

PREISKAVE IN INTERVENCIJSKA RADIOLOGIJA

Rok Dežman

POVZETEK. Radiologija je medicinska specializacija, ki uporablja radiološke slikovne preiskave za diagnosticiranje bolezni in za zdravljenje bolnikov. V zadnjih dveh desetletjih je doživela izreden razvoj in je pomembna pri zgodnjem odkrivanju mnogih malignih bolezni. Z njihovo pomočjo določimo kraj, oceno razširjenosti in stadij bolezni, na podlagi česar poteka načrtovanje zdravljenja. Med zdravljenjem se radiološke preiskave uporabljajo za oceno odziva tumorjev na zdravljenje.

Intervencijska radiologija je veja medicine, ki zdravi z minimalno invazivnimi posegi, opravljenimi pod slikovnim nadzorom. Dobiva vse pomembnejšo vlogo pri oskrbi bolnikov z rakom. V njihovo obravnavo je vključena od postavitve diagnoze, uporablja se za minimalno invazivno zdravljenje pri malignomih ali njihovih zapletih. Terapevtske aplikacije vključujejo lokalne ukrepe pri bolnikih s tumorji, kot sta transarterijska kemoembolizacija in radiofrekvenčna ablacija, pa tudi pri zapletih, kot so bolečina, obstrukcija organov in drenaža tekočinskih kolekcij.

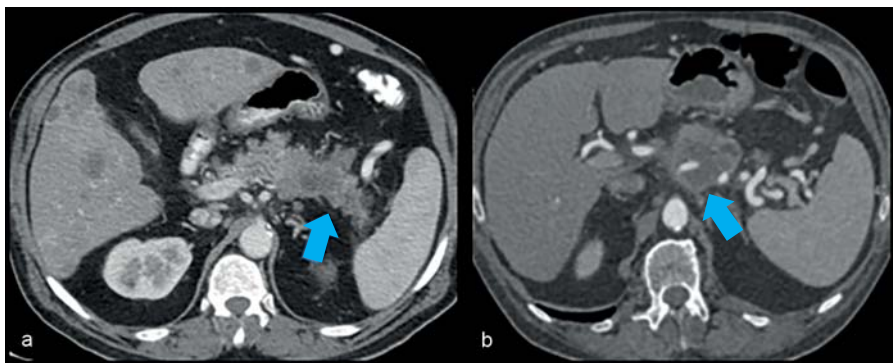
UVOD

Radiologija in z njo povezana slikovna diagnostika ima pomembno vlogo pri medicinski obravnavi bolnika z rakom. Moderne obravnave si brez slikovne diagnostike praktično ni mogoče predstavljati, saj je radiologija v obravnavo vpeta od postavitve diagnoze, načrtovanja zdravljenja do ugotavljanja in spremljanja odziva na zdravljenje ter odkrivanja in obravnave morebitnih zapletov.

- **Presejalni pregledi pri asimptomatskih bolnikih za odkrivanje raka:** najbolj znani in uspešni primer je presejalni pregled za odkrivanje raka dojke z mamografijo, ki se v Sloveniji izvaja v okviru programa Dora [1]. Drugi primer presejalnega programa je v ZDA aktivni program odkrivanja raka pljuč z nizkodozno računalniško tomografijo (ang. *Computed Tomography, CT*)
- **Odkrivanje in postavitve diagnoze raka:** pri bolnikih s sumom na maligno neoplazmo z radiološkimi preiskavami le-to natančneje opredelimo – določimo natančno anatomsko mesto, odnos do ostalih struktur in okarakteriziramo tumor. V nekaterih primerih lahko že po radiološkem videzu razlikujemo maligne spremembe od benignih, v drugih pa se na podlagi preiskave odločimo za optimalno mesto biopsije in za pridobitev vzorca za histološko preiskavo. Pri nekaterih

tumorjih, npr. pri jetrnoceličnem karcinomu, lahko že po radiološkem izvidu postavimo histološko diagnozo bolezni, brez potrebe za histološko potrditev [3].

