

Přínos a limity moderních zobrazovacích metod (CT, MR, PET/CT) v onkogynekologii

Andrea Burgetová¹, Daniela Fischerová²

¹Radiodiagnostická klinika VFN a 1. LF UK v Praze, ²Onkogynekologické centrum, Gynekologicko-porodnická klinika VFN a 1. LF UK v Praze

Korespondenční adresa: MUDr. Andrea Burgetová, PhD., Radiodiagnostická klinika VFN a 1. LF UK v Praze, U nemocnice 2, 128 08, Praha 2, tel.: +420 224 965 119, fax: +420 224 965 058, e-mail: andrea.burgetova@vfn.cz

Publikováno: 11. 10. 2013 Přijato: 28. 7. 2013 Akceptováno: 26. 9. 2013
Actual Gyn 2013, 5, 52-57 ISSN 1803-9588 © 2013, Aprofema s.r.o.
Článek lze stáhnout z www.actualgyn.com



Citujte tento článek jako: Burgetová A, Fischerová D. Přínos a limity moderních zobrazovacích metod (CT, MR, PET/CT) v onkogynekologii. Actual Gyn. 2013;5:52-57

THE BENEFITS AND LIMITATION OF MODERN IMAGING METHODS (CT, MRI, PET/CT) IN GYNECOLOGIC ONCOLOGY

Review article

Abstract

The aim of this review is to demonstrate the optimal use of modern imaging methods (CT, MRI and PET/CT) in the preoperative staging, therapeutic management and follow-up of gynecological cancer patients (neoplasm of cervix, uterus and ovary). We present an overview of the advantages and limitations of modern imaging modalities that are complementary to ultrasound, which remains the first choice in gynecology. The review should be used as a guide for gynecologists and oncologists on how to use the methods effectively.

Key words: CT, MRI, PET/CT, cervical carcinoma, endometrial carcinoma, ovarian carcinoma

Přehledový článek

Abstrakt

Cílem je ukázat optimální využití počítačové tomografie (CT), magnetické rezonance (MR) a PET/CT (fúze počítačové emisní tomografie a CT) v předoperačním (klinickém) stagingu, plánování léčby a dispenzarizaci onkogynekologických pacientek se zhoubnými nádory děložního hrdla, těla a ovarií. Podáváme přehled o možnostech a limitech jednotlivých zobrazovacích modalit komplementárních k ultrazvukovému vyšetření, které zůstává metodou první volby v zobrazování v gynekologii. Práce by měla být vodítkem pro kliniky, jak využívat dané techniky efektivně.

Klíčová slova: CT, MR, PET/CT, karcinom děložního hrdla, karcinom endometria, karcinom ovaria

Úvod

Ultrazvukové vyšetření (UZ) zůstává nadále metodou první volby v zobrazení malé pánve a diagnostice nádorů v gynekologii (1). Výhodou ultrazvukového vyšetření je jeho široká dostupnost, dobrá tolerance metody pacientem bez známých rizik a kontraindikací a v neposlední řadě jeho vysoké tkáňové rozlišení v zobrazení pánve a gynekologických pánevních orgánů. Další moderní zobrazovací metody jsou indikovány jako komplementární metody k ultrazvukovému vyšetření v případě, že jejich závěr ovlivní léčbu pacientky. Výběru vhodné komplementární zobrazovací metody se týká tento přehledový článek.

Magnetická rezonance (MR) poskytuje detailní informace o anatomii pánevních orgánů. Je metodou volby, pokud je ultrazvukové vyšetření pánve suboptimální či nedignostické, zejména v detekci recidiv po radioterapii a posouzení pooperačních komplikací. V rámci stagingu v onkogynekologii se nejčastěji využívá MR u zhoubného nádoru děložního hrdla, zvláště pokud není dostupný erudovaný sonografista pro zobrazení postižení hrdla, parametrií a spádových uzlin. Ve stagingu zhoubného nádoru dělohy se využívá MR vyšetření v případě špatných akustických podmínek, nejčastěji v případě akustického stínu z myomu/ů, který neumožňuje optimální zobrazení junkční zóny a stanovení hloubky invaze do myometria či děložního hrdla. Také před plánováním fertilitu šetřící léčby u zhoubného nádoru děložního těla je často komplementárně doplněno MR dělohy k vyloučení nádorové invaze do myometria. V rámci zobrazení a diagnostiky ovariálních nádorů je ultrazvukové vyšetření zkušeným sonografistou nejpřesnější moderní zobrazovací metodou (1). Pouze výjimečně je doplněno MR vyšetření v diferenciální diagnostice endometroidních cyst od dermoidů nebo mucinózních cystadenomů, jelikož tyto nádory jsou většinou snadno a správně posouzeny v rámci ultrazvukového vyšetření. Dále bývá MR vyšetření indikováno v případech nejasného původu pánevního nádoru. Nelze opomenout kontraindikace MR vyšetření v případě kardio-

