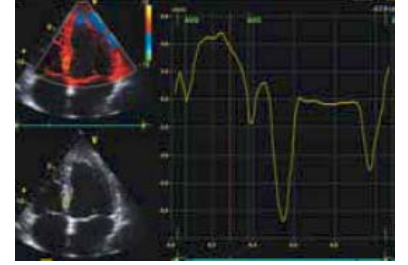
Resim 2. Renkli TVI

Kırmızı renk proba doğru gelen, mavi renk ise probdan uzaklaşan hareketi gösterir.



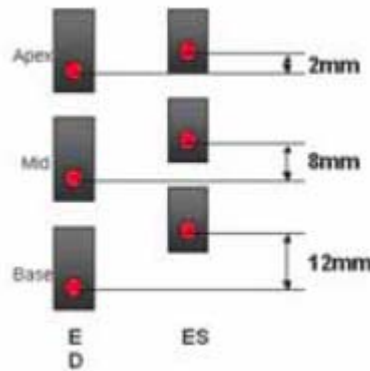
Resim 3. TVI M-Mod

Sistoldeki kırmızı renk proba doğru olan doku hareketini, diastoldeki mavi renk ise probdan uzaklaşan doku hareketini gösterir.



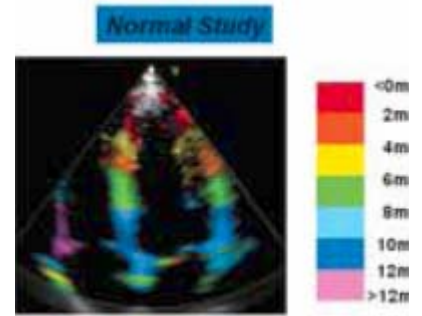
Resim 4. TVI Dalgaformu

Dalgaformları, Vivid 7 veya EchoPAC PC içerisindeki kantitatif analiz programı kullanılarak renkli TVI görüntülerinin üzerinden elde edilebilir.



Resim 5. Tissue Tracking

Tissue Tracking sistol süresince miyokardın hareketini veya kat etmiş olduğu mesafeyi gösterir. Hareket, milimetre cinsinden mesafeyi temsil eden renk bandı ile ekrana getirilir.



Tissue Synchronization Imaging

Tissue Synchronization Imaging (TSI), klinisyene ilave bir görüntü işleme yöntemi ile gecikmiş duvar hareketinin değerlendirilmesine olanak sağlayan Doku Doppler (Tissue Velocity Imaging) temelli parametrik bir görüntüleme yazılımıdır.

TSI parametrik görüntüleme yöntemi, kardiyak siklusun belirlenmiş bir kısmındaki peak hızları saptamak için görüntünün içindeki tissue velocity sinyallerini analiz eder. Bu peak hızlar genel olarak, hareketin tamamı ile ilişkili olarak oluştuğu için, gecikmiş duvar hareketi gecikmiş peak hız meydana getirir.

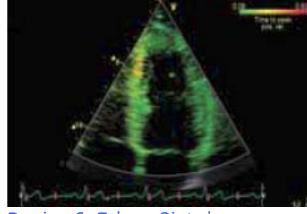
Kardiyak siklusun belirlenmiş alanındaki gecikme miktarı, görüntü üzerinde o bölgenin bir renk ile haritalanması ile gösterilir. TSI ile renk bilgisi, doku hızının mutlak değerinden ziyade doku hareketindeki gecikme miktarını ifade eder. Bu teknik gerçek zamanlı 2D görüntüleme esnasında uygulandığında, renk değişiklikleri duvar hareket gecikmesini hem kalitatif hem de kantitatif olarak gösterir ki bu da eğitimli bir kullanıcının asenkron duvar hareketini tespit ve değerlendirmesine olanak tanır. (Bkz. Resim 6 ve 7) Daha fazla bilgi için lütfen "Advanced TSI for Quantitative Analysis" konulu white paper'a bakınız.

Strain and Strain Rate Imaging

Strain Imaging (SI) miyokardiyal kontraksiyonun bölgesel tayinine olanak tanır. SI, kullanıcıya, ultrason ışın demeti boyunca mevcut hız gradientlerini tespit ederek, doku kontraksiyonu ve bölgesel miyokardiyal fonksiyonlarını analiz etmesinde yardımcı olur.

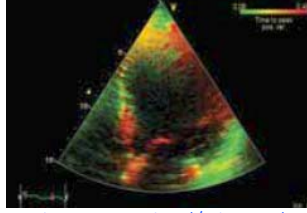
Strain ve Strain Rate Görüntüleme bir çok araştırmacı tarafından iskemik kalp hastalıklarını değerlendirme amacı ile kullanılmaktadır. Diyastol sonu ve sistol sonunda olmak üzere miyokarda iki noktadan ölçüm alınır. Strain Görüntüleme miyokardın bölgesel deformasyonunun yüzdesini, Strain Rate Görüntüleme ise deformasyon hızını ölçer. (Bkz. Resim 8 ve 9)

Strain Rate'deki değişikliğin çoğunluğu insan gözü ile gerçek zamanlı olarak tespit edilemeyecek kadar hızlıdır. Post- process yöntemlerin uygulanması ile, farklı miyokard bölgelerinden alınan strain veya strain rate grafiklerinin (trace) karşılaştırılması bölgesel mekaniksel fonksiyonların detaylı olarak kavranmasını sağlar. Strain ve strain rate bilgisinin analizinin hareket veya çekme (tethering) efektinden minimal düzeyde etkilenmesi tekniğin ilave artısı olarak söylenebilir.