- **Določanje stadija raka:** pri bolnikih s potrjeno maligno neoplazmo s preiskavami ocenimo velikost in razširjenost tumorja.
- **Načrtovanje zdravljenja:** načrt zdravljenja se pri večini malignih bolezni oblikuje na podlagi radiološke ocene lokalne in sistemske razširjenosti tumorja (Slika 1).
- **Ocena odziva in zapletov med zdravljenjem in po njem:** radiološke preiskave, še posebej CT, so nepogrešljive pri oceni odziva na kirurško zdravljenje, s kemoterapijo oz. z biološkimi zdravili [4].



Slika 1. Načrtovanje zdravljenja na podlagi računalniške tomografije (CT). Prikazani sta CT-sliki dveh bolnikov s karcinomom pankreasa. Pri prvem bolniku (a) je tumor v repu pankreasa in ne obrašča pomembnih žil, zato je kirurška resekcija možna. Pri drugem bolniku (b) tumor obrašča pomembne žile (v tem primeru hepatično arterijo in truncus celiacus), zato kirurška odstranitev ni možna

Poleg diagnostike premora radiologija tudi invazivne metode za zdravljenje bolnikov z rakom. Intervencijska radiologija (IR) je veja medicine, ki se specializira za zdravljenje z minimalno invazivnimi posegi, ki jih opravljajo pod slikovnim nadzorom. V onkologiji postopki IR vključujejo biopsije za pridobitev histoloških vzorcev, transarterijsko kemoembolizacijo (TACE), transarterijsko radioembolizacijo (SIRT) ter perkutano ablacijo tumorjev. Glavne prednosti metod IR so majhna invazivnost, malo zapletov in da jih bolniki dobro sprejemajo.

SLIKOVNE PREISKAVE V RADIOLOGIJI

V radiologiji je za postavitev diagnoze na voljo več različnih slikovnih preiskav oz. modalitet. Nekatere od njih proizvajajo ionizirajoče sevanje, kot npr. klasični rentgen in računalniška tomografija (CT). Pri drugih, kot so ultrazvočna in magnetnoresonančna slikanja (ang. *Magnetic Resonance Imaging, MRI*), pa ionizirajočega sevanja ni.

Vsaka od slikovnih preiskav ima svoje prednosti in slabosti, vse pa imajo svojo vlogo pri obravnavanju bolnikov z rakom.

Ultrazvočne preiskave

Ultrazvočna preiskava (ultrasonografija, US) je široko dostopna, poceni in ima relativno veliko diagnostično vrednost. Za ustvarjanje slik uporablja odboje visokofrekvenčnega zvočnega valovanja. Primarne vloge US so odkrivanje in karakterizacija tumorjev, groba opredelitev njihove narave in velikost ter razširjenosti [5].

Slaba stran US je, da zaradi fizikalnih omejitev nekateri organi in organski sistemi niso pregledni (npr. pljuča in praktično ves prsni koš, glava in kosti). Prav tako je diagnostična natančnost US zaradi fizikalnih omejitev manjša pri globoko ležečih tumorjih, npr. globoko v trebuhu, retroperitonealno ali v medenici. US je tako izvrstna pri površinskih organih, kot so dojke, ščitnica in površinske bezgavke. V teh organih je z US mogoče zelo natančno oceniti, ali tumor je ali ga ni ter razlikovati med benigno in maligno naravo tumorja (Slika 2).