stimulátoru, kochleárního implantátu či přítomnosti feromagnetických kovových implantátů v těle.

Počítačová tomografie (CT) není vhodnou technikou pro zobrazení časných gynekologických nádorů, vzhledem k nízkému tkáňovému rozlišení (2). Naopak má své uplatnění v klinickém stagingu pokročilých gynekologických nádorů a v monitorování odpovědi na jejich léčbu. Ve srovnání s ultrazvukem a MR je důležité zdůraznit radiační zátěž při CT vyšetření asociovanou s určitým rizikem vzniku malignity. Každé CT vyšetření musí být zdůvodněné očekávaným přínosem pro pacienta, protože obecně narůstá počet CT vyšetření a mnohdy jsou bez opodstatněné indikace (3). CT a MR vyšetření se využívají také v plánování radioterapie, slouží jako vizuální báze pro stanovení (delineaci) cílového objemu pro zevní radioterapii i pro brachyterapii. Limitací MR a CT vyšetření v diagnostice recidiv je nedostatečné rozlišení viabilní nádorové tkáně od pooperačních a poradiačních změn v souvislosti s onkologickou léčbou.

Pozitronová emisní tomografie jako funkční metoda ve fúzi s CT jako morfologickou metodou (**PET/CT**) je optimální metodou v diagnostice a plánování léčby recidivujících gynekologických nádorů, protože umožňuje vyhledat viabilní nádorovou tkáň a navíc na rozdíl od samotné PET upřesnit její lokalizaci. Jejím přínosem může být i hledání primárního zdroje onemocnění v případě nádorového rozsevu či detekce nádorové duplicity. PET/CT je také využíváno v klinickém stagingu a restagingu gynekologických nádorů, především při nejednoznačných závěrech ostatních zobrazovacích metod. Je důležité zdůraznit, že PET/CT není vhodnou stagingovou metodou v případě časných stádií onemocnění a může vést k falešně pozitivním nálezům během fyziologických změn na děloze a ovariích u fertilní ženy (4). Podmínkou správné interpretace PET/CT je zachování dostatečného odstupu vyšetření od předchozí léčby. Doporučený časový odstup PET/CT od proběhlé operace je minimálně 6 týdnů a od

Tab. 1 Stručný přehled optimálního využití zobrazovacích metod v onkogynekologii

Ultrazvukové vyšetření (TVUS, TRUS, TAS)	Magnetická rezonance (MR)	Počítačová tomografie (CT)	Počítačová emisní tomografie/počítačová tomografie (PET/CT)
Hodnocení časného i pokročilého onemocnění, lymfatických uzlin, přítomnosti metastáz. Navigace bioptických metod.	Hodnocení časného stádia onemocnění u nádorů děložního hrdla a těla, lokálního šíření nádorů do okolních orgánů, spádových uzlin, detekce metastatických lézí. Diagnostika nejasných adnexálních lézí. Endometrióza. Plánování radioterapie. Diagnostika recidivy onemocnění.	Hodnocení pokročilého onemocnění, postižení lymfatických uzlin, metastáz. Plánování radioterapie. Monitorování odpovědi na léčbu. Diagnostika recidivujícího onemocnění. Navigace bioptických metod a radiofrekvenční ablace (RFA).	Stanovení přítomnosti recidivy onemocnění. Staging gynekologických nádorů, zvl. detekce infiltrovaných uzlin a dalších metastáz. Komplementární metoda v případě nejednoznačných závěrů ostatních zobrazovacích metod (odlišení benigní od maligní léze). Hodnocení léčebné odpovědi. Odhalení okultního primárního nádoru při známé metastáze.

