

Bölüm 25

YENİ TEKNOLOJİLER IŞIĞINDA ONKOLOJİK OLMAYAN İŞLEMLERDE GİRİŞİMSSEL RADYOLOJİ

Ali DABLAN¹

GİRİŞ

Girişimsel radyoloji, tıbbi görüntüleme teknolojisindeki gelişmeler sonucunda hızla gelişen ve önem kazanan radyolojinin tedavi edici bölümüdür. Temelleri 1960'lı yıllara dayanan girişimsel radyolojide, işlemlerin çeşitliliği, karmaşıklığı ve derinliği son yıllarda artmıştır. Teknolojik gelişmeler ışığında daha geniş spektrumdaki hastalıklar minimal invaziv yöntemlerle tedavi edilmeye başlanmıştır (1).

Girişimsel radyolojinin atası olarak kabul edilen Charles Dotter tarafından 1964 yılında ilk ilkel anjioplastinin yapılması ile başlayan gelişim süreci; teknolojideki gelişmeler, yenilikçi fikirler ve teknik becerilerin artması ile güçlü bir ivme kazanmıştır. 1970'li yıllarda balon anjioplasti işlemi tanımlanmış, gastrointestinal sistem kanamalarında embolizasyon tedavisi, transhepatik embolizasyon ve portosistemik şant uygulamaları gibi karmaşık tedavi yöntemleri uygulanmaya başlamıştır. 1985 yılında Palmaz, Gianturco ve Wallstent tarafından kendi isimleriyle anılan dünyaca ünlü stentlerin piyasaya çıkmasıyla 1980'li yıllar stentlerin on yılı olarak anılmıştır (2). Yüzyılın sonunda stent-greftlerin geliştirilmesiyle birlikte aort hastalıklarının tedavisinde devrim yaşanmıştır. 1994'te torasik aort anevrizmalarının ve 1999'da ise aort diseksiyonlarının endovasküler tedavisi tanımlanmıştır (3). Son yıllarda gelişen tümör ablasyon teknikleri, arteryel stent ve stent greftler, prostat ve

¹ Uzm. Dr., İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, alidablan@hotmail.com

Girişimsel Radyolojide Yapay Zeka ve Sanal Gerçeklik

Yapay zeka uygulamaları son yıllarda hızla gelişmekte olup tanısal ve girişimsel radyolojide giderek önem kazanmaya başlamıştır. Son zamanlarda hızla gelişen alanlardan biri de işlem sırasında operatöre hasta ile ilgili gerçek zamanlı bilgi sağlayabilen arttırılmış gerçeklik uygulamalarıdır. Sanal ve arttırılmış gerçeklik uygulamaları ve 3 boyutlu hologram teknolojileri kullanılarak anatomik organ rekonstrüksiyonları oluşturulabilmektedir. Bu teknolojilerin işlem sırasında etkin tedavi için ve işlem öncesinde eğitim amaçlı kullanımları da gündeme gelmektedir. Sanal gerçeklik ve yapay zeka uygulamaları, makine öğrenmesi ile birleştirildiğinde tanı, tedavi ve planlama konusunda daha hızlı ve doğru karar vermesi konusunda radyoloğa yardımcı olabilecektir. Gelecekte bilgisayar algoritmalarının girişimsel ve tanısal radyolojide daha sık kullanımı büyük verilerin algoritmalar aracılığıyla hızla işlenerek kişiye özel etkin tedavi prosedürlerinin ortaya çıkmasına ve geleneksel tedavi yöntemlerinin değişmesine yol açacaktır (57).

