

¹⁸F-FDG PET/CT V DIAGNOSTICE A STÁŽOVÁNÍ KARCINOMŮ PANKREATU

¹⁸F-FDG PET/CT IN PANCREATIC CARCINOMA: DIAGNOSIS AND STAGING

původní práce

Pavel Koranda¹
Eva Buriánková¹
Radim Formánek¹
Jiří Kysučan²
Roman Havlík²
Miroslav Mysliveček¹

¹Klinika nukleární medicíny LF UP a FN, Olomouc

²I. chirurgická klinika LF UP a FN, Olomouc

Přijato: 15. 6. 2010.

Korespondenční adresa:

MUDr. Pavel Koranda, Ph.D.
Klinika nukleární medicíny FN a LF UP
I. P. Pavlova 6, 775 20 Olomouc
e-mail: koranda@fnol.cz

Práce byla podpořena grantem IGA MZ ČR NT11023-3/2010.

SOUHRN

Koranda P, Buriánková E, Formánek R, Kysučan J, Havlík R, Mysliveček M. ¹⁸F-FDG PET/CT v diagnostice a stážování karcinomů pankreatu

Cíl. Posoudit spolehlivost ¹⁸F-FDG PET/CT při diagnostice ložiskových lézí pankreatu a při hodnocení resekovatelnosti adenokarcinomů pankreatu.

Metoda. Pomocí ¹⁸F-FDG PET/CT s podáním i.v. kontrastní látky bylo vyšetřeno celkem 106 pacientů s diagnostikovaným nebo suspektním karcinomem pankreatu. Maligní tumor slinivky břišní byl následně potvrzen u 72 pacientů pomocí histologie, kontrolního CT nebo klinického sledování. Operováno bylo 67 osob, z toho 42 pacientů mělo maligní onemocnění pankreatu.

Výsledky. ¹⁸F-FDG PET/CT vyšetření správně detekovalo maligní nádor pankreatu u 61 pacientů, falešně negativní bylo u 11 pacientů, falešně pozitivní u pěti pacientů (senzitivita 85%, specifická 85%, diagnostická přesnost 85%). Spolehlivost detekce uzlinových metastáz a vzdálených metastáz byla hodnocena na podskupině 67 osob, které byly operovány. Postižení lymfatických uzlin (peroperačně prokázané u 16 pacientů) bylo pomocí ¹⁸F-FDG PET/CT správně detekováno u osmi pacientů, ¹⁸F-FDG PET/CT bylo falešně negativní u osmi pacientů a falešně pozitivní u čtyř pacientů – senzitivita 50%, specifická 92%, diagnostická přesnost 82%. Vzdálené metastázy (peroperačně prokázané u 22 pacientů) byly pomocí ¹⁸F-FDG PET/CT správně odhaleny u 12 pacientů, ¹⁸F-FDG PET/CT bylo falešně negativní u deseti pacientů a falešně pozitivní u jednoho pacienta – senzitivita 55%, specifická 98%, diagnostická přesnost 84%. Podle výsledků ¹⁸F-FDG PET/CT byly karcinomy pankreatu u 19 pacientů zhodnoceny jako neresekovatelné.

SUMMARY

Koranda P, Buriánková E, Formánek R, Kysučan J, Havlík R, Mysliveček M. ¹⁸F-FDG PET/CT in pancreatic carcinoma: diagnosis and staging

Aim. To evaluate the reliability of contrast-enhanced ¹⁸F-FDG PET/CT in the preoperative evaluation of patients with pancreatic masses and in the assessment of the resectability of pancreatic cancer.

Methods. A total of 106 patients with suspicion of pancreatic carcinomas or with diagnosed tumors underwent contrast-enhanced ¹⁸F-FDG PET/CT. Malignancy was subsequently confirmed in 72 patients. Intraoperative findings (42 malignancies in 67 surgeries), follow-up CT and clinical investigation were used as reference standards.

Results. Contrast-enhanced ¹⁸F-FDG PET/CT correctly detected pancreatic carcinoma in 61 patients, ¹⁸F-FDG PET/CT findings were false negative in 11 patients, false positive in 5 patients (sensitivity 85%, specificity 85%, accuracy 85%). Reliability of N and M staging was evaluated in the subgroup of 67 patients which underwent surgical exploration. Lymph node involvement (16 patients) was correctly detected using ¹⁸F-FDG PET/CT in 8 patients, PET/CT was false negative in 8 patients and false positive 4 patients (sensitivity 50%, specificity 92%, accuracy 82%). ¹⁸F-FDG PET/CT correctly revealed distant metastases (22 patients) in 12 patients, was false negative in 10 patients and false positive in 1 patient (sensitivity 55%, specificity 98%, accuracy 84%). According to ¹⁸F-FDG PET/CT results, 19 patients with pancreatic carcinoma were judged to have non-operable disease.