(TVUS - transvaginální ultrazvukové vyšetření, TRUS - transrektální ultrazvukové vyšetření, TAS - transabdominální ultrazvukové vyšetření)

ukončené radioterapie minimálně 3 měsíce. Obecně platí, že čím je odstup vyšetření od terapie větší, tím je vyšší spolehlivost vyšetření, jinak v místech ozařování nebo operace mohou vznikat pozitivní artefakty. Chemoterapie snižuje obecně schopnost nádorových buněk utilizovat glukózu („stunning efekt“) a minimální odstup od ukončení chemoterapie je 2 týdny. Stručné shrnutí optimálního využití moderních zobrazovacích metod v onkogynekologii podává **Tab. 1**.

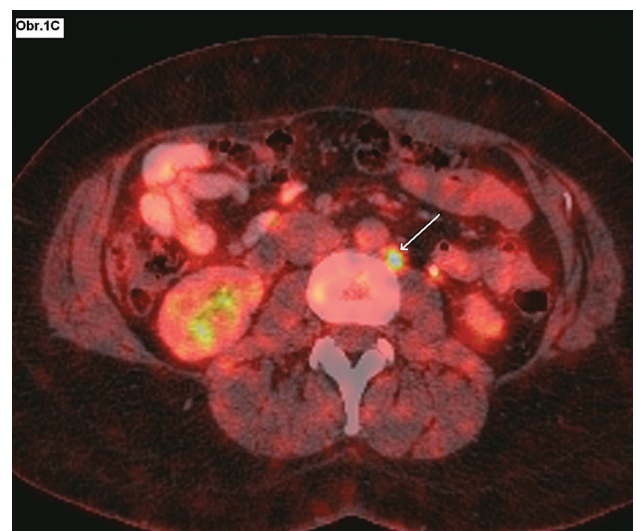
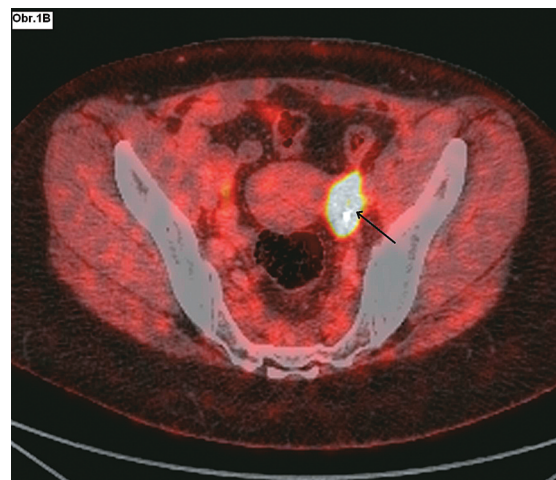
Nádory děložního hrdla

