

BÖLÜM 27

İNMEDE MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME TEKNİK VE UYGULAMALAR

Aykut İNSAN¹

GİRİŞ

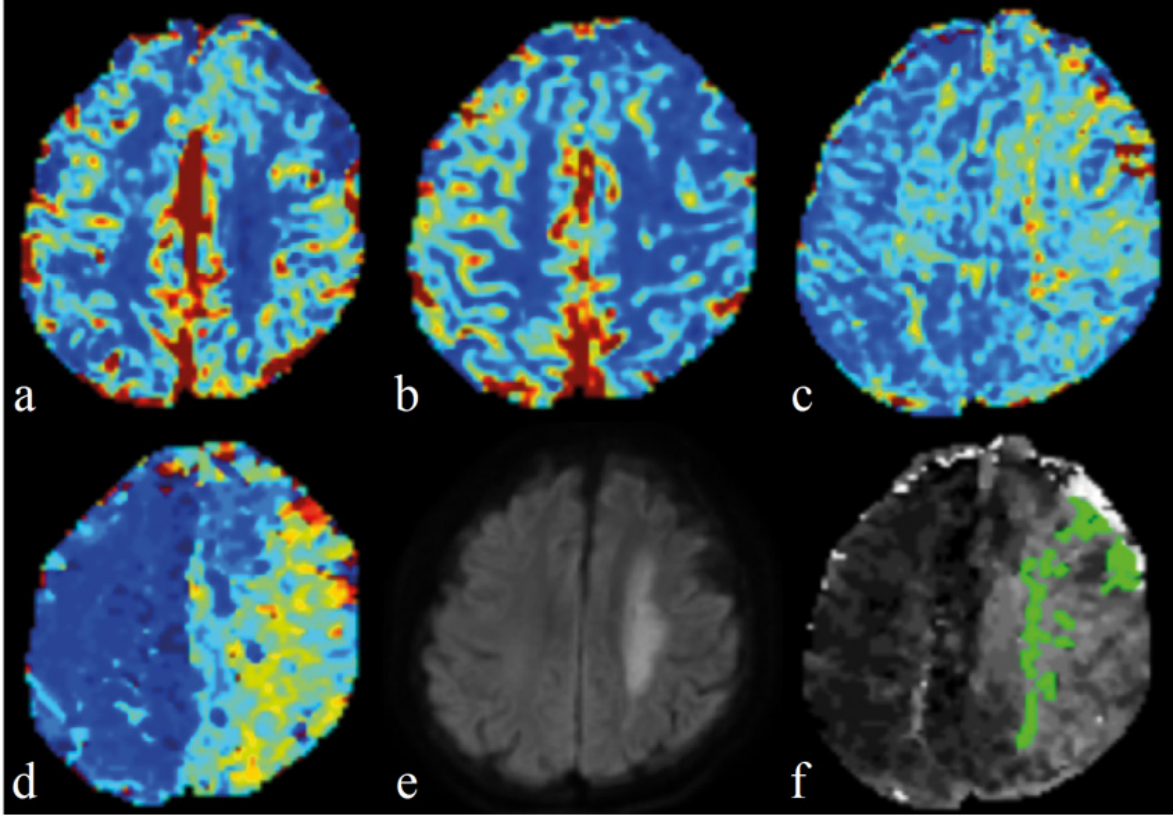
İnme serebrovasküler patolojiler sonucu ortaya çıkan akut gelişen nörolojik fonksiyon bozukluğunu tanımlayan klinik bir durumdur. İnme myokard infarktüsünden sonra morbiditenin en sık nedeni olmasının yanında uzun süreli morbiditenin en sık nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Hipertansiyon, diyabet, sigara kullanımı, hareketsiz yaşam tarzı, kötü beslenme alışkanlıkları ve stres inme sıklığında artışa neden olan risk faktörleridir. İnmenin en yaygın semptomu, genellikle vücudun bir tarafında olmak üzere yüz, kol veya bacakta ani güçsüzlük veya uyuşmadır. Diğer semptomlar konuşma bozukluğu veya konuşmayı anlama güçlüğü, görme bozuklukları, baş dönmesi, bilinç bulanıklığı ve şiddetli baş ağrısını içerir (1).