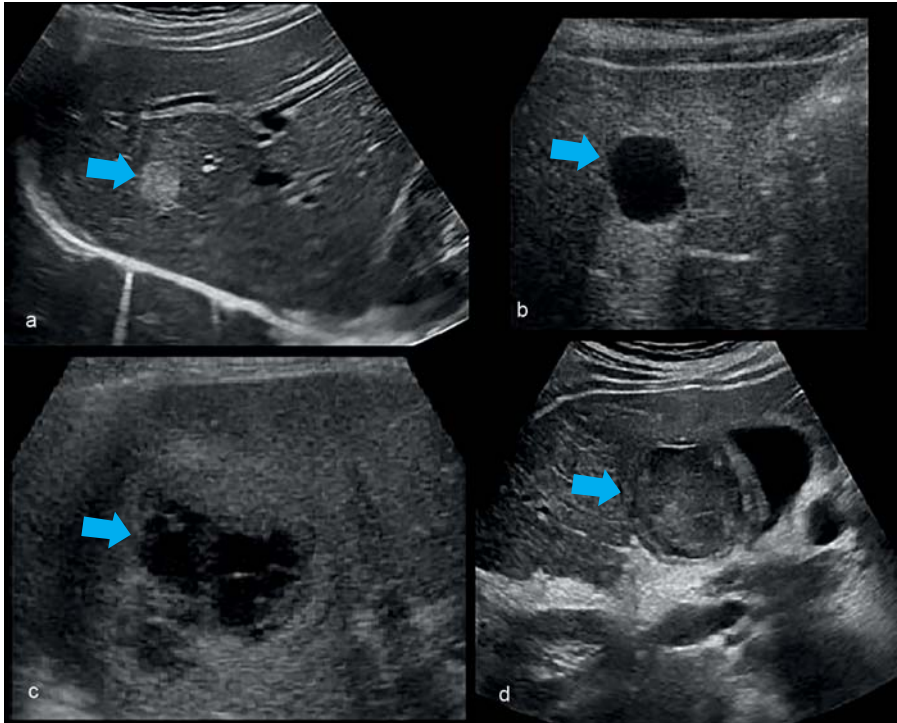
Sicer pa je US trebuha zelo uporabna pri oceni razširjenosti bolezni oz. spremljanju že zdravljenih pacientov, posebej za oceno, ali so v jetrih že zasevki. V Sloveniji se je npr. US dolgo uporabljala za oceno jetrnih zasevkov pri rakah prebavnega trakta, vendar so ga zaradi boljše občutljivosti v zadnjem času nadomestile CT- in magnetnoresonančne preiskave abdomna [6].

Rentgenske preiskave

Rentgenska preiskava ustvarja slike z žarki gama. Rentgensko slikanje je bila sploh prva metoda slikovne diagnostike, izumljena leta 1895 [7].

Trenutno se pomen rentgenske preiskave pri obravnavi bolnikov z rakom manjša, saj so moderne slikovne metode precej bolj občutljive pri odkrivanju

in natančnosti prikaza tumorjev. Trenutno se rentgenska preiskava še vedno uporablja kot metoda izbire za prikaz tumorjev skeletnega sistema in pljuč pri ogroženih skupinah bolnikov z znanim rakom pred morebitnimi nadaljnjimi preiskavami.



Slika 2. Diagnoza tumorjev jeter je občasno možna že po radiološkem videzu. Gornje ultrasonografske slike jeter so bile napravljene pri štirih bolnikih s tumorjem jeter. Pri prvih treh bolnikih je diagnoza možna že po US-sliki. Gre za benigne tumorje jeter, in sicer hemangiom (a), enostavno jetrno cisto (b) in jetrni absces (c). Pri četrtem bolniku (d) etiološka diagnoza na osnovi US ni bila mogoča. Po perkutani biopsiji se je izkazalo, da gre za hepatocelularni karcinom

Posebni del klasične rentgenske preiskave je mamografija, ki za odkrivanje raka dojke uporablja rentgenske žarke zelo majhne napetosti. Uveljavila se je kot zelo uspešna presejalna metoda in je kot taka zagotovo najuspešnejša radiološka presejalna preiskava. Presejalni programi za odkrivanja raka dojke z mamografijo, kot je DORA v Sloveniji, dokazano manjšajo umrljivost za

rakom dojke [8]. V mamografiji tehnika hitro napreduje. V zadnjem desetletju so razvili nov način preiskave, imenovan tomosinteza, ki omogoča še večjo diagnostično natančnost preiskave [9].

