

1. BÖLÜM

KARDİYOLOJİDE KLİNİK KULLANIMA GİREN YENİ GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Sinem ÖZBAY ÖZYILMAZ¹

GİRİŞ

Elektrokardiyografinin (EKG) geliştirilmesinden bu yana kalbin ve büyük kan damarlarının noninvaziv olarak görüntüleme yöntemlerinin geliştirilmesi, kardiyovasküler tıbbın heyecan verici gelişmelerinden olmuştur. Kardiyak görüntüleme, kardiyovasküler sistemdeki çoğu hastalığın tanı ve tedavisinde diğer testlere tamamlayıcı bir görev üstlenir. Modern kardiyovasküler görüntüleme, ekokardiyografi, bilgisayarlı tomografiden (BT), kardiyakmanyetik rezonans görüntüleme (KMR), pozitron emisyon tomografisi (PET) görüntüleme ve nükleer sintigrafiden oluşur. Çoğunlukla stress testi ile birlikte kullanılan bu çalışmalar, belirli teşhislere yönelik olarak tek başına veya birlikte kullanılabilir. Doğru testin, hastada doğru bir şekilde kullanılması, hastanın tanısında ve takibinde kiritik rol oynar. Bu bölümde, noninvaziv görüntülemede yeni gelişmeleri, görüntüleme yöntemlerinin ilkelerini kardiyovasküler hastalıklar için yararlarını ve bazı dezavantajlarını gözden geçireceğiz.

KARDİYAK BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

Bilgisayarlı tomografi, kesitsel görüntüler oluşturmak için vücuttan geçen x-ışınını kullanan bir yöntemdir. Farklı yoğunluktaki dokulardan geçen x-ışınının farklı oranlarda zayıflatılmasıyla görüntü oluşturulur. BT görüntülerinde, kemik parlak beyaz görünürken, hava siyahtır, kan ve kas grinin farklı tonlarında görüntülenir. Bununla birlikte, kalp odaları ve vasküler yapılar arasındaki sınırlı kontrast nedeniyle, çoğu kardiyovasküler görüntüleme için iyotlu kontrast

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kardiyoloji Uzmanı, İstanbul Aydın Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD
drsinemobzay@gmail.com

SONUÇ

Günümüzde kardiyovasküler görüntüleme, hastalıkların morfolojisinin, patofizyolojisinin ve biyolojisinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine, risk sınıflandırmasına ve tedavisinin kılavuzluğuna yönelik tek modalite temelli görüntüleme, entegre multimodalite yaklaşıma odaklanmıştır. Bu yönüyle teknolojik gelişmeler açısından bir dönüm noktasındadır. Yapısal, fonksiyonel ve moleküler görüntüleme tekniklerinin, hastalık fenotiplerinin izole edilmesine ve hasta merkezli yönetim kararına izin veren invazif olmayan tanı yaklaşımlarına dönüştürülmesine yardımcı olmaktadır. Gelişmiş görüntüleme yöntemleri kalbi etkileyen belirli hücresel ve moleküler düzensizlikleri incelemeye izin verir. Hastalık biyolojisi ve görüntüleme biyobelirteçleri arasındaki ilişki, büyük klinik araştırmalara ihtiyaç duymadan potansiyel terapötik etkinliğe ilişkin ayrıntılı bilgiler sağlayarak ilaç keşfini kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır. Bu yönüyle kardiyovasküler görüntüleme, özellikle kanser tedavisinde kullanılan ilaçların, istenmeyen potansiyel kardiyovasküler etkilerinin saptanmasına ve ölçülmesine izin vererek, ilaç geliştirme programlarının önemli bir bileşeni haline gelmiştir.

KAYNAKLAR

1. Blaha MJ, Budoff MJ, Tota-Maharaj R, et al. Improving the CAC Score by Addition of Regional Measures of Calcium Distribution: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2016;9:1407-1416. doi: 10.1016/j.jcmg.2016.03.001.
2. Budoff MJ, Young R, Burke G, et al. Ten-year association of coronary artery calcium with atherosclerotic cardiovascular disease (ASCVD) events: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Eur Heart J*. 2018;39:2401-2408. doi: 10.1093/eurheartj/ehy217.
3. Abbara S, Blanke P, Maroules CD, et al. SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography: A report of the society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee: Endorsed by the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). *Cardiovasc Comput Tomogr*. 2016;10:435-449. doi: 10.1016/j.jcct.2016.10.002.
4. Chow BJ, Ananthasubramaniam K, Dekemp RA, et al. Comparison of treadmill exercise versus dipyridamole stress with myocardial perfusion imaging using rubidium-82 positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:1227-34. doi: 10.1016/j.jacc.2005.01.016.
5. Grewal J, Majdalany D, Syed I, et al. Three-dimensional echocardiographic assessment of right ventricular volume and function in adult patients with congenital heart disease: comparison with magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010; 23:127-33. doi: 10.1016/j.echo.2009.11.002.
6. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28:1-39. e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
7. Kim RJ, Albert TS, Wible JH, et al. Performance of delayed-enhancement magnetic resonance imaging with gadoversetamide contrast for the detection and assessment of myocardial infarction: an international, multicenter, double-blinded, randomized trial. *Gadover-*