İnme vakalarının %80'inden fazlası beyne giden kan akımının ani olarak azalması sonucu meydana gelen iskemik hasardan kaynaklanmaktadır. Etiyolojide ise büyük damarlarda meydana gelen ateroskleroz, kardiyojenik, laküner, kriptojenik ve hemodinamik nedenler yer almaktadır. İnme vakalarının geri kalan %20'lik

bölümünü ise intraserebral kanama, spontan subaraknoid kanama ve venöz enfarktlerden kaynaklanmaktadır (2,3).

Serebral kan akımı; inme patofizyolojisinde esas parametre olup klinik semptomlar ve enfarktüsün zamana bağlı gelişimi hakkında faydalı bilgiler sağlamaktadır. Serebral kan akımı dakikada 50-55 ml/ 100 gr dır. Serebral kan akımının 20 ml/ 100 gr / dk altına düşmesi nörolojik disfonksiyona yol açmaktadır. Ancak 10 ml / 100 gr / dk altındaki değerlerde dakikalar içerisinde enfarktüs gelişirken 10-20 ml/ 100 gr/ dk aralığında iskemiyi uğramış alan birkaç saat canlılığını koruyabilmektedir (4). Bu enfarktüs çekirdeğini çevreleyen hipoperfüzyona uğramış iskemik alan potansiyel olarak kurtarılabilir beyin dokusu olup penumbra olarak adlandırılmaktadır. penumbra; vasküler tıkanıklık devam ettiği takdirde, kollateral vasküler akım yokluğunda ve ya tedavi edilmediğinde zamanla enfaktüse dönüşecektir (5,6). Bu nedenle tedavi edilebilecek penumbraya sahip hastalarda enfarktüs alanının sınırlandırılması açısından hızlı ve güvenilir görüntülemeler önemli role sahiptir.

¹ Uzm. Dr., Osmaniye Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği aykutinsan@gmail.com



Resim 18. Sol serebral hemisferde ACA ve MCA sulama alanında akut iskemi alanı izlenmektedir. CBV (a) değerlerinde sol sentrum semiovale düzeyinde azalma izlenirken, diğer alanlarda hafif artış gözlenmektedir. Sol serebral hemisferde; CBF (b) değerleri azalırken, MTT (c) ve TTP (d) değerlerinde artış mevcuttur. Difüzyon (e) ve Perfüzyon (f) haritalarına bakıldığında sentrum semiovalede ki core enfarkt alanı dışında sol serebral hemisferde geniş penumbra alanı mevcuttur.