SONUÇ

Hayal gücü, yaratıcılık ve minimal invaziv yaklaşım girişimsel radyolojinin temelini oluşturmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi pek çok farklı alanda minimal invaziv tedaviler hızla gelişmekte ve geniş uygulama alanlarına ulaşmaktadır. Gelecek yıllarda teknolojik gelişmeler ışığında yenilikçi, maliyet etkin, cerrahi olmayan, yüksek teknoloji gerektiren, görüntüleme kılavuzluğundaki tanı ve tedavi prosedürlerinin daha da geniş uygulama alanları bulacağı tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Arnold MJ, Keung JJ, McCarragher B. Interventional Radiology: Indications and Best Practices. *Am Fam Physician*. 2019;99(9):547-556.
2. Rösch J, Keller FS, Kaufman JA. The birth, early years, and future of interventional radiology. *J Vasc Interv Radiol*. 2003;14(7):841-853. doi:10.1097/01.rvi.0000083840.97061.5b
3. Midulla M, Pescatori L, Chevallier O, et al. Future of IR: Emerging Techniques, Looking to the Future...and Learning from the Past. *J Belg Soc Radiol*. 2019;103(1):12. Published 2019 Jan 28. doi:10.5334/jbsr.1727
4. Vidal V, Louis G, Bartoli JM, Sielezneff I. Embolization of the hemorrhoidal arteries (the emborrhoid technique): a new concept and challenge for interventional radiology. *Diagn Interv Imaging*. 2014;95(3):307-315. doi:10.1016/j.diii.2014.01.016

5. Berdzi V, Gopalan D, Cleveland TJ. Embolization of a hemorrhoid following 18 hours of life-threatening bleeding. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2008;31(1):183-185. doi:10.1007/s00270-006-0179-4
6. Madoff RD, Fleshman JW; Clinical Practice Committee, American Gastroenterological Association. American Gastroenterological Association technical review on the diagnosis and treatment of hemorrhoids. *Gastroenterology.* 2004;126(5):1463-1473. doi:10.1053/j.gastro.2004.03.008
7. Scheyer M, Antonietti E, Rollinger G, Mall H, Arnold S. Doppler-guided hemorrhoidal artery ligation. *Am J Surg.* 2006;191(1):89-93. doi:10.1016/j.amjsurg.2005.10.007
8. Senagore AJ, Singer M, Abcarian H, et al. A prospective, randomized, controlled multicenter trial comparing stapled hemorrhoidopexy and Ferguson hemorrhoidectomy: perioperative and one-year results [published correction appears in *Dis Colon Rectum.* 2005 Feb;48(2):400] [published correction appears in *Dis Colon Rectum.* 2005 May;48(5):1099]. *Dis Colon Rectum.* 2004;47(11):1824-1836. doi:10.1007/s10350-004-0694-9
9. Racalbuto A, Aliotta I, Corsaro G, Lanteri R, Di Cataldo A, Licata A. Hemorrhoidal stapler prolapsectomy vs. Milligan-Morgan hemorrhoidectomy: a long-term randomized trial. *Int J Colorectal Dis.* 2004;19(3):239-244. doi:10.1007/s00384-003-0547-3
10. Faucheron JL, Gangner Y. Doppler-guided hemorrhoidal artery ligation for the treatment of symptomatic hemorrhoids: early and three-year follow-up results in 100 consecutive patients. *Dis Colon Rectum.* 2008;51(6):945-949. doi:10.1007/s10350-008-9201-z
11. Zakharchenko A, Kaitoukov Y, Vinnik Y, et al. Safety and efficacy of superior rectal artery embolization with particles and metallic coils for the treatment of hemorrhoids (Emborrhoid technique). *Diagn Interv Imaging.* 2016;97(11):1079-1084. doi:10.1016/j.diii.2016.08.002
12. Maiettini D, Graziosi L, Mosca S, Fischer M, Morelli O, Rebonato A. Rectal bleeding due to ectopic variceal bleeding: the “emborrhoid” technique as a bridge to TIPS placement. *Diagn Interv Imaging.* 2018;99(11):765-767. doi:10.1016/j.diii.2018.06.001
13. Venturini M, De Nardi P, Marra P, et al. Embolization of superior rectal arteries for transfusion dependent haemorrhoidal bleeding in severely cardiopathic patients: a new field of application of the “emborrhoid” technique. *Tech Coloproctol.* 2018;22(6):453-455. doi:10.1007/s10151-018-1802-5
14. Arepally A, Barnett BP, Montgomery E, Patel TH. Catheter-directed gastric artery chemical embolization for modulation of systemic ghrelin levels in a porcine model: initial experience. *Radiology.* 2007;244(1):138-143. doi:10.1148/radiol.2441060790
15. Zhong BY, Abiola G, Weiss CR. Bariatric Arterial Embolization for Obesity: A Review of Early Clinical Evidence. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2018;41(11):1639-1647. doi:10.1007/s00270-018-1996-y
16. Syed MI, Morar K, Shaikh A, et al. Gastric Artery Embolization Trial for the Lessening of Appetite Nonsurgically (GET LEAN): Six-Month Preliminary Data. *J Vasc Interv Radiol.* 2016;27(10):1502-1508. doi:10.1016/j.jvir.2016.07.010
17. Weiss CR, Akinwande O, Paudel K, et al. Clinical Safety of Bariatric Arterial Embolization: Preliminary Results of the BEAT Obesity Trial. *Radiology.* 2017;283(2):598-608. doi:10.1148/radiol.2016160914
18. Bai ZB, Qin YL, Deng G, Zhao GF, Zhong BY, Teng GJ. Bariatric Embolization of the Left Gastric Arteries for the Treatment of Obesity: 9-Month Data in 5 Patients. *Obes Surg.* 2018;28(4):907-915. doi:10.1007/s11695-017-2979-9
19. Okuno Y, Matsumura N, Oguro S. Transcatheter arterial embolization using imipenem/cilastatin sodium for tendinopathy and enthesopathy refractory to nonsurgical management. *J Vasc Interv Radiol.* 2013;24(6):787-792. doi:10.1016/j.jvir.2013.02.033

