

Bölüm 30

SPECKLE TRACKING EKOKARDİYOĞRAFI ve ÜÇ BOYUTLU EKOKARDİYOĞRAFI

İnci Tuğçe ÇÖLLÜOĞLU¹

GİRİŞ

Ekokardiyografinin günümüzde en sık endikasyonu sol ventrikül (SV) fonksiyonlarının değerlendirilmesidir. Yakın geçmişe kadar bölgesel ve global ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesi görsel veya iki boyutlu ekokardiyografik yöntemler (fraksiyonel kısalma, biplane diskler kanunu) ile hesaplanmaktaydı(1). Ancak, mevcut yöntemler ile hesaplanan ventrikül fonksiyonu ekokardiyografiyi yapan kişilere göre değişkenlik göstermekte ve lokal duvar hareket bozukluğu olan ya da anormal sol ventrikül morfolojisine sahip bireylerde doğrusal ölçümler üzerinden hesaplanan ejeksiyon fraksiyonu (EF) yanlış sonuçlar verebilmekteydi. Ayrıca, biplane diskler kanunu ile apeks foreshortening olmakta ya da endokard sınırları net seçilememekteydi(1, 2). Ek olarak, geleneksel yöntemler ventrikül fonksiyonunun düşmeye başladığı çok erken evrelerde miyokard tutulumunu tespit edememekteydi(3, 4). Tüm bu kısıtlılıklar, ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmede daha duyarlı ekokardiyografik yöntemlerin ortaya çıkması ile gerileme göstermiştir(1, 2, 5).

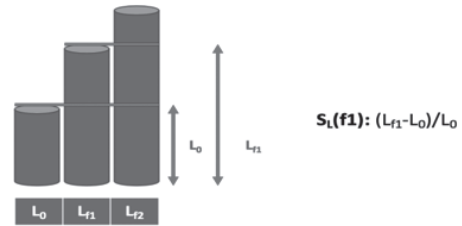
SPECKLE TRACKING EKOKARDİYOĞRAFI (STE)

Miyokardiyal deformasyonun değerlendirilmesinde kullanılan ekokardiyografik yöntemler, ventrikül fonksiyon bozukluğunu erken evrede

tanınması nedeniyle zamanla giderek artan öneme sahip olmaya başlamıştır. Miyokardiyal deformasyon, doppler ekokardiyografik yöntem ve speckle tracking ekokardiyografik(STE) yöntem ile değerlendirilmektedir(5, 6). Bu bölümde, STE yöntemin başlıca özellikleri kısaca anlatılacaktır.

Ölçümlere Ait Tanımlamalar

- **Strain (S):** belirli bir gücün karşısında maddede oluşan deformasyonun ölçütüdür. S'in birimi yoktur ve yüzde (%) ile ifade edilir. İki tip S vardır: Lagragnian S ve doğal S(5, 7-9).
- **Lagragnian S:** Başlangıca göre maddede oluşan deformasyondur (Şekil 1).



Şekil 1: Lagragnian strain, maddenin bazal boyuna göre değişimini verir.

- **Doğal S:** Tanımlanan zaman aralığında maddede oluşan deformasyonu gösterir (Şekil 2). Kardiyak görüntülemelerde kullanılan S tipidir. Lagragnian S ve doğal S, düşük S değerlerinde birbirine eşit değerdedir(<%10)(8).

¹ Uzman Doktor, Karabük Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, tugcecolluoglu48@gmail.com

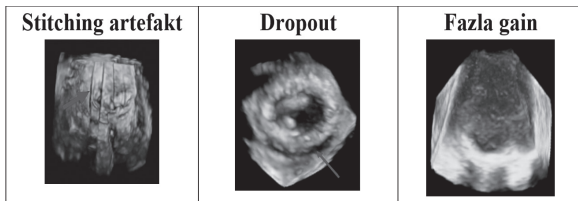
Artefakt ve Sorunlar

Birleştirme artefaktı, çoklu atımda alınan üç boyutlu görüntülemenin önemli bir problemi olarak karşımıza çıkar. Daha önce bahsettiğimiz gibi, her bir kardiyak atımda alınan daha küçük volüm kayıtları sırasıyla birleştirilir. Eğer, kardiyak yapının yerleşimi atımdan atıma değişiyorsa birleştirme artefaktı meydana gelir. Bu problemin önüne geçmek için, hastanın solunumu tutturulmalı, operator probu oldukça stabil bir şekilde tutmalı ya da daha az atımda görüntü kayıtları alınmalıdır(49).