Zhoubné nádory děložního hrdla jsou nejpočetnější skupinou indikovanou v gynekologii k **MR** vyšetření. MR je vhodná pro staging biopsky verifikovaného zhoubného nádoru, nikoliv k primární diagnostice. Čím pokročilejší je stádium onemocnění, tím spolehlivější je diagnostika pomocí MR. Podobně jako při stagingovém vstupním ultrazvukovém vyšetření stanovuje magnetická rezonance objem nádoru, vzdálenost nádoru od vnitřní branky v případě plánování fertilitu zachovných operací, hodnotí se hloubka stromální nádorové invaze a vzdálenost nádoru od pericervikální fascie. Nejčastější indikací pro MR bývá otázka šíření do parametří. Recentní prospektivní multicentrická studie autorů Epstein E a kol. však prokázala, že UZ je ve stanovení invaze do parametří signifikantně lepší než MR (5). V porovnání s výslednou histologií byla vyšší přesnost UZ ve stanovení infiltrovaných parametří (přesnost 97 %, senzitivita 77 %, specifita 98 %), MR vyšetření dosáhlo přesnosti 90 % (senzitivita 69 %, specifita 92 %). Signifikantně lepší byl UZ rovněž v detekci reziduálního tumoru, v porovnání s výsledným patologickým nálezem byla jeho přesnost 96 % (senzitivita 90 %, specifita 97 %), MR vyšetření dosáhlo přesnosti 86 % (senzitivita 67 %, specifita 89 %). Přesnost MR diagnostiky by mohla zvýšit aplikace kontrastní látky i.v. a dynamické postkontrastní techniky (6), využití přístrojů 3T (Tesla) a dále využití difúzně vážených obrazů (DWI). Při hodnocení DWI se vychází z faktu, že maligní nádory jsou výrazně buněčné a mají malý extracelulární prostor, tedy dochází v nich k restrikci difúze a zvýšenému signálu v DWI, zatímco signál v ADC mapách (apparent diffusion coefficient) je nízký. DWI může přispět k určení stupně diferenciacie nádoru (gradingu) a k hodnocení efektu terapie (7,8). Ve FIGO stádiích III a IV MR velmi dobře zobrazí propagaci do okolí, pochvy, zadní stěny močového měchýře, přední stěny rekta či do pánevního dna. Dále zobrazí regionální lymfatické uzliny. Diagnostické kritérium pro patologickou uzlinu je 10 mm v krátké ose, poměr délky a šíře uzliny (long to short ratio) L/S ratio ≤ 2 (9), což je příčinou nižší senzitivity vyšetření vzhledem k přítomnosti maligních buněk i v nevětšených uzlinách. Velmi perspektivní se jeví nyní poměrně nová metoda PET/MR (fúze pozitronové emisní tomografie s magnetickou rezonancí).

Význam **CT** vyšetření je u zhoubných nádorů děložního hrdla při srovnání s MR podstatně menší. Limitací pro CT je menší tkáňový kontrast a obtížné posuzování lokálního šíření nádoru. Většina prací ukazuje, že UZ a MR jsou v hodnocení lokálního nádorového šíření přesnější než CT. CT se využívá prakticky jen u velmi lokálně pokročilých nádorů děložního hrdla – propagace tumorů do močového měchýře, rekta a pánevní stěny. Je však jednoznačně přínosem v diagnostice postižených retroperitoneálních

a vzdálených (mediastinálních) uzlin a dalších metastáz. **PET/CT** má v porovnání s CT a MR větší schopnost u pacientů s karcinomem děložního hrdla detekovat šíření do lymfatických uzlin (nejčastěji do pánevních, paraaortálních a supraklavikulárních) a vzdálené metastázy (10,11). Loft A a kol. ve studii porovnávající PET/CT s histopatologickými výsledky a/nebo follow-up zjistili senzitivitu a speci-

Obr. 1 Recidiva tumoru hrdla v ilické krajině vlevo. **A)** MR příčný řez, **B)** PET/CT příčný řez, **C)** Infiltrovaná uzlina paraaortálně vlevo v úrovni L2 PET/CT, příčný řez



ficitu PET/CT 75 % resp. 96 %, negativní prediktivní hodnotu 96 %, pozitivní prediktivní hodnotu 75 % (12). Na falešně negativitě nálezů se podílí především mikrometastázy, které jsou pod rozlišovací schopností dnešních skenerů, na falešně pozitivitě se podílí zánětlivá lymfadenopatie (13). Vzhledem ke klinickému významu zejména detekce infiltrovaných uzlin se u nádorů děložního hrdla dnes doporučuje PET/CT jako standard pro staging onemocnění u pacientů plánovaných k primární léčbě chemoradioterapií, kde není provedena diagnostická stagingová laparoskopie s histologickým vyšetřením spádových uzlin (doporučení NCCN National Comprehensive Cancer Network). Další indikací pro PET/CT je diagnostika recidivy. V diagnostice recidivujícího onemocnění dosahuje FDG-PET vyšší senzitivitu a specifitu (96 % a 95 %) ve srovnání s CT a MR (14). Falešně pozitivní FDG-PET nálezy jsou nejčastěji způsobeny chybnou interpretací zánětlivých komplikací terapie.

