

Statusartikel

Kateterbaseret interventionsradiologi

Johannes Gehr^{1, 2}, Caroline Clausen^{1, 2}, Lars Lönn^{1, 2}, Ruben Juhl Jensen¹, Søren Thorup Heerwagen¹ & Mikkel Taudorf^{1, 2}

1) Afdeling for Røntgen og Skanning, Københavns Universitetshospital – Rigshospitalet, 2) Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Ugeskr Læger 2026;188:V10250813. doi: 10.61409/V10250813

HOVEDBUDSKABER

- Interventionsradiologi er et klinisk felt med afgørende betydning for mange patientgrupper.
- Princippet om åbning og lukning af kar og galdeveje er fundament for et bredt spektrum af behandlinger.
- Feltet bevæger sig mod øget klinisk ansvar og indflydelse – til gavn for patienter og sundhedsvæsen.

Interventionsradiologi (IR) er et klinisk specialefelt med central betydning på tværs af medicinske og kirurgiske discipliner. Feltet omfatter billedvejledte, minimalt invasive behandlinger – fra livreddende akutte indgreb til planlagt behandling af kronisk sygdom og cancer. Kendetegnende er, at IR muliggør skånsom behandling, hvor alternativerne er mere indgribende eller fraværende.

Siden 1950'erne, hvor Seldinger-teknikken muliggjorde sikker intravaskulær adgang [1], har det vaskulære spor i IR udviklet sig fra diagnostiske procedurer til avancerede endovaskulære rekonstruktioner. Sideløbende er de billedvejledte, nonvaskulære procedurer vokset frem – fra drænage og biopsi til tumorablation og indgreb i galde- og urinveje. Billedvejledningen har i samme periode udviklet sig fra primært UL og gennemlysning til nu også at omfatte CT og MR-skanning – samt kombinationer af disse.

Denne statusartikel fokuserer på kateterbaserede indgreb i arterier, vener, lymfekar og galdeveje. Disse procedurer udgør et centralt felt i IR med fælles tekniske og kliniske rammer. Øvrige vigtige dele af faget – herunder biopsier, dræninger og ablationer – falder uden for artiklens ramme.

Vi gennemgår grundlæggende behandlingsprincipper og nye udviklingstræk og afslutter med et blik på feltets fremtid i dansk og internationalt perspektiv. Artiklen sigter mod at danne overblik frem for en detaljeret gennemgang, og enkelte procedurer fremhæves som eksempler.

Kateterbaseret behandling

Feltet indebærer brugen af katetre og guidewirer, som under gennemlysning navigeres til et målområde for at genetablere eller afbryde flow. I det følgende gennemgås emnet efter anatomisk opdeling i arterielle, venøse, øvrige vaskulære samt biliære indgreb.

Arterielle procedurer

Behandling og diagnostik af perifer arteriesygdom og aortapatologi var blandt de første og mest centrale anvendelser af IR. Området er nu primært forankret i karkirurgien, men radiologer deltager fortsat aktivt på flere centre. Denne opgaveforskydning har til gengæld frigjort kapacitet til, at IR i stigende grad kan udføre