20. Okuno Y, Oguro S, Iwamoto W, Miyamoto T, Ikegami H, Matsumura N. Short-term results of transcatheter arterial embolization for abnormal neovessels in patients with adhesive capsulitis: a pilot study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(9):e199-e206. doi:10.1016/j.jse.2013.12.014
21. Okuno Y, Korchi AM, Shinjo T, Kato S. Transcatheter arterial embolization as a treatment for medial knee pain in patients with mild to moderate osteoarthritis. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2015;38(2):336-343. doi:10.1007/s00270-014-0944-8
22. Iwamoto W, Okuno Y, Matsumura N, Kaneko T, Ikegami H. Transcatheter arterial embolization of abnormal vessels as a treatment for lateral epicondylitis refractory to conservative treatment: a pilot study with a 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(8):1335-1341. doi:10.1016/j.jse.2017.03.026
23. Casadaban LC, Mandell JC, Epelboym Y. Genicular Artery Embolization for Osteoarthritis Related Knee Pain: A Systematic Review and Qualitative Analysis of Clinical Outcomes [published online ahead of print, 2020 Nov 1]. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2020;10.1007/s00270-020-02687-z. doi:10.1007/s00270-020-02687-z
24. Jiang YL, Qian LJ. Transurethral resection of the prostate versus prostatic artery embolization in the treatment of benign prostatic hyperplasia: a meta-analysis. *BMC Urol.* 2019;19(1):11. Published 2019 Jan 28. doi:10.1186/s12894-019-0440-1
25. Carnevale FC, da Motta-Leal-Filho JM, Antunes AA, et al. Quality of life and clinical symptom improvement support prostatic artery embolization for patients with acute urinary retention caused by benign prostatic hyperplasia. *J Vasc Interv Radiol.* 2013;24(4):535-542. doi:10.1016/j.jvir.2012.12.019
26. Bagla S, Martin CP, van Breda A, et al. Early results from a United States trial of prostatic artery embolization in the treatment of benign prostatic hyperplasia. *J Vasc Interv Radiol.* 2014;25(1):47-52. doi:10.1016/j.jvir.2013.09.010
27. Sun F, Crisóstomo V, Báez-Díaz C, Sánchez FM. Prostatic Artery Embolization (PAE) for Symptomatic Benign Prostatic Hyperplasia (BPH): Part 2, Insights into the Technical Rationale. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016;39(2):161-169. doi:10.1007/s00270-015-1238-5
28. Mirakhor A, McWilliams JP. Prostate Artery Embolization for Benign Prostatic Hyperplasia: Current Status. *Can Assoc Radiol J.* 2017;68(1):84-89. doi:10.1016/j.carj.2016.06.003
29. Carnevale FC, Iscaife A, Yoshinaga EM, Moreira AM, Antunes AA, Srougi M. Transurethral Resection of the Prostate (TURP) Versus Original and PerFecTED Prostate Artery Embolization (PAE) Due to Benign Prostatic Hyperplasia (BPH): Preliminary Results of a Single Center, Prospective, Urodynamic-Controlled Analysis. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016;39(1):44-52. doi:10.1007/s00270-015-1202-4
30. Seki N, Naito S. Instrumental treatments for benign prostatic obstruction. *Curr Opin Urol.* 2007;17(1):17-21. doi:10.1097/MOU.0b013e32800ff766
31. Rassweiler J, Teber D, Kuntz R, Hofmann R. Complications of transurethral resection of the prostate (TURP)--incidence, management, and prevention. *Eur Urol.* 2006;50(5):969-980. doi:10.1016/j.eururo.2005.12.042
32. Oelke M, Bachmann A, Descazeaud A, et al. EAU guidelines on the treatment and follow-up of non-neurogenic male lower urinary tract symptoms including benign prostatic obstruction. *Eur Urol.* 2013;64(1):118-140. doi:10.1016/j.eururo.2013.03.004
33. de Assis AM, Moreira AM, de Paula Rodrigues VC, et al. Prostatic artery embolization for treatment of benign prostatic hyperplasia in patients with prostates > 90 g: a prospective single-center study. *J Vasc Interv Radiol.* 2015;26(1):87-93. doi:10.1016/j.jvir.2014.10.012
34. Eldem FG, Peynircioğlu B. Benign Prostat Hiperplazisinde Prostatik Arter Embolizasyonu. *Trd Sem* 2017; 5: 491-504.