KAYNAKLAR

1. Kloska SP, Wintermark M, Engelhorn T, Fiebach JB. Acute stroke magnetic resonance imaging: current status and future perspective. *Neuroradiology*. 2010;52(3):189-201. doi:10.1007/s00234-009-0637-1
2. Adams HP Jr, Bendixen BH, Kappelle LJ, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. *Stroke*. 1993;24(1):35-41. doi:10.1161/01.str.24.1.35
3. El-Koussy M, Schroth G, Brekenfeld C, Arnold M. Imaging of acute ischemic stroke. *Eur Neurol*. 2014;72(5-6):309-316. doi:10.1159/000362719
4. González RG. Clinical MRI of acute ischemic stroke. *J Magn Reson Imaging*. 2012;36(2):259-271. doi:10.1002/jmri.23595
5. Astrup J, Siesjö BK, Symon L. Thresholds in cerebral ischemia - the ischemic penumbra. *Stroke*. 1981;12(6):723-725. doi:10.1161/01.str.12.6.723
6. Hakimelahi R, Gonzalez R. The Clinical Ischemic Penumbra. In: Gonzalez R, Hirsch JA, Lev MH, Schaefer PW, Schwamm LH (eds.) *Acute Ischemic Stroke: Imaging and Intervention* 2nd ed. Springer-Verlag; Berlin: 2010. pp. 197-209.
7. Kim BJ, Kang HG, Kim HJ, et al. Magnetic resonance imaging in acute ischemic stroke treatment. *J Stroke*. 2014;16(3):131-145. doi:10.5853/jos.2014.16.3.131
8. Hurford R, Sekhar A, Hughes TAT, Muir KW. Diagnosis and management of acute ischaemic stroke. *Pract Neurol*. 2020;20(4):304-316. doi:10.1136/practneurol-2020-002557
9. Warach S, Gaa J, Siewert B, Wielopolski P, Edelman RR. Acute human stroke studied by whole brain echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Ann Neurol*. 1995;37(2):231-241. doi:10.1002/ana.410370214
10. Kidwell CS, Wintermark M, De Silva DA, et al. Multiparametric MRI and CT models of infarct core and favorable penumbra imaging patterns in acute ischemic stroke. *Stroke*. 2013;44(1):73-79. doi:10.1161/STROKEAHA.112.670034
11. Fiebach JB, Schellinger PD, Gass A, et al. Stroke magnetic resonance imaging is accurate in hyperacute intracerebral hemorrhage: a multicenter study on the validity of stroke imaging. *Stroke*. 2004;35(2):502-