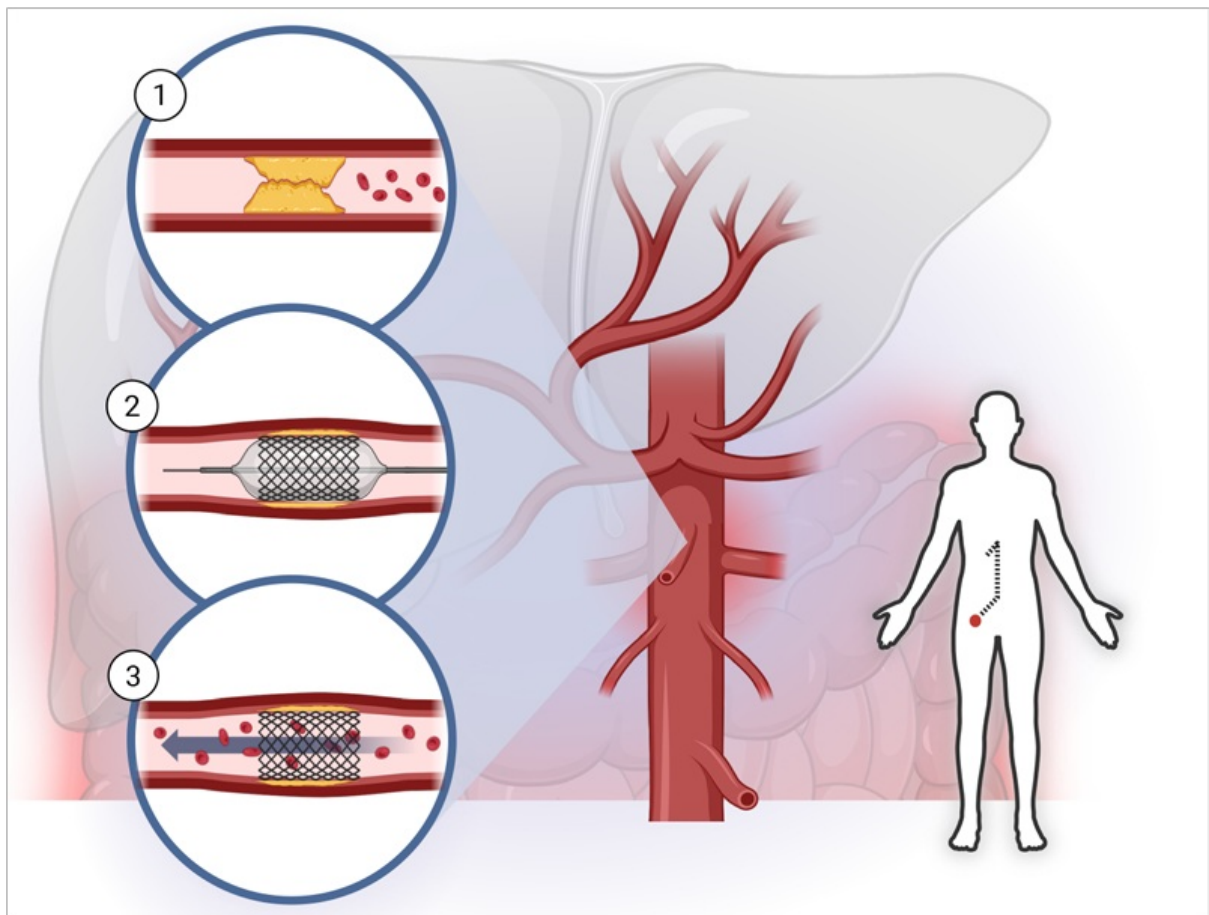
andre specialiserede arterielle procedurer. Feltet er i fortsat udvikling, og behandlingsspektret udvides løbende. Procedurerne kan forsimplet forstås ud fra to principper: at åbne og at lukke arterier.

At åbne arterier handler om rekanalisering af stenoser og okklusioner – ofte betinget af aterosklerose eller emboli. Ballonudvidelse, stenting og trombektomi kan genetablere blodgennemstrømningen i karsegmenter, hvor kirurgi er risikabel eller umulig.

Selv om de grundlæggende principper bag ballonudvidelser og stents er uændrede, gør nutidens guidewires og katetre det muligt at behandle stadig mere perifere og teknisk udfordrende kar [2]. Således er rekanalisering nu muligt fra fodens perifere arterier til de fine kar, der forsyner tarmene og abdomens øvrige organer. Et vigtigt eksempel er behandlingen af tarmiskæmi forårsaget af aterosklerose – en alvorlig tilstand forbundet med høj morbiditet og mortalitet, som i dag primært behandles med endovaskulær rekanalisering [3] (Figur 1).

FIGUR 1 Grafisk fremstilling af stentanlæggelse i a. mesenterica superior.