Računalniška tomografija

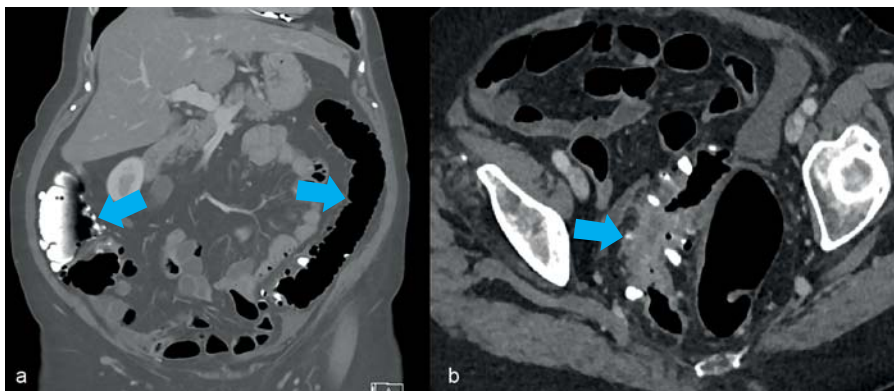
Računalniška tomografija (CT) prav tako temelji na uporabi rentgenskega sevanja. Pri tej preiskavi se vir sevanja vrti v eni osi okoli bolnika, računalnik pa zajete podatke obdela ter ustvari tridimenzionalne (3D) slike, ki si jih lahko ogledujemo v poljubnih presekih (Slika 1).

CT v kratkem času zajame veliko količino informacij z dobro prostorsko ločljivostjo. Prav tako to preiskavo dobro sprejemajo pacienti, zato je CT trenutno osnovna radiološka metoda v onkologiji. CT se uporablja za oceno lokalnega stadija večine tumorjev prsnega koša in trebuha ter za oceno sistemske razširjenosti praktično vseh tumorjev. Na podlagi izvida CT se odloča o načinu zdravljenja, načrtuje se potek in obsežnost operacijskih posegov, po zdravljenju pa se s CT ocenjuje uspešnost zdravljenja – tako kirurškega kot tudi odziv tumorjev na kemoterapijo. CT se uporablja tudi pri načrtovanju in izvajanju zdravljenja z radioterapijo [10].

Glavna prednost CT pred US in MRI je njena univerzalnost, saj se lahko uporablja pri oceni tumorjev praktično vseh organskih sistemov:

- **Glava:** CT je prva preiskava pri kliničnem sumu na možganski tumor ter pri iskanju morebitnih možganskih zasevkov v sklopu sistemske zamejitve bolezni;
- **Prsni koš:** s CT opredelimo spremembe, ki so vidne na rentgenski preiskavi prsnega koša. Uporablja se za oceno razširjenosti primarnih tumorjev pljuč ter za iskanje morebitnih pljučnih zasevkov v sklopu sistemske zamejitve bolezni. Prav tako se uporablja za oceno razširjenosti plevralnih tumorjev in mediastinalnih tumorjev (limfomi, karcinom požiralnika ...). V nekaterih državah se nizkodozna CT uporablja kot presejalna preiskava za odkrivanje raka pljuč pri huje ogroženih ljudeh [2].
- **Jetra in žolčni sistem:** CT se uporablja za ugotavljanje in karakterizacijo jetrnih lezij. Na podlagi CT lahko razlikujemo maligne spremembe od benignih in različne tipe primarnih jetrnih tumorjev od zasevkov.
- **Trebušna slinavka:** CT se uporablja za odkrivanje tumorjev in za oceno njihove razširjenosti. S CT je možna tudi opredelitev histološkega tipa tumorja trebušne slinavke [11].

- **Ledvici** – CT se uporablja za ugotavljanje in karakterizacijo tumorjev ledvic. S CT je mogoče razlikovati benigne tumorje od malignih in – v nekaterih primerih – razlikovanje histoloških tipov malignih tumorjev. Prav tako se uporablja za oceno razširjenosti tumorjev ledvic.
- **Debelo črevo:** S CT le ocenjujemo razširjenost znanih tumorjev tankega in debelega črevesja, saj običajna CT ni dovolj občutljiva, da bi omogočila odkrivanje tumorjev debelega črevesja. V zadnjem desetletju so razvili posebno CT za pregled debelega črevesja, imenovano CT-kolonografija. Pri tej preiskavi debelo črevo razpnemo z zrakom in nato opravimo CT (Slika 3). Občutljivost CT-kolonografije za prikaz rakavih in predrakavih sprememb v poteku debelega črevesja je le nekoliko manjša kot od občutljivosti kolonoskopije, zaradi česar je ta preiskava ustrezna alternativa za paciente, pri katerih kolonografije ni mogoče opraviti [12].



