Güncel Radyoloji Çalışmaları VIII

Editör

Ömer KAYA

Çukurova Üniversitesi

© Copyright 2026

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Yayınevi'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN
978-625-362-276-3

Kitap Adı
Güncel Radyoloji Çalışmaları VIII

Editör
Ömer KAYA
ORCID iD: 0000-0001-7998-0686

Yayın Koordinatörü
Yasin DİLMEN

Sayfa ve Kapak Tasarımı
Akademisyen Dizgi Ünitesi

Yayıncı Sertifika No
47518

Baskı ve Cilt
Vadi Matbaacılık

Bisac Code
MED080000

DOI
10.37609/akya.4392

Kütüphane Kimlik Kartı
Güncel Radyoloji Çalışmaları VIII / ed. Ömer Kaya.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2026.
209 s. : tablo, şekil. ; 160x235 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253622763

UYARI

Bu üründe yer alan bilgiler sadece lisanslı tıbbi çalışanlar için kaynak olarak sunulmuştur. Herhangi bir konuda profesyonel tıbbi danışmanlık veya tıbbi tanı amacıyla kullanılmamalıdır. Akademisyen Kitabevi ve alıcı arasında herhangi bir şekilde doktor-hasta, terapist-hasta ve/veya başka bir sağlık sunum hizmeti ilişkisi oluşturmaz. Bu ürün profesyonel tıbbi kararların eşleniği veya yedeği değildir. Akademisyen Kitabevi ve bağlı şirketleri, yazarları, katılımcıları, partnerleri ve sponsorları ürün bilgilerine dayalı olarak yapılan bütün uygulamalardan doğan, insanlarda ve cihazlarda yaralanma ve/veya hasarlardan sorumlu değildir.

İlaçların veya başka kimyasalların reçete edildiği durumlarda, tavsiye edilen dozunu, ilacın uygulanacak süresi, yöntemi ve kontraendikasyonlarını belirlemek için, okuyucuya üretici tarafından her ilaca dair sunulan güncel ürün bilgisini kontrol etmesi tavsiye edilmektedir. Dozun ve hasta için en uygun tedavinin belirlenmesi, tedavi eden hekimin hastaya dair bilgi ve tecrübelerine dayanak oluşturması, hekimin kendi sorumluluğundadır.

Akademisyen Kitabevi, üçüncü bir taraf tarafından yapılan ürüne dair değişiklikler, tekrar paketlemeler ve özelleştirmelerden sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Yayınevi

Halk Sokak 5 / A Yenişehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖN SÖZ

Akademisyen Yayınevi yöneticileri, yaklaşık 38 yıllık yayın tecrübesini, kendi tüzel kişiliklerine aktararak uzun zamandan beri, ticarî faaliyetlerini sürdürmektedir. Anılan süre içinde, başta sağlık ve sosyal bilimler, kültürel ve sanatsal konular dahil 4000'i aşkın kitabı yayımlamanın gururu içindedir. Uluslararası yayınevi olmanın alt yapısını tamamlayan Akademisyen, Türkçe ve yabancı dillerde yayın yapmanın yanında, küresel bir marka yaratmanın peşindedir.

Bilimsel ve düşünsel çalışmaların kalıcı belgeleri sayılan kitaplar, bilgi kayıt ortamı olarak yüzlerce yılın tanıklarıdır. Matbaanın icadıyla varoluşunu sağlam temellere oturtan kitabın geleceği, her ne kadar yeni buluşların yörüngesine taşınmış olsa da, daha uzun süre hayatımızda yer edineceği muhakkaktır.

Akademisyen Yayınevi, kendi adını taşıyan **"Bilimsel Araştırmalar Kitabı"** serisiyle Türkçe ve İngilizce olarak, uluslararası nitelik ve nicelikte, kitap yayımlama sürecini başlatmış bulunmaktadır. Her yıl Güz ve Bahar aylarında gerçekleşecek olan yayımlama süreci, tematik alt başlıklarla devam edecektir. Bu süreci destekleyen tüm hocalarımıza ve arka planda yer alan herkese teşekkür borçluyuz.

Akademisyen Yayınevi A.Ş.

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1 Radyoloji Yapay Zeka Çalışmalarında Veri Hazırlama Aşamaları 1
Serdar SİPAHİOĞLU
Ali KÖKSAL

Bölüm 2 Klinik Radyolojide Fırsatçı Tarama 25
Mehmet Ali KAPTAN

Bölüm 3 Radyolojide Kontrast Madde Güvenliği: Güncel Yaklaşımlar 53
Ekin Tuna ŞAHİN

Bölüm 4 Karaciğer Görüntülemesinde Radyomiks: Tanı, Prognoz ve Tedavi Yanıtı Değerlendirme 67
Fatih IŞIK

Bölüm 5 9. Tnm Sınıflandırması Döneminde Akciğer Kanseri Evrelemesi: Yenilikler ve Modern Radyolojik Yaklaşımlar 97
Lale DUMAN

Bölüm 6 Covıd-19 Pnömonisinde Pulmoner Vasküler Bulgular ve Vasküler Dilatasyon İşareti: Görüntüleme Özellikleri, Patofizyoloji ve Klinik Önemi . 105
Kenan KADİRLİ

Bölüm 7 Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi Koroner Anjiyografisi İle Koroner Arter Varyasyon ve Anomalilerinin Radyolojik Olarak Değerlendirilmesi 119
Nihat KILIÇASLAN

Bölüm 8 Kontrastlı Mamografide Görüntüleme Protokolleri ve Teknik Standardizasyon 129
Elif Senem ŞAHİN

Bölüm 9 Santral Ven Oklüzyonları: Girişimsel Radyoloji Perspektifinden Tanı ve Tedavi 137
Oğuzhan TÜRKSAYAR

Bölüm 10 Femoropopliteal Arter Darlık ve Kronik Oklüzyonlarının Endovasküler Tedavisi 161
Hasanali DURMAZ
Erdem BİRGİ

Bölüm 11 Endovasküler İntrakraniyal Anevrizma Tedavisi 175
Gökhan KARATAŞ

YAZARLAR

Doç. Dr. Erdem BİRGİ
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği

Lale DUMAN

Doç. Dr. Hasanali DURMAZ
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Bilkent Şehir Hastanesi, Radyoloji Kliniği

Uzm. Dr. Fatih IŞIK
Erzurum Şehir Hastanesi, Radyoloji Bölümü

Uzm. Dr. Kenan KADİRLİ
Denizli Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği

Uzm. Dr. Mehmet Ali KAPTAN
Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KARATAŞ
Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji AD

Uzm. Dr. Nihat KILIÇASLAN
Mehmet Akif İnan EAH, Radyoloji Kliniği

Doç. Dr. Ali KÖKSAL
Radyoloji uzmanı, Acıbadem Ankara Bayındır Hastanesi, Radyoloji Bölümü, Öğretim Üyesi, Atılım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Radyoloji AD

Uzm. Dr. Serdar SİPAHİOĞLU
Ankara Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Bölümü, Öğretim Üyesi, Medipol Üniversitesi Ankara Tıp Fakültesi, Radyoloji AD

Uzm. Dr. Elif Senem ŞAHİN
Kahta Devlet Hastanesi Radyoloji Bölümü

Uzm. Dr. Ekin Tuna ŞAHİN
Kahta Devlet Hastanesi Radyoloji Kliniği

Uzm. Dr. Oğuzhan TÜRKSAYAR
Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Girişimsel Radyoloji Kliniği

Bölüm 1

RADYOLOJİ YAPAY ZEKA ÇALIŞMALARINDA VERİ HAZIRLAMA AŞAMALARI

Serdar SİPAHİOĞLU[1]
Ali KÖKSAL[2]

GİRİŞ

Yapay zeka terimi, bilgisayar bilimlerinin bağımsız bir disiplin olarak kabul edildiği 1956 yılındaki Dartmouth Konferansı'nda John McCarthy tarafından literatüre kazandırılmıştır (1,2). En geniş tanımıyla yapay zeka, normal şartlarda insan bilişsel yeteneklerini ve zekasını gerektiren karmaşık görevleri yerine getirebilen matematiksel tabanlı bilgisayar algoritmalarını ifade eder (1,3). Tıbbın tamamen dijital ve görüntü tabanlı bir branşı olan radyoloji, doğası gereği bilgisayarlı görünün klinik uygulamaları için tarihteki en erken ve en elverişli test sahası olmuştur (4).

Bu alandaki en vizyoner ve etkili öngörülerden biri, 1970 yılında William B. Schwartz tarafından kaleme alınan klasik bir makalede ortaya konmuştur. Schwartz, bilgisayarların sadece hesaplama yapan makineler değil, hekimlerin klinik karar alma süreçlerini destekleyen entelektüel araçlar olarak sağlık sistemini yeniden şekillendireceğini; bu dönüşümün hekimlerin geleneksel rollerini temelden değiştireceğini ve tıp eğitimini kökten dönüştüreceğini ileri sürmüştür (5). Takip eden on yıllarda, 1970'lerde enfeksiyon hastalıklarının teşhisi için geliştirilen MYCIN gibi kural tabanlı uzman sistemler ve 1980'lerde ivme kazanan karar ağaçları ile yapay sinir ağları, sağlık hizmetlerinde veri odaklı tahmin ve örüntü tanıma döneminin ilk somut adımları olmuştur (2).

[1] Uzm. Dr., Ankara Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Bölümü, Öğretim Üyesi, Medipol Üniversitesi Ankara Tıp Fakültesi, Radyoloji AD, serdar415@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5074-5620

[2] Doç. Dr., Radyoloji uzmanı, Acıbadem Ankara Bayındır Hastanesi, Radyoloji Bölümü, Öğretim Üyesi, Atılım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Radyoloji AD, koksala72@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4539-8636

DOI: 10.37609/akya.4392.c20835

tabakalı örnekleme stratejilerinin dışlanması ve dezavantajlı azınlık gruplarının ihmal edilmesi, yapay zekanın tıp etiğine aykırı bir şekilde var olan toplumsal ve sistemik sağlık eşitsizliklerini otomatize etmesine ve dijitalleştirerek derinleştirmesine yol açar.

4. Ekonomik ve bilimsel verimlilik: Kesit bazlı bölme gibi hatalı stratejilerle üretilen şişirilmiş performans metrikleri, küresel Ar-Ge kaynaklarının boşa harcanmasına, tıp literatüründe ulaşılamaz sahte benchmarkların oluşmasına ve yapay zeka alanının bilimsel kredibilitesinin zedelenmesine neden olur.

Sonuç olarak; radyolojide yapay zekanın laboratuvar sınırlarını aşarak hastanın yatak başına, yani "koddan kliniğe" güvenle geçebilmesi için veri hazırlığı aşaması salt teknik bir veri mühendisliği adımı değil; hasta güvenliğini, klinik doğruluğu ve tıbbi adaleti garanti altına alan birincil etik ve bilimsel sorumluluktur. Her ne kadar ön işleme, harmonizasyon ve etiketleme gibi basamaklar dışarıdan bakıldığında bilgisayar bilimlerinin alanına giriyor gibi görünse de, algoritmaya sunulan verinin tıbbi geçerliliğinden ve "Referans Standart" kalitesinden nihai olarak radyoloji uzmanı sorumludur. Bu nedenle, radyologların model geliştirme süreçlerinin arkasındaki bu metodolojik mekanizmalara hakim olması klinik bir zorunluluktur. Yakın gelecekte yapay zekanın radyoloji uzmanlarının yerini tamamen alması olası görünmemektedir. Ancak Dr. Curtis Langlotz'un literatürde ikonikleşen sözüyle vurguladığı üzere: *"Yapay zeka radyologların yerini almayacaktır, ancak yapay zeka kullanan radyologlar, kullanmayanların yerini alacaktır."* Bu kaçınılmaz dönüşümde, yapay zekayı bir tehdit değil, güçlü bir klinik asistan olarak iş akışlarına entegre edebilen hekimler, geleceğin radyoloji pratiğine yön verecektir (29).

KAYNAKLAR

1. Diaz O, Kushibar K, Osuala R, Linardos A, Garrucho L, Igual L, et al. Data preparation for artificial intelligence in medical imaging: A comprehensive guide to open-access platforms and tools. Phys Med. 2021;83:25–37. doi:10.1016/j.ejmp.2021.02.007
2. Najjar R. Redefining Radiology: A Review of Artificial Intelligence Integration in Medical Imaging. Diagnostics. 2023;13(17):2760. doi:10.3390/diagnostics13172760
3. Willemink MJ, Koszek WA, Hardell C, Wu J, Fleischmann D, Harvey H, et al. Preparing Medical Imaging Data for Machine Learning. Radiology. 2020;295(1):4–15. doi:10.1148/radiol.2020192224
4. Kelly BS, Judge C, Bollard SM, Clifford SM, Healy GM, Aziz A, et al. Radiology artificial intelligence: a systematic review and evaluation of methods (RAISE). Eur Radiol. 2022;32(11):7998–8007. doi:10.1007/s00330-022-08784-6
5. Langlotz CP. The Future of AI and Informatics in Radiology: 10 Predictions. Radiology. 2023;309(1):e231114. doi:10.1148/radiol.231114
6. Obuchowicz R, Lasek J, Wodziński M, Piórkowski A, Strzelecki M, Nurzynska K. Artificial Intelligence-Empowered Radiology—Current Status and Critical Review. Diagnostics.

2025;15(3):282. doi:10.3390/diagnostics15030282
7. Kohli M, Prevedello LM, Filice RW, Geis JR. Implementing Machine Learning in Radiology Practice and Research. Am J Roentgenol. 2017;208(4):754–60. doi:10.2214/AJR.16.17224
8. Galbusera F, Cina A. Image annotation and curation in radiology: an overview for machine learning practitioners. Eur Radiol Exp. 2024;8(1):11. doi:10.1186/s41747-023-00408-y
9. Kulkarni V, Gawali M, Kharat A. Key Technology Considerations in Developing and Deploying Machine Learning Models in Clinical Radiology Practice. JMIR Med Inform. 2021;9(9):e28776. doi:10.2196/28776
10. Gichoya JW, Thomas K, Celi LA, Safdar N, Banerjee I, Banja JD, et al. AI pitfalls and what not to do: mitigating bias in AI. Br J Radiol. 2023;96(1150):20230023. doi:10.1259/bjr.20230023
11. Rockall AG, Shelmerdine SC, Chen M. AI and ML in radiology: Making progress. Clin Radiol. 2023;78(2):81–2. doi:10.1016/j.crad.2022.10.010
12. Masoudi S, Harmon SA, Mehralivand S, Walker SM, Raviprakash H, Bagci U, et al. Quick guide on radiology image pre-processing for deep learning applications in prostate cancer research. J Med Imaging. 2021;8(01). doi:10.1117/1.JMI.8.1.010901
13. Rouzrokh P, Khosravi B, Faghani S, Moassefi M, Vera Garcia DV, Singh Y, et al. Mitigating Bias in Radiology Machine Learning: 1. Data Handling. Radiol Artif Intell. 2022;4(5):e210290. doi:10.1148/ryai.210290
14. Tejani AS, Klontzas ME, Gatti AA, Mongan JT, Moy L, Park SH, et al. Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): 2024 Update. Radiol Artif Intell. 2024;6(4):e240300. doi:10.1148/ryai.240300
15. Banerjee I, Bhattacharjee K, Burns JL, Trivedi H, Purkayastha S, Seyyed-Kalantari L, et al. "Shortcuts" Causing Bias in Radiology Artificial Intelligence: Causes, Evaluation, and Mitigation. J Am Coll Radiol. 2023;20(9):842–51. doi:10.1016/j.jacr.2023.06.025
16. Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, Finet J, Fillion-Robin JC, Pujol S, et al. 3D Slicer as an image computing platform for the Quantitative Imaging Network. Magn Reson Imaging. 2012;30(9):1323–41. doi:10.1016/j.mri.2012.05.001
17. Candemir S, Nguyen XV, Folio LR, Prevedello LM. Training Strategies for Radiology Deep Learning Models in Data-limited Scenarios. Radiol Artif Intell. 2021;3(6):e210014. doi:10.1148/ryai.2021210014
18. Nakaura T, Higaki T, Awai K, Ikeda O, Yamashita Y. A primer for understanding radiology articles about machine learning and deep learning. Diagn Interv Imaging. 2020;101(12):765–70. doi:10.1016/j.diii.2020.10.001
19. Tejani AS, Retson TA, Moy L, Cook TS. Detecting Common Sources of AI Bias: Questions to Ask When Procuring an AI Solution. Radiology. 2023;307(3):e230580. doi:10.1148/radiol.230580
20. Tampu IE, Eklund A, Haj-Hosseini N. Inflation of test accuracy due to data leakage in deep learning-based classification of OCT images. Sci Data. 2022;9(1):580. doi:10.1038/s41597-022-01618-6
21. Wang L. Breast Ultrasound AI Under Dataset Shift: A Patient-Leakage-Aware Benchmark. Diagnostics. 2026;16(10):1537. doi:10.3390/diagnostics16101537
22. Varoquaux G, Cheplygina V. Machine learning for medical imaging: methodological failures and recommendations for the future. Npj Digit Med. 2022;5(1):48. doi:10.1038/s41746-022-00592-y
23. Chae A, Yao MS, Sagreiya H, Goldberg AD, Chatterjee N, MacLean MT, et al. Strategies for Implementing Machine Learning Algorithms in the Clinical Practice of Radiology. Radiology. 2024;310(1):e223170. doi:10.1148/radiol.223170
24. Sounderajah V, Guni A, Liu X, Collins GS, Karthikesalingam A, Markar SR, et al. The STARD-AI reporting guideline for diagnostic accuracy studies using artificial intelligence. Nat Med. 2025;31(10):3283–9. doi:10.1038/s41591-025-03953-8
25. Guo B, Lu D, Szumel G, Gui R, Wang T, Konz N, et al. The Impact of Scanner Domain Shift

on Deep Learning Performance in Medical Imaging: an Experimental Study [Internet]. arXiv; 2024 [cited 2026 Jun 18]. Available from: http://arxiv.org/abs/2409.04368 doi:10.48550/arXiv.2409.04368