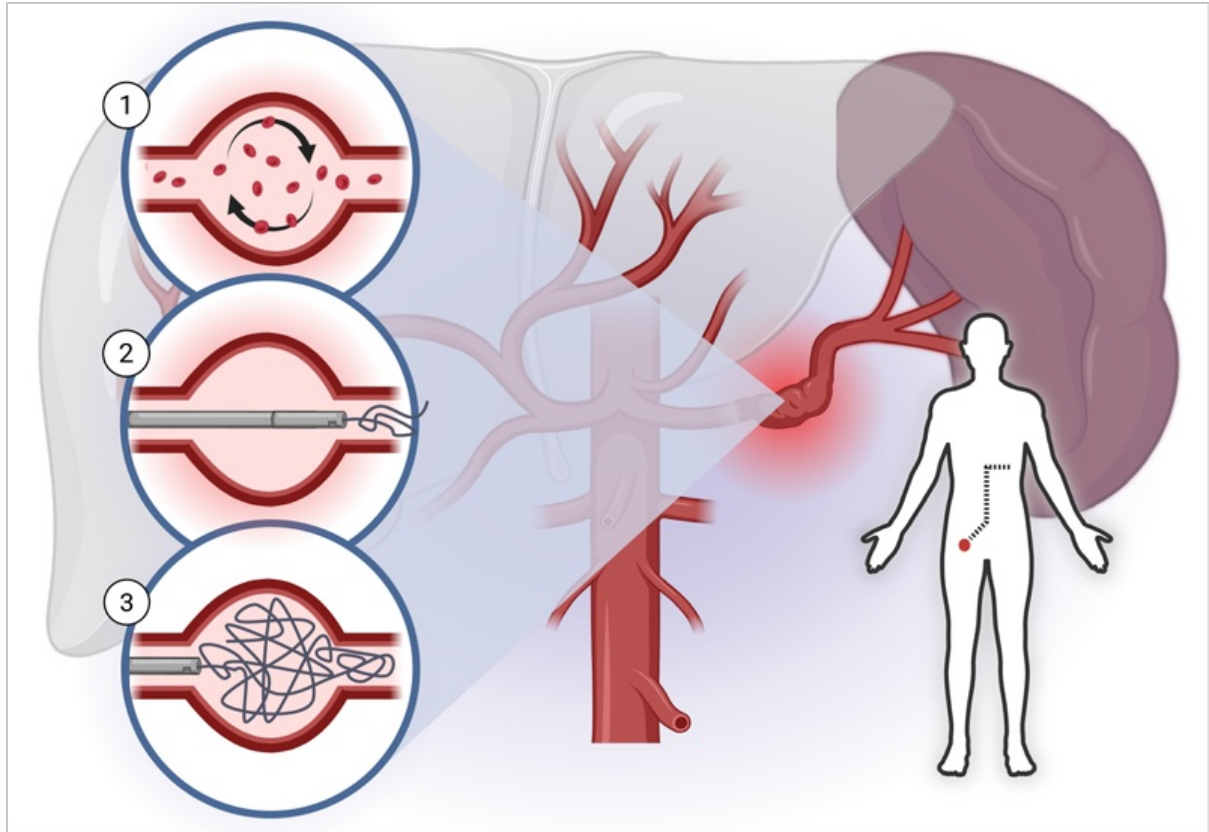
Figuren er udarbejdet i BioRender: Gehr, J. (2025). BioRender.com/qe77buy.



At lukke arterier kaldes embolisering og kan udføres med forskellige materialer afhængigt af karanatomi og indikation. Materialerne kan være mekaniske, flydende eller partikulære og enten permanente eller temporære. Ved akut blødning kan en læsion lokaliseres, og den ansvarlige arteriegren okkluderes hurtigt og permanent, f.eks. ved traume og blødende tumorer. Teknikken anvendes desuden ved behandling af aneurismer og pseudoaneurismer, hvor det patologiske kar lukkes for at forebygge ruptur (Figur 2). Alternativt kan aneurismer i visse tilfælde behandles med stentgraft, der virker som en foring af den syge karvæg.

FIGUR 2 Grafisk fremstilling af embolisering af aneurisme i a. linealis med coil.

Figuren er udarbejdet i BioRender: Gehr, J. (2025). BioRender.com/su687vr.



I andre situationer anvendes embolisering til at reducere eller ophæve perfusionen af et organ eller en tumor. Ved benign prostatahyperplasi og fibromer i uterus medfører embolisering reduceret perfusion og dermed skrumpning samt symptomlindring [4, 5]. Til dette formål anvendes oftest små permanente partikler, som efter selektiv kateterisering infunderes for at okkludere karforsyningens distale grene. Et andet eksempel er transarteriel kemoembolisering (TACE), som kombinerer infusion af kemoterapeutikum direkte i en tumors blodforsyning med efterfølgende okklusion af denne [6].