- setamide Myocardial Infarction Imaging Investigators. *Circulation*. 2008;117:629-37. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.723262.
8. Myerson SG, Bellenger NG, and Pennell DJ. Assessment of Left Ventricular Mass by Cardiovascular Magnetic Resonance. *Hypertension*. 2002;39:750-5. doi: 10.1161/hy0302.104674.
 9. Cerqueira MD, Allman KC, Ficaro EP, et al. Recommendations for reducing radiation exposure in myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol*. 2010;709-18. doi: 10.1007/s12350-010-9244-0.
 10. Gerber TC, Carr JJ, Arai AE, et al. Ionizing radiation in cardiac imaging: a science advisory from the American Heart Association Committee on Cardiac Imaging of the Council on Clinical Cardiology and Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention of the Council on Cardiovascular Radiology and Intervention. *Circulation*. 2009;119:1056-65. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.191650.
 11. Zhang B, Liang L, Chen W, et al. An Updated Study to Determine Association between Gadolinium-Based Contrast Agents and Nephrogenic Systemic Fibrosis. *PLoS One*. 2015; 10:e0129720. doi: 10.1371/journal.pone.0129720.
 12. Wertman R, Altun E, Martin DR, et al. Risk of nephrogenic systemic fibrosis: evaluation of gadolinium chelate contrast agents at four American universities. *Radiology*. 2008;248:799-806. doi: 10.1148/radiol.2483072093.
 13. Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A, et al. Stress echocardiography expert consensus statement: European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC). *European Association of Echocardiography Eur J Echocardiogr*. 2008;9:415-37. doi: 10.1093/ejehocard/jen175.
 14. Douglas PS, Garcia MJ, Haines DE, et al. ACCF/AHA/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCM/SCCT/SCMR 2011 Appropriate Use Criteria for Echocardiography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Critical Care Medicine, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Endorsed by the American College of Chest Physicians. American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Critical Care Medicine, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:1126-66. doi: 10.1016/j.jacc.2010.11.002.
 15. Chow BJ, Ananthasubramaniam K, Dekemp RA, et al. Comparison of treadmill exercise versus dipyridamole stress with myocardial perfusion imaging using rubidium-82 positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:1227-34. doi: 10.1016/j.jacc.2005.01.016.
 16. Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, et al. Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT. *N Engl J Med*. 2008;359:2324-36. doi: 10.1056/NEJMoa0806576.
 17. Grundy SM, Stone NJ, Bailey AL, et al. 2018 AHA/ACC/AACVPR/AAPA/ABC/ACPM/ADA/AGS/APHA/ASPC/NLA/PCNA Guideline on the Management of Blood Cholesterol: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73:e285-e350. doi: 10.1016/j.jacc.2018.11.003.
 18. Nagel E, Lehmkuhl HB, Bocksch W, et al. Noninvasive diagnosis of ischemia-induced wall motion abnormalities with the use of high-dose dobutamine stress MRI: comparison with dobutamine stress echocardiography. *Circulation*. 1999;99:763-70. doi: 10.1161/01.cir.99.6.763.
 19. Soriano CJ, Ridocci F, Estornell J, et al. Noninvasive diagnosis of coronary artery disease in patients with heart failure and systolic dysfunction of uncertain etiology, using late gadoli-

- nium-enhanced cardiovascular magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:743-8. doi: 10.1016/j.jacc.2004.11.037.
20. Noetzli LJ, Carson SM, Nord AS, et al. Longitudinal analysis of heart and liver iron in thalassemia major. *Blood.* 2008;112:2973-8. doi: 10.1182/blood-2008-04-148767.
 21. Srichai MB, Junor C, Rodriguez LL, et al. Clinical, imaging, and pathological characteristics of left ventricular thrombus: a comparison of contrast-enhanced magnetic resonance imaging, transthoracic echocardiography, and transesophageal echocardiography with surgical or pathological validation. *Am Heart J.* 2006;152:75-84. doi: 10.1016/j.ahj.2005.08.021.
 22. Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur Heart J.* 2015;36:3075-3128. doi: 10.1093/eurheartj/ehv319.
 23. Moon-Grady AJ, Morris SA, Belfort M, et al. International Fetal Cardiac Intervention Registry. International Fetal Cardiac Intervention Registry: a worldwide collaborative description and preliminary outcomes. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66:388-399. doi: 10.1016/j.jacc.2015.05.037.
 24. Banka P, Schaeztle B, Komarlu R, et al. Cardiovascular magnetic resonance parameters associated with early transplant-free survival in children with small left hearts following conversion from a univentricular to biventricular circulation. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2014;16:73. doi: 10.1186/s12968-014-0073-1.
 25. Valente AM, Cook S, Festa P, et al. Multimodality imaging guidelines for patients with repaired tetralogy of fallot: a report from the American Society of Echocardiography: developed in collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and the Society for Pediatric Radiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2014;27:111-141. doi: 10.1016/j.echo.2013.11.009.
 26. Geva T. Repaired tetralogy of Fallot: the roles of cardiovascular magnetic resonance in evaluating pathophysiology and for pulmonary valve replacement decision support. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2011;13:9. doi: 10.1186/1532-429X-13-9.
 27. Gartner RD, Sutton NJ, Weinstein S, et al. MRI and computed tomography of cardiac and pulmonary complications of tetralogy of fallot in adults. *J Thorac Imaging.* 2010;25:183-190. doi: 10.1097/RTI.0b013e31819d14fe.