26. Collins GS, Moons KGM, Dhiman P, Riley RD, Beam AL, Van Calster B, et al. TRIPOD+AI statement: updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. BMJ. 2024;385:e078378. doi:10.1136/bmj-2023-078378
27. Nikolic B. Racial Bias Exacerbated through AI: An Example Using Chest Radiograph Models. Radiology. 2023;309(2):e232666. doi:10.1148/radiol.232666
28. Kompa B, Snoek J, Beam AL. Second opinion needed: communicating uncertainty in medical machine learning. Npj Digit Med. 2021;4(1):4. doi:10.1038/s41746-020-00367-3
29. Langlotz CP. Will Artificial Intelligence Replace Radiologists? Radiol Artif Intell. 2019;1(3):e190058. doi:10.1148/ryai.2019190058

Bölüm 2

KLİNİK RADYOLOJİDE FIRSATÇI TARAMA

Mehmet Ali KAPTAN[1]

GİRİŞ

Radyolojik incelemeler belirli bir klinik soruya yönelik gerçekleştirilse de elde edilen görüntüler, çoğu zaman bu amacın ötesinde ek bilgiler içerir. Örneğin, abdomen BT; kas ve yağ dağılımı, vertebra kemik yoğunluğu, aortik kalsifikasyon ve hepatik yağlanma gibi birçok parametreyi eşzamanlı olarak ortaya koyabilir. Bu veriler ek radyasyon, zaman veya maliyet gerektirmeden elde edilmesine rağmen, klinik potansiyelleri çoğu zaman yeterince değerlendirilememektedir (1,2).

Fırsatçı tarama, rutin klinik değerlendirmede kullanılmayan mevcut görüntüleme verilerinin, tetkikin primer endikasyonundan bağımsız olarak, önceden tanımlanmış kriter ve eşik değerler doğrultusunda sistematik biçimde analiz edilmesini ifade eder. Bu yaklaşım, rastlantısal bulguların saptanmasından öte, uygun görüntüleme verilerinden standartlaştırılmış yöntemlerle ek biyobelirteçlerin elde edilmesini amaçlar (1).

Fırsatçı tarama, rastlantısal bulgu yaklaşımından farklı olarak, mevcut görüntüleme verilerinin sistematik biçimde analiz edilerek asemptomatik hastalıkların erken saptanmasını amaçlar. Kardiyovasküler hastalık, osteoporoz, metabolik sendrom ve sarkopeni gibi önemli morbidite ve mortalite nedenlerinin erken belirlenmesi, bu yaklaşımın potansiyel klinik yararının temelini oluşturmaktadır (1,2).

Fırsatçı taramaya yönelik ilginin artmasında, BT'nin nesnel ve tekrarlanabilir kantitatif ölçümler sunması, BT kullanımının yaygınlaşması ve yapay zekâ tabanlı otomatik analiz yöntemlerindeki gelişmeler etkili olmuştur. Bu teknolojik ilerlemeler, değer temelli bakım yaklaşımlarıyla birlikte fırsatçı taramanın klinik uygulanabilirliğini güçlendirmiştir (1).

[1] Uzm. Dr., Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği, mealikaptan@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-3482-8581

DOI: 10.37609/akya.4392.c20836

SONUÇ

Fırsatçı tarama, mevcut görüntüleme verisinden ek görüntüleme veya radyasyon gerektirmeden daha fazla klinik bilgi üretme yaklaşımıdır. Özellikle kemik mineral yoğunluğu ve koroner arter kalsiyumu (KAK) alanlarında kanıtlar giderek güçlenmiş; L1 trabeküler yoğunluk ve KAK raporlaması ilgili rehber ve uzlaşı belgelerinde yer bulmuştur (3,8). Otomatik BT biyobelirteçlerinin bazı durumlarda geleneksel risk skorlarından daha güçlü öngörü sağlayabilmesi, fırsatçı taramanın yalnızca ek bilgi değil, klinik açıdan daha değerli bilgi üretebileceğini düşündürmektedir (2,4,16,23).

Bununla birlikte, uygulama kanıtların gerisindedir. KAK raporlama oranlarındaki geniş değişkenlik, temel sorunun teknolojiden çok iş akışı, eğitim ve standardizasyon olduğunu göstermektedir (7). Yaygın uygulama için otomatik ve iş akışına entegre sistemlere, uygun normatif verilere, standart raporlama yaklaşımlarına, açık sorumluluk paylaşımına, düzenleyici ve geri ödeme mekanizmalarına ve gerçek klinik sonlanımları değerlendiren ileriye dönük çalışmalara ihtiyaç vardır (1,3,7).

Bu engellerin aşılması, fırsatçı taramadan elde edilen deneyimin bağımsız BT tarama programlarının geliştirilmesine zemin hazırlamasını sağlayabilir (1,2). Böylece radyoloji, yalnızca mevcut hastalığı saptayan değil, hastalık riskini erken belirleyerek koruyucu sağlık hizmetlerine katkı sağlayan daha aktif bir konuma ilerleyebilir.

KAYNAKLAR

1. Pickhardt PJ, Summers RM, Garrett JW, et al. Opportunistic screening: Radiology Scientific Expert Panel. Radiology. 2023;307(5): e222044. doi:10.1148/radiol.222044
2. Pickhardt PJ. Value-added opportunistic CT screening: state of the art. Radiology. 2022;303(2): 241-254. doi:10.1148/radiol.211561
3. Thuere KL, Mantz L, Sultana S, et al. Opportunistic screening on chest CT, from the AJR Special Series on Screening. American Journal of Roentgenology. 2026;226(4): e2533069. doi:10.2214/AJR.25.33069
4. Pickhardt PJ, Graffy PM, Perez AA, et al. Opportunistic screening at abdominal CT: use of automated body composition biomarkers for added cardiometabolic value. RadioGraphics. 2021;41(2): 524-42. doi:10.1148/rg.2021200056
5. Boutin RD, Lenchik L. Value-added opportunistic CT: insights into osteoporosis and sarcopenia. American Journal of Roentgenology. 2020;215(3): 582-94. doi:10.2214/AJR.20.22874
6. Bartenschlager S, Cavallaro A, Pogarell T, et al. Opportunistic screening with CT: comparison of phantomless BMD calibration methods. Journal of Bone and Mineral Research. 2023;38(11): 1689-99. doi:10.1002/jbmr.4917
7. Patel R, Williams MC. Coronary artery calcium score: emerging role for opportunistic screening on thoracic CT and novel applications. British Journal of Radiology. 2026; tqag094. doi:10.1093/bjr/tqag094

8. Hecht HS, Cronin P, Blaha MJ, et al. 2016 SCCT/STR guidelines for coronary artery calcium scoring of noncontrast noncardiac chest CT scans: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society of Thoracic Radiology. Journal of Cardiovascular Computed Tomography. 2017;11(1): 74-84. doi:10.1016/j.jcct.2016.11.003
9. Engelke K, Chaudry O, Bartenschlager S. Opportunistic screening techniques for analysis of CT scans. Current Osteoporosis Reports. 2023;21(1): 65-76. doi:10.1007/s11914-022-00764-5
10. Jang S, Graffy PM, Ziemlewicz TJ, et al. Opportunistic osteoporosis screening at routine abdominal and thoracic CT: normative L1 trabecular attenuation values in more than 20 000 adults. Radiology. 2019;291(2): 360-7. doi:10.1148/radiol.2019181648
11. Pickhardt PJ, Pooler BD, Lauder T, et al. Opportunistic screening for osteoporosis using abdominal computed tomography scans obtained for other indications. Annals of Internal Medicine. 2013;158(8): 588-95. doi:10.7326/0003-4819-158-8-201304160-00003
12. Ye H. Artificial intelligence combined with computed tomography or X-ray radiography: potential solution for opportunistic screening for osteoporosis. European Journal of Radiology Artificial Intelligence. 2025;3: 100036. doi:10.1016/j.ejrai.2025.100036
13. Naghavi M, De Oliveira I, Mao SS, et al. Opportunistic AI-enabled automated bone mineral density measurements in lung cancer screening and coronary calcium scoring CT scans are equivalent. European Journal of Radiology Open. 2023;10: 100492. doi:10.1016/j.ejro.2023.100492
14. Tuzun S, Eskiyurt N, Akarirmak U, et al. Incidence of hip fracture and prevalence of osteoporosis in Turkey: the FRACTURK study. Osteoporosis International. 2012;23(3): 949-55. doi:10.1007/s00198-011-1655-5
15. Ziemlewicz TJ, Binkley N, Lubner MG, et al. Opportunistic osteoporosis screening: addition of quantitative CT bone mineral density evaluation to CT colonography. Journal of the American College of Radiology. 2015;12(10): 1036-41. doi:10.1016/j.jacr.2015.04.018
16. Löffler MT, Jacob A, Scharr A, et al. Automatic opportunistic osteoporosis screening in routine CT: improved prediction of patients with prevalent vertebral fractures compared to DXA. European Radiology. 2021;31: 6069-77. doi:10.1007/s00330-020-07655-2
17. Kim YR, Yoon YS, Cha JG. Opportunistic screening for acute vertebral fractures on a routine abdominal or chest computed tomography scans using an automated deep learning model. Diagnostics. 2024;14(7): 781. doi:10.3390/diagnostics14070781
18. Lin X, Shen R, Zheng X, et al. Utilizing radiomics techniques to isolate a single vertebral body from chest CT for opportunistic osteoporosis screening. BMC Musculoskeletal Disorders. 2024;25(1): 785. doi:10.1186/s12891-024-07903-2
19. Chandran M, Reginster JY, Kim MY, et al. Clinical and economic impact of deep learning-enhanced opportunistic osteoporosis screening using chest radiographs with and without the osteoporosis self-assessment tool for Asians (OSTA). Osteoporosis International. 2026;37: 717-26. doi:10.1007/s00198-026-07858-1
20. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age and Ageing. 2019;48(1): 16-31. doi:10.1093/ageing/afy169
21. Canan A, Ghandour AAH, Saboo SS, et al. Opportunistic screening at chest computed tomography: literature review of cardiovascular significance of incidental findings. Cardiovascular Diagnosis and Therapy. 2023;13(4): 743-61. doi:10.21037/cdt-23-79
22. Pickhardt PJ, Graffy PM, Zea R, et al. Utilizing fully automated abdominal CT-based biomarkers for opportunistic screening for metabolic syndrome in adults without symptoms. American Journal of Roentgenology. 2021;216(1): 85-93. doi:10.2214/AJR.20.23049
23. Pickhardt PJ, Graffy PM, Zea R, et al. Automated CT biomarkers for opportunistic prediction of future cardiovascular events and mortality in an asymptomatic screening population: a retrospective cohort study. The Lancet Digital Health. 2020;2(4): e192-e200. doi:10.1016/S2589-7500(20)30025-X
24. Yeh BM. Considerations for opportunistic screening for diffuse liver disease at routine abdominal CT. RadioGraphics. 2025;45(1): e240235. doi:10.1148/rg.240235

25. Zeleznik R, Foldyna B, Eslami P, et al. Deep convolutional neural networks to predict cardiovascular risk from computed tomography. Nature Communications. 2021;12(1): 715. doi:10.1038/s41467-021-20966-2
26. Tong A, Magudia K. One step forward in opportunistic screening for body composition. Radiology. 2023;307(5): e231003. doi:10.1148/radiol.231003
27. Allen B, Agarwal S, Coombs L, et al. 2020 ACR Data Science Institute Artificial Intelligence Survey. Journal of the American College of Radiology. 2021;18(8): 1153-9. doi:10.1016/j.jacr.2021.04.002
28. Sandhu AT, Rodriguez F, Ngo S, et al. Incidental coronary artery calcium: opportunistic screening of previous nongated chest computed tomography scans to improve statin rates (NOTIFY-1 project). Circulation. 2023;147(9): 703-714. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.122.062746

Bölüm 3

RADYOLOJİDE KONTRAST MADDE GÜVENLİĞİ: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Ekin Tuna ŞAHİN[1]

1. GİRİŞ

İyotlu ve gadolinyum bazlı kontrast maddeler ile ultrasonografide kullanılan kontrast ajanları, günümüz tanısal ve girişimsel radyolojinin vazgeçilmez bileşenleridir. İyotlu kontrast maddeler dünya çapında çok yaygın kullanılmaktadır (1). Kontrast maddelerin klinik kullanımı onlarca yıllık bir geçmişe sahip olmasına karşın, güvenlik profilleri son beş-altı yıl içinde köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Geçmişte kabul edilen birçok risk algısı, daha büyük örnekleme sahip kohort çalışmaları ve çok merkezli, multidisipliner çalışma gruplarının ürettiği güncel kanıtlar ışığında yeniden gözden geçirilmiştir.

Bu bölümün amacı, 2020-2026 döneminde yayımlanan güncel kılavuzlar ve çalışmalar temel alınarak, radyolojide kontrast madde güvenliğine ilişkin güncel yaklaşımları derlemektir. Bu kapsamda güncel Amerikan Radyoloji Koleji (ACR) ve Avrupa Ürogenital Radyoloji Derneği (ESUR) kılavuzları başta olmak üzere, 2025-2026 döneminde yayımlanan bildiriler de kaynak olarak kullanılmıştır.

Bölümde sırasıyla; kontrast maddelerin temel sınıflamasını, hipersensitivite reaksiyonlarının güncel yönetimini, iyotlu kontrast maddelerde güvenliği, gadolinyum bazlı ajanlarda güncel güvenlik yaklaşımlarını, ekstravazasyon yönetimini, özel hasta gruplarını, tiroid fonksiyonuna etkisini, ultrason kontrast ajanlarının güvenliğini ve ardışık iyotlu kontrast uygulamalarında güvenli zaman aralıklarını ele almaktadır.