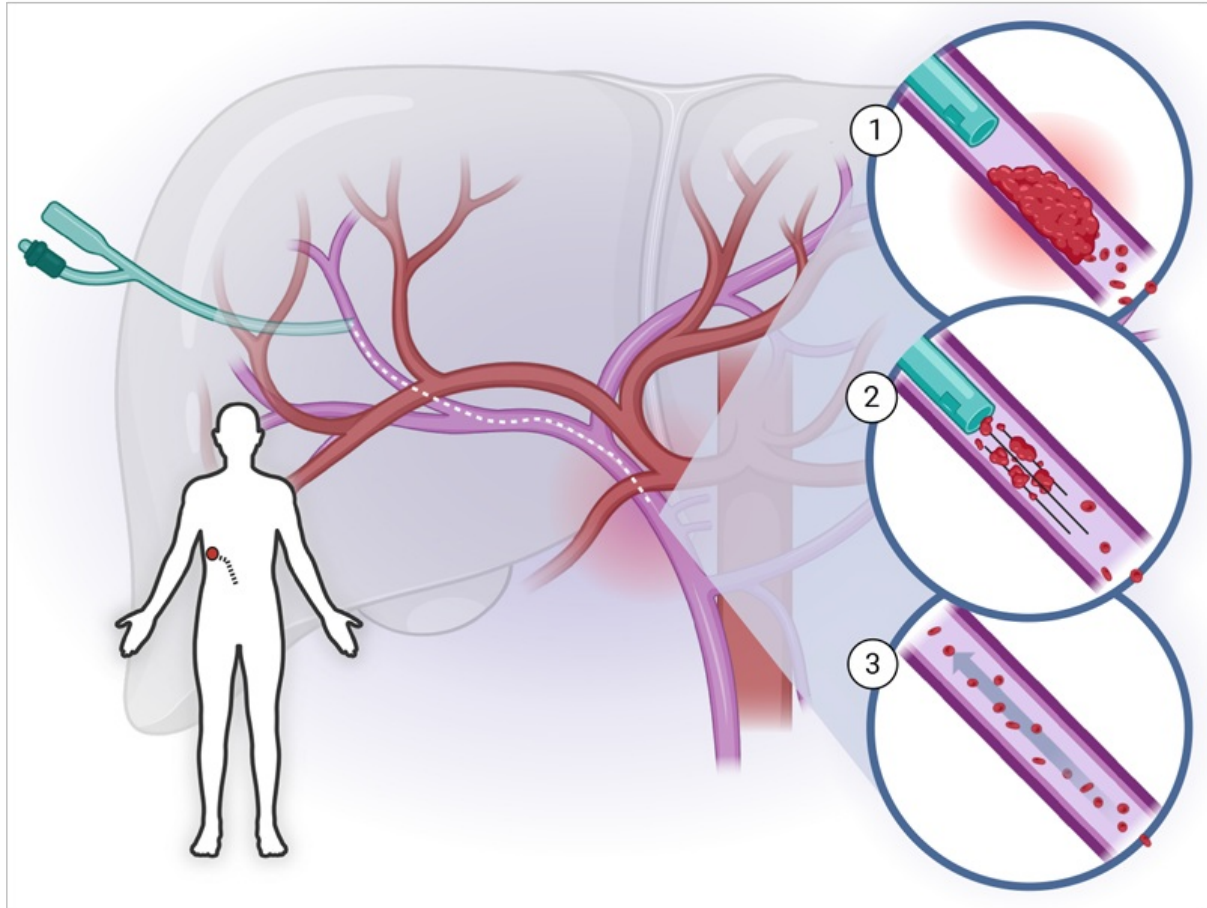
Venøse procedurer

Inden for venøs IR har ny teknologi og viden om venesygdomme medført en betydelig udvikling. Også her kan feltet beskrives gennem to principper: at åbne og at lukke vener.

Åbning af vener har til formål at genetablere afløb i obstruerede segmenter. Denne udvikling er især drevet af fremskridt inden for mekanisk trombektomi og aspirationsteknologi. Således kan man nu oprense iliofemoral trombose (DVT) uden behov for trombolyse og ledsagende blødningsrisiko [7]. De samme tekniske fremskridt har muliggjort behandling af tromboter i mesenteriale og portale vener (Figur 3), hvor hurtig rekanalisering kan forebygge alvorlig morbiditet, herunder behov for tarmresektion [8].

FIGUR 3 Grafisk fremstilling af trombeaspiration i vena portae.

Figuren er udarbejdet i BioRender: Gehr, J. (2025). <https://BioRender.com/x3soq8l>.