35. Ghanaati H, Sanaati M, Shakiba M, et al. Pregnancy and its Outcomes in Patients After Uterine Fibroid Embolization: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2020;43(8):1122-1133. doi:10.1007/s00270-020-02521-6
36. American College of Obstetricians and Gynecologists. ACOG practice bulletin. Alternatives to hysterectomy in the management of leiomyomas. *Obstet Gynecol.* 2008;112(2 Pt 1):387-400. doi:10.1097/AOG.0b013e318183fbab
37. Panagiotopoulou N, Nethra S, Karavolos S, Ahmad G, Karabis A, Burls A. Uterine-sparing minimally invasive interventions in women with uterine fibroids: a systematic review and indirect treatment comparison meta-analysis. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2014;93(9):858-867. doi:10.1111/aogs.12441
38. Ukybassova T, Terzic M, Dotlic J, et al. Evaluation of Uterine Artery Embolization on Myoma Shrinkage: Results from a Large Cohort Analysis. *Gynecol Minim Invasive Ther.* 2019;8(4):165-171. Published 2019 Oct 24. doi:10.4103/GMIT.GMIT_50_19
39. Gupta JK, Sinha A, Lumsden MA, Hickey M. Uterine artery embolization for symptomatic uterine fibroids. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(12):CD005073. Published 2014 Dec 26. doi:10.1002/14651858.CD005073.pub4
40. Talaie R, Young SJ, Shrestha P, Flanagan SM, Rosenberg MS, Goltzarian J. Image-Guided Treatment of Varicoceles: A Brief Literature Review and Technical Note. *Semin Intervent Radiol.* 2016;33(3):240-243. doi:10.1055/s-0036-1586140
41. Halpern J, Mittal S, Pereira K, Bhatia S, Ramasamy R. Percutaneous embolization of varicocele: technique, indications, relative contraindications, and complications. *Asian J Androl.* 2016;18(2):234-238. doi:10.4103/1008-682X.169985
42. Bou Nasr E, Binhazaa M, Almont T, Rischmann P, Soulie M, Huyghe E. Subinguinal microsurgical varicolectomy vs. percutaneous embolization in infertile men: Prospective comparison of reproductive and functional outcomes. *Basic Clin Androl.* 2017;27:11. Published 2017 Jun 8. doi:10.1186/s12610-017-0055-x
43. Flacke S, Schuster M, Kovacs A, et al. Embolization of varicoceles: pretreatment sperm motility predicts later pregnancy in partners of infertile men. *Radiology.* 2008;248(2):540-549. doi:10.1148/radiol.2482071675
44. Granata C, Oddone M, Toma P, Mattioli G. Retrograde percutaneous sclerotherapy of left idiopathic varicocele in children: results and follow-up. *Pediatr Surg Int.* 2008;24(5):583-587. doi:10.1007/s00383-008-2124-x
45. Mallios A, Jennings WC, Boura B, Costanzo A, Bourquelot P, Combes M. Early results of percutaneous arteriovenous fistula creation with the Ellipsys Vascular Access System. *J Vasc Surg.* 2018;68(4):1150-1156. doi:10.1016/j.jvs.2018.01.036
46. Hull JE, Elizondo-Riojas G, Bishop W, Voneida-Reyna YL. Thermal Resistance Anastomosis Device for the Percutaneous Creation of Arteriovenous Fistulae for Hemodialysis. *J Vasc Interv Radiol.* 2017;28(3):380-387. doi:10.1016/j.jvir.2016.10.033
47. Lok CE, Rajan DK, Clement J, et al. Endovascular Proximal Forearm Arteriovenous Fistula for Hemodialysis Access: Results of the Prospective, Multicenter Novel Endovascular Access Trial (NEAT). *Am J Kidney Dis.* 2017;70(4):486-497. doi:10.1053/j.ajkd.2017.03.026
48. Spencer FA, Bates SM, Goldberg RJ, et al. A population-based study of inferior vena cava filters in patients with acute venous thromboembolism. *Arch Intern Med.* 2010;170(16):1456-1462. doi:10.1001/archinternmed.2010.272