2. KONTRAST MADDELERİN TEMEL SINIFLAMASI

Radyolojide kullanılan kontrast maddeler üç ana grupta incelenebilir: iyotlu kontrast maddeler (bilgisayarlı tomografi ve anjiyografide kullanılan, suda

[1] Uzm. Dr., Kahta Devlet Hastanesi Radyoloji Kliniği, ekintuna3@gmail.com,
ORCID iD: 0009-0006-7954-3404

DOI: 10.37609/akya.4392.c20837

Tablo 3. Radyolojide kontrast madde güvenliğinde geleneksel ve güncel yaklaşımların karşılaştırılması.

Konu	Geleneksel Yaklaşım	Güncel Yaklaşım (2023-2026)
Hafif reaksiyon öyküsü	Rutin kortikosteroid + antihistaminik premedikasyonu	Premedikasyon önerilmez; mümkünse ajan değiştirilir (3,4)
Renal risk değerlendirmesi	Çok geniş hasta grubunda rutin kreatinin ölçümü	Risk faktörlerine dayalı, hedefli renal fonksiyon değerlendirmesi (7)
Profilaktik hidrasyon	Geniş "yüksek riskli" gruplarda rutin uygulama	AKI veya eGFR<30 olan seçilmiş olgularla sınırlı, bireyselleştirilmiş (9,10)
GBKM ve NSF riski	Tüm GBKM'lerde belirgin NSF korkusu	Grup II ajanlarla risk son derece düşük düzeyde (11,12)
Ekstravazasyon yönetimi	Hacme dayalı rutin cerrahi konsültasyon eşiği	Klinik ciddiyete dayalı bireyselleştirilmiş yaklaşım (17,18)
Emzirme	Kontrast sonrası 24 saat emzirmeye ara verilmesi	Emzirmeye ara verilmesi gerekmez (19)

Bu gelişmeler, radyoloji kliniklerinin protokollerini güncel kanıtlar doğrultusunda gözden geçirmesi gerektiğine açıkça işaret etmektedir. Sonuç olarak, kontrast madde güvenliği alanındaki güncel yaklaşım; "her hastaya aynı protokol" anlayışından, kanıta dayalı, bireyselleştirilmiş ve gereksiz müdahaleden kaçınan bir modele doğru hızla evrilmektedir. Radyologların, ACR ve ESUR gibi uluslararası kuruluşların yayımladığı güncellemeleri düzenli olarak takip etmesi ve kurumsal kontrast madde protokollerini bu doğrultuda revize etmesi, güvenli, etkin ve kaliteli bir görüntüleme hizmeti sunumu açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. American College of Radiology (ACR). ACR Manual on Contrast Media. Reston, VA: American College of Radiology; updated 2025. Accessed September 6, 2026.
2. van der Molen AJ, van de Ven AAJM, Vega F, Dekkers IA, Geenen RWF, Bellin MF, et al. Hypersensitivity Reactions to Contrast Media: Part 1. Management of Immediate and Non-immediate Hypersensitivity Reactions in Adults. Updated Guidelines by the ESUR Contrast Media Safety Committee. Eur Radiol. 2025;35(11):6798-810. doi:10.1007/s00330-025-11675-1.
3. Wang C, Ramsey A, Lang D, Copaescu AM, Krishnan P, Kuruvilla M, et al. Management and Prevention of Hypersensitivity Reactions to Radiocontrast Media: A Consensus Statement From the American College of Radiology and the American Academy of Allergy, Asthma & Immunology. Radiology. 2025;315(2):e240100. doi:10.1148/radiol.240100.

4. Byrne A, Macdonald DB, Kirkpatrick IDC, Pham M, Green CR, Copaescu AM, McInnes MDF, Ling L, Ellis A, Costa AF. CAR/CSACI Practice Guidance for Contrast Media Hypersensitivity. Can Assoc Radiol J. 2025;76(3):400-16. doi:10.1177/08465371241311253.
5. van der Molen AJ, van de Ven AAJM, Vega F, Dekkers IA, et al. Hypersensitivity Reactions to Contrast Media: Part 2. Prevention of Recurrent Hypersensitivity Reactions in Adults. Updated Guidelines by the ESUR Contrast Media Safety Committee. Eur Radiol. 2025;35(11):6811-25. doi:10.1007/s00330-025-11676-0.
6. McDonald JS, McDonald RJ. Risk of Acute Kidney Injury Following IV Iodinated Contrast Media Exposure: 2023 Update, From the AJR Special Series on Contrast Media. AJR Am J Roentgenol. 2024;223(1):e2330037.
7. Davenport MS, Perazella MA, Yee J, Dillman JR, Fine D, McDonald RJ, et al. Use of Intravenous Iodinated Contrast Media in Patients with Kidney Disease: Consensus Statements from the American College of Radiology and the National Kidney Foundation. Radiology. 2020;294(3):660-668.
8. McDonald RJ, McDonald JS. Iodinated Contrast and Nephropathy: Does It Exist and What Is the Actual Evidence? Radiol Clin North Am. 2024;62(6):959-69.
9. Nijssen EC, Rennenberg RJ, Nelemans PJ, Essers BAB, Janssen MMJ, Vermeeren MAJ, et al. Prophylactic Hydration to Protect Renal Function from Intravascular Iodinated Contrast Material in Patients at High Risk of Contrast-Induced Nephropathy (AMACING): A Prospective, Randomised, Phase 3, Controlled, Open-Label, Non-Inferiority Trial. Lancet. 2017;389(10076):1312-22.
10. Macdonald DB, Hurrell CD, Costa AF, McInnes MDF, O'Malley M, Barrett B, et al. Canadian Association of Radiologists Guidance on Contrast-Associated Acute Kidney Injury. Can J Kidney Health Dis. 2022;9:20543581221097455.
11. Mallepally A, Kidd JM, Grizzard JD, Syed HJ, Chetla N, Carucci LR, et al. Nephrogenic Systemic Fibrosis in Patients with Advanced Renal Dysfunction Following Gadolinium-based Contrast Agents. Radiology. 2025;317(3):e251794.
12. Starekova J, Pirasteh A, Reeder SB. Update on Gadolinium-Based Contrast Agent Safety, From the AJR Special Series on Contrast Media. AJR Am J Roentgenol. 2024;223(3):e2330036.
13. U.S. Food and Drug Administration (FDA). FDA Drug Safety Communication: FDA Warns That Gadolinium-Based Contrast Agents (GBCAs) Are Retained in the Body; Requires New Class Warnings. Silver Spring (MD): FDA; 2017 (updated 2018).
14. Loevner LA, Kolumban B, Hutóczki G, Dziadziuszko K, Bereczki D, Bago A, et al. Efficacy and Safety of Gadopiclenol for Contrast-Enhanced MRI of the Central Nervous System: The PICTURE Randomized Clinical Trial. Invest Radiol. 2023;58(5):307-13. doi:10.1097/RLI.0000000000000944.
15. Kuhl C, Csőszi T, Piskorski W, Miszalski T, Lee JM, Otto PM. Efficacy and Safety of Half-Dose Gadopiclenol versus Full-Dose Gadobutrol for Contrast-enhanced Body MRI. Radiology. 2023;308(1):e222612. doi:10.1148/radiol.222612.
16. Ouyang M, Bao L. Gadolinium Contrast Agent Deposition in Children. J Magn Reson Imaging. 2025;61(1):70-82. doi:10.1002/jmri.29389.
17. Roditi G, Khan N, van der Molen AJ, Bellin MF, Bertolotto M, Brismar T, et al. Intravenous Contrast Medium Extravasation: Systematic Review and Updated ESUR Contrast Media Safety Committee Guidelines. Eur Radiol. 2022;32(5):3056-66.
18. European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Contrast Media Safety Committee. ESUR Guidelines on Contrast Agents, v. 2025. Available from: https://www.esur.org/esur-guidelines-2025/. Accessed September 6, 2026.
19. Bookwalter CA, McDonald RJ, Packard AT, Little JT, McDonald JS, Watson RE. Contrast Media in Pregnant and Lactating Patients, From the AJR Special Series on Contrast Media. AJR Am J Roentgenol. 2025;224(4):e2431415. doi:10.2214/AJR.24.31415.

20. Bednarczuk T, Brix TH, Schima W, Zettinig G, Kahaly GJ. 2021 European Thyroid Association Guidelines for the Management of Iodine-Based Contrast Media-Induced Thyroid Dysfunction. Eur Thyroid J. 2021;10(4):269-84. doi:10.1159/000517175.
21. Dillman JR, Forbes-Amrhein MM, Wang CL, Asch D, Cavallo J, Ellis JH, et al. ACR Statement on Use of Iodinated Contrast Material for Medical Imaging in Young Children and Need for Thyroid Monitoring. J Am Coll Radiol. 2022;19(7):849-53. doi:10.1016/j.jacr.2022.05.014.
22. Van der Molen AJ, Dekkers IA, Geenen RWF, Bellin MF, Bertolotto M, Brismar TB, et al. Waiting Times Between Examinations with Intravascularly Administered Contrast Media: A Review of Contrast Media Pharmacokinetics and Updated ESUR Contrast Media Safety Committee Guidelines. Eur Radiol. 2024;34(4):2512-23. doi:10.1007/s00330-023-10085-5.

Bölüm 4

KARACİĞER GÖRÜNTÜLEMESİNDE RADYOMİKS: TANI, PROGNOZ VE TEDAVİ YANITI DEĞERLENDİRME

Fatih IŞIK[1]

GİRİŞ

Karaciğer kanseri küresel ölçekte önemli bir mortalite nedenidir. 2020 yılı için yaklaşık 906 bin yeni primer karaciğer kanseri olgusu ve 830 bin ölüm tahmin edilmiş; mevcut demografik eğilimlerin sürmesi durumunda olgu yükünün 2040'a doğru belirgin biçimde artacağı öngörülmüştür (1). Buna kronik viral hepatit, alkol ilişkili karaciğer hastalığı ve giderek artan MASLD/MASH yükü eklendiğinde, karaciğer görüntüleme yalnızca lezyon saptamaya değil; diffüz parankimal hastalık, portal hipertansiyon, onkolojik evreleme, tedavi seçimi ve longitudinal izlem gibi birbirinden farklı klinik problemlere de hizmet etmektedir.

Konvansiyonel radyolojik yorum güçlü klinik değere sahip olmakla birlikte, görüntülerdeki bilginin yalnızca sınırlı bir bölümünü gözle değerlendirilebilir kategorilere indirger. Boyut, kontrastlanma, kapsül, vasküler invazyon veya difüzyon kısıtlılığı gibi semantik özellikler değerlidir; ancak tümör içi voksel dağılımlarının karmaşık uzamsal yapısını tam olarak temsil etmez. Gillies ve arkadaşlarının "görüntüler yalnızca resim değil, veridir" paradigması radyomiksin temelini oluşturmuştur (2). Radyomiks, bir ROI/VOI içindeki sinyal veya dansite dağılımını birinci derece, şekil ve doku özelliklerine dönüştürür; Lambin ve arkadaşları ise bu yaklaşımı tıbbi görüntüleme ile kişiselleştirilmiş tıp arasında olası bir köprü olarak çerçevelemiştir (3).

Bununla birlikte bu paradigma önemli bir ayrımı gerektirir. Bir radyomiks özelliği biyolojik mekanizmanın kendisi değil, görüntüden türetilen matematiksel bir ölçümdür. Örneğin entropinin artması heterojeniteyle ilişkili olabilir; ancak bu bulgu tek başına hipoksi, nekroz, klonal çeşitlilik veya immün infiltrasyon anlamına

[1] Uzm. Dr., Erzurum Şehir Hastanesi, Radyoloji Bölümü, drfatih.isik@icloud.com, ORCID iD: 0009-0009-0554-2064

DOI: 10.37609/akya.4392.c20838

Karaciğer görüntülemesinde en olası gelecek; tanı → karakterizasyon → prognoz tahmini → tedavi seçimi → yanıt değerlendirmesi → hassas tıp zincirinin görüntüleme, klinik veri, laboratuvar, patoloji ve moleküler biyolojiyle bütünleştiği çok modlu sistemlerdir. Radyomiks bu sistemlerde ortadan kalkmayacak; aksine daha standardize, otomatik ve biyolojik olarak doğrulanmış biçimde temel veri katmanlarından biri hâline gelecektir.

KAYNAKLAR

1. Rumgay H, Arnold M, Ferlay J, et al. Global burden of primary liver cancer in 2020 and predictions to 2040. Journal of Hepatology. 2022;77(6): 1598–606. doi:10.1016/j.jhep.2022.08.021
2. Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: Images are more than pictures, they are data. Radiology. 2016;278(2): 563–77. doi:10.1148/radiol.2015151169
3. Lambin P, Leijenaar RTH, Deist TM, et al. Radiomics: the bridge between medical imaging and personalized medicine. Nature Reviews Clinical Oncology. 2017;14(12): 749–62. doi:10.1038/nrclinonc.2017.141
4. Bera K, Braman N, Gupta A, et al. Predicting cancer outcomes with radiomics and artificial intelligence in radiology. Nature Reviews Clinical Oncology. 2022;19(2): 132–46. doi:10.1038/s41571-021-00560-7
5. Zwanenburg A, Vallières M, Abdalah MA, et al. The Image Biomarker Standardization Initiative: standardized quantitative radiomics for high-throughput image-based phenotyping. Radiology. 2020;295(2): 328–38. doi:10.1148/radiol.2020191145
6. Orlhac F, Lecler A, Savatovski J, et al. How can we combat multicenter variability in MR radiomics? Validation of a correction procedure. European Radiology. 2021;31(4): 2272–80. doi:10.1007/s00330-020-07284-9
7. Park HJ, Lee SS, Park B, et al. Radiomics analysis of gadoxetic acid–enhanced MRI for staging liver fibrosis. Radiology. 2019;290(2): 380–387. doi:10.1148/radiol.2018181197
8. van Griethuysen JJM, Fedorov A, Parmar C, et al. Computational radiomics system to decode the radiographic phenotype. Cancer Research. 2017;77(21): e104–e107. doi:10.1158/0008-5472.CAN-17-0339
9. Liu R, Xie Y, Yue L, et al. Preoperative MRI intratumoral heterogeneity radiomics for microvascular invasion and recurrence-free survival in HCC. Liver International. 2026;46(8). doi:10.1111/liv.70818
10. Ji GW, Zhang YD, Zhang H, et al. Biliary tract cancer at CT: a radiomics-based model to predict lymph node metastasis and survival outcomes. Radiology. 2019;290(1): 90–8. doi:10.1148/radiol.2018181408
11. Long S, Li M, Chen J, et al. Transfer learning radiomic model predicts intratumoral tertiary lymphoid structures in hepatocellular carcinoma: a multicenter study. Journal for ImmunoTherapy of Cancer. 2025;13(3): e011126. doi:10.1136/jitc-2024-011126
12. Whybra P, Zwanenburg A, Andrearczyk V, et al. The Image Biomarker Standardization Initiative: standardized convolutional filters for reproducible radiomics and enhanced clinical insights. Radiology. 2024;310(2). doi:10.1148/radiol.231319
13. Efthimiou O, Seo M, Chalkou K, et al. Developing clinical prediction models: a step-by-step guide. BMJ. 2024;386: e078276. doi:10.1136/bmj-2023-078276
14. Collins GS, Moons KGM, Dhiman P, et al. TRIPOD+AI statement: updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. BMJ. 2024;385: e078378. doi:10.1136/bmj-2023-078378
15. Tejani AS, Klontzas ME, Gatti AA, et al. Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): 2024 update. Radiology: Artificial Intelligence. 2024;6(4). doi:10.1148/ryai.240300