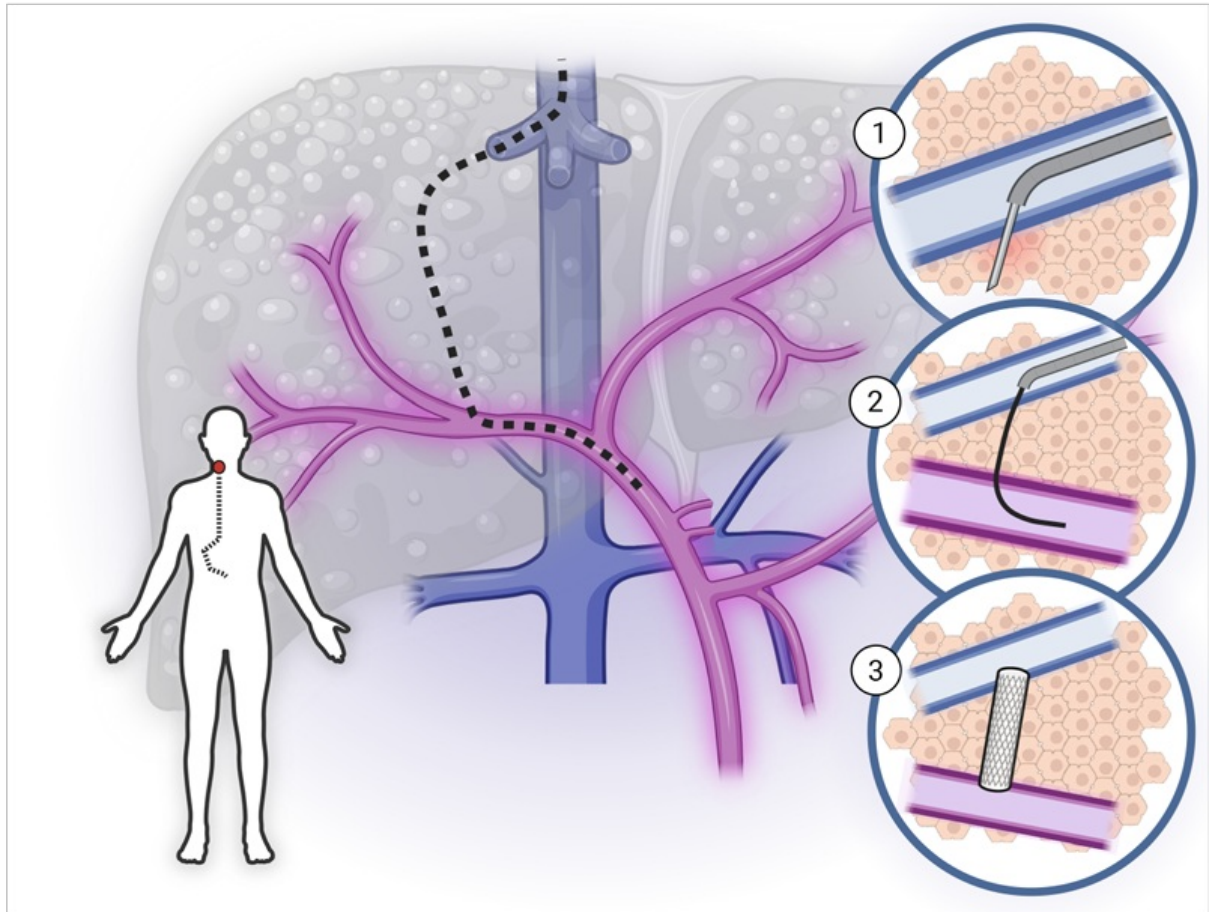


Embolisering kan reducere symptomer forårsaget af reflux i venesystemet. Typiske eksempler er varicocele hos mænd og pelvic congestion syndrome hos kvinder, som kan give smerter og tyngdefornemmelse. Den endovaskulære tilgang giver overblik over gonadernes venøse afløb, hvilket muliggør effektiv embolisering af alle patologiske kollateraler [9, 10]. Et andet eksempel er portalveneembolisering. Proceduren anvendes til at inducere hypertrofi af den fremtidige leverrest før større hepatektomi eller ved levende donortransplantation. Ved okklusion af de portale grene til det segment, der skal fjernes, omdirigeres blodstrømmen til det resterende leverparenkym og stimulerer kompenserende vækst.

Transjugulær intrahepatisk portosystemisk shunt (TIPS) adskiller sig fra øvrige venøse indgreb ved hverken at åbne eller lukke kar. Proceduren anvendes ved portal hypertension og indebærer etablering af en kanal gennem leverparenkymet mellem en portalvene og en levervene. Kanalen holdes åben med en stentgraft (Figur 4), og herved reduceres portaltrykket og risikoen for komplikationer som ascites og variceblødning. Randomiserede studier har vist, at tidlig TIPS ved variceblødning reducerer risikoen for reblødning og forbedrer overlevelsen [11].

FIGUR 4 Grafisk fremstilling af transjugulær intrahepatisk portosystemisk shunt (TIPS) – intrahepatisk shunt mellem en portalvene og en levervene.

Udarbejdet i BioRender: Gehr, J. (2025). <https://BioRender.com/kpda0i2>.



Øvrige vaskulære procedurer

Ud over de arterielle og venøse indgreb omfatter IR også specialiseret behandling af vaskulære malformationer og sygdomme i det lymfatiske kredsløb.