Nádory děložního těla

Vzhledem k vysokému tkáňovému rozlišení ultrazvuku (15) je **MR** jako fakultativní vyšetření k vyloučení myometriální invaze indikováno výjimečně, například před zahájením fertilitu šetřící léčby endometriálního karcinomu nebo při nevyhovujících akustických podmínkách. Je indikováno k posouzení hloubky prorůstání nádorů do myometria dělohy (porušení junkční zóny), propagace nádoru do stromatu děložního hrdla a k posouzení extrauterinní invaze. Dále jsou hodnoceny případné metastázy v pochvě a infiltrace stěny močového měchýře a rekta. MR detekuje také infiltrované regionální – pánevní, paraortální a inguinální uzliny. V případě karcinomu endometria aplikace paramagnetické kontrastní látky výrazně zpřesňuje diagnostiku, protože vede ke zvýšení kontrastu mezi děložní svalovinou a infiltrující nádorovou tkání a usnadní hodnocení v terénu myomatózy či adenomyózy. Dynamická postkontrastní MR má přesnost 85 – 95 % v predikci myometriální invaze a 82 – 91 % v predikci cervikálního postižení (16). Problémem stanovení hloubky invaze zůstává přirozená involuce dělohy v postmenopauze následovaná atrofií myometria, myometriální ztenčení na podkladě distenze děložní dutiny velkým exofytickým nádorem, lokalizace nádoru v děložních rozích, pyo- nebo hematometra, adenomyóza či myomatóza (17-19). Podobně je obtížné odlišení pouhé protruze nádoru do cervikálního kanálu bez invaze do mukózy od stromální infiltrace hrdla (18).

CT, obdobně jako u nádorové infiltrace děložního hrdla, není metodou volby u časných stádií onemocnění (20,21). V onkogynéologii se využívá především u pokročilého nádorového onemocnění ke stanovení lokálního šíření, postižení retroperitoneálních uzlin a parenchymatózních orgánů (játra, plíce).

CT ale ani **PET/CT** nemají u zhoubných nádorů děložního těla takový význam pro klinický staging před léčbou, jako mají u zhoubných nádorů děložního hrdla a ovarií. Zobrazovací metody mají u endometriálního karcinomu poměrně nízkou senzitivitu pro detekci metastatického postižení uzlin, protože v době první diagnózy onemocnění jde často o mikrometastatické postižení uzlin. Staging zhoubných nádorů děložního těla je proto dle FIGO doporučení z roku 1988 založen na chirurgickém stagingu (22). Selektce pacientek k méně či více extenzivnímu chirurgickému stagingu je založena na předoperačním sta-

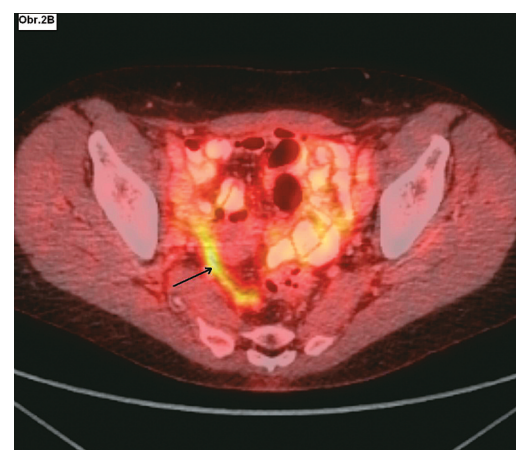
novení rizika (predikci) postižení spádových lymfatických uzlin. Riziko postižení lymfatických uzlin je ovlivněno hloubkou nádorové invaze do myometria, děložního hrdla, histologickým gradingem a histotypem onemocnění. Hlavním úkolem zobrazovacích metod je tedy stanovení hloubky invaze do myometria a stromatu děložního hrdla, kdy metodou volby zůstávají ultrazvukové vyšetření či magnetická rezonance.

Nádory ovarií

V současné době máme dostatek dat, že ultrazvukové vyšetření je ideální zobrazovací metodou v diagnostice benigních a maligních ovariálních nádorů (4,23). **MR** je metodou volby u nejasných adnexálních lézí, může odpovědět na otázku identifikace původu léze (např. odlišení subserózního myomu od ovariálního fibromu), přispět ke specifické diagnóze (endometroidní nebo dermoidní cysta) a k diferenciaci diagnostice léze benigní a maligní (cystická, cysticko-solidní, solidní). V rukou zkušeného radiodiagnostika má **MR** ve stanovení benigních a maligních ovariálních nádorů vysokou přesnost (83 – 93 %) (24).