Conclusion. Contrast-enhanced multislice ¹⁸F-FDG PET/CT appears to be an attractive staging tool for pancreatic cancer, although

Závěr. ^{18}F -FDG PET/CT se jeví jako vhodná diagnostická metoda u pacientů s karcinomy pankreatu, ačkoli senzitivita detekce uzlinových i vzdálených metastáz je nižší než specifita. ^{18}F -FDG PET/CT zabraňuje provádění neindikovaných operací u pacientů s pokročilou fází maligního onemocnění.

Klíčová slova: ^{18}F -FDG, pozitronová emisní tomografie, CT, tumory pankreatu.

the N and M sensitivity values are lower than levels of specificity. It could help to omit a non-indicated surgery in patients with advanced disease.

Key words: ^{18}F -FDG, positron-emission tomography, X-ray computed tomography, pancreatic neoplasms.

ÚVOD

Adenokarcinomy pankreatu představují čtvrtou nejčastější příčinu úmrtí u onkologických pacientů. Přestože v uplynulém období došlo k významnému pokroku v diagnostickém zobrazování a byla snížena i peroperační mortalita, pětileté přežívání pacientů je stále nižší než 5 %.

Včasný chirurgický výkon zůstává přitom i nadále jedinou terapií vedoucí k vyléčení. Bohužel, pouze u 15–20 % pacientů je karcinom pankreatu v době diagnózy ještě operabilní (1). Pro určení léčebné strategie je nezbytné přesné stážování maligního tumoru. V současné době je za základní předoperační vyšetření považována multidetektorová výpočetní tomografie (MDCT) (2). Na některých pracovištích se k lokálnímu stážování primárního tumoru rutinně využívá také endoskopická sonografie (3).

V posledních letech se při diagnostice řady maligních tumorů osvědčila ^{18}F -FDG pozitronová emisní tomografie kombinovaná s výpočetní tomografií (^{18}F -FDG PET/CT). Tato nová hybridní zobrazovací modalita poskytuje funkční informace o metabolické aktivitě vyšetřovaných tkání v kombinaci s informacemi morfologickými. V případě onemocnění pankreatu je možné za vhodné indikace ^{18}F -FDG PET/CT považovat: diferenciální diagnostiku benigních a maligních lézí pankreatu (včetně odlišení chronické pankreatitidy a karcinomu pankreatu), iniciační stážování tumoru a detekci recidivy tumoru (4, 5).

Cílem této studie bylo ověřit přesnost tohoto vyšetření při předoperačním stážování pacientů s karcinomy pankreatu.

MATERIÁL A METODA

Pomocí ^{18}F -FDG PET/CT bylo vyšetřeno celkem 106 pacientů. Indikací k vyšetření bylo buď podezření na karcinom pankreatu, nebo předoperační stážování pacientů s tímto již diagnostikovaným onemocněním. Maligní léze pankreatu byla operací s histologickým vyšetřením, kontrolním CT nebo následným klinickým hodnocením potvrzena u 72 nemocných. Operaci podstoupilo 67 pacientů.