Slika 3. Računalniškotomografska kolonografija je preiskava, ki jo izvajamo pri bolnikih, pri katerih kolonoskopija ni izvedljiva. Na prvi sliki (a) sta prikazana dobro razpeta odseka ascendentnega in descendentnega kolona s primerno tanko steno, brez sprememb, sumljivih za karcinom. Na drugi sliki (b) je prikazan odsek sigmoidnega kolona z zadebeljeno steno in znaki preraščanja v okolno maščevje – značilni videz karcinoma sigmoidnega kolona

Magnetnoresonančno slikanje

Z magnetnoresonančno preiskavo (MRI) je mogoče z dvedimenzionalno sliko prikazati obnašanje atomskih jeder v magnetnem polju. V primerjavi s

CT je MRI relativno dolgotrajna, obseg zajetih podatkov pa je manjši. MRI je namreč običajno usmerjena le na posamezni organ, medtem ko CT lahko zajame več organskih sistemov ali pa celotno telo naenkrat. MRI pa ima nekatere prednosti pred CT. Za onkologijo je najpomembnejša boljša ločljivost med mehкими tkivi. Zaradi tega je MRI boljša od CT pri lokalnem zamejevanju nekaterih tumorjev. MRI tradicionalno uporabljamo pri oceni tumorjev osrednjega živčnega sistema, mišičnoskeletnega sistema, v zadnjem času pa se je MRI uveljavila tudi pri oceni tumorjev glave in vratu, dojk, tumorjev prostate, maternice in jajčnikov ter danke.

V preteklosti se MRI zaradi občutljivosti preiskave na gibanje ni uporabljala za diagnostiko respiratorno pomičnih organov, kot so jetra in ledvici. Z novejšimi, hitrejšimi načini zajema podatkov pa so se preiskave z MRI uveljavile kot nepogrešljive pri oceni tumorjev jeter, saj omogočajo večjo diagnostično natančnost kot CT [13].

INTERVENCIJSKA RADIOLOGIJA

Intervencijska radiologija (IR) je veja medicine, ki zdravi z minimalno invazivnimi posegi pod nadzorom slikovne diagnostike. IR ima vse pomembnejšo vlogo pri oskrbi bolnikov z rakom, od postavitve diagnoze s pomočjo perkutane biopsije do minimalno invazivnega zdravljenja in obravnave zapletov. Minimalno invazivne metode zdravljenja rakavih bolnikov so transarterijska kemoembolizacija, radioembolizacija in perkutana ablacija tumorjev [14].

BIOPSIJA TUMORJEV

Za postavitev diagnoze maligne bolezni je pri večini rakov potreben histološki vzorec. Danes je večji del histoloških vzorcev pridobljen z igelno biopsijo, ki je del metod intervencijske radiologije. Med tem postopkom zdravnik s pomočjo različnih slikovnih metod (CT, US ali MRI) v tumor vstavi tanko iglo, s katero odvzame majhno količino tkiva, ki jo nato pregleda patolog, da ugotovi, ali so v njej rakave celice.

V preteklosti je bilo treba bolnike, katerih tumorji niso bili dostopni perkutani biopsiji, operirati. V današnjem času so z napredkom stroke intervencijske radiologije praktično vsi tumorji dosegljivi perkutani biopsiji. Le-ta je manj invazivna, manj boleča in zahteva krajši čas okrevanja kot običajni kirurški postopki biopsije [15].

MINIMALNO INVAZIVNO ZDRAVLJENJE RAKA

Kemoembolizacija

Zdrav jetrni parenhim je v 70 % prekrvljen iz portalne vene, jetrni tumorji (primarni in sekundarni) pa prejemajo kri večinoma iz jetrne arterije, kar izkoriščamo pri zdravljenju s transarterijsko kemoembolizacijo – zapremo arterije, ki prehranjujejo tumor. Zaporo arterij opravimo z embolizacijskimi delci, na katere je vezan kemoterapevtik (transarterijska kemoembolizacija, TACE) ali z embolizacijskimi delci, na katere je vezan radioaktivni beta-sevalec (selektivna intraarterijska radioterapija, SIRT).