16. Wang XM, Zhang XJ. Role of radiomics in staging liver fibrosis: a meta-analysis. BMC Medical Imaging. 2024;24(1): 87. doi:10.1186/s12880-024-01272-x
17. Sin C, Watzenboeck ML, Iofinova E, et al. Radiomics-based assessment of portal hypertension severity and risk stratification of cirrhotic patients using routine CT scans. Liver International. 2026;46(5). doi:10.1111/liv.70633
18. Han X, Shan L, Xu R, et al. Assessing MRI-based artificial intelligence models for preoperative prediction of microvascular invasion in hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis. Academic Radiology. 2025;32(11): 6463–77. doi:10.1016/j.acra.2025.06.030
19. Ammirabile A, Levi R, Boldrini L, et al. MRI-based radiomics predicts the pathologic response of colorectal liver metastases to systemic therapy: a multicenter study. European Journal of Radiology. 2025;191: 112325. doi:10.1016/j.ejrad.2025.112325
20. Cho EEL, Law M, Yu Z, et al. Artificial intelligence and machine learning predicting transarterial chemoembolization outcomes: a systematic review. Digestive Diseases and Sciences. 2025;70(2): 533–42. doi:10.1007/s10620-024-08747-5
21. Mirza-Aghazadeh-Attari M, Srinivas T, Kamireddy A, et al. Radiomics features extracted from pre- and postprocedural imaging in early prediction of treatment response in patients undergoing transarterial radioembolization of hepatic lesions: a systematic review, meta-analysis, and quality appraisal study. Journal of the American College of Radiology. 2024;21(5): 740–51. doi:10.1016/j.jacr.2023.12.029
22. Vithayathil M, Koku D, Campani C, et al. Machine learning based radiomic models outperform clinical biomarkers in predicting outcomes after immunotherapy for hepatocellular carcinoma. Journal of Hepatology. 2025;83(4): 959–70. doi:10.1016/j.jhep.2025.04.017
23. Luo J, Xin H, Wang Y, et al. Multiphase MRI-derived delta radiomics integrated with clinical features for survival prediction in hepatocellular carcinoma after thermal ablation. European Journal of Radiology. 2025;192: 112368. doi:10.1016/j.ejrad.2025.112368
24. Wang J, Tang S, Mao Y, et al. Radiomics analysis of contrast-enhanced CT for staging liver fibrosis: an update for image biomarker. Hepatology International. 2022;16(3): 627–39. doi:10.1007/s12072-022-10326-7
25. Lu X, Zhou H, Wang K, et al. Comparing radiomics models with different inputs for accurate diagnosis of significant fibrosis in chronic liver disease. European Radiology. 2021;31(11): 8743–54. doi:10.1007/s00330-021-07934-6
26. Wang K, Lu X, Zhou H, et al. Deep learning radiomics of shear wave elastography significantly improved diagnostic performance for assessing liver fibrosis in chronic hepatitis B: a prospective multicentre study. Gut. 2019;68(4): 729–41. doi:10.1136/gutjnl-2018-316204
27. Liu F, Ning Z, Liu Y, et al. Development and validation of a radiomics signature for clinically significant portal hypertension in cirrhosis (CHESS1701): a prospective multicenter study. EBioMedicine. 2018;36: 151–8. doi:10.1016/j.ebiom.2018.09.023
28. Sim KC, Kim MJ, Cho Y, et al. Radiomics analysis of magnetic resonance proton density fat fraction for the diagnosis of hepatic steatosis in patients with suspected non-alcoholic fatty liver disease. Journal of Korean Medical Science. 2022;37(49). doi:10.3346/jkms.2022.37.e339
29. Dzyubak B, Li J, Chen J, et al. Automated analysis of multiparametric magnetic resonance imaging/magnetic resonance elastography exams for prediction of nonalcoholic steatohepatitis. Journal of Magnetic Resonance Imaging. 2021;54(1): 122–31. doi:10.1002/jmri.27549
30. Harding-Theobald E, Louissaint J, Maraj B, et al. Systematic review: radiomics for the diagnosis and prognosis of hepatocellular carcinoma. Alimentary Pharmacology & Therapeutics. 2021;54(7): 890–901. doi:10.1111/apt.16563
31. Xu X, Zhang HL, Liu QP, et al. Radiomic analysis of contrast-enhanced CT predicts microvascular invasion and outcome in hepatocellular carcinoma. Journal of Hepatology. 2019;70(6): 1133–44. doi:10.1016/j.jhep.2019.02.023

32. Ji GW, Zhu FP, Xu Q, et al. Radiomic features at contrast-enhanced CT predict recurrence in early stage hepatocellular carcinoma: a multi-institutional study. Radiology. 2020;294(3): 568–79. doi:10.1148/radiol.2020191470
33. Jin J, Jiang Y, Zhao YL, et al. Radiomics-based machine learning to predict the recurrence of hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis. Academic Radiology. 2024;31(2): 467–79. doi:10.1016/j.acra.2023.09.008
34. Liu N, Wu Y, Tao Y, et al. Differentiation of hepatocellular carcinoma from intrahepatic cholangiocarcinoma through MRI radiomics. Cancers. 2023;15(22): 5373. doi:10.3390/cancers15225373
35. Ji GW, Zhu FP, Zhang YD, et al. A radiomics approach to predict lymph node metastasis and clinical outcome of intrahepatic cholangiocarcinoma. European Radiology. 2019;29(7): 3725–35. doi:10.1007/s00330-019-06142-7
36. Paschali M, Chen Z, Blankemeier L, et al. Foundation models in radiology: what, how, why, and why not. Radiology. 2025;314(2). doi:10.1148/radiol.240597

Bölüm 5

9. TNM SINIFLANDIRMASI DÖNEMİNDE AKCİĞER KANSERİ EVRELEMESİ: YENİLİKLER VE MODERN RADYOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Lale DUMAN[1]

GİRİŞ

Akciğer kanseri, dünya genelinde kansere bağlı mortalitenin önde gelen nedeni olarak kabul edilmekte ve önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir (1). Doğru hastalık evrelemesi; terapötik stratejileri doğrudan belirlemesi, hasta stratifikasyonunu (tabakalandırılmasını) sağlaması ve prognostik tahminlerde bulunulmasına imkan tanıması nedeniyle klinik onkolojinin temel taşını oluşturmaktadır (1). Uluslararası Akciğer Kanseri Araştırmaları Derneği (IASLC), hızla gelişen tanısal modaliteler ve hedefe yönelik tedaviler karşısında evreleme metodolojilerinin klinik geçerliliğini korumak amacıyla Tümör, Lenf Nodu, Metastaz (TNM) sınıflandırma sistemini periyodik olarak güncellemektedir (1). 1 Ocak 2025 tarihinde resmi olarak yürürlüğe giren TNM sınıflandırmasının 9. baskısı, kapsamlı küresel veri tabanı analizlerinin bir sonucudur (1). IASLC evreleme projesi, anatomik tanımlayıcıları ve sağkalım öngörülerini optimize etmek amacıyla rekürsif bölümleme (recursive partitioning) gibi gelişmiş yapay zeka/makine öğrenimi tekniklerini kullanarak 2011-2019 yılları arasında 25 ülkeden 124.581 hastaya ait verileri bir araya getirmiştir (1).

PRİMER TÜMÖR (T) DEĞERLENDİRMESİ VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

IASLC veri tabanı üzerinde yürütülen kapsamlı sağkalım analizleri, 8. baskıdaki primer tümör (T) tanımlayıcılarının hasta prognozunu doğru bir şekilde tabakalandırdığını göstermiştir; bu nedenle 9. baskıda T kategorisinde yapısal bir değişikliğe gidilmemiştir (1). T kategorileri, T1'den (en fazla 3 cm olan tümörler [≤3 cm]) T4'e (7 cm'den büyük olan tümörler [>7 cm] veya mediasteni, kalbi,

[1] ünvan: xxxxxxxxxx, kurum: xxxxxxxxxxxxx, laleemin@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-4987-9581

DOI: 10.37609/akya.4392.c20839

ve 0.89) karşı 0.93 sensitivite ve 0.90 spesifite ile benzer derecede yüksek bir performans göstermiştir (6). Mediastinal lenf nodlarında FDG-PET'in (genellikle granülomatöz inflamasyon veya sarkoid benzeri reaksiyonlardan kaynaklanan) yüksek yanlış pozitiflik oranlarının üstesinden gelmek için Yapay Zeka (YZ), evreleme iş akışlarına aktif olarak entegre edilmektedir.

Konvolüsyonel sinir ağlarını (örneğin DenseNet121) kullanan Derin Öğrenme Radyomiği (DLR) çerçeveleri, PET/BT verilerinden doğrudan yüksek verimli görüntü özellikleri çıkarmak üzere geliştirilmiştir (7). Çalışmalar; Yapay Sinir Ağları (YSA/ANN) ve Extra Trees (ET) gibi modellerin, benign reaktif nodüller ile malign metastazları 0.865'e varan bir Eğri Altındaki Alan (AUC) değeri ve %80'in üzerinde bir doğrulukla ayırt edebildiğini göstermektedir (7). Bu YZ mimarileri, lenf nodlarının uzun-kısa eksen (L/S) oranlarını ve bilateral hilar tutulum paternlerini analiz ederek, N2a ile N2b kategorizasyonlarını netleştiren invaziv olmayan "sanal biyopsiler" olarak görev yapmaktadır (7). Node-RADS gibi standartlaştırılmış leksikonlar da gözlemciler arası varyasyonu (farklılığı) azaltmada destekleyici bir rol oynamaktadır (8).

SONUÇ

Akciğer kanseri için TNM sınıflandırmasının 9. baskısı, hassas onkolojiye (precision oncology) doğru anıtsal bir dönüşümü temsil etmektedir. Sistem; N2 kategorisini tek ya da çoklu anatomik istasyonlara (N2a/N2b) göre alt gruplara ayırarak ve M1c kategorisini etkilenen organ sistemi sayısına (M1c1/M1c2) göre bölerek, benzeri görülmemiş bir prognostik doğruluk elde etmektedir. Subsolid lezyonlar için Fleischner Society kriterleri gibi gelişmiş kılavuzların entegrasyonu, hibrit PET/MR sistemlerinin ortaya çıkan gücü ve Derin Öğrenme Radyomiği ile birleştiğinde; klinisyenlerin dünya genelindeki hastalar için son derece kişiselleştirilmiş ve agresif terapötik müdahaleler formüle edebilmelerini sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Asamura H, Nishimura KK, Giroux DJ, et al. IASLC Lung Cancer Staging Project: A new database to inform revisions in the ninth edition of the TNM classification of lung cancer. Journal of Thoracic Oncology. 2023;18(5): 564–75. doi:10.1016/j.jtho.2023.01.088
2. Kuhtić I, Mandić Paulić T, Kovačević L, et al. Clinical TNM lung cancer staging: A diagnostic algorithm with a pictorial review. Diagnostics. 2025;15(7): 908. doi:10.3390/diagnostics15070908
3. Argentieri G, Valsecchi C, Petrella F, et al. Implementation of the 9th TNM Classification of Malignant Tumors for lung cancer: Practical insights for radiologists. European Radiology. 2025;35(7): 4395–402. doi:10.1007/s00330-024-11345-8

4. Kifjak D, Mura R, Khenkina N, et al. Something old, something new—Introduction to the ninth edition of the TNM classification of lung cancer. British Journal of Radiology. 2025;98(1174): 1543–55. doi:10.1093/bjr/tqaf161
5. Constantinescu A, Căprariu RN, Stoicescu ER, et al. From TNM 8 to TNM 9: Stage migration and histology-specific patterns in lung cancer. Cancers. 2025;17(20): 3290. doi:10.3390/cancers17203290
6. Yu D, Chen C. [18F]FDG PET/CT versus [18F]FDG PET/MRI in the staging of non-small cell lung cancer: A head-to-head comparative meta-analysis. Frontiers in Medicine. 2025;11: 1517805. doi:10.3389/fmed.2024.1517805
7. Duan F, Zu H, Zhang R, et al. Deep learning radiomics and 18F-FDG PET/CT imaging: Mediastinal lymph node characteristics as predictors of metastasis in non-small cell lung cancer. Translational Lung Cancer Research. 2025;14(10): 4301–14. doi:10.21037/tlcr-2025-650
8. Elsholtz FHJ, Asbach P, Haas M, et al. Introducing the Node Reporting and Data System 1.0 (Node-RADS): A concept for the standardized assessment of lymph nodes in cancer. European Radiology. 2021;31: 6116–24.

Bölüm 6

COVID-19 PNÖMONİSİNDE PULMONER VASKÜLER BULGULAR VE VASKÜLER DİLATASYON İŞARETİ: GÖRÜNTÜLEME ÖZELLİKLERİ, PATOFİZYOLOJİ VE KLİNİK ÖNEMİ*

Kenan KADİRLİ[1]

1. GİRİŞ

COVID-19 pnömonisinin toraks bilgisayarlı tomografi (BT) bulguları pandeminin erken dönemlerinden itibaren ayrıntılı biçimde tanımlanmıştır. En sık bildirilen parankimal paternler bilateral ve periferik ağırlıklı buzlu cam opasiteleri ile bunlara eşlik edebilen konsolidasyonlardır. Bununla birlikte, toraks BT'nin COVID-19'daki rolü hastalığın klinik şiddeti, test öncesi olasılık ve kaynakların kullanılabilirliği gibi faktörlere bağlı olup görüntüleme bulguları tek başına SARS-CoV-2 enfeksiyonu tanısı için yeterli kabul edilmemektedir (1,2).

Parankimal değişikliklerin yanı sıra, COVID-19 pnömonisinde pulmoner vasküler yapılara ilişkin dikkat çekici görüntüleme bulguları da erken dönemde bildirilmiştir. Caruso ve arkadaşlarının prospektif serisinde, pulmoner opasiteler içerisinde 3 mm'den geniş subsegmental damarlar hastaların %89'unda saptanmış ve bu bulgu COVID-19 pnömonisinin sık görülen BT özelliklerinden biri olarak tanımlanmıştır (3). Daha sonraki yayınlarda benzer morfolojik değişiklikler *vascular enlargement*, *vascular dilatation* ve ilişkili terimlerle ele alınmıştır (4,5). Bu bölümde, literatürde yaygın biçimde kullanılan *vascular enlargement sign* karşılığı olarak vasküler dilatasyon işareti (VES) terimi kullanılacaktır.

VES'in bildirilen sıklığı ve klinik anlamı çalışmalar arasında farklılık göstermektedir. Bu değişkenlikte hasta popülasyonlarının yanı sıra VES'in

* Bu kitap bölümü, "COVID-19 Hastalarında Toraks BT'de Tanımlanan Vasküler Dilatasyon İşaretinin Hematolojik ve Biyokimyasal Parametreler ile İlişkisi" başlıklı tıpta uzmanlık tezinden (Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sultan 2. Abdülhamid Han Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Radyoloji Kliniği, İstanbul, 2021) üretilmiştir.

[1] Radyoloji Uzmanı, Denizli Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği, kenan.kadirli@sbu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-6604-4602

DOI: 10.37609/akya.4392.c20840

Morfolojik BT bulgularının dual-energy BT, perfüzyon görüntüleme ve uygun biyobelirteçlerle aynı hastalarda birlikte değerlendirilmesi de önemli bir sonraki adım olacaktır. Böyle bir çalışma tasarımı, yalnızca VES'in klinik sonuçlarla ilişkisini göstermekten öte, görüntülenen damar değişikliğinin altında yatan fizyolojik sürece ilişkin daha doğrudan kanıt sağlayabilir. Sonuç olarak gelecekteki araştırmaların temel hedefi VES'in ne sıklıkta görüldüğünü yeniden göstermekten çok, standart biçimde nasıl ölçüleceğini, zaman içinde nasıl değiştiğini ve hangi vasküler süreci yansıttığını ortaya koymak olmalıdır.

8. SONUÇ

Vasküler dilatasyon işareti, COVID-19 pnömonisinde parankimal lezyonlarla ilişkili olarak sık tanımlanan pulmoner vasküler BT bulgularından biridir. Bununla birlikte VES, COVID-19'a özgü bir bulgu değildir ve tanısal değeri parankimal BT paterni ile klinik bağlamdan bağımsız değerlendirilmemelidir.