Indikací **CT** je staging, zhodnocení efektu neoadjuvantní léčby a diagnostika recidivy onemocnění. Dále může být **CT** indikováno při podezření na dermoidní cystu, kdy spolehlivě zobrazí tuk, zuby nebo kosti. Používá se k navigaci biopsických výkonů. Nejčastěji je **CT** využíváno v případě pokročilých ovariálních tumorů ke stanovení rozsahu onemocnění. Ve studii Forstnera R a kol. dosáhlo **CT** ve sta-

Obr. 2 Recidiva karcinomu ovarií v oblasti mesokolon sigmoidea. **A)** CT příčný řez, **B)** PET/CT příčný řez



novení předoperačního stádia karcinomu ovarií senzitivity a specificity 50 % resp. 92 % (25). Možnosti CT jsou limitovány především v detekci drobné karcinomatózy na tenkém střevě. Vzhledem k nízkému tkáňovému kontrastu není CT vhodnou metodou pro diferenciální diagnostiku pánevních nádorů.

PET/CT je dnes považováno za optimální metodu v diagnostice recidivujícího ovariálního karcinomu. Je indikováno především u pacientek s dynamicky rostoucími hladinami nádorového markeru CA-125, u kterých byly výsledky jiných zobrazovacích metod negativní. U pacientek s klinickým podezřením na recidivu dosahuje PET/CT v detekci relapsu > 1 cm přesnosti a senzitivity 81,8 % resp. 83,3 % (26). Dle metaanalýzy srovnávající přínos PET/CT, MR a CT v detekci nádorové recidivy dosáhlo PET/CT nejlepších výsledků (senzitivita 91 %, specificita 88 %), CT a MR mělo senzitivitu 79 % a 75 %, specificitu 84 % a 78 % (27). PET/CT lépe zobrazí peritoneální implantační metastázy na základě akumulace FDG v subdiafragmatické či subhepatální oblasti či drobné infiltrované uzliny. Metoda také lépe odliší event. pooperační změny (seromy). Další využití PET/CT je ve stanovení předoperačního stádia tumoru ovarií (staging), především v detekci extraabdominálních metastáz. Castellucci a kol. srovnávali PET/CT a CT, staging PET/CT byl v souladu s finálním patologickým nálezem v 69 %, CT v 53 % (28). Limitem pro širší využití PET/CT je cena vyšetření, horší dostupnost a výrazná radiační zátěž.

Dalším možným využitím PET/CT je monitorování časně odpovědi na terapii. Jako indikátor se používají tzv. Standard Utilization Values (SUV), které se počítají z radioaktivity tumoru po injekci izotopem fluoru (¹⁸F-FDG, 2-deoxy-2-[fluorine-18]fluoro-D-glucose) v závislosti na tělesné hmotnosti a fyzické kondici. CT a MR mají menší výtěžnost v časném hodnocení účinnosti terapie, protože anatomické zmenšení vyžaduje čas (29).

PET/CT není ideální metodou v diferenciální diagnostice ovariálních nádorů. Problematické je zobrazení málo buněčných lézí s výraznou cystickou složkou nebo s přítomností nekrózy. Vzhledem k převaze cystické složky u borderline tumorů či dobře diferencovaných ovariálních karcinomů, mohou být tyto chybně interpretovány jako benigní a mohou být příčinou falešně negativních nálezů (30,31). Další příčinou falešně negativních nálezů jsou mikrometastázy v lymfatických uzlinách a malá velikost léze. Obtížná je zejména diagnostika drobných peritoneálních nádorových implantátů na kličkách střevních. Spolehlivou detekci lze očekávat u akumulujících nádorů od průměrné velikosti 10 mm (v literatuře se uvádí někdy ≥ 5 mm). Příčinou falešně pozitivních nálezů jsou především záněty (tuboovariální absces) a zánětlivá reakce po terapii. Falešně pozitivní mohou být také některé benigní afekce jako cystadenomy, endometroidní či dermoidní cysta, pendulující myomy aj. Navíc u zdravých žen dochází k falešně pozitivním nálezům např. v době ovulace a menstruace v děložní sliznici nebo v době ovulace na ovariích. Lokální nález musí být proto vždy korelován s menstruačním cyklem. Ideální doba pro vyšetření je buď před, nebo po menstruační fázi. Alarmujícím nálezem pro možnou přítomnost malignity je akumulace radiofarmaka u postmenopauzální ženy (4).