Kazanç (gain), cihazın dokudan gelen dalga sinyalinin elde edebilme gücü olarak tanımlanabilir. Optimal kazanç ayarı, gürültünün olmadığı ve ilgilenilen yapının tamamen tanımlanabildiği ayardır. Gereğinden fazla düşük kazanç ayarı yalancı bir delik imajı (dropout) ile sonuçlanabilir iken (49, 50); gereğinden fazla kazanç ayarı fazla ses sinyali algıladığından ilgilenilen yapının görüntülenmesini engelleyebilir ya da yapıda bulanıklaşma (blurring) efekti yaratabilir (2, 51).

Bulanıklaşma (Blurring) artefaktı, üç boyutlu volüm içeren bir yapının aksiyal, yükseklik ve lateral planda çözünürlüğünün farklı olmasından kaynaklanan artefaktır. Kardiyak yapıyı olduğundan büyük gösterir(49).

Saçılma (Blooming) artefaktı,ultrason dalgalarının metal yapıya çarptığında saçılmasından kaynaklanan artefaktır(49). Mekanik kapakların yada pacemaker leadlerinin görüntülenmesinde karşılaşılr.



Şekil 24:Üç boyutlu görüntülemde sık karşılaşılan problemlere örnekler gösterilmiştir.

SONUÇ

Gelişen teknoloji ile birlikte ekokardiyografik görüntüleme yönteminde ilerleme kaydedilmiştir. Bu sayede, kalbin üç boyutlu olarak görüntülen-

mesi sağlanmakla birlikte miyokard deformasyonu iki ve üç boyutlu olarak kolaylıkla analiz edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: 2D- Speckle Tracking Ekokardiyografi, 3D- Speckle Tracking Ekokardiyografi, 3D- Ekokardiyografi

KAYNAKÇA

- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *European heart journal cardiovascular Imaging*. 2015;16(3):233-70. Doi:10.1093/ehjci/jev014
- Lang RM, Badano LP, Tsang W, et al. EAE/ASE recommendations for image acquisition and display using three-dimensional echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2012;25(1):3-46. Doi:10.1016/j.echo.2011.11.010
- Sawaya H, Sebag IA, Plana JC, et al. Early detection and prediction of cardiotoxicity in chemotherapy-treated patients. *The American journal of cardiology*. 2011;107(9):1375-80. Doi:10.1016/j.amjcard.2011.01.006
- Kraigher-Krainer E, Shah AM, Gupta DK, et al. Impaired systolic function by strain imaging in heart failure with preserved ejection fraction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2014;63(5):447-56. Doi:10.1016/j.jacc.2013.09.052
- Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/ Industry Task Force to standardize deformation imaging. *European heart journal cardiovascular Imaging*. 2015;16(1):1-11. Doi:10.1093/ehjci/jeu184
- Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2011;24(3):277-313. Doi:10.1016/j.echo.2011.01.015
- Collier P, Phelan D, Klein A. A Test in Context: Myocardial Strain Measured by Speckle-Tracking Echocardiography. *Journal of the American College of Cardiology*. 2017;69(8):1043-56. Doi:10.1016/j.jacc.2016.12.012
- Johnson C, Kuyt K, Oxenburgh D, et al. Practical tips and tricks in measuring strain, strain rate and twist for the left and right ventricles. *Echo research and practice*. 2019;6(3):R87-r98. Doi:10.1530/erp-19-0020
- Abraham TP, Laskowski C, Zhan WZ, et al. Myocardial contractility by strain echocardiography: comparison with physiological measurements in an in vitro model. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*. 2003;285(6):H2599-604. Doi:10.1152/ajpheart.00994.2002