Vaskulære malformationer udgør et heterogent spektrum af medfødte karforandringer, der kan involvere arterier, vener, lymfekar og kapillærer. De kan give betydelige symptomer og funktionsnedsættelse afhængigt af type og lokalisation [12]. Arteriovenøse malformationer kræver ofte embolisering og sklerosering fra både arteriel og venøs side for at reducere den patologiske shunt. Behandlingen er ofte multidisciplinær og individualiseret.

Ved venøse og lymfatiske malformationer er skleroterapi den primære behandling. Her injiceres et skleroserende middel direkte i læsionen for at inducere fibrose og reducere volumen [13].

Foruden lymfatiske malformationer behandles også andre tilstande i det lymfatiske kredsløb. Lymfangiografi udføres ved kontrastinjektion i lyskens lymfeknuder, hvorefter cisterna chyli kan tilgås perkutant gennem abdomen som adgang for kateterisering. Teknikken kan anvendes ved behandling af komplekse flowforstyrrelser og læsioner i ductus thoracicus, hvor målrettet embolisering kan standse lækage til f.eks. pleurahulen [14].

Procedurer i galdevejene

I galdevejene spiller perkutan transhepatisk kolangiografi (PTC) en central rolle, når peroral endoskopisk adgang ikke er mulig eller utilstrækkelig. Ved PTC etableres adgang gennem leverparenkymet, hvorefter galdevejene billedvejledt kan navigeres med guidewirer og katetre. Dette muliggør både diagnostik og behandling ved obstruktioner og lækager. Kombinationen med endoskopiske teknikker har yderligere udvidet mulighederne for målrettet diagnostik og terapi, f.eks. ved stenfjernelse og biopsitagning [15]. Dermed kan IR ikke blot genetablere afløb, men også tilbyde terapeutiske muligheder i komplekse forløb.

Fremtidsperspektiver

IR udvikler sig hastigt med nye teknologier, flere anvendelsesområder og øget betydning i sundhedsvæsenet. I den seneste danske statusartikel fra 2017 blev IR beskrevet som et minimalinvasivt speciale med patientvenlige og organsparende procedurer [16]. Siden da er feltet rykket markant frem, og teknologier som kunstig intelligens, robotik og avanceret simulation forventes at ændre både diagnostik, behandling og uddannelse. Udviklingen stiller samtidig nye krav til organisering, uddannelse og samarbejde.

Nye indikationer og teknologier

Udviklingen inden for IR præges af udvidede anvendelsesområder og nye teknologiske redskaber.

Særligt inden for embolisering afprøves en række nye indikationer. Muskuloskeletal emboloterapi er en behandling af kroniske smertetilstande som artrose og tendinopati, hvor nydannede inflammationskar i led og sener okkluderes. Behandlingen udføres på flere centre i udlandet, mens den kliniske effekt fortsat undersøges [17]. I Danmark udføres behandlingen kun i forskningsregi [18]. Et andet eksempel er hæmorrhoideembolisering, hvor terminale grene af a. rectalis superior aflukkes for at reducere symptomer og blødning. Behandlingen viser lovende resultater, men er fortsat under evaluering [19]. Desuden undersøges ballonudvidelse og stentning af bækkenets arterier som behandling af erektil dysfunktion hos mænd med ophørt effekt af medicin [20].

Onkologisk intervention er en hurtigvoksende gren af IR, der omfatter diagnostik, behandling og palliation af maligne tilstande. Udviklingen spænder bredt over både kateterbaserede procedurer og andre perkutane indgreb. Ablation udgør en central del af området, og der forskes intenst i mere præcis billedvejledning med CT, MR-skanning og UL [21].

Nye teknologier bidrager yderligere til at udvide IR. I Danmark forskes der bl.a. i AI's muligheder ved trombektomi. Samtidig forskes der internationalt i robotassisterede systemer, der muliggør mere præcis kateterstyring og reduceret stråleeksponering for operatøren – samt mulighed for fjernstyring på afstand [22, 23]. De samme teknologier danner grundlag for nye læringsmetoder, hvor simulation og virtuelle miljøer kan styrke oplæring og sikkerhed [24].

Ny organisering og uddannelse

Internationalt er uddannelsen i IR flere steder formaliseret inden for radiologien. I Storbritannien findes en struktureret subspecialiseringsvej [25], og i USA en integreret speciallægeuddannelse, der kombinerer radiologisk diagnostik og intervention og afsluttes med selvstændig certificering i IR [26]. Fælles for disse forløb er definerede læringsmål, struktureret oplæring og ofte en afsluttende eksamen. Desuden har IR i flere lande fået en mere selvstændig klinisk rolle, hvor interventionsradiologer varetager ambulatorier og sengepladser [27].