506. doi:10.1161/01.STR.0000114203.75678.88
12. Pooley RA. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: fundamental physics of MR imaging. *Radiographics*. 2005;25(4):1087-1099. doi:10.1148/rg.254055027
 13. Currie S, Hoggard N, Craven IJ, Hadjivassiliou M, Wilkinson ID. Understanding MRI: basic MR physics for physicians. *Postgrad Med J*. 2013;89(1050):209-223. doi:10.1136/postgradmedj-2012-131342
 14. Hagmann P, Jonasson L, Maeder P, Thiran JP, Wedeen VJ, Meuli R. Understanding diffusion MR imaging techniques: from scalar diffusion-weighted imaging to diffusion tensor imaging and beyond. *Radiographics*. 2006;26 Suppl 1:S205-S223. doi:10.1148/rg.26si065510
 15. Karaali, K., Manyetik Rezonans Görüntüleme ve MR Anjiyografi Teknikleri. *Türk Radyoloji Seminerleri*, 2021; pp.227-241. doi: 10.5152/trs.2021.2021-23-30
 16. Qayyum A. Diffusion-weighted imaging in the abdomen and pelvis: concepts and applications. *Radiographics*. 2009;29(6):1797-1810. doi:10.1148/rg.296095521
 17. El Kady RM, Choudhary AK, Tappouni R. Accuracy of apparent diffusion coefficient value measurement on PACS workstation: A comparative analysis. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196(3):W280-W284. doi:10.2214/AJR.10.4706
 18. Moseley ME, Cohen Y, Mintorovitch J, et al. Early detection of regional cerebral ischemia in cats: comparison of diffusion- and T2-weighted MRI and spectroscopy. *Magn Reson Med*. 1990;14(2):330-346. doi:10.1002/mrm.1910140218
 19. Albers GW. Diffusion-weighted MRI for evaluation of acute stroke. *Neurology*. 1998;51(3 Suppl 3):S47-S49. doi:10.1212/wnl.51.3_suppl_3.s47
 20. Grant PE, He J, Halpern EF, et al. Frequency and clinical context of decreased apparent diffusion coefficient reversal in the human brain. *Radiology*. 2001;221(1):43-50. doi:10.1148/radiol.2211001523
 21. Fiehler J, Knudsen K, Kucinski T, et al. Predictors of apparent diffusion coefficient normalization in stroke patients. *Stroke*. 2004;35(2):514-519. doi:10.1161/01.STR.0000114873.28023.C2
 22. Mohr JP, Biller J, Hilal SK, et al. Magnetic resonance versus computed tomographic imaging in acute stroke. *Stroke*. 1995;26(5):807-812. doi:10.1161/01.str.26.5.807
 23. Thomalla G, Rossbach P, Rosenkranz M, et al. Negative fluid-attenuated inversion recovery imaging identifies acute ischemic stroke at 3 hours or less. *Ann Neurol*. 2009;65(6):724-732. doi:10.1002/ana.21651
 24. Essig M, von Kummer R, Egelhof T, Winter R, Sartor K. Vascular MR contrast enhancement in cerebrovascular disease. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1996;17(5):887-894.
 25. Tong KA, Ashwal S, Holshouser BA, et al. Hemorrhagic shearing lesions in children and adolescents with posttraumatic diffuse axonal injury: improved detection and initial results. *Radiology*. 2003;227(2):332-339. doi:10.1148/radiol.2272020176
 26. Jara H, Barish MA. Black-blood MR angiography. Techniques, and clinical applications. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 1999;7(2):303-317.
 27. Felmlee JP, Ehman RL. Spatial presaturation: a method for suppressing flow artifacts and improving depiction of vascular anatomy in MR imaging. *Radiology*. 1987;164(2):559-564. doi:10.1148/radiology.164.2.3602402
 28. Yarnykh VL, Yuan C. Simultaneous outer volume and blood suppression by quadruple inversion-recovery. *Magn Reson Med*. 2006;55(5):1083-1092. doi:10.1002/mrm.20880
 29. Laub GA. Time-of-flight method of MR angiography. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 1995;3(3):391-398.
 30. Kaufman JA, McCarter D, Geller SC, Waltman AC. Two-dimensional time-of-flight MR angiography of the lower extremities: artifacts and pitfalls. *AJR Am J Roentgenol*. 1998;171(1):129-135. doi:10.2214/ajr.171.1.9648776
 31. De Leucio A, De Jesus O. MR Angiogram. [Updated 2022 Jul 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558984/>
 32. Miyazaki M, Lee VS. Nonenhanced MR angiography. *Radiology*. 2008;248(1):20-43. doi:10.1148/radiol.2481071497
 33. Yigit, H., MRG'de Akim Etkileri, Akima Dayali Görüntüleme ve MR Anjiyografi. *Türk Radyoloji Seminerleri*, 2020; 8(2), pp.214-229. doi: 10.5152/trs.2020.869
 34. Hartung MP, Grist TM, François CJ. Magnetic resonance angiography: current status and future directions. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2011;13(1):19. Published 2011 Mar 9. doi:10.1186/1532-429X-13-19
 35. Nägele T, Klose U, Grodd W, Nüsslin F, Voigt K. Nonlinear excitation profiles for three-dimensional inflow MR angiography. *J Magn Reson Imaging*. 1995;5(4):416-420. doi:10.1002/jmri.1880050408
 36. Parker DL, Yuan C, Blatter DD. MR angiography by multiple thin slab 3D acquisition. *Magn Reson Med*. 1991;17(2):434-451. doi:10.1002/mrm.1910170215
 37. Dumoulin CL, Souza SP, Walker MF, Wagle W. Three-dimensional phase contrast angiography. *Magn Reson Med*. 1989;9(1):139-149. doi:10.1002/mrm.1910090117
 38. Ståhlberg F, Søndergaard L, Thomsen C, Henriksen O. Quantification of complex flow using MR phase imaging—a study of parameters influencing the phase/velocity relation. *Magn Reson Imaging*. 1992;10(1):13-23. doi:10.1016/0730-725x(92)90368-a
 39. Srichai MB, Lim RP, Wong S, Lee VS. Cardiovascular applications of phase-contrast MRI. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;192(3):662-675. doi:10.2214/AJR.07.3744
 40. Mohiaddin RH, Wann SL, Underwood R, Firmin DN, Rees S, Longmore DB. Vena caval flow: assessment with cine MR velocity mapping. *Radiology*. 1990;177(2):537-541. doi:10.1148/radiology.177.2.2217797
 41. Lee VS, Spritzer CE, Carroll BA, et al. Flow quanti-