10. Marwick TH. Measurement of strain and strain rate by echocardiography: ready for prime time? *Journal of the American College of Cardiology*. 2006;47(7):1313-27. Doi:10.1016/j.jacc.2005.11.063
11. Salvo GD, Pergola V, Fadel B, et al. Strain Echocardiography and Myocardial Mechanics: From Basics to Clinical Applications. *Journal of cardiovascular echography*. 2015;25(1):1-8. Doi:10.4103/2211-4122.158415
12. Sengupta PP, Tajik AJ, Chandrasekaran K, et al. Twist mechanics of the left ventricle: principles and application. *JACC. Cardiovascular imaging*. 2008;1(3):366-76. Doi:10.1016/j.jcmg.2008.02.006
13. Omar AM, Vallabhajosyula S, Sengupta PP. Left ventricular twist and torsion: research observations and clinical applications. *Circulation. Cardiovascular imaging*. 2015;8(6). Doi:10.1161/circimaging.115.003029
14. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, et al. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation*. 2002;105(4):539-42. Doi:10.1161/hc0402.102975
15. Mada RO, Lysyansky P, Daraban AM, et al. How to define end-diastole and end-systole?: Impact of timing on strain measurements. *JACC. Cardiovascular imaging*. 2015;8(2):148-57. Doi:10.1016/j.jcmg.2014.10.010
16. Aase SA, Torp H, Stoylen A. Aortic valve closure: relation to tissue velocities by Doppler and speckle tracking in normal subjects. *European journal of echocardiography : the journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology*. 2008;9(4):555-9. Doi:10.1093/ejehocard/jen120
17. Perk G, Tunick PA, Kronzon I. Non-Doppler two-dimensional strain imaging by echocardiography--from technical considerations to clinical applications. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2007;20(3):234-43. Doi:10.1016/j.echo.2006.08.023
18. Teske AJ, De Boeck BW, Melman PG, et al. Echocardiographic quantification of myocardial function using tissue deformation imaging, a guide to image acquisition and analysis using tissue Doppler and speckle tracking. *Cardiovascular ultrasound*. 2007;5:27. Doi:10.1186/1476-7120-5-27
19. Amundsen BH, Helle-Valle T, Edvardsen T, et al. Noninvasive myocardial strain measurement by speckle tracking echocardiography: validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006;47(4):789-93. Doi:10.1016/j.jacc.2005.10.040
20. Alharthi MS, Jiamsripong P, Calleja A, et al. Selective echocardiographic analysis of epicardial and endocardial left ventricular rotational mechanics in an animal model of pericardial adhesions. *European journal of echocardiography : the journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology*. 2009;10(3):357-62. Doi:10.1093/ejehocard/jen338
21. Rosner A, Barbosa D, Aarsaether E, et al. The influence of frame rate on two-dimensional speckle-tracking strain measurements: a study on silico-simulated models and images recorded in patients. *European heart journal cardiovascular Imaging*. 2015;16(10):1137-47. Doi:10.1093/ehjci/jev058
22. Teske AJ, De Boeck BW, Olimulder M, et al. Echocardiographic assessment of regional right ventricular function: a head-to-head comparison between 2-dimensional and tissue Doppler-derived strain analysis. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2008;21(3):275-83. Doi:10.1016/j.echo.2007.08.027
23. Bansal M, Kasliwal RR. How do I do it? Speckle-tracking echocardiography. *Indian heart journal*. 2013;65(1):117-23. Doi:10.1016/j.ihj.2012.12.004
24. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popovic ZB, et al. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2013;26(2):185-91. Doi:10.1016/j.echo.2012.10.008
25. Manovel A, Dawson D, Smith B, et al. Assessment of left ventricular function by different speckle-tracking software. *European journal of echocardiography : the journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology*. 2010;11(5):417-21. Doi:10.1093/ejehocard/jep226
26. Takigiku K, Takeuchi M, Izumi C, et al. Normal range of left ventricular 2-dimensional strain: Japanese Ultrasound Speckle Tracking of the Left Ventricle (JUSTICE) study. *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society*. 2012;76(11):2623-32.
27. Buckberg G, Hoffman JI, Mahajan A, et al. Cardiac mechanics revisited: the relationship of cardiac architecture to ventricular function. *Circulation*. 2008;118(24):2571-87. Doi:10.1161/circulationaha.107.754424
28. Crosby J, Amundsen BH, Hergum T, et al. 3-D speckle tracking for assessment of regional left ventricular function. *Ultrasound in medicine & biology*. 2009;35(3):458-71. Doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2008.09.011
29. Yodwut C, Weinert L, Klas B, et al. Effects of frame rate on three-dimensional speckle-tracking-based measurements of myocardial deformation. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2012;25(9):978-85. Doi:10.1016/j.echo.2012.06.001
30. Perez de Isla L, Balcones DV, Fernandez-Golfin C, et al. Three-dimensional-wall motion tracking: a new and faster tool for myocardial strain assessment: comparison with two-dimensional-wall motion tracking. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2009;22(4):325-30. Doi:10.1016/j.echo.2009.01.001
31. Saito K, Okura H, Watanabe N, et al. Comprehensive evaluation of left ventricular strain using speckle tracking echocardiography in normal adults: comparison of three-dimensional and two-dimensional approaches. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2009;22(9):1025-30. Doi:10.1016/j.echo.2009.05.021
32. Amzulescu MS, De Craene M, Langet H, et al. Myo-