Güncel kanıtlar, VES'in tek bir vasküler mekanizmanın doğrudan görüntüleme karşılığı olarak yorumlanmasını desteklememektedir. Bu nedenle bulgunun yalnızca tromboz, hiperemi veya başka tek bir patofizyolojik süreçle açıklanması yerine, COVID-19'daki pulmoner vasküler etkilenmenin morfolojik bir bileşeni olarak değerlendirilmesi daha uygundur. Uzmanlık tezinde de VES bulunan ve bulunmayan hastalar arasında incelenen sistemik inflamasyon ve koagülasyon belirteçleri açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bu sonuç, morfolojik bir pulmoner vasküler bulgu ile rutin sistemik biyobelirteçler arasında doğrudan bir ilişki kurulamayabileceğini göstermektedir.

VES'in klinik ve biyolojik anlamının daha iyi ortaya konulabilmesi için gelecekte standart görüntüleme kriterlerinin kullanıldığı, zaman içerisindeki değişimin değerlendirildiği ve morfolojik BT bulgularının fonksiyonel görüntüleme verileriyle birlikte incelendiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, et al. The Role of Chest Imaging in Patient Management during the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society. Radiology. 2020;296(1):172-180. doi:10.1148/radiol.2020201365.
2. Simpson S, Kay FU, Abbara S, et al. Radiological Society of North America Expert Consensus Document on Reporting Chest CT Findings Related to COVID-19: Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA. Radiology: Cardiothoracic Imaging. 2020;2(2):e200152. doi:10.1148/ryct.2020200152.
3. Caruso D, Zerunian M, Polici M, et al. Chest CT Features of COVID-19 in Rome, Italy. Radiology. 2020;296(2):E79-E85. doi:10.1148/radiol.2020201237.

4. Lv H, Chen T, Pan Y, et al. Pulmonary vascular enlargement on thoracic CT for diagnosis and differential diagnosis of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. Annals of Translational Medicine. 2020;8(14):878. doi:10.21037/atm-20-4955.
5. Parry AH, Wani AH. Novel pulmonary vascular imaging signs in COVID-19: pathophysiology, significance and management. BJR|Open. 2021;3(1):20210001. doi:10.1259/bjro.20210001.
6. Varga Z, Flammer AJ, Steiger P, et al. Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. The Lancet. 2020;395(10234):1417-8. doi:10.1016/S0140-6736(20)30937-5.
7. Ackermann M, Verleden SE, Kuehnel M, et al. Pulmonary Vascular Endothelialitis, Thrombosis, and Angiogenesis in Covid-19. New England Journal of Medicine. 2020;383(2):120-8. doi:10.1056/NEJMoa2015432.
8. Aoki R, Iwasawa T, Hagiwara E, et al. Pulmonary vascular enlargement and lesion extent on computed tomography are correlated with COVID-19 disease severity. Japanese Journal of Radiology. 2021;39(5):451-8. doi:10.1007/s11604-020-01085-2.
9. Bianco A, Valente T, Perrotta F, et al. Remarkable vessel enlargement within lung consolidation in COVID-19 compared to AH1N1 pneumonia: A retrospective study in Italy. Heliyon. 2021;7(5):e07112. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07112.
10. Li Q, Huang XT, Li CH, et al. CT features of coronavirus disease 2019 (COVID-19) with an emphasis on the vascular enlargement pattern. European Journal of Radiology. 2021;134:109442. doi:10.1016/j.ejrad.2020.109442.
11. Ciccarese F, Coppola F, Spinelli D, et al. Diagnostic Accuracy of North America Expert Consensus Statement on Reporting CT Findings in Patients Suspected of Having COVID-19 Infection: An Italian Single-Center Experience. Radiology: Cardiothoracic Imaging. 2020;2(4):e200312. doi:10.1148/ryct.2020200312.
12. Wort SJ, Arachchillage DJ, McCabe C, et al. Covid-19 pneumonia and pulmonary vascular disease: A UK Centre perspective. Respiratory Medicine and Research. 2020;78:100781. doi:10.1016/j.resmer.2020.100781.
13. Ackermann M, Kamp JC, Werlein C, et al. The fatal trajectory of pulmonary COVID-19 is driven by lobular ischemia and fibrotic remodelling. EBioMedicine. 2022;85:104296. doi:10.1016/j.ebiom.2022.104296.
14. Ridge CA, Desai SR, Jeyin N, et al. Dual-Energy CT Pulmonary Angiography Quantifies Vasculopathy in Severe COVID-19 Pneumonia. Radiology: Cardiothoracic Imaging. 2020;2(5):e200428. doi:10.1148/ryct.2020200428.
15. Le Berre A, Boeken T, Caramella C, et al. Dual-energy CT angiography reveals high prevalence of perfusion defects unrelated to pulmonary embolism in COVID-19 lesions. Insights into Imaging. 2021;12(1):24. doi:10.1186/s13244-021-00972-0.
16. Herrmann J, Mori V, Bates JHT, et al. Modeling lung perfusion abnormalities to explain early COVID-19 hypoxemia. Nature Communications. 2020;11(1):4883. doi:10.1038/s41467-020-18672-6.
17. Dalpiaz G, Gamberini L, Carnevale A, et al. Clinical implications of microvascular CT scan signs in COVID-19 patients requiring invasive mechanical ventilation. La Radiologia Medica. 2022;127(2):162-73. doi:10.1007/s11547-021-01444-7.
18. De Cobelli F, Palumbo D, Ciceri F, et al. Pulmonary Vascular Thrombosis in COVID-19 Pneumonia. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia. 2021;35(12):3631-41. doi:10.1053/j.jvca.2021.01.011.

Bölüm 7

ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ KORONER ANJİYOGRAFİSİ İLE KORONER ARTER VARYASYON VE ANOMALİLERİNİN RADYOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Nihat KILIÇASLAN[1]

Günümüzde radyoloji kliniklerinde Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT) ile Koroner Arter Anjiyografisi rutin olarak uygulanan bir yöntem haline gelmiştir. ÇKBT ile koroner arterin lümeni, duvar yapısı, plak yükü, kalsiyum skoru, Cerrahi planlama ve anatomik varyasyonları değerlendirilebilir. Özellikle genç popülasyondaki ani kardiyak ölümlerin %19-33'ü koroner arter anomalilerine atfedilmiştir (1). Bu nedenle ÇKBT ile kardiyak bulgularında şüphe duyulan genç hastalarda tanı için kullanılmalıdır. Aksine koroner anomaliler genellikle asemptomatiktir ve tesadüfen tanı alabilir. Girişimsel işlemlerin artmasıyla beraber, koroner anomalilerin tespiti klinik olarak önem kazanmaktadır. Biz bu bölümde ÇKBT ile yapılan değerlendirme ile koroner arter varyasyon ve anomalilerini genel hatları ile sunmayı amaçlıyoruz.

BÖLÜM 1: ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (ÇKBT) TEKNOLOJİSİ VE GÖRÜNTÜLEME PROTOKOLLERİ

64 dedektörlü ÇKBT'lerin kullanıma girmesinden bu yana yapılan çok sayıda çalışmada, referans standart olarak invaziv koroner anjiyografi alındığında, ÇKBT'nin Koroner Arter Hastalığı tespitinde yüksek tanısal doğruluğa sahip olduğu gösterilmiştir (2). Gantri dönüş hızı (350 ms'ye eşit veya daha az) sahip BT sistemleri kullanılmalıdır. Minimum dedektör sayısı 64 slice, 32:2 veya 64:1 kolimasyonlar veya tipik olarak 0,625 mm veya daha az dedektör eleman genişliğine sahip yeni nesil BT cihazı olmalıdır. Yüksek enjeksiyon hızlarına (4-7 mL/sn) sahip bifazik veya trifazik enjeksiyon protokollerine izin veren çift başlı enjeksiyon pompaları önerilir, ancak tek başlı enjeksiyon pompaları da uygun

[1] Uzm. Dr., Mehmet Akif İnan EAH, Radyoloji Kliniği, radnihat@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-4031-5798

DOI: 10.37609/akya.4392.c20841

KAYNAKLAR

1. Lee BY. Anomalous Right Coronary Artery From the Left Coronary Sinus With an Interarterial Course: Is It Really Dangerous? Korean Circ J. 2009;39(5):175. doi:10.4070/kcj.2009.39.5.175
2. Fukui R, Harashima S, Samejima W, et al. Acquisition and Reconstruction Techniques for Coronary CT Angiography: Current Status and Trends over the Past Decade. RadioGraphics. 2025;45(7). doi:10.1148/rg.240083
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. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2016;10(6):435-49. doi:10.1016/j.jcct.2016.10.002
4. Roberts WT, Wright AR, Timmis JB, Timmis AD. Safety and efficacy of a rate control protocol for cardiac CT. Br J Radiol. 2009;82(976):267-71. doi:10.1259/bjr/24574758
5. Hill M. Cardiovascular System - Heart Development. UNSW Embryology. September 7, 2026.
6. Tomanek R, Angelini P. Embryology of coronary arteries and anatomy/pathophysiology of coronary anomalies. A comprehensive update. Int J Cardiol. 2019;281:28-34. doi:10.1016/j.ijcard.2018.11.135
7. Angelini P. Normal and Anomalous Coronary Arteries in Humans. Coronary Artery Anomalies. A Comprehensive Approach. Angelini, P. Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
8. Wu B, Kheiwa A, Swamy P, et al. Clinical Significance of Coronary Arterial Dominance: A Review of the Literature. J Am Heart Assoc. 2024;13(9). doi:10.1161/JAHA.123.032851
9. Moscucci Mauro, Grossman William, Baim DS. Grossman & Baim's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention. 9th ed. Wolters Kluwer; 2021.
10. Angelini P. Coronary Artery Anomalies. Circulation. 2007;115(10):1296-305. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.618082
11. Dewey Marc, Kroft LJM. Coronary CT Angiography. Springer; 2009. Accessed September 7, 2026. https://books.google.com/books/about/Coronary_CT_Angiography.html?hl=tr&id=N-hgahxj0dAwC
12. Kosar P, Ergun E, Ozturk C, Kosar U. Anatomical variations and anomalies of the coronary arteries:64-slice CT coronary angiographic appearance. Diagnostic and Interventional Radiology. Published online 2009:275-83. doi:10.4261/1305-3825.DIR.2550-09.1
13. Song YS, Lee W, Park EA, Chung JW, Park JH. Anatomy of the Sinoatrial Nodal Branch in Korean Population: Imaging with MDCT. Korean J Radiol. 2012;13(5):572-8. doi:10.3348/kjr.2012.13.5.572
14. Saremi F, Abolhoda A, Ashikyan O, et al. Arterial Supply to Sinuatrial and Atrioventricular Nodes: Imaging with Multidetector CT. Radiology. 2008;246(1):99-107. doi:10.1148/radiol.2461070030
15. Yilmaz-Cankaya B, Kantarci M., Yalcin A, Durur-Karakaya A, Yuce I. Absence of the Left Main Coronary Artery: MDCT Coronary Angiographic Imaging. 2009.
16. Selçuk M, Çetinçakmak MG, Hattapoğlu S. Koroner Arter Varyasyon ve Anomalilerinin çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi. Dicle Tıp Dergisi. 2025;52(1):181-90. doi:10.5798/dicletip.1657601
17. Güven F, Kantarcı M. Koroner arter çıkış varyasyonlarının çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) ile değerlendirilmesi. Genel Tıp Dergisi. 2019;29(4):201-5.
18. Yamanaka O, Hobbs RE. Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography. Cathet Cardiovasc Diagn. 1990;21(1):28-40. doi:10.1002/ccd.1810210110
19. Evbayekha EO, Nwogwugwu E, Olawoye A, et al. A Comprehensive Review of Myocardial Bridging: Exploring Diagnostic and Treatment Modalities. Cureus. Published online August 8, 2023. doi:10.7759/cureus.43132

20. Luo Y, Tang J, Liu X, et al. Coronary Artery Aneurysm Differs From Coronary Artery Ectasia: Angiographic Characteristics and Cardiovascular Risk Factor Analysis in Patients Referred for Coronary Angiography. Angiology. 2017;68(9):823-30. doi:10.1177/0003319716665690
21. Acar G, Dede Ö, Türker Y, Akçay S, Altınbaş A. Koroner arter anevrizmalı hastaların anjiyografik ve klinik özellikleri: 52 hastanın retrospektif incelenmesi ve literatürün gözden geçirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2009;15(4):1-5.
22. Spindola-Franco H, Grose R, Solomon N. Dual left anterior descending coronary artery: Angiographic description of important variants and surgical implications. Am Heart J. 1983;105(3):445-55. doi:10.1016/0002-8703(83)90363-0
23. Hoey ETD, Ganesh V. Multidetector CT angiography characterisation of Type 4 dual left anterior descending coronary artery. Quant Imaging Med Surg. 2014;4(5):435-6. doi:10.3978/j.issn.2223-4292.2014.08.02
24. Kumar R, Kumar J, O'Connor C, et al. Coronary Artery Fistula: A Diagnostic Dilemma. Interventional Cardiology: Reviews, Research, Resources. 2023;18. doi:10.15420/icr.2022.34
25. Cademartiri F, La Grutta L, Malagò R, et al. Prevalence of anatomical variants and coronary anomalies in 543 consecutive patients studied with 64-slice CT coronary angiography. Eur Radiol. 2008;18(4):781-91. doi:10.1007/s00330-007-0821-9
26. Becker AE. Congenital coronary arterial anomalies of clinical relevance. Coron Artery Dis. 1995;6(3):187-93.

Bölüm 8

KONTRASTLI MAMOGRAFİDE GÖRÜNTÜLEME PROTOKOLLERİ VE TEKNİK STANDARDİZASYON

Elif Senem ŞAHİN[1]

1. GİRİŞ

Mamografi, meme kanseri taramasında halen birincil basamak görüntüleme yöntemi olma özelliğini korumaktadır. Ancak yoğun meme dokusuna sahip kadınlarda lezyon-doku kontrastının azalması, tanısal duyarlılığı belirgin şekilde sınırlamaktadır; yoğun meme dokusunda mamografinin duyarlılığının yaklaşık %63-69 düzeyinde kaldığı, yağ ağırlıklı meme dokusunda ise bu oranın %82-87'ye ulaştığı bildirilmektedir (1). Bu sınırlılığı aşmak amacıyla geliştirilen tamamlayıcı yöntemlerden biri olan kontrastlı mamografi, intravenöz iyotlu kontrast madde enjeksiyonu sonrası çift enerjili görüntü alımına dayanmakta; tümör neovaskülaritesinin yol açtığı kontrastlanmayı görüntüleyerek morfolojik bilginin yanına fonksiyonel bilgi de eklemektedir. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından 2011 yılında mamografiye yardımcı bir yöntem olarak onaylanan kontrastlı mamografi (2), izleyen on yılda hem klinik kullanım hem de bilimsel yayın sayısı açısından belirgin bir artış göstermiştir. Meme MRG ile karşılaştırıldığında daha kısa inceleme süresi, daha düşük maliyet ve daha geniş erişilebilirlik gibi avantajlar sunan bu yöntem; klinik pratikte problem çözücü görüntüleme, hastalık yaygınlığının değerlendirilmesi, neoadjuvan tedavi yanıtının izlenmesi ve girişimsel biyopsilere kılavuzluk gibi çeşitli endikasyonlarda meme MRG'ye alternatif bir görüntüleme yöntemi olarak kullanılabilmektedir (3,4). Bununla birlikte, görüntüleme protokolünün çeşitli bileşenlerinde kurumlar ve cihaz üreticileri arasında halen tam bir standardizasyon sağlanamamış olması, hem klinik uygulamada tutarlılık hem de çok merkezli çalışmaların karşılaştırılabilirliği açısından önemli bir kısıt oluşturmaktadır. Bu bölümde, kontrastlı mamografinin teknik prensibi ve güncel

[1] Uzm. Dr., Kahta Devlet Hastanesi Radyoloji Bölümü, ORCID iD: 0000-0002-6510-4391

DOI: 10.37609/akya.4392.c20842

yorumlanabilirliğini artırma potansiyelinin sistematik olarak araştırılması, bu süreci destekleyebilir (14).