- fication using fast cine phase-contrast MR imaging, conventional cine phase-contrast MR imaging, and Doppler sonography: in vitro and in vivo validation. *AJR Am J Roentgenol.* 1997;169(4):1125-1131. doi:10.2214/ajr.169.4.9308476
42. DeLano MC, DeMarco JK. 3.0 T versus 1.5 T MR angiography of the head and neck. *Neuroimaging Clin N Am.* 2006;16(2):321-xi. doi:10.1016/j.nic.2006.03.002
 43. Runge VM, Kirsch JE, Lee C. Contrast-enhanced MR angiography. *J Magn Reson Imaging.* 1993;3(1):233-239. doi:10.1002/jmri.1880030135
 44. Huang BY, Castillo M. Neurovascular imaging at 1.5 tesla versus 3.0 tesla. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2009;17(1):29-46. doi:10.1016/j.mric.2008.12.005
 45. Klisch J, Strecker R, Hennig J, Schumacher M. Time-resolved projection MRA: clinical application in intracranial vascular malformations. *Neuroradiology.* 2000;42(2):104-107. doi:10.1007/s002340050024
 46. Hennig J, Scheffler K, Laubenberger J, Strecker R. Time-resolved projection angiography after bolus injection of contrast agent. *Magn Reson Med.* 1997;37(3):341-345. doi:10.1002/mrm.1910370306
 47. Petrella JR, Provenzale JM. MR perfusion imaging of the brain: techniques and applications. *AJR Am J Roentgenol.* 2000;175(1):207-219. doi:10.2214/ajr.175.1.1750207
 48. Rosen BR, Belliveau JW, Vevea JM, Brady TJ. Perfusion imaging with NMR contrast agents. *Magn Reson Med.* 1990;14(2):249-265. doi:10.1002/mrm.1910140211
 49. Essig M, Shiroishi MS, Nguyen TB, et al. Perfusion MRI: the five most frequently asked technical questions. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;200(1):24-34. doi:10.2214/AJR.12.9543
 50. Paldino MJ, Barboriak DP. Fundamentals of quantitative dynamic contrast-enhanced MR imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2009;17(2):277-289. doi:10.1016/j.mric.2009.01.007
 51. Srinivasan A, Goyal M, Al Azri F, Lum C. State-of-the-art imaging of acute stroke. *Radiographics.* 2006;26 Suppl 1:S75-S95. doi:10.1148/rg.26si065501
 52. Petcharunpaisan S, Ramalho J, Castillo M. Arterial spin labeling in neuroimaging. *World J Radiol.* 2010;2(10):384-398. doi:10.4329/wjr.v2.i10.384
 53. Heiss WD, Sobesky J, Hesselmann V. Identifying thresholds for penumbra and irreversible tissue damage. *Stroke.* 2004;35(11 Suppl 1):2671-2674. doi:10.1161/01.STR.0000143329.81997.8a
 54. Wintermark M, Maeder P, Thiran JP, Schnyder P, Meuli R. Quantitative assessment of regional cerebral blood flows by perfusion CT studies at low injection rates: a critical review of the underlying theoretical models. *Eur Radiol.* 2001;11(7):1220-1230. doi:10.1007/s003300000707
 55. Mezzapesa DM, Petruzzellis M, Lucivero V, et al. Multimodal MR examination in acute ischemic stroke. *Neuroradiology.* 2006;48(4):238-246. doi:10.1007/s00234-005-0045-0