49. Ha CP, Rectenwald JE. Inferior Vena Cava Filters: Current Indications, Techniques, and Recommendations. *Surg Clin North Am.* 2018;98(2):293-319. doi:10.1016/j.suc.2017.11.011
50. Steinberger JD, Genshaft SJ. The Role of Inferior Vena Cava Filters in Pulmonary Embolism. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2017;20(3):197-205. doi:10.1053/j.tvir.2017.07.010
51. Elizondo G, Eggers M, Falcon M, et al. First-in-Human Study with Eight Patients Using an Absorbable Vena Cava Filter for the Prevention of Pulmonary Embolism. *J Vasc Interv Radiol.* 2020;31(11):1817-1824. doi:10.1016/j.jvir.2020.07.021
52. Kaye EA, Granlund KL, Morris EA, Maybody M, Solomon SB. Closed-Bore Interventional MRI: Percutaneous Biopsies and Ablations. *AJR Am J Roentgenol.* 2015;205(4):W400-W410. doi:10.2214/AJR.15.14732
53. Godart F, Beregi JP, Nicol L, et al. MR-guided balloon angioplasty of stenosed aorta: in vivo evaluation using near-standard instruments and a passive tracking technique. *J Magn Reson Imaging.* 2000;12(4):639-644. doi:10.1002/1522-2586(200010)12:4<639::aid-jmri18>3.0.co;2-w
54. Le Blanche AF, Rossert J, Wassef M, Lévy B, Bigot JM, Boudghene F. MR-Guided PTA in experimental bilateral rabbit renal artery stenosis and MR angiography follow-up versus histomorphometry. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2000;23(5):368-374. doi:10.1007/s002700010059
55. Spuentrup E, Ruebben A, Schaeffter T, Manning WJ, Günther RW, Buecker A. Magnetic resonance--guided coronary artery stent placement in a swine model. *Circulation.* 2002;105(7):874-879. doi:10.1161/hc0702.104165
56. Schulz T, Tröbs RB, Schneider JP, et al. Pediatric MR-guided interventions. *Eur J Radiol.* 2005;53(1):57-66. doi:10.1016/j.ejrad.2004.07.024
57. Iezzi R, Goldberg SN, Merlino B, Posa A, Valentini V, Manfredi R. Artificial Intelligence in Interventional Radiology: A Literature Review and Future Perspectives. *J Oncol.* 2019;2019:6153041. Published 2019 Nov 3. doi:10.1155/2019/6153041