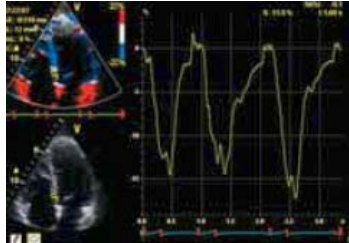
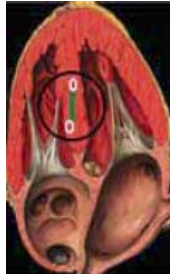
Resim 6: Erken Sistol

Erken sistolde peak hız ulaşan bölgeler yeşil olarak işaretlenmiştir.



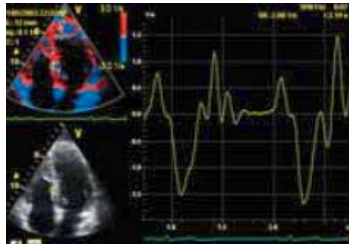
Resim 7: Geç Sistol/Diyastol

Geç sistol veya diyastolde peak hız ulaşan bölgeler kırmızı olarak işaretlenmiştir.



Resim 8: Strain Imaging

Strain Imaging yapıdaki değişimi ölçer



Resim 9: Strain Rate Imaging

Strain Rate Imaging değişikliğin ne kadar hızlı meydana geldiğini ölçer



Senkron

- Peak hız aynı anda ulaşan bölgeler
- Aynı renkdeki bölgeler

Asenkron

- Peak hız farklı anlarda ulaşan bölgeler
- Farklı renkdeki bölgeler

$$S = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Strain (S) bu formülle gösterilebilir: l= anlık uzunluk, l₀=başlangıç uzunluğu, Δl=uzunluk değişimi

$$SR = \frac{v_a - v_b}{d}$$

Strain rate (SR), spasyel hız (v) gradientinden ölçülebilir. V_a - V_b, miyokarda a ve b anlık hız farklarını gösterir (V_a; V_b). d ise hız (v) ölçümü yapılan iki nokta arasındaki mesafeyi gösterir.

2D Strain

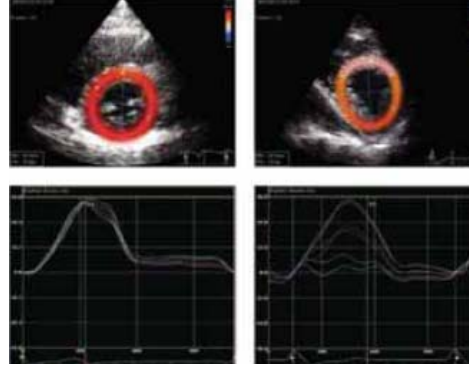
2D Strain, tüm kardiyak siklus boyunca miyokardın bütünü'nün analizini olanaklı kılan eşsiz ve gelişmiş bir araştırma programıdır. MRI tagging'dekine benzer olarak, 2D Strain iki boyutlu görüntüde doğal akustik "tag" leri izlemek sureti ile hareketi analiz eder.

2D Strain, Doppler tekniği temelli tek-boyutlu analizin doğal bir uzantısıdır. Tek-boyutlu Doppler'e benzer olarak, miyokardiyal hareket, doku hızı ve doku deformasyon parametreleri, strain ve strain rate olarak tanımlanır. Bu tekniğin en önemli avantajlarından bir tanesi, ilgilenilen bölgenin – region of interest (ROI)- miyokardın içerisinde otomatik olarak izlenmesidir.

2D Strain Doppler temelli tekniklere nazaran daha az açı bağımlıdır. Bu, hem teknik hem de klinik olarak test edilmiş ve onaylanmıştır.

Daha fazla bilgi için lütfen "2D Strain" konulu white paper'a bakınız.

TVI, TSI ve Strain hakkında ilave eğitim aracı ve white paper'lara www.gehealthcare.com ve www.penta-med.com.tr adreslerinden ulaşabilirsiniz.



Resim 10.

Normal

- a) Parametrik görüntü
- b) Grafikler

Patolojik

- a) Parametrik görüntü
 - b) Grafikler
- Özellikle anterior bölümde peak radial strain değerleri düşük.

GE Kantitatif Analiz Yöntemlerine Genel Bakış

Geleneksel olarak ekokardiyografi tamamı ile görüntü başka değişle hızlı hareket eden görüntü almaya yarayan bir sistem olarak bilinir. Bu alınan görüntülerden, belki uzman bir gözlemci miyokardiyal hareket ve sol ventrikül fonksiyonundaki düzensizliği saptayabilir. Bu, non invazive bir yöntem olması ile birlikte ekokardiyografiyi ana görüntüleme tekniklerinden birisi yapmıştır.