Pri TACE vbrizgamo embolizacijsko sredstvo v arterijo, ki oskrbuje tumor, in povzročimo ishemijo tumorskih celic. Trenutno so najbolj uporabljano embolizacijsko sredstvo embolizacijske mikrosfere. Ishemija tumorskih celic zveča občutljivost na kemoterapevtik, ki je vezan na embolizacijske mikrosfere. Zdravilo se v tumorju počasi sprošča iz mikrosfer, zaradi česar lahko dosežemo visoko koncentracijo kemoterapevtika na mestu tumorja, manjša pa je sistemska toksičnost. Tako hkrati dosežemo lokalno citotoksičnost z večjo koncentracijo zdravila kot pri sistemski terapiji ter selektivno ishemijo tumorja. Cikel zdravljenja zajema dva posega TACE do tri v razmiku 6 do 8 tednov. Po zaključku vsakega cikla ocenimo odziv na zdravljenje s CT ali MRI. Terapije se lahko ponovijo in bolnik prejme večje število terapij [16].

Radioembolizacija

Selektivna intraarterijska radioembolizacija (SIRT) z izotopom itrija (^{90}Y) ali holmija (^{166}Ho) je metoda za zdravljenje inoperabilnih malignih tumorjev jeter. Metoda je minimalno invazivna različica brahiradioterapije in je v strokovni literaturi včasih poimenovana kot radioembolizacija.

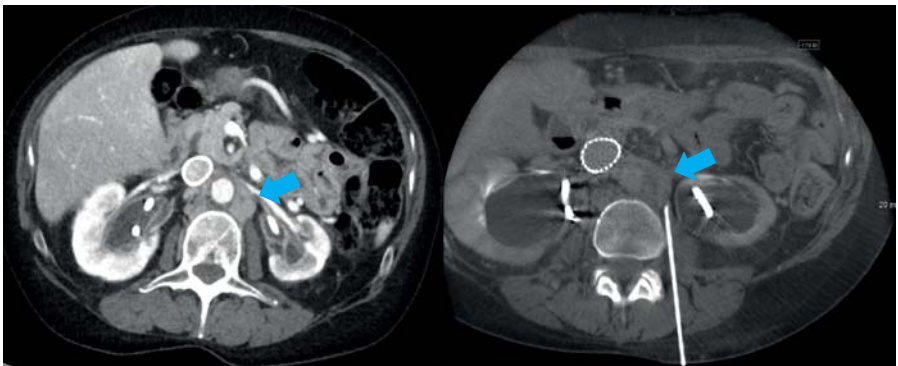
V veje hepatične arterije, ki prehranjujejo tumor, apliciramo majhne kroglice, imenovane mikrosfere, ki vsebujejo radioaktivno snov. Radioaktivna snov je lahko sicer izotop itrij-90 (^{90}Y), ki je beta-sevalec, ali izotop holmij-166 (^{166}Ho), ki je beta in gama-sevalec. Mikrosfere se zagostijo v majhnih arterijah, ki prehranjujejo jetrni tumor in okolni jetrni parenhim. Sevanje iz mikrosfer uničuje tumorske celice na območju nekaj milimetrov. To pomeni, da povzročajo škodo tumorju, vendar zelo majhno škodo okolnemu zdravemu tkivu [17].

Perkutana ablacija

Ablacija je postopek, ki uniči tumorje, ne da bi jih odstranili. Hiter razvoj ablativnih metod v zadnjih letih je omogočil, da so rezultati ablacij pri nekaterih tumorjih (npr. hepatocelularni karcinom – HCC) podobni kirurškim [18].