Závěr

Moderní zobrazovací metody se staly nedílnou součástí oboru onkogynéologie. Včasná diagnostika nádorového onemocnění a exaktní předoperační stanovení jeho rozsahu (staging) je základní podmínkou pro optimální léčbu zhoubných nádorů. Mají význam také v monitorování odpovědi na terapii, dispenzarizaci onkologických pacientek a navigaci minimálně invazivních diagnostických a léčebných výkonů. Zobrazovací metody by měly být indikovány racionálně, s rozvahou, zda vyšetření bude mít přínos pro pacienta, zda může ovlivnit léčebný postup. V mnoha případech zbytečné zapojení více diagnostických metod vede k časovému prodlžení, k zátěži nemocného a dalším finančním výdajům. **MR** je metodou volby pro vyšetření pánve, pokud je ultrazvuk suboptimální či nediagnostický, dále bývá indikováno v případech nejasného původu pánevního nádoru a před plánováním fertilitu šetřící léčby u zhoubného nádoru děložního těla. **CT** je vhodné především pro staging a zhodnocení efektu léčby. **PET/CT** je optimální metodou v diagnostice recidiv gynekologických nádorů. U nádorů děložního hrdla se doporučuje PET/CT pro staging onemocnění z důvodu klinického významu detekce infiltrovaných uzlin.

Literatura

1. Fischerova D. Ultrasound scanning of the pelvis and abdomen for staging of gynecological tumors: a review. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;38:246-266
2. Togashi K. Ovarian cancer: the clinical role of US, CT, and MRI. *Eur Radiol.* 2003;13 Suppl 4:L87-104
3. Berrington de Gonzalez A, Mahesh M, Kim KP, et al. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med.* 2009;169:2071-2077
4. Fischerova D, Zikan M, Pinkavova I, et al. The rational preoperative diagnosis of ovarian tumors - imaging techniques and tumor biomarkers (review). *Ceska Gynékol.* 2012;77:272-287
5. Epstein E, Testa A, Gaurilcik A, et al. Early-stage cervical cancer: tumor delineation by magnetic resonance imaging and ultrasound - a European multicenter trial. *Gynecol Oncol.* 2013;128:449-453
6. Yamashita Y, Baba T, Baba Y, et al. Dynamic contrast-enhanced MR imaging of uterine cervical cancer: pharmacokinetic analysis with histopathologic correlation and its importance in predicting the outcome of radiation therapy. *Radiology.* 2000;216:803-809
7. Harry VN, Semple SI, Gilbert FJ, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the early detection of response to chemoradiation in cervical cancer. *Gynecol Oncol.* 2008;111:213-220
8. Chen J, Zhang Y, Liang B, et al. The utility of diffusion-weighted MR imaging in cervical cancer. *Eur J Radiol.* 2010;74:e101-106
9. Kim SH, Choi BI, Lee HP, et al. Uterine cervical carcinoma: comparison of CT and MR findings. *Radiology.* 1990;175:45-51
10. Grigsby PW. PET/CT imaging to guide cervical cancer therapy. *Future Oncol.* 2009;5:953-958
11. Sironi S, Buda A, Picchio M, et al. Lymph node metastasis in patients with clinical early-stage cervical cancer: detection with integrated FDG PET/CT. *Radiology.* 2006;238:272-279