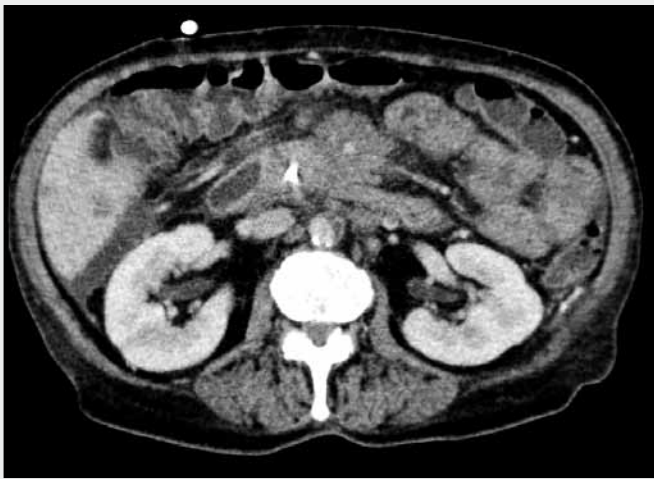
^{18}F -FDG PET/CT

Pacienti se dostavili k vyšetření lační (nejméně 6 hodin) a byla jim změřena krevní glukóza. Pokud glykémie nepřesahovala 10 mmol/l, bylo pacientům nitrožilně podáno 400 MBq 2-deoxy-2- ^{18}F fluoro-D-glukózy (^{18}F -FDG) (ÚJF a ÚJV, Řež u Prahy) na 70 kg hmotnosti pacienta s přepočtem aplikované aktivity na hmotnost aktuální. Šedesát minut po aplikaci ^{18}F -FDG a následném perorálním podání 1000 ml roztoku kontrastní látky a těsně po předchozím vyprázdnění močového měchýře bylo zahájeno PET/CT vyšetření na skeneru Biograph 16 Hi-Rez firmy Siemens (Erlangen, Německo). V úvodu bylo intravenózně podáno 100 ml neionické kontrastní jodové látky (Ultravist 370, Bayer Schering Pharma, Berlín) s použitím dvoupístového přetlakového injektoru Stellant (Medrad, USA) – průtok 3 ml/s s proplachem 50 ml fyziologického roztoku. Poté následovala akvizice CT a PET obrazů. CT část vyšetření byla provedena v portální fázi v rozsahu od baze lební po proximální třetinu stehen s použitím kolimace 16 × 1,5 mm, faktorem stoupání 1,5 a s expozičními hodnotami 120 kV a mA stanovenými systémem care dose 4D (140 mA pro referenčního pacienta). Data byla rekonstruována v šíři vrstvy 3 mm s rekonstrukčním algoritmem pro měkké tkáně. Následující akvizice PET obrazů proběhla kaudokraniálně v identickém rozsahu jako při CT, většinou šlo o akvizici složenou ze sedmi pozic („beds“), akvizice jedné pozice trvala 3 minuty při hmotnosti pacienta do 70 kg (3,5 minuty při hmotnosti 70–95 kg a 4 minuty při hmotnosti nad 95 kg). PET data byla zpracována pomocí iterativní AW-OSEM rekonstrukce (4 iterace, 8 subsetů, 5 mm Gaussův filtr, zoom 1, korekce na rozptyl) do matice 168 × 168 (voxel 4 mm). Transmisní korekce na zeslabení záření gama byla provedena pomocí CT. Rekonstruovány byly korigované i nekorigované PET řezy.

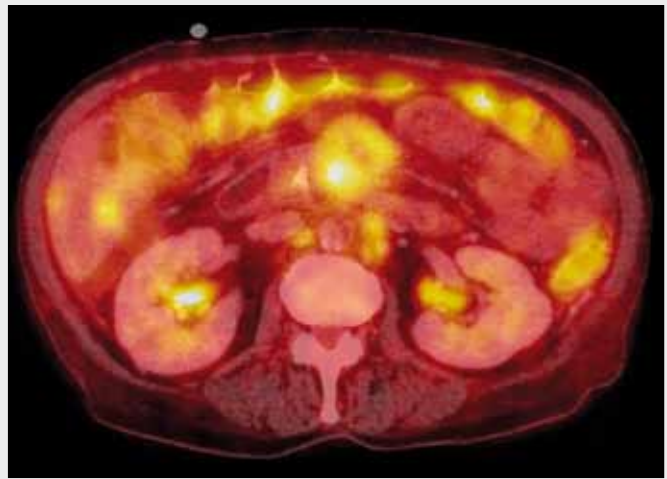
VÝSLEDKY

Tumory pankreatu

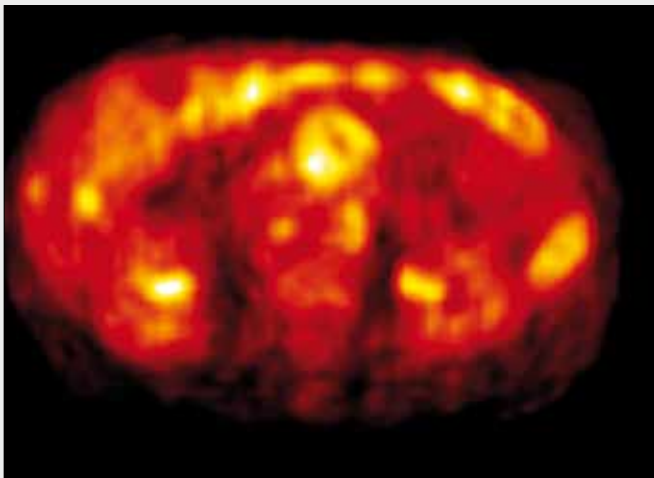
^{18}F -FDG PET/CT nálezy v oblasti pankreatu byly hodnoceny jako obraz maligního procesu v 71 případech, jako benigní



▲ Obr. 1A



▲ Obr. 1B



▲ Obr. 1C

Obr. 1. ^{18}F -FDG PET/CT u pacienta s karcinomem pankreatu metastazujícím do lymfatických uzlin a jater – ložiskově zvýšená akumulace ^{18}F -FDG v primárním tumoru navazujícím na hlavu pankreatu, zvětšených lymfatických uzlinách a v hypodenzních jaterních metastázách. A – CT; B – fúze ^{18}F -FDG PET/CT; C – ^{18}F -FDG PET