Ablacija temelji na citotoksičnem učinku, ki ga imajo nefiziološke temperature, ki jih dosežemo v okolici sonde, ki jo postavimo v tumor. Najpogostejši metodi sta radiofrekvenčna ablacija (ang. *Radiofrequency Ablation – RFA*) in ablacija z mikrovalovi (ang. *Microwave Ablation – MWA*). Pri RFA z električnim tokom visoke frekvence dosežemo vibracije ionov in s tem segrevanje tkiva nad 60 °C, kar povzroči koagulacijsko nekrozo celic. Pri MWA s spreminjanjem elektromagnetnega polja v okolici sonde dosežemo ekscitacijo molekul vode in s tem temperature do 160 °C ter posledično koagulacijsko nekrozo celic.

Postopek ablacije se opravi perkutano in poteka v splošni anesteziji. Sondo vodimo do ciljnih tumorjev s pomočjo US ali CT, poseg pa traja približno 90-minut. Cilj ablativnih metod je, da poleg tumorja uničimo tudi bližnje zdravo jetrno tkivo in tako ustvarimo zadostni varnostni rob. S tem zagotovimo kurativni poseg na tumorju, ki je enakovreden kirurški resekciji (Slika 4).



Slika 4. Z računalniško tomografijo (CT) vodena biopsija bezgavke ob aorti. Na CT-sliki, napravljeni s kontrastnim sredstvom (a) je vidna patološko zvečana retroperitonealna bezgavka ob aorti. Bezgavka je zaradi svoje lege izrazito neugodna za kirurško biopsijo, zato je bila opravljena perkutana biospija pod nadzorom CT

Pri izbiri bolnikov za ablativne metode je treba upoštevati, da je uspeh zdravljenja najboljši pri manjši velikosti tumorjev. Optimalni uspeh lahko pri-

čakujemo pri velikosti tumorjev, ki so manjši od 3 cm. Ablativne metode se trenutno najbolj uporabljajo za tumorje jeter, ledvic, pljuč in skeleta [19].

Odpravljanje obstrukcij

Nekateri raki lahko toliko zrastejo, da ovirajo normalni pretok urina ali žolča, zaradi česar se ti tekočini kopičita v telesu. Brez zdravljenja lahko takšne ovire povzročijo ne samo bolečino, ampak tudi okužbo ali celo odpoved jeter ali ledvic, kar ogroža zdravje bolnikov in omejuje terapevtske možnosti za posamezne bolnike. Intervencijski radiologi lahko vstavijo drenažne katetre, ki omogočajo drenažo urina (perkutana nefrostoma) ali žolča (perkutana transhepatična biliarna drenaža). Alternativno lahko v organ vstavijo tudi opornico (t.i. stent), s katero premostijo oviro in ki omogoča prehodnost žolčevodov oz. sečevodov brez potrebe po dodatni zunanji drenaži.

ZAKLJUČEK

Radiologija ima pomembno vlogo v sodobni onkologiji in je nujno potrebna pri obravnavi bolnika z rakom. Slikovna diagnostika se uporablja za odkrivanje raka, zamejitev in oceno odziva na zdravljenje. Kljub hitremu razvoju MRI v onkologiji, CT še vedno ostaja temeljna modaliteta za obravnavo večine bolnikov. V prihodnosti lahko pričakujemo dodatno evolucijo na področju funkcijskih slikovnih metod, kar bo omogočilo boljši vpogled v fiziologijo in molekularne mehanizme rakavih tkiv.

Intervencijska radiologija prevzema z minimalno invazivnimi posegi pri diagnosticiranju in zdravljenju malignih bolezni vse vidnejšo vlogo v multidisciplinarnem timu, ki skrbi za bolnika z rakom. Uporaba tehnik intervencijske radiologije pri onkoloških bolnikih pripomore k optimalni oskrbi bolnika in pomaga pri obvladovanju morebitnih zapletov.

LITERATURA

1. Basu P, Ponti A, Anttila A, Ronco G, Senore C, Vale DB, et al. Status of implementation and organization of cancer screening in The European Union Member States – Summary results from the second European screening report. *Int J Cancer* 2018; 142 (1): 44–56.
2. Oudkerk M, Devaraj A, Vliegenthart R, Henzler T, Prosch H, Heussel CP, et al. European position statement on lung cancer screening. *Lancet Oncol* 2017; 18 (12): e754–66.