7. SONUÇ

Kontrastlı mamografi, özellikle yoğun meme dokusuna sahip hastalarda tanısal duyarlılığı artıran, hızlı, erişilebilir ve düşük maliyetli bir ileri görüntüleme yöntemi olarak meme radyolojisindeki yerini hızla sağlamlaştırmaktadır. Yöntemin çift enerjili görüntüleme prensibine dayanan teknik altyapısı iyi tanımlanmış olmakla birlikte; kontrast madde protokolü, ekspojur parametreleri ve kalite kontrol uygulamalarında cihazlar ve kurumlar arasında süregelen heterojenlik, teknik standardizasyon açısından çözülmesi gereken güncel bir sorun alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu alanda yürütülecek çok merkezli, konsensus temelli çalışmalar, kontrastlı mamografinin tanısal potansiyelinin klinik pratikte en tutarlı ve güvenli şekilde kullanılabilmesine önemli katkı sunacaktır.

KAYNAKLAR

1. Carney PA, Miglioretti DL, Yankaskas BC, et al. Individual and combined effects of age, breast density, and hormone replacement therapy use on the accuracy of screening mammography. Annals of Internal Medicine. 2003;138(9):168-75. doi:10.7326/0003-4819-138-9-200305060-00025
2. Sogani J, Mango VL, Keating D, et al. Contrast-enhanced mammography: past, present, and future. Clinical Imaging. 2021;69:269-79. doi:10.1016/j.clinimag.2020.09.003
3. Ghaderi KF, Phillips J, Perry H, et al. Contrast-enhanced mammography: current applications and future directions. Radiographics. 2019;39(7):1907-20. doi:10.1148/rg.2019190079
4. James J. Contrast-enhanced spectral mammography (CESM)-guided breast biopsy as an alternative to MRI-guided biopsy. British Journal of Radiology. 2022;95(1132):20211287. doi:10.1259/bjr.20211287
5. Zanardo M, Cozzi A, Trimboli RM, et al. Technique, protocols and adverse reactions for contrast-enhanced spectral mammography (CESM): a systematic review. Insights into Imaging. 2019;10(1):76. doi:10.1186/s13244-019-0756-0
6. Pediconi F, Speranza A, Moffa G, et al. Contrast-enhanced mammography for breast cancer detection and diagnosis with high concentration iodinated contrast medium. Insights into Imaging. 2025;16(1):124. doi:10.1186/s13244-025-01994-8
7. Perry H, Phillips J, Dialani V, et al. Contrast-enhanced mammography: a systematic guide to interpretation and reporting. American Journal of Roentgenology. 2019;212(1):222-31. doi:10.2214/AJR.17.19265
8. Bruschi G, Ricciardi V, De Marco P, et al. Phantom-based comparative analysis of contrast-enhanced mammography systems: image quality and performance evaluation. Journal of Applied Clinical Medical Physics. 2025;26(7):e70163. doi:10.1002/acm2.70163
9. American College of Radiology. ACR digital mammography QC manual resources. [Online] https://www.acr.org/Accreditation/Resources/Digital-Mammography-QC-Manual [Accessed: 25 August 2026]
10. Jochelson MS, Lobbes MBI. Contrast-enhanced mammography: state of the art. Radiology. 2021;299(1):36-48. doi:10.1148/radiol.2021201948

11. Alcantara R, Posso M, Pitarch M, et al. Contrast-enhanced mammography-guided biopsy: technical feasibility and first outcomes. European Radiology. 2023;33(1):417-28. doi:10.1007/s00330-022-09021-w
12. Cozzi A, Magni V, Zanardo M, et al. Contrast-enhanced mammography: a systematic review and meta-analysis of diagnostic performance. Radiology. 2022;302(3):568-81. doi:10.1148/radiol.211412
13. Schiaffino S, Cozzi A, Clauser P, et al. Current use and future perspectives of contrast-enhanced mammography (CEM): a survey by the European Society of Breast Imaging (EUSOBI). European Radiology. 2024;34(8):5439-50. doi:10.1007/s00330-023-10574-7
14. Kinkar KK, Fields BKK, Yamashita MW, et al. Empowering breast cancer diagnosis and radiology practice: advances in artificial intelligence for contrast-enhanced mammography. Frontiers in Radiology. 2024;3:1326831. doi:10.3389/fradi.2023.1326831

Bölüm 9

SANTRAL VEN OKLÜZYONLARI: GİRİŞİMSEL RADYOLOJİ PERSPEKTİFİNDEN TANI VE TEDAVİ

Oğuzhan TÜRKSAYAR[1]

GİRİŞ

Torakal santral ven stenozu ya da oklüzyonu, girişimsel radyoloji pratiğinde hem tanısal hem de teknik açıdan en zorlayıcı problem gruplarından birini oluşturur. Bu zorluk, lezyona sebep olan tedavilerin hastanın yaşamını sürdürebilmesi için vazgeçilmez olmasından kaynaklanmaktadır. Uzun süreli santral venöz kateterler, kalıcı kalp pilleri ve defibrilatör gibi kardiyak cihazlar, kemoterapi portları ve arteriyovenöz hemodiyaliz fistülleri günümüzde yaygınlaştıkça, santral venöz hasarın görülme sıklığı da artmıştır. Girişimsel radyolog için tabloyu tanımak ve hangi hastanın ne zaman ve hangi yöntemle tedavi edilmesi gerektiğine karar vermek önemli hâle gelmiştir (1,2).

Terminolojideki belirsizlik, uzun yıllar boyunca literatürdeki çalışmaların standart biçimde karşılaştırılmasını güçleştirmiştir. Santral ven darlığı, santral venöz oklüzif hastalık, süperior vena kava (SVK) sendromu ve benzeri ifadeler birlikte kullanılmıştır. Society of Interventional Radiology (SIR) öncülüğünde ve çok sayıda ulusal derneğin onayıyla yayımlanan raporlama standartları, anatomik ve patolojik süreci tanımlamak için torasik santral ven obstrüksiyonu (TSVO) terimini önermiştir. Klinik prezentasyonların tarif edildiği durumlarda ise SVK sendromu ifadesinin kullanılabileceği belirtilmiştir (3). Bu ayrım yalnızca terminolojik tercihten ibaret olmayıp, asemptomatik bir brakiyosefalik ven oklüzyonu ile ortostatik dispne ve serebral ödemle seyreden bir SVK tıkanıklığı, aynı anatomik başlık altında toplanmalarına karşılık tamamen farklı klinik aciliyet ve tedavi eşiklerine sahiptir.

Bu bölümde, santral ven oklüzyonları girişimsel radyoloji bakış açısıyla ele alınmakta olup etiyolojik zemin, patofizyolojik mekanizmalar, tanısal

[1] Uzm. Dr., Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Girişimsel Radyoloji Kliniği, oguzhanturksayar@gmail.com, ORCID iD: 0009-0003-7617-6125

DOI: 10.37609/akya.4392.c20843

gözetilmesi, hem hasta seçimini hem de uzun dönem sonuçları belirler. Güncel kanıtlar, semptomatik lezyonlarda endovasküler tedavinin yüksek teknik ve klinik başarıyla, düşük majör komplikasyon oranıyla uygulanabildiğini göstermektedir. Buna karşılık, klinik gösterge bulunmayan asemptomatik santral ven darlıklarının preemptif tedavisi önerilmemektedir. Anatomik tipin ve semptom derecesinin standart biçimde kaydedilmesi, stent yerleşiminde gereksiz uzun segmentlerin kaplanmasından kaçınılması, kostoklaviküler kavşak lezyonlarının farklı bir patofizyolojiye sahip olduğunun tanınması ve her işlemin hastanın kalan damar yatağı üzerindeki uzun dönem etkisiyle birlikte planlanması, pratikte en önemli ilkeler arasındadır. Alanın en belirgin ihtiyacı, standart tanım ve sonlanımlar kullanan çok merkezli prospektif çalışmalarla mevcut retrospektif kanıt tabanının ötesine geçilmesidir.

KAYNAKLAR

1. Fitzgerald KM, Newell KR, Shin DS, et al. Thoracic central vein obstruction endovascular recanalization and reconstruction. Radiographics. 2025;45(11): e240178. doi:10.1148/rg.240178
2. Tabriz DM, Arslan B. Management of central venous stenosis and occlusion in dialysis patients. Seminars in Interventional Radiology. 2022;39(1): 51–5. doi:10.1055/s-0041-1742152
3. Dolmatch BL, Gurley JC, Baskin KM, et al. Society of Interventional Radiology reporting standards for thoracic central vein obstruction. Journal of Vascular and Interventional Radiology. 2018;29(4):454–60.e3. doi:10.1016/j.jvir.2017.12.013
4. Gallieni M, Matoussevitch V, Steinke T, et al. Multicenter experience with the Surfacer Inside-Out access catheter system in patients with thoracic venous obstruction: results from the SAVE registry. Journal of Vascular and Interventional Radiology. 2020;31(10):1654–60.e1. doi:10.1016/j.jvir.2020.06.020
5. Horikawa M, Quencer KB. Central venous interventions. Techniques in Vascular and Interventional Radiology. 2017;20(1): 48–57. doi:10.1053/j.tvir.2016.11.006
6. Lok CE, Huber TS, Lee T, et al. KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2019 update. American Journal of Kidney Diseases. 2020;75(4 Suppl 2): S1–S164. doi:10.1053/j.ajkd.2019.12.001
7. Borgquist O, Naddi L, Božović G, et al. Central venous stenosis after subclavian versus internal jugular dialysis catheter insertion (CITES) in adults in need of a temporary central dialysis catheter: study protocol for a two-arm, parallel-group, non-inferiority randomised controlled trial. Trials. 2023;24(1): 327. doi:10.1186/s13063-023-07350-9
8. Shin HS, Towbin AJ, Zhang B, et al. Venous thrombosis and stenosis after peripherally inserted central catheter placement in children. Pediatric Radiology. 2017;47(12): 1670–1675. doi:10.1007/s00247-017-3915-9
9. Czajkowski M, Jacheć W, Polewczyk A, et al. Severity and extent of lead-related venous obstruction in more than 3000 patients undergoing transvenous lead extraction. Vascular Health and Risk Management. 2022;18: 629–642. doi:10.2147/VHRM.S369342
10. Yousuf Q, Rashid A, Hafeez I, et al. Prevalence and predictors of venous stenosis following first transvenous cardiac implantable electronic device implantation. Journal of the Saudi Heart Association. 2023;35(4): 301–10. doi:10.37616/2212-5043.1358
11. Illig KA. Management of central vein stenoses and occlusions: the critical importance of the costoclavicular junction. Seminars in Vascular Surgery. 2011;24(2): 113–8. doi:10.1053/j.semvascsurg.2011.05.008

12. Wooster M, Fernandez B, Summers KL, et al. Surgical and endovascular central venous reconstruction combined with thoracic outlet decompression in highly symptomatic patients. Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders. 2019;7(1):106–12.e3. doi:10.1016/j.jvsv.2018.07.019
13. Gunawardena T, Ridgway D. Swing segment stenosis: an unresolved challenge. Seminars in Dialysis. 2022;35(4): 307–16. doi:10.1111/sdi.13086
14. Azizi AH, Shafi I, Shah N, et al. Superior vena cava syndrome. JACC: Cardiovascular Interventions. 2020;13(24): 2896–910. doi:10.1016/j.jcin.2020.08.038
15. Deshwal H, Ghosh S, Magruder K, et al. A review of endovascular stenting for superior vena cava syndrome in fibrosing mediastinitis. Vascular Medicine. 2020;25(2): 174–83. doi:10.1177/1358863X19884130
16. Mackay DD, Takacs SM. Central venous obstruction-induced intracranial hypertension in hemodialysis patients: an underrecognized cause of elevated intracranial pressure. Journal of Neuro-Ophthalmology. 2020;40(2): 218–25. doi:10.1097/WNO.0000000000000964
17. Li X, Abboud R, Kirksey L, et al. Role and value of intravascular ultrasound in the end-stage renal disease population: a narrative review. Annals of Vascular Surgery. 2024;108: 295–306. doi:10.1016/j.avsg.2024.04.028
18. Rizk T, Gayed A, Stringfellow S, et al. Review of sharp recanalization techniques in central venous occlusions. Cardiovascular and Interventional Radiology. 2024;47(12): 1626–41. doi:10.1007/s00270-024-03789-8
19. Gallo CJR, Ronald J, Pabon-Ramos WM, et al. Sharp recanalization of chronic central venous occlusions of the thorax using a steerable coaxial needle technique from a supraclavicular approach. Cardiovascular and Interventional Radiology. 2021;44(5): 784–8. doi:10.1007/s00270-020-02728-7
20. Rashwan B, Shwaiki O, Partovi S, et al. Thoracic central venous occlusion from the interventional radiology perspective. Cardiovascular Diagnosis and Therapy. 2023;13(1): 299–310. doi:10.21037/cdt-22-93
21. Kennedy SA, Mafeld S, Baerlocher MO, et al. Drug-coated balloon angioplasty in hemodialysis circuits: a systematic review and meta-analysis. Journal of Vascular and Interventional Radiology. 2019;30(4):483–94.e1. doi:10.1016/j.jvir.2019.01.012
22. Liao MT, Chen MK, Hsieh MY, et al. Drug-coated balloon versus conventional balloon angioplasty of hemodialysis arteriovenous fistula or graft: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. PLoS One. 2020;15(4): e0231463. doi:10.1371/journal.pone.0231463
23. Boutrous ML, Alvarez AC, Okoye OT, et al. Stent-graft length is associated with decreased patency in treatment of central venous stenosis in hemodialysis patients. Annals of Vascular Surgery. 2019;59: 225–30. doi:10.1016/j.avsg.2019.01.024
24. Aung EYS, Khan M, Williams N, et al. Endovascular stenting in superior vena cava syndrome: a systematic review and meta-analysis. Cardiovascular and Interventional Radiology. 2022;45(9): 1236–54. doi:10.1007/s00270-022-03178-z
25. Guerrero-Macías S, Beltrán J, Buitrago R, et al. Outcomes in patients managed with endovascular stent for malignant superior vena cava syndrome. Surgery Open Science. 2023;16: 16–21. doi:10.1016/j.sopen.2023.09.001
26. Uceda PV, Feldtman RW, Peralta J, et al. Endovascular treatment of type 3 and 4 thoracic central vein obstruction in hemodialysis patients. Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders. 2021;9(3):643–51.e3. doi:10.1016/j.jvsv.2020.10.009
27. Fraga Dias B, Oliveira J, Freitas C, et al. Fatal Budd-Chiari syndrome associated with Hemodialysis Reliable Outflow (HeRO) graft. The Journal of Vascular Access. 2024;25(5): 1677–81. doi:10.1177/11297298231192125

28. Al Shakarchi J, Inston N, Jones RG, et al. Cost analysis of the Hemodialysis Reliable Outflow (HeRO) Graft compared to the tunneled dialysis catheter. Journal of Vascular Surgery. 2016;63(4): 1026–33. doi:10.1016/j.jvs.2015.10.089
29. Cline BC, Zuchowski A, Gage SM, et al. Hemodialysis Reliable Outflow (HeRO) graft creation in upper extremities abandoned due to stent obstruction via recanalization and HeRO outflow component insertion across stent interstices. The Journal of Vascular Access. 2023;24(5): 989–93. doi:10.1177/11297298211048061
30. Paik B, Tee ZH, Masuda Y, et al. A systematic review of right atrial bypass grafting in the management of central venous occlusive disease in patients undergoing hemodialysis. The Journal of Vascular Access. 2024;25(1): 14–26. doi:10.1177/11297298221095320
31. Wang M, Lu P, Li Q, et al. Venous bypass using the internal jugular vein as the outflow tract for treating central venous stenosis and cephalic arch stenosis in hemodialysis access. Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders. 2025;13(6): 102280. doi:10.1016/j.jvsv.2025.102280
32. Tan CS, Tan RY, Ho P, et al. Randomized Controlled Study of Sirolimus-Coated Balloons for Dysfunctional Hemodialysis Fistulas. Kidney International Reports. 2026;11(8):106583. doi:10.1016/j.ekir.2026.106583

Bölüm 10

FEMOROPOPLİTEAL ARTER DARLIK VE KRONİK OKLÜZYONLARININ ENDOVASKÜLER TEDAVİSİ

Hasanali DURMAZ[1]
Erdem BİRGİ[2]

GİRİŞ

Alt ekstremite periferik arter hastalığı (PAH), dünya genelinde 230 milyondan fazla kişiyi etkileyen, ciddi morbidite, amputasyon ve kardiyovasküler mortalite riski taşıyan sistemik aterosklerozun ana klinik yansımalarından biridir (1,2). Femoropopliteal arteriyel segment; yüzeyel femoral arter (SFA; superficial femoral artery) ve popliteal arteri kapsayan, infrainguinal bölgedeki tıkayıcı damar hastalıklarının en sık görüldüğü anatomik alandır. Bu segment, uyluk ve diz eklemi düzeyindeki seyri boyunca birçok fizyolojik ve mekanik strese maruz kalır (3).