Yeni nesil ultrason sistemleri görüntüyü saniyede yüzlerce çerçeve ile oluşturur ki, buda uzman bir gözlemcinin bile algılayabileceğinin ötesindedir. Q-Scan adı verilen daha kesin kantitatif değerlendirme programı bu ihtiyacı karşılamak için doğmuştur.

İlk Q-Scan programı Anatomik M-Mod olarak, yüksek tarama hızına sahip ham data görüntüden kantitatif bilgiyi elde ederek 1990'ların başında tanıtıldı.

1995'de, Q-Scan teknolojisi -Tissue Velocity Imaging (TVI)- Doku Doppler'e uygulandı. TVI, hız grafikleri, Anatomik ve Curved M-Mod bilgilerini ortaya çıkarttı ki bunlar yeni klinik uygulamaların başlangıcı oldu.

Q-Scan teknolojisinin üzerine inşa edilerek, GE, uzunlamasına yer değiştirmenin değerlendirilmesi için Tissue Tracking programını tanıttı. Bununla birlikte Strain ve Strain Rate Görüntüleme, sol ventrikül fonksiyonunun bölgesel değerlendirilmesi için kullanılan klinik bir uygulama olarak tanıtıldı. Vivid 7 Vantage ile birlikte kardiyak resenkronizasyon terapisini (CRT) desteklemek için geliştirilmiş yeni bir kantitatif Q-Scan programı tanıtıldı.

2004'de, GE, kantitatif ekokardiyografideki liderliğini güçlendirecek, Strain ve Strain Rate Görüntüleme'deki son yenilikleri içeren, benzersiz ve gelişmiş bir program olan 2D Strain'i tanıttı.

Sol ventrikül fonksiyonları için kullanılan GE kantitatif değerlendirme programları

Mode	Parametrik Görüntü	Ölçüm	Klinik Uygulama
TVI Tissue Velocity Imaging	 Hız	Uzunlamasına miyokardiyal hızları ölçer (m/sec)	Global ve bölgesel sistolik fonksiyonları değerlendirmede; sol ventrikül relaksasyon bozukluklarını değerlendirmede kullanılabilir
TT Tissue Tracking	 Mesafe	TVI bilgisinin zaman integralini alarak, uzunlamasına duvar yer değiştirmesini (mm) gösterir	Bölgesel ve global sol ventrikül duvar relaksasyon hareket bozukluğunun kolay tespitinde kullanılabilir
TSI Tissue Synchronization Imaging	 Senkroni	Renk ile kodlanmış peak hıza ulaşma süresi	Sol kalpteki asenkroniyi değerlendirmede, kalp yetmezliği hastalarını ve bunlardan CRT uygulanacakları kontrol altında tutmakta kullanılabilir
S Strain	 Deformasyon	Miyokardın bölgesel deformasyonunun yüzdesini ölçer	İskemik kalp hastalıklarının değerlendirilmesinde kullanılabilir; Miyokardın spesifik bir bölgesinin gerçek analizini yapar
SRI Strain Rate Imaging	 Deformasyon hızı	Bölgesel miyokardiyal deformasyonun hızını ölçer (1/sec)	İskemik kalp hastalıklarının değerlendirilmesinde kullanılabilir; Miyokardın spesifik bir bölgesinin gerçek analizini yapar
2Ds 2D Strain	 Deformasyon	2D speckle takibine dayalı gelişmiş araştırma programı	Uzunlamasına, radial ve çevresel miyokardiyal deformasyon/strain'i değerlendirmede kullanılabilir

References:

1. Andersen NH, Poulsen SH. Evaluation of the longitudinal contraction of the left ventricle in normal subjects by Doppler tissue tracking and strain rate. J Am Soc Echocardiogr. 2003 Jul;16(7):716-23.
2. Pan C, Hoffmann R, Kühl H, Severin E, Franke A, Hanrath P. Tissue tracking allows rapid and accurate visual evaluation of left ventricular function. Eur J Echocardiogr. 2001;2(3):197-202.
3. Sogaard P, Egeblad H, Kim WY, Jensen HK, Pedersen AK, Kristensen BO, Mortensen PT. Tissue doppler imaging predicts improved systolic performance and reversed left ventricular remodeling during long-term cardiac resynchronization therapy. J Am Coll Cardiol. 2002 Aug 21;40(4):723-30.
4. Waggoner AD, Bierig SM. Tissue Doppler imaging: a useful echocardiographic method for the cardiac sonographer to assess systolic and diastolic ventricular function. J Am Soc Echocardiogr. 2002 May;15(5):478.

GE Healthcare
9900 Innovation Drive
Wauwatosa, WI 53226
U.S.A.
www.gehealthcare.com

© 2006 General Electric Company – All rights reserved.
GE Healthcare, a division of General Electric Company

General Electric Company reserves the right to make changes in specifications and features shown herein, or discontinue the product described at any time without notice or obligation. Contact your GE representative for the most current information.

GE, GE Monogram, Vivid™ and EchoPAC™ are trademarks of General Electric Company.



imagination at work