3. Llovet JM, Fuster J, Bruix J. The Barcelona approach: Diagnosis, staging, and treatment of hepatocellular carcinoma. *Liver Transpl* 2004; 10 (2 Suppl 1): S115–20.
4. Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, Schwartz LH, Sargent D, Ford R, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur J Cancer* 2009; 45 (2): 228–47.
5. Health Quality Ontario. Ultrasound as an adjunct to mammography for breast cancer screening: A health technology assessment. *Ont Health Technol Assess Ser* 2016; 16 (15): 1–71. Pridobljeno 24. sept. 2019 na spletni strani <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27468326>.
6. Albrecht T, Hohmann J, Oldenburg A, Skrok J, Wolf KJ. Detection and characterisation of liver metastases. *Eur Radiol*. 2004; 14 (Suppl 8): 25–33. Pridobljeno 23. sept 2019 na spletni strani <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15700330>. Accessed September 23, 2019.
7. Sternbach G, Varon J. Wilhelm Konrad Roentgen: A new kind of rays. *J Emerg Med* 1993; 11 (6): 743–5.
8. Lebron-Zapata L, Jochelson MS. Overview of breast cancer screening and diagnosis. *PET Clin* 2018; 13 (3): 301–23.
9. Greenwood HI, Dodelzon K, Katzen JT. Impact of advancing technology on diagnosis and treatment of breast cancer. *Surg Clin North Am* 2018; 98 (4): 703–24.
10. Laifer-Narin SL, Genestine WF, Okechukwu NC, Hecht EM, Newhouse JH. The role of computed tomography and magnetic resonance imaging in gynecologic oncology. *PET Clin* 2018; 13 (2): 127–41.
11. Kulkarni NM, Hough DM, Tolat PP, Soloff EV, Kambadakone AR. Pancreatic adenocarcinoma: Cross-sectional imaging techniques. *Abdom Radiol* 2018; 43 (2): 253–63.
12. Porté F, Uppara M, Malietz G, Faiz O, Halligan S, Athanasiou T, et al. CT colonography for surveillance of patients with colorectal cancer: Systematic review and meta-analysis of diagnostic efficacy. *Eur Radiol*. 2017; 27 (1): 51–60.
13. Jhaveri KS, Fischer SE, Hosseini-Nik H, Sreeharsha B, Menezes RJ, Gallinger S, et al. Prospective comparison of gadoteric acid-enhanced liver MRI and contrast-enhanced CT with histopathological correlation for preoperative detection of colorectal liver metastases following chemotherapy and potential impact on surgical plan. *HPB*. 2017;19 (11): 992–1000.
14. Cornelis FH, Lotz JP. Interventional oncology: A new pillar for a comprehensive cancer care. *Presse Med* 2019; 48 (7–8): e217–8.
15. Aoun F, Mansour R, Chalouhy C, Ruck JM, Albisinni S, Finianos S, et al. Comparing laparoscopic and percutaneous renal biopsy for diagnosing native kidney disease: A matched pair analysis. *Progres en Urol* 2019; 29 (2): 95–100.
16. Odisio BC, Ashton A, Yan Y, Wei W, Kaseb A, Wallace MJ, et al. Transarterial hepatic chemoembolization with 70–150 µm drug-eluting beads: Assessment of clinical safety and liver toxicity profile. *J Vasc Interv Radiol*. 2015; 26 (7): 965–71.
17. Ricke J, Bulla K, Kolligs F, Peck-Radosavljevic M, Reimer P, Sangro B, et al. Safety and toxicity of radioembolization plus Sorafenib in advanced hepatocellular carcinoma: Analysis of the European multicentre trial SORAMIC. *Liver Int* 2015; 35 (2): 620–6.
18. Forner A, Gilibert M, Bruix J, Raoul J-L. Treatment of intermediate-stage hepatocellular carcinoma. *Nat Rev Clin Oncol* 2014; 11 (9): 525–35.
19. Bartolotta TV, Taibbi A, Midiri M, De Maria M. Hepatocellular cancer response to radiofrequency tumor ablation: Contrast-enhanced ultrasound. *Abdom Imaging* 33 (5): 501–11.