Femoropopliteal yatak, uyluk kas grubunun kasılması ve diz fleksiyonu esnasında aksiyel kompresyon, ekstansiyon, torsiyon, bükülme (bending) ve makaslama (shear) gibi kompleks biyomekanik kuvvetlerin etkisi altındadır (3). Özellikle adduktor kanalda (Hunter kanalı) ve popliteal arterin distal mobil segmentinde bu mekanik stresler maksimum düzeye ulaşır. Aterosklerotik plak yapısı; segmental kalsifikasyon, uzun kronik total oklüzyonlar (CTO) ve fibrotik sert doku bileşenleri içerebilir. Vasküler yapının bu dinamik ve zorlayıcı biyomekanik ortamı, endovasküler girişimlerde kullanılan balon ve stentlerin uzun dönem açıklık oranlarını doğrudan etkileyen ve in-stent restenoz (ISR) ile stent kırılması gibi komplikasyonlara zemin hazırlayan temel faktördür (4,5).

Tanı, Klİnİk Değerlendİrme ve Güncel Sınıflandırma Sİstemlerİ

Femoropopliteal lezyonların klinik ve anatomik değerlendirmesinde tarihsel

[1] Doç. Dr., Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Bilkent Şehir Hastanesi, Radyoloji Kliniği, dr.hasan.ali.durmaz@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0003-3230-9240

[2] Doç. Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, ebirgi@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-7808-7300

DOI: 10.37609/akya.4392.c20844

KAYNAKLAR

1. Korosoglou G, Schmidt A, Lichtenberg M, Malyar N, Stavroulakis K, Reinecke H, et al. Global Algorithm for the Endovascular Treatment of Chronic Femoropopliteal Lesions: An Interdisciplinary Expert Opinion Statement. JACC: Cardiovascular Interventions. Elsevier Inc.; 2025. p. 545–57. doi:10.1016/j.jcin.2024.11.038 PubMed PMID: 40074516.
2. Nordanstig J, Behrendt CA, Baumgartner I, Belch J, Bäck M, Fitridge R, et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2024 Clinical Practice Guidelines on the Management of Asymptomatic Lower Limb Peripheral Arterial Disease and Intermittent Claudication. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2024 Jan 1;67(1):9–96. doi:10.1016/j.ejvs.2023.08.067 PubMed PMID: 37949800.
3. MacTaggart JN, Phillips NY, Lomneth CS, Pipinos II, Bowen R, Timothy Baxter B, et al. Three-dimensional bending, torsion and axial compression of the femoropopliteal artery during limb flexion. J Biomech. 2014 Jul 18;47(10):2249–56. doi:10.1016/j.jbiomech.2014.04.053 PubMed PMID: 24856888.
4. Tosaka A, Soga Y, Iida O, Ishihara T, Hirano K, Suzuki K, et al. Classification and clinical impact of restenosis after femoropopliteal stenting. J Am Coll Cardiol. 2012 Jan 3;59(1):16–23. doi:10.1016/j.jacc.2011.09.036 PubMed PMID: 22192663.
5. Garcia L, Jaff MR, Metzger C, Sedillo G, Pershad A, Zidar F, et al. Wire-Interwoven Nitinol Stent Outcome in the Superficial Femoral and Proximal Popliteal Arteries: Twelve-Month Results of the SUPERB Trial. Circ Cardiovasc Interv. 2015 May 20;8(5). doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.113.000937 PubMed PMID: 25969545.
6. L Norgren, W R Hiatt, J A Dormandy, M R Nehler, K A Harris, F G R Fowkes. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). J Vasc Surg. 2007 Jan;(45 Suppl):S:S5-S67. doi:10.1016/j.jvs.2006.12.037
7. Mills JL, Conte MS, Armstrong DG, Pomposelli FB, Schanzer A, Sidawy AN, et al. The society for vascular surgery lower extremity threatened limb classification system: Risk stratification based on Wound, Ischemia, and foot Infection (WIfI). J Vasc Surg. 2014;59(1). doi:10.1016/j.jvs.2013.08.003 PubMed PMID: 24126108.
8. Michael S Conte, Andrew W Bradbury, Philippe Kolh, John V White, Florian Dick, Robert Fitridge, et al. Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischemia. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2019 Jul;58(1S):S1-S109.e33. doi:10.1016/j.ejvs.2019.05.006
9. Gornik HL, Aronow HD, Goodney PP, Arya S, Brewster LP, Byrd L, et al. 2024 ACC/AHA/AACVPR/APMA/ABC/SCAI/SVM/SVN/SVS/SIR/VESS Guideline for the Management of Lower Extremity Peripheral Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. Circulation. Lippincott Williams and Wilkins; 2024. p. e1313–410. doi:10.1161/CIR.0000000000001251 PubMed PMID: 38743805.
10. Mazzolai L, Teixido-Tura G, Lanzi S, Boc V, Bossone E, Brodmann M, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases : Developed by the task force on the management of peripheral arterial and aortic diseases of the European Society of Cardiology (ESC Endorsed by the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS, the European Reference Network on Rare Multisystemic Vascular Diseases (VASCERN, and the European Society of Vascular Medicine (ESVM). Eur Heart J. 2024 Sep 21;45(36):3538–700. doi:10.1093/eurheartj/ehae179 PubMed PMID: 39210722.
11. Gandini R, Fabiano S, Spano S, Volpi T, Morosetti D, Chiaravalloti A, et al. Randomized control study of the outback LTD reentry catheter versus manual reentry for the treatment of chronic total occlusions in the superficial femoral artery. Catheterization and Cardiovascular Interventions. 2013 Sep 1;82(3):485–92. doi:10.1002/ccd.24742 PubMed PMID: 23152133.
12. Kokkinidis DG, Katsaros I, Jonnalagadda AK, Avner SJ, Chaitidis N, Bakoyiannis C, et al. Use, Safety and Effectiveness of Subintimal Angioplasty and Re-Entry Devices for the Treatment

of Femoropopliteal Chronic Total Occlusions: A Systematic Review of 87 Studies and 4,665 Patients. Cardiovascular Revascularization Medicine. 2019 Jan 1;21(1):34–45. doi:10.1016/j.carrev.2019.03.016 PubMed PMID: 31054801.

13. Spinosa DJ, Harthun NL, Bissonette EA, Cage D, Leung DA, Angle JF, et al. Subintimal arterial flossing with antegrade-retrograde intervention (SAFARI) for subintimal recanalization to treat chronic critical limb ischemia. Journal of Vascular and Interventional Radiology. 2005;16(1):37–44. doi:10.1097/01.RVI.0000141336.53745.4A PubMed PMID: 15640408.
14. Dippel EJ, Makam P, Kovach R, George JC, Patlola R, Metzger DC, et al. Randomized Controlled Study of Excimer Laser Atherectomy for Treatment of Femoropopliteal In-Stent Restenosis Initial Results From the EXCITE ISR Trial (EXCImer Laser Randomized Controlled Study for Treatment of FemoropopliTEal In-Stent Restenosis). JACC Cardiovasc Interv [Internet]. 2015. Available from: www.clinicaltrials.gov
15. Tepe G, Brodmann M, Bachinsky W, Holden A, Zeller T, Mangalmurti S, et al. Intravascular Lithotripsy for Peripheral Artery Calcification: Mid-term Outcomes From the Randomized Disrupt PAD III Trial. Journal of the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. 2022 Jul 1;1(4). doi:10.1016/j.jscai.2022.100341
16. Yiu J, Tippireddy R, Biasi L, Patel S, Saha P, Saratzis A, et al. Systematic Review and Network Meta-analysis of Vessel Preparation Techniques With Plain Balloon Angioplasty, Atherectomy, or Intravascular Lithotripsy Before Application of a Drug Coated Balloon to Treat Atherosclerotic Femoropopliteal Disease. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. W.B. Saunders Ltd; 2025. p. 118–29. doi:10.1016/j.ejvs.2024.08.002 PubMed PMID: 39121903.
17. Tepe G, Schnorr B, Albrecht T, Brechtel K, Claussen CD, Scheller B, et al. Angioplasty of femoral-popliteal arteries with drug-coated balloons: 5-year follow-up of the THUNDER Trial. JACC Cardiovasc Interv. 2015 Jan 1;8(1):102–8. doi:10.1016/j.jcin.2014.07.023 PubMed PMID: 25616822.
18. Rosenfield K, Jaff MR, White CJ, Rocha-Singh K, Mena-Hurtado C, Metzger DC, et al. Trial of a Paclitaxel-Coated Balloon for Femoropopliteal Artery Disease. New England Journal of Medicine. 2015 Jul 9;373(2):145–53. doi:10.1056/nejmoa1406235 PubMed PMID: 26106946.
19. Laird JA, Schneider PA, Jaff MR, Brodmann M, Zeller T, Metzger DC, et al. Long-Term Clinical Effectiveness of a Drug-Coated Balloon for the Treatment of Femoropopliteal Lesions: Five-Year Outcomes from the IN.PACT SFA Randomized Trial. Circ Cardiovasc Interv. 2019 Jun 1;12(6). doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.007702 PubMed PMID: 31195825.
20. Teichgräber U, Lehmann T, Ingwersen M, Aschenbach R, Zeller T, Brechtel K, et al. Long-Term Effectiveness and Safety of Femoropopliteal Drug-Coated Balloon Angioplasty : 5-Year Results of the Randomized Controlled EffPac Trial. Cardiovasc Intervent Radiol. 2022 Dec 1;45(12):1774–83. doi:10.1007/s00270-022-03265-1 PubMed PMID: 36088609.
21. Katsanos K, Spiliopoulos S, Kitrou P, Krokidis M, Karnabatidis D. Risk of death following application of paclitaxel-coated balloons and stents in the femoropopliteal artery of the leg: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of the American Heart Association. American Heart Association Inc.; 2018. doi:10.1161/JAHA.118.011245 PubMed PMID: 30561254.
22. Katsanos K, Spiliopoulos S, Saratzis A, Teichgräber U, Zayed H, Kitrou P, et al. Editor's Choice – Dynamic Risk of Death following Application of Paclitaxel Coated Devices in the Femoropopliteal Artery: A Contemporary Meta-analysis of Randomised Controlled Trials. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. W.B. Saunders Ltd; 2026. p. 928–41. doi:10.1016/j.ejvs.2026.01.030 PubMed PMID: 41577117.
23. Iida O, Soga Y, Saito S, Mano T, Hayakawa N, Ichihashi S, et al. A Novel Sirolimus-Coated Balloon for the Treatment of Femoropopliteal Lesions: The SELUTION SFA Japan Trial. JACC Cardiovasc Interv. 2024 Jul 8;17(13):1547–56. doi:10.1016/j.jcin.2024.03.029 PubMed PMID: 38842992.

24. Dake MD, Ansel GM, Jaff MR, Ohki T, Saxon RR, Smouse HB, et al. Durable Clinical Effectiveness with Paclitaxel-Eluting Stents in the Femoropopliteal Artery: 5-Year Results of the Zilver PTX Randomized Trial. Circulation. 2016 Apr 12;133(15):1472–83. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016900 PubMed PMID: 26969758.
25. Gray WA, Keirse K, Soga Y, Benko A, Babaev A, Yokoi Y, et al. A polymer-coated, paclitaxel-eluting stent (Eluvia) versus a polymer-free, paclitaxel-coated stent (Zilver PTX) for endovascular femoropopliteal intervention (IMPERIAL): a randomised, non-inferiority trial. The Lancet. 2018 Oct 27;392(10157):1541–51. doi:10.1016/S0140-6736(18)32262-1 PubMed PMID: 30262332.
26. Müller-Hülsbeck S, Benko A, Soga Y, Fujihara M, Iida O, Babaev A, et al. Two-Year Efficacy and Safety Results from the IMPERIAL Randomized Study of the Eluvia Polymer-Coated Drug-Eluting Stent and the Zilver PTX Polymer-free Drug-Coated Stent. Cardiovasc Intervent Radiol. 2021 Mar 1;44(3):368–75. doi:10.1007/s00270-020-02693-1 PubMed PMID: 33225377.
27. Bosiers MJ, De Donato G, Torsello G, Silveira PG, Scheinert D, Veroux P, et al. ZILVERPASS Study: ZILVER PTX Stent versus Prosthetic Above-the-Knee Bypass Surgery in Femoropopliteal Lesions, 5-year Results. Cardiovasc Intervent Radiol. 2023 Oct 1;46(10):1348–58. doi:10.1007/s00270-023-03549-0 PubMed PMID: 37670198.
28. Lammer J, Zeller T, Hausegger KA, Schaefer PJ, Gschwendtner M, Mueller-Huelsbeck S, et al. Heparin-bonded covered stents versus bare-metal stents for complex femoropopliteal artery lesions: The randomized VIASTAR trial (viabahn endoprosthesis with propaten bioactive surface [VIA] versus bare nitinol stent in the treatment of long lesions in superficial femoral artery occlusive disease). J Am Coll Cardiol. 2013 Oct 8;62(15):1320–7. doi:10.1016/j.jacc.2013.05.079 PubMed PMID: 23831445.
29. Bosiers M, Deloose K, Callaert J, Verbist J, Hendriks J, Lauwers P, et al. Superiority of stent-grafts for in-stent restenosis in the superficial femoral artery: Twelve-month results from a multicenter randomized trial. Journal of Endovascular Therapy. 2015 Feb 1;22(1):1–10. doi:10.1177/1526602814564385 PubMed PMID: 25775672.
30. Lammer J, Zeller T, Hausegger KA, Schaefer PJ, Gschwendtner M, Mueller-Huelsbeck S, et al. Sustained Benefit at 2 Years for Covered Stents Versus Bare-Metal Stents in Long SFA Lesions: The VIASTAR Trial. Cardiovasc Intervent Radiol. 2015 Dec 5;38(1):25–32. doi:10.1007/s00270-014-1024-9 PubMed PMID: 25472936.
31. Wu H, Liu J, Jiang Y, Huang X, Wang B, Liu Y, et al. Drug-coated balloon combined with stent versus stent alone for femoropopliteal disease: a systematic review and meta-analysis. BMC Cardiovascular Disorders. BioMed Central Ltd; 2026. doi:10.1186/s12872-026-05706-y PubMed PMID: 41820876.
32. Lee SJ, Kim TH, Lee JH, Ahn CM, Lee SH, Lee YJ, et al. Intravascular Ultrasound-Guided vs Angiography-Guided Drug-Coated Balloon Angioplasty in Patients With Complex Femoropopliteal Artery Disease. JACC Cardiovasc Interv. 2025 Mar 10;18(5):558–69. doi:10.1016/j.jcin.2024.10.052 PubMed PMID: 39846915.
33. Farber A, Menard MT, Conte MS, Kaufman JA, Powell RJ, Choudhry NK, et al. Surgery or Endovascular Therapy for Chronic Limb-Threatening Ischemia. New England Journal of Medicine. 2022 Dec 22;387(25):2305–16. doi:10.1056/nejmoa2207899 PubMed PMID: 36342173.
34. Krankenberg H, Tübler T, Ingwersen M, Schlüter M, Scheinert D, Blessing E, et al. Drug-coated balloon versus standard balloon for superficial femoral artery in-stent restenosis: The randomized Femoral Artery In-Stent Restenosis (FAIR) trial. Circulation. 2015 Dec 8;132(23):2230–6. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017364 PubMed PMID: 26446728.
35. Ott I, Cassese S, Groha P, Steppich B, Voll F, Hadamitzky M, et al. ISAR-PEBIS (Paclitaxel-Eluting Balloon Versus Conventional Balloon Angioplasty for In-Stent Restenosis of Superficial Femoral Artery): A Randomized Trial. J Am Heart Assoc. 2017;6(7). doi:10.1161/JAHA.117.006321 PubMed PMID: 28743787.