12. Loft A, Berthelsen AK, Roed H, et al. The diagnostic value of PET/CT scanning in patients with cervical cancer: a prospective study. *Gynecol Oncol.* 2007;106:29-34
 13. Williams AD, Cousins C, Soutter WP, et al. Detection of pelvic lymph node metastases in gynecologic malignancy: a comparison of CT, MR imaging, and positron emission tomography. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;177:343-348
 14. Mittra E, El-Maghraby T, Rodriguez CA, et al. Efficacy of 18F-FDG PET/CT in the evaluation of patients with recurrent cervical carcinoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2009;36:1952-1959
 15. Savelli L, Ceccarini M, Ludovisi M, et al. Preoperative local staging of endometrial cancer: transvaginal sonography vs. magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;31:560-566
 16. Harry VN, Deans H, Ramage E, et al. Magnetic resonance imaging in gynecological oncology. *Int J Gynecol Cancer.* 2009;19:186-193
 17. Shin KE, Park BK, Kim CK, et al. MR staging accuracy for endometrial cancer based on the new FIGO stage. *Acta Radiol.* 2011;52:818-824
 18. Beddy P, Moyle P, Kataoka M, et al. Evaluation of depth of myometrial invasion and overall staging in endometrial cancer: comparison of diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced MR imaging. *Radiology.* 2012;262:530-537
 19. Ortashi O, Jain S, Emannuel O, et al. Evaluation of the sensitivity, specificity, positive and negative predictive values of preoperative magnetic resonance imaging for staging endometrial cancer. A prospective study of 100 cases at the Dorset Cancer Centre. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2008;137:232-235
 20. Kinkel K, Kaji Y, Yu KK, et al. Radiologic staging in patients with endometrial cancer: a meta-analysis. *Radiology.* 1999;212:711-718
 21. Hardesty LA, Sumkin JH, Hakim C, et al. The ability of helical CT to preoperatively stage endometrial carcinoma. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;176:603-606
 22. Benedet JL, Bender H, Jones H, 3rd, et al. FIGO staging classifications and clinical practice guidelines in the management of gynecologic cancers. FIGO Committee on Gynecologic Oncology. *Int J Gynaecol Obstet.* 2000;70:209-262
 23. Kaijser J, Bourne T, Valentin L, et al. Improving strategies for diagnosing ovarian cancer: a summary of the International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) studies. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013;41:9-20
 24. Bazot M, Darai E, Nassar-Slaba J, et al. Value of magnetic resonance imaging for the diagnosis of ovarian tumors: a review. *J Comput Assist Tomogr.* 2008;32:712-723
 25. Forstner R, Hricak H, Occhipinti KA, et al. Ovarian cancer: staging with CT and MR imaging. *Radiology.* 1995;197:619-626
 26. Bristow RE, del Carmen MG, Pannu HK, et al. Clinically occult recurrent ovarian cancer: patient selection for secondary cytoreductive surgery using combined PET/CT. *Gynecol Oncol.* 2003;90:519-528
 27. Gu P, Pan LL, Wu SQ, et al. CA 125, PET alone, PET-CT, CT and MRI in diagnosing recurrent ovarian carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Radiol.* 2009;71:164-174
 28. Castellucci P, Perrone AM, Picchio M, et al. Diagnostic accuracy of 18F-FDG PET/CT in characterizing ovarian lesions and staging ovarian cancer: correlation with transvaginal ultrasonography, computed tomography, and histology. *Nucl Med Commun.* 2007;28:589-595
 29. Picchio M, Sironi S, Messa C, et al. Advanced ovarian carcinoma: usefulness of [(18)F]FDG-PET in combination with CT for lesion detection after primary treatment. *Q J Nucl Med.* 2003;47:77-84
 30. Havrilesky LJ, Kulasingam SL, Matchar DB, et al. FDG-PET for management of cervical and ovarian cancer. *Gynecol Oncol.* 2005;97:183-191
 31. Jung DC, Choi HJ, Ju W, et al. Discordant MRI/FDG-PET imaging for the diagnosis of borderline ovarian tumors. *Int J Gynecol Cancer.* 2008;18:637-641
- Tato práce byla podpořena grantem Ministerstva zdravotnictví České republiky (RVO VFN64165), interní grantovou agenturou (IGA) MZ ČR (NT 130 70), Univerzitou Karlovou v Praze (projekt UNCE 204024 a PRVOUK-P27/LF1/1) a dále projektem OPVK CZ.2.16/3.1.00/24012.*