- cardial strain imaging: review of general principles, validation, and sources of discrepancies. *European heart journal cardiovascular Imaging*. 2019;20(6):605-19. Doi:10.1093/ehjci/jez041
33. Urbano-Moral JA, Patel AR, Maron MS, et al. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: methodological aspects and clinical potential. *Echocardiography (Mount Kisco, N.Y.)*. 2012;29(8):997-1010. Doi:10.1111/j.1540-8175.2012.01773.x
34. Gayat E, Ahmad H, Weinert L, et al. Reproducibility and inter-vendor variability of left ventricular deformation measurements by three-dimensional speckle-tracking echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2011;24(8):878-85. Doi:10.1016/j.echo.2011.04.016
35. Yuda S, Sato Y, Abe K, et al. Inter-vendor variability of left ventricular volumes and strains determined by three-dimensional speckle tracking echocardiography. *Echocardiography (Mount Kisco, N.Y.)*. 2014;31(5):597-604. Doi:10.1111/echo.12432
36. Badano LP, Cucchini U, Muraru D, et al. Use of three-dimensional speckle tracking to assess left ventricular myocardial mechanics: inter-vendor consistency and reproducibility of strain measurements. *European heart journal cardiovascular Imaging*. 2013;14(3):285-93. Doi:10.1093/ehjci/jes184
37. Dekker DL, Piziali RL, Dong E, Jr. A system for ultrasonically imaging the human heart in three dimensions. *Computers and biomedical research, an international journal*. 1974;7(6):544-53.
38. Vegas A. Three-dimensional transesophageal echocardiography: Principles and clinical applications. *Annals of cardiac anaesthesia*. 2016;19(Supplement):S35-s43. Doi:10.4103/0971-9784.192622
39. Salgo IS. Three-dimensional echocardiographic technology. *Cardiology clinics*. 2007;25(2):231-9. Doi:10.1016/j.ccl.2007.05.002
40. Badano LP. The clinical benefits of adding a third dimension to assess the left ventricle with echocardiography. *Scientifica*. 2014;2014:897431. Doi:10.1155/2014/897431
41. Rong LQ. An update on intraoperative three-dimensional transesophageal echocardiography. *Journal of thoracic disease*. 2017;9(Suppl 4):S271-s82. Doi:10.21037/jtd.2017.03.123
42. Chikwe J, Adams DH, Su KN, et al. Can three-dimensional echocardiography accurately predict complexity of mitral valve repair? *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 2012;41(3):518-24. Doi:10.1093/ejcts/ezr040
43. Vegas A, Meineri M. Core review: three-dimensional transesophageal echocardiography is a major advance for intraoperative clinical management of patients undergoing cardiac surgery: a core review. *Anesthesia and analgesia*. 2010;110(6):1548-73. Doi:10.1213/ANE.0b013e3181d41be7
44. Kumar V, Nanda NC. Is it time to move on from two-dimensional transesophageal to three-dimensional transthoracic echocardiography for assessment of left atrial appendage? Review of existing literature. *Echocardiography (Mount Kisco, N.Y.)*. 2012;29(1):112-6. Doi:10.1111/j.1540-8175.2011.01535.x
45. Le Tourneau T, Pouwels S, Gal B, et al. Assessment of papillary fibroelastomas with live three-dimensional transthoracic echocardiography. *Echocardiography (Mount Kisco, N.Y.)*. 2008;25(5):489-95. Doi:10.1111/j.1540-8175.2008.00631.x
46. Chacko R, Rajkumar ER. Noise reduction of three dimensional echocardiography images using voxel connectivity method. *International Journal of Control Theory and Applications*. 2016;9:159-66.
47. Pierce EL, Rabbah JP, Thiele K, et al. Three-Dimensional Field Optimization Method: Gold-Standard Validation of a Novel Color Doppler Method for Quantifying Mitral Regurgitation. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2016;29(10):917-25. Doi:10.1016/j.echo.2016.05.009
48. Zurcher F, Brugger N, Jähren SE, et al. Quantification of Multiple Mitral Regurgitant Jets: An In Vitro Validation Study Comparing Two- and Three-Dimensional Proximal Isovelocity Surface Area Methods. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2017;30(5):511-21. Doi:10.1016/j.echo.2016.12.012
49. Faletta FF, Ramamurthi A, Dequarti MC, et al. Artifacts in three-dimensional transesophageal echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2014;27(5):453-62. Doi:10.1016/j.echo.2014.02.003
50. Silvestry FE, Cohen MS, Armsby LB, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2015;28(8):910-58. Doi:10.1016/j.echo.2015.05.015
51. Perk G, Lang RM, Garcia-Fernandez MA, et al. Use of real time three-dimensional transesophageal echocardiography in intracardiac catheter based interventions. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2009;22(8):865-82. Doi:10.1016/j.echo.2009.04.031