I Danmark blev navneskiftet fra diagnostisk radiologi til radiologi i 2015 et udtryk for en bredere forståelse af faget. Uddannelse i IR foregår her efter den radiologiske speciallægeuddannelse med målrettet sidemandsoplæring, ofte suppleret med simulation, dyremodeller og certificering under the Cardiovascular and

Interventional Radiological Society of Europe (CIRSE).

Samarbejdet mellem IR og de kliniske specialer er centralt for fagets udvikling. Indikationer fastlægges i stigende grad ved multidisciplinær drøftelse, hvilket styrker faglig kvalitet og klinisk relevans. Denne udvikling bæres i høj grad af en gensidig forståelse for IR's muligheder og de kliniske specialers behov. Et styrket klinisk samarbejde, nye behandlingsmuligheder og et voksende patientgrundlag peger tilsammen på et betydeligt vækstpotentiale. Denne udvikling kan på sigt skabe grundlag for en mere formaliseret uddannelsesstruktur og en stærkere klinisk rolle for IR på tværs af sundhedsvæsenet.

Konklusion

IR har bevæget sig fra niche til nøglefag og er i dag uundværlig i behandling af akutte og kroniske tilstande. Faget er på vej mod større klinisk ansvar og en mere aktiv rolle i tværfaglige patientforløb.

Det fulde potentiale kan realiseres, hvis der investeres målrettet i uddannelse, forskning og tværfagligt samarbejde. En opnormering af interventionsradiologer og styrkede strukturelle rammer vil samtidig give et solidt grundlag for fagets videre udvikling. De minimalt invasive forløb kan reducere belastningen af både patienter og kliniske ressourcer. Dette vil styrke kvaliteten af patientbehandlingen og bidrage til et mere bæredygtigt sundhedsvæsen.

Korrespondance *Johannes Gehr*. E-mail: johannes.gehr@regionh.dk

Antaget 20. januar 2026

Publiceret på ugeskriftet.dk 30. marts 2026

Interessekonflikter MT oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Penumbra, Inc. og Neurescue. LL oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Studentlitteratur AB, Acta Radiologica, University of Eastern Finland, Erasmus University Rotterdam, Mentice, Inc. og AstraZeneca A/S. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2026;188:V10250813

doi 10.61409/V10250813

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](#)

SUMMARY

Catheter-based interventional radiology

This status article reviews the current state of interventional radiology (IR) in Denmark – a speciality that unites imaging and minimally invasive techniques with a continuous drive for innovation. We describe the principles behind established catheter-based vascular and non-vascular procedures and outline the expansion of the field through new applications and technologies. The article also highlights future perspectives, focusing on education, organisation, and the growing role of IR as a central clinical speciality within the healthcare system.

REFERENCER

1. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. Acta Radiol (Stockh). 1953;39(5):368-376. <https://doi.org/10.3109/00016925309136722>
2. Ojha V, Raju SN, Deshpande A, et al. Catheters in vascular interventional radiology: an illustrated review. Diagn Interv Radiol.