36. Bonaca MP, Bauersachs RM, Anand SS, Debus ES, Nehler MR, Patel MR, et al. Rivaroxaban in Peripheral Artery Disease after Revascularization. New England Journal of Medicine. 2020 May 21;382(21):1994–2004. doi:10.1056/nejmoa2000052 PubMed PMID: 32222135.

Bölüm 11

ENDOVASKÜLER İNTRAKRANİYAL ANEVRİZMA TEDAVİSİ

Gökhan KARATAŞ[1]

GİRİŞ

Serebral arter duvarının belirli bir segmentinde gelişen fokal genişlemeler intrakraniyal anevrizma olarak adlandırılır. Bu lezyonların klinik önemini belirleyen başlıca olay, kese duvarının rüptürü sonrasında ortaya çıkan anevrizmatik subaraknoid kanamadır. Popülasyon temelli çalışmalar, rüptüre olmamış intrakraniyal anevrizmaların erişkinlerin yaklaşık %3'ünde görüldüğünü ve prevalansın yaş, cinsiyet ile komorbidite dağılımına göre değiştiğini bildirmektedir (1).

Endovasküler tedavinin gelişimi, ayrılabilir platin koillerin klinik kullanıma girmesiyle hız kazanmış; izleyen dönemde balon veya stent destekli koilleme, flow diverter sistemleri ve intrasakküler akım bozucu cihazlar tedavi seçeneklerine eklenmiştir. Günümüzde sonuç yalnız kese oklüzyonu üzerinden değerlendirilmez; parent arter ve yan dalların korunması, işlem çevresindeki güvenlik ve elde edilen anatomik sonucun uzun süre devam etmesi de başarının temel bileşenleridir (2-5).

Anevrizma oluşumu ve doğal seyri

İntrakraniyal anevrizmaların ortaya çıkışı tek bir patofizyolojik süreçle açıklanamaz. Genetik yatkınlık ve damar duvarındaki biyolojik değişiklikler; hipertansiyon, tütün kullanımı, inflamatuvar süreçler ve özellikle arteriyel bifürkasyonlarda belirginleşen hemodinamik stres ile birlikte etkili olur. Bu nedenle anevrizmalar statik yapılar değil, zaman içinde büyüyebilen, morfolojisi değişebilen ve uygun koşullarda rüptüre olabilen dinamik vasküler lezyonlar olarak değerlendirilmelidir (1,6-7).

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji AD, gokhankaratas1984@trakya.edu.tr; ORCID iD: 0009-0009-0554-2064

DOI: 10.37609/akya.4392.c20845

KAYNAKLAR

1. Vlak MHM, Algra A, Brandenburg R, et al. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. The Lancet Neurology. 2011;10(7): 626-36. doi:10.1016/S1474-4422(11)70109-0
2. Molyneux AJ, Kerr RSC, Stratton I, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. The Lancet. 2002;360(9342): 1267-74. doi:10.1016/S0140-6736(02)11314-6
3. Pierot L, Wakhloo AK. Endovascular treatment of intracranial aneurysms: current status. Stroke. 2013;44(7): 2046-54. doi:10.1161/STROKEAHA.113.000733
4. Fiorella D, Molyneux A, Coon A, et al. Safety and effectiveness of the Woven EndoBridge (WEB) system for the treatment of wide necked bifurcation aneurysms: final 5 year results of the pivotal WEB Intra-saccular Therapy study (WEB-IT). Journal of NeuroInterventional Surgery. 2023;15(12): 1175-80. doi:10.1136/jnis-2023-020611
5. Fiehler J, Ortega-Gutierrez S, Anagnostakou V, et al. Evaluation of flow diverters for cerebral aneurysm therapy: recommendations for imaging analyses in clinical studies, endorsed by ESMINT, ESNR, OCIN, SILAN, SNIS, and WFITN. Journal of NeuroInterventional Surgery. 2025;17(6): 632-9. doi:10.1136/jnis-2023-021404
6. Frösen J, Cebral J, Robertson AM, et al. Flow-induced, inflammation-mediated arterial wall remodeling in the formation and progression of intracranial aneurysms. Neurosurgical Focus. 2019;47(1): E21. doi:10.3171/2019.5.FOCUS19234
7. UCAS Japan Investigators. The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. The New England Journal of Medicine. 2012;366(26): 2474-82. doi:10.1056/NEJMoa1113260
8. Etminan N, de Sousa DA, Tiseo C, et al. European Stroke Organisation (ESO) guidelines on management of unruptured intracranial aneurysms. European Stroke Journal. 2022;7(3): LXXXI-CVI. doi:10.1177/23969873221099736
9. Schievink WI. Genetics of intracranial aneurysms. Neurosurgery. 1997 Apr;40(4):651-62; discussion 662-3. doi: 10.1097/00006123-199704000-00001
10. Thompson BG, Brown RD Jr, Amin-Hanjani S, et al. Guidelines for the management of patients with unruptured intracranial aneurysms: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke. 2015;46(8): 2368-400. doi:10.1161/STR.0000000000000070
11. Perry JJ, Stiell IG, Sivilotti MLA, et al. Sensitivity of computed tomography performed within six hours of onset of headache for diagnosis of subarachnoid haemorrhage: prospective cohort study. BMJ. 2011;343: d4277. doi:10.1136/bmj.d4277
12. Abe T, Hirohata M, Tanaka N, Uchiyama Y, Kojima K, Fujimoto K, Norbash AM, Hayabuchi N. Clinical benefits of rotational 3D angiography in endovascular treatment of ruptured cerebral aneurysm. AJNR Am J Neuroradiol. 2002 Apr;23(4):686-8.
13. Schirmer CM, Bulsara KR, Al-Mufti F, et al. Antiplatelets and antithrombotics in neurointerventional procedures: guideline update. Journal of NeuroInterventional Surgery. 2023;15(11): 1155-62. doi:10.1136/jnis-2022-019844
14. Hoh BL, Ko NU, Amin-Hanjani S, et al. 2023 guideline for the management of patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke. 2023;54(7): e314-e370. doi:10.1161/STR.0000000000000436
15. Ihn YK, Shin SH, Baik SK, Choi IS. Complications of endovascular treatment for intracranial aneurysms: Management and prevention. Interv Neuroradiol. 2018 Jun;24(3):237-45. doi: 10.1177/1591019918758493. Epub 2018 Feb 21
16. Narsinh KH, Mirza MH, Caton MT Jr, Baker A, Winkler E, Higashida RT, Halbach VV, Amans MR, Cooke DL, Hetts SW, Abla AA, Dowd CF. Radial artery access for neuroendovascular

procedures: safety review and complications. J Neurointerv Surg. 2021 Dec;13(12):1132-8. doi: 10.1136/neurintsurg-2021-017325
17. Colby GP, Lin LM, Huang J, Tamargo RJ, Coon AL. Utilization of the Navien distal intracranial catheter in 78 cases of anterior circulation aneurysm treatment with the Pipeline embolization device. J Neurointerv Surg. 2013 Nov;5 Suppl 3:iii16-21. doi: 10.1136/neurintsurg-2013-010692
18. Liu C, Wu X, Hu X, Wu L, Guo K, Zhou S, Fang B. Navigating complexity: a comprehensive review of microcatheter shaping techniques in endovascular aneurysm embolization. Front Neurol. 2023 Oct 19;14:1245817. doi: 10.3389/fneur.2023.1245817
19. Guglielmi G, Viñuela F, Sepetka I, et al. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 1: Electrochemical basis, technique, and experimental results. Journal of Neurosurgery. 1991;75(1): 1-7. doi:10.3171/jns.1991.75.1.0001
20. Raymond J, Guilbert F, Weill A, et al. Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils. Stroke. 2003;34(6): 1398-403. doi:10.1161/01.STR.0000073841.88563.E9
21. Brinjikji W, Lanzino G, Cloft HJ, et al. Endovascular treatment of very small (3 mm or smaller) intracranial aneurysms: report of a consecutive series and a meta-analysis. Stroke. 2010;41(1): 116-21. doi:10.1161/STROKEAHA.109.566356
22. Moret J, Cognard C, Weill A, et al. The "Remodelling Technique" in the treatment of wide neck intracranial aneurysms: angiographic results and clinical follow-up in 56 cases. Interventional Neuroradiology. 1997;3(1): 21-35. doi:10.1177/159101999700300103
23. Pierot L, Cognard C, Spelle L, et al. Safety and efficacy of balloon remodeling technique during endovascular treatment of intracranial aneurysms: critical review of the literature. American Journal of Neuroradiology. 2012;33(1): 12-5. doi:10.3174/ajnr.A2403
24. Shapiro M, Becske T, Sahlein D, et al. Stent-supported aneurysm coiling: a literature survey of treatment and follow-up. American Journal of Neuroradiology. 2012;33(1): 159-63. doi:10.3174/ajnr.A2719
25. Becske T, Kallmes DF, Saatci I, et al. Pipeline for uncoilable or failed aneurysms: results from a multicenter clinical trial. Radiology. 2013;267(3): 858-68. doi:10.1148/radiol.13120099
26. Amoukhteh M, Hassankhani A, Valizadeh P, et al. Flow diverters in the treatment of intracranial dissecting aneurysms: a systematic review and meta-analysis of safety and efficacy. Journal of NeuroInterventional Surgery. 2024;16(10): 1005-12. doi:10.1136/jnis-2023-021117
27. Hanel RA, Cortez GM, Lopes DK, et al. Prospective study on embolization of intracranial aneurysms with the Pipeline device (PREMIER study): 3-year results with the application of a flow diverter specific occlusion classification. Journal of NeuroInterventional Surgery. 2023;15(3): 248-54. doi:10.1136/neurintsurg-2021-018501
28. Vergouwen MDI, Ramos-Pachon A, Terecoasa EO, et al. European Stroke Organisation (ESO), European Association of Neurosurgical Societies (EANS) and European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) guideline on aneurysmal subarachnoid haemorrhage. European Stroke Journal. 2026;11(5): aakag043. doi:10.1093/esj/aakag043
29. Shao MM, White TG, Bassett JB, et al. Intrasaccular Treatment of Intracranial Aneurysms: A Comprehensive Review. Journal of Clinical Medicine. 2024;13(20): 6162. doi:10.3390/jcm13206162
30. Spelle L, Herbreteau D, Caroff J, et al. CLinical Assessment of WEB device in Ruptured aneurYSms (CLARYS): results of 1-month and 1-year assessment of rebleeding protection and clinical safety in a multicenter study. Journal of NeuroInterventional Surgery. 2022;14(8): 807-14. doi:10.1136/neurintsurg-2021-017416
31. Spelle L, Herbreteau D, Caroff J, et al. CLinical Assessment of WEB device in Ruptured aneurYSms (CLARYS): 12-month angiographic results of a multicenter study. Journal of NeuroInterventional Surgery. 2023;15(7): 650-4. doi:10.1136/neurintsurg-2022-018749

32. Baxter BW, Rosso D, Lownie SP. Double microcatheter technique for detachable coil treatment of large, wide-necked intracranial aneurysms. American Journal of Neuroradiology. 1998;19(6): 1176-8.
33. Hong B, Patel NV, Gounis MJ, et al. Semi-jailing technique for coil embolization of complex, wide-necked intracranial aneurysms. Neurosurgery. 2009;65(6): 1131-8. doi:10.1227/01.NEU.0000356983.23189.16
34. Benndorf G, Klucznik RP, Meyer D, Strother CM, Mawad ME. "Cross-over" technique for horizontal stenting of an internal carotid bifurcation aneurysm using a new self-expandable stent: technical case report. Neurosurgery. 2006 Feb;58(1 Suppl):ONS-E172; discussion ONS-E172. doi: 10.1227/01.NEU.0000193530.95489.D8
35. Ospel JM, Brouwer P, Dorn F, et al. Antiplatelet management for stent-assisted coiling and flow diversion of ruptured intracranial aneurysms: a DELPHI consensus statement. American Journal of Neuroradiology. 2020;41(10): 1856-62. doi:10.3174/ajnr.A6814
36. Greving JP, Wermer MJH, Brown RD Jr, et al. Development of the PHASES score for prediction of risk of rupture of intracranial aneurysms: a pooled analysis of six prospective cohort studies. The Lancet Neurology. 2014;13(1): 59-66. doi:10.1016/S1474-4422(13)70263-1
37. Backes D, Rinkel GJE, Greving JP, et al. ELAPSS score for prediction of risk of growth of unruptured intracranial aneurysms. Neurology. 2017;88(17): 1600-1606. doi:10.1212/WNL.0000000000003865
38. Etminan N, Brown RD Jr, Beseoglu K, et al. The unruptured intracranial aneurysm treatment score: a multidisciplinary consensus. Neurology. 2015;85(10): 881-9. doi:10.1212/WNL.0000000000001891
39. Johnston SC, Dowd CF, Higashida RT, et al. Predictors of rehemorrhage after treatment of ruptured intracranial aneurysms: the Cerebral Aneurysm Rerupture After Treatment (CARAT) study. Stroke. 2008;39(1): 120-125. doi:10.1161/STROKEAHA.107.495747
40. Cho YH, Choi J, Huh CW, et al. Imaging follow-up strategy after endovascular treatment of intracranial aneurysms: a literature review and guideline recommendations. Journal of Cerebrovascular and Endovascular Neurosurgery. 2024;26(1): 1-10. doi:10.7461/jcen.2024.E2023.08.008
41. Mascitelli JR, Moyle H, Oermann EK, et al. An update to the Raymond-Roy Occlusion Classification of intracranial aneurysms treated with coil embolization. Journal of NeuroInterventional Surgery. 2015;7(7): 496-502. doi:10.1136/neurintsurg-2014-011258
42. O'Kelly CJ, Krings T, Fiorella D, et al. A novel grading scale for the angiographic assessment of intracranial aneurysms treated using flow diverting stents. Interventional Neuroradiology. 2010;16(2): 133-7. doi:10.1177/159101991001600204
43. Ma L, Hoz SS, Al-Bayati AR, et al. Flow diverters with surface modification in patients with intracranial aneurysms: a systematic review and meta-analysis. World Neurosurgery. 2024;185: 320-6.e17. doi:10.1016/j.wneu.2023.12.132
44. Douri D, Panales P, Riehl B, et al. Predictive Accuracy and Procedural Benefits of Software-Enhanced Flow-Diverter Planning: A Systematic Review and Meta-analysis. American Journal of Neuroradiology. 2026; online ahead of print: ajnr.A9325. doi:10.3174/ajnr.A9325
45. Demir M, Yasar Y, Agackaya Y, et al. Evaluating expert decision-pattern alignment in endovascular planning for intracranial aneurysms using a multimodal large language model. Neuroradiology. 2026; online ahead of print. doi:10.1007/s00234-026-04084-8
46. Ferns SP, van Rooij WJ, Sluzewski M, van den Berg R, Majoie CB. Partially thrombosed intracranial aneurysms presenting with mass effect: long-term clinical and imaging follow-up after endovascular treatment. AJNR Am J Neuroradiol. 2010 Aug;31(7):1197-205. doi: 10.3174/ajnr.A2057