- 2023;29(1):138-145. <https://doi.org/10.5152/dir.2022.21233>
3. Loffroy R, Basile A, Dósa E, et al. CIRSE Standards of Practice for the Interventional Radiology Management of Acute and Chronic Arterial Mesenteric Ischaemia. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2025;48(8):1091-1103. <https://doi.org/10.1007/s00270-025-04080-0>
4. Kristensen-Alvarez A, Lund-Frank C, Stroomborg HV, et al. Long-term Outcomes of Prostatic Artery Embolisation: A Nationwide Prospective Cohort Study. *Eur Urol Focus*. 2025; 11(6):991-998. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2025.08.003>
5. Peng J, Wang J, Shu Q, et al. Systematic review and meta-analysis of current evidence in uterine artery embolization vs myomectomy for symptomatic uterine fibroids. *Sci Rep*. 2024;14(1):19252. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-69754-0>
6. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: Management of hepatocellular carcinoma. *J Hepatol*. 2018;69(1):182-236. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.03.019>
7. Siciliano F, Ronconi E, Rossi T, et al. Endovascular treatment of lower limb acute DVT: current trends and future directions. *CVIR Endovascular*. 2024;7(1):82. <https://doi.org/10.1186/s42155-024-00495-x>
8. Willington AJ, Tripathi D. Current concepts in the management of non-cirrhotic non-malignant portal vein thrombosis. *World J Hepatol*. 2024;16(5):751-765. <https://doi.org/10.4254/wjh.v16.i5.751>
9. Laborda A, Medrano J, de Blas I, et al. Endovascular treatment of pelvic congestion syndrome: visual analog scale (VAS) long-term follow-up clinical evaluation in 202 patients. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2013;36(4):1006-1014. <https://doi.org/10.1007/s00270-013-0586-2>
10. Torkian P, Rosenberg M, Talaie R, Golzarian J. Varicocele embolization: interventional radiologist's perspective. *Semin Intervent Radiol*. 2022;39(6):581-586. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1759734>
11. García-Pagán JC, Caca K, Bureau C, et al. Early use of TIPS in patients with cirrhosis and variceal bleeding. *N Engl J Med*. 2010;362(25):2370-2379. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0910102>
12. Nguyen HL, Bonadurer GF, Tollefson MM. Vascular malformations and health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Dermatol*. 2018;154(6):661-669. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2018.0002>
13. Schmidt VF, Olivieri M, Häberle B, et al. c. Interventional Treatment Options in Children with Extracranial Vascular Malformations. *Hämostaseologie*. 2022;42(2):131-141. <https://doi.org/10.1055/a-1728-5686>
14. Itkin M, Nadolski GJ. Modern techniques of lymphangiography and interventions: current status and future development. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2018;41(3):366-376. <https://doi.org/10.1007/s00270-017-1863-2>
15. Papaefthymiou A, Gkolafakis P, Basiliya K, et al. Performance and safety of percutaneous cholangioscopy: a systematic review and meta-analysis. *Ann Gastroenterol*. 2024;37(2):225-234. <https://doi.org/10.20524/aog.2024.0869>
16. Andersen PE, Lönn L, Bharadwaz A. Interventional radiology in minimally invasive treatments. *Ugeskr Laeger*. 2017;179(36):V06170448. <https://ugeskriftet.dk/videnskab/interventionsradiologi-ved-minimalt-invasive-behandling> (8. aug 2025)
17. Little MW, Harrison R, MacGill S, et al. Genicular artery embolisation in patients with osteoarthritis of the knee (GENESIS 2): protocol for a double-blind randomised sham-controlled trial. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2023;46(9):1276-1282. <https://doi.org/10.1007/s00270-023-03477-z>
18. Hindsø L, Hölmich P, Petersen MM, et al. Transarterial embolization of geniculate arteries reduces pain and improves physical function in knee osteoarthritis: a prospective cohort study. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(15):1627. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14151627>
19. Al Jnainati M, Ikkurthy N, Ayoub M, et al. Outcomes of embolization therapy of superior rectal arteries for the management of grade 1 to 3 internal hemorrhoids: a systematic review of clinical studies. *Int J Colorectal Dis*. 2025;40(1):190. <https://doi.org/10.1007/s00384-025-04944-4>
20. Doppalapudi SK, Wajswol E, Shukla PA, et al. Endovascular therapy for vasculogenic erectile dysfunction: a systematic review and meta-analysis of arterial and venous therapies. *J Vasc Interv Radiol*. 2019;30(8):1251-1258.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.01.024>
21. Campbell WA, Makary MS. Advances in image-guided ablation therapies for solid tumors. *Cancers (Basel)*. 2024;16(14):2560. <https://doi.org/10.3390/cancers16142560>
22. Glielmo P, Fusco S, Gitto S, et al. Artificial intelligence in interventional radiology: state of the art. *Eur Radiol Exp*. 2024;8(1):62. <https://doi.org/10.1186/s41747-024-00452-2>

23. Lanza C, Carriero S, Buijs EFM, et al. Robotics in interventional radiology: review of current and future applications. *Technol Cancer Res Treat*. 2023;22:15330338231152084. <https://doi.org/10.1177/15330338231152084>
24. Nielsen CAB, Lönn L, Konge L, Taudorf M. Simulation-based virtual-reality patient-specific rehearsal prior to endovascular procedures: a systematic review. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(7):500. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10070500>
25. The Royal College of Radiologists. Interventional radiology curriculum. <https://www.rcr.ac.uk/exams-training/specialty-training/clinical-radiology-curriculum/interventional-radiology-curriculum/> (10. sep 2025)
26. American Board of Radiology. Get Certified in Interventional Radiology/Diagnostic Radiology (IR/DR). <https://www.theabr.org/interventional-radiology/initial-certification> (10. sep 2025)
27. Tsetis D, Uberoi R, Fanelli F, et al. The provision of interventional radiology services in Europe: CIRSE recommendations. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2016;39(4):500-506. <https://doi.org/10.1007/s00270-016-1299-0>