Fig. 1. ^{18}F -FDG PET/CT in a patient with pancreatic carcinoma metastasizing into the lymph nodes and liver – focal hyperaccumulation of ^{18}F -FDG in malignant tissues (pancreatic adenocarcinoma, lymph node metastases and metastases in the liver). A – CT; B – ^{18}F -FDG PET/CT fusion; C – ^{18}F -FDG PET

proces v 32 případech a ve třech případech byl nález interpretován jako nejednoznačný. Operací, kontrolním CT nebo následným klinickým sledováním byla maligní diagnóza potvrzena u 72 osob. Ve skupině tří pacientů s nejasným PET/CT nálezem byl maligní proces následně diagnostikován ve dvou případech.

Vzhledem k výše uvedené interpretaci PET/CT nálezů s podílem nejasných závěrů jsme provedli dvojí zhodnocení diagnostické přesnosti vyšetření s tím, že nejasné nálezy byly považovány buď za nálezy neprůkazné pro maligní proces (nejasný nález přiřazen do skupiny benigních nálezů), nebo za nálezy připouštějící maligní proces (nejasný nález přiřazen do skupiny maligních nálezů).

V první variantě bylo PET/CT vyšetření při detekci maligního procesu v oblasti pankreatu správně pozitivní v 60 případech, správně negativní v 31 případech, falešně pozitivní ve třech případech a falešně negativní ve 12 případech. Při tomto způsobu hodnocení byla senzitivita PET/CT při detekci maligního procesu v pankreatu na úrovni 83 %, při specifitě 91 % a diagnostické přesnosti 86 % (likelihood ratio pozitivního testu LR+ 9,2 a likelihood ratio negativního testu LR- 0,18).

Pokud by nejasné nálezy byly považovány za nálezy připouštějící maligní proces, pak bylo PET/CT vyšetření správně pozitivní v 61 případech, správně negativní ve 29 případech,

falešně pozitivní v pěti případech a falešně negativní v 11 případech. V této situaci byla senzitivita PET/CT při detekci maligního procesu v pankreatu 85 %, při specifitě 85 % a diagnostické přesnosti 85 % (likelihood ratio pozitivního testu LR+ 5,8 a likelihood ratio negativního testu LR- 0,18).

Z uvedených 11 osob, u nichž nebyl karcinom pankreatu nalezen pomocí PET/CT, bylo deset operováno z důvodu nutnosti vyřešit klinické potíže spojené s patologickým procesem, případně na základě výsledků jiných diagnostických vyšetření (především endoskopické ultrasonografie). U jednoho pacienta, který byl k PET/CT vyšetření odeslán s pravděpodobnou diagnózou chronické pankreatitidy a této diagnóze odpovídal i PET/CT nález, byl maligní ampulom pankreatu diagnostikován až v následujícím průběhu choroby.

Metastázy maligních tumorů slinivky břišní

Spolehlivost detekce lokoregionálního postižení lymfatických uzlin metastatickým procesem i spolehlivost průkazu vzdálených metastáz byla hodnocena na souboru 67 operovaných osob. Histologicky byly v oblasti slinivky břišní prokázány tyto typy nádorů: 42 adenokarcinomů pankreatu, dva neuroendokrinní tumory pankreatu, jeden adenokarcinom duodena a jeden leiomyosarkom.

Při detekci metastatického postižení lokoregionálních lymfatických uzlin bylo PET/CT vyšetření správně pozitivní v osmi případech, správně negativní v 47 případech, falešně pozitivní ve čtyřech případech a falešně negativní v osmi případech (senzitivita 50%, specifická 92%, diagnostická přesnost 82%, likelihood ratio pozitivního testu LR+ 6,4 a likelihood ratio negativního testu LR- 0,54).

Při detekci vzdálených metastáz bylo PET/CT vyšetření správně pozitivní ve 12 případech, správně negativní ve 44 případech, falešně pozitivní v jednom případě a falešně negativní v 10 případech (senzitivita 55%, specifická 98%, diagnostická přesnost 84%, likelihood ratio pozitivního testu LR+ 24,8 a likelihood ratio negativního testu LR- 0,47).

Hodnocení operability maligních tumorů pankreatu

Na základě PET/CT vyšetření bylo definitivně rozhodnuto, že u 26 pacientů bylo jejich maligní onemocnění v době PET/CT vyšetření již v inoperabilní fázi.

Při srovnání frekvence operací u pacientů vyšetřených PET/CT v období krátce po jeho zavedení do klinické praxe a po získání zkušeností operatérů s tímto vyšetřením je možno zaznamenat zřejmé rozdíly. Zatímco u prvních 50 pacientů vyšetřených PET/CT pro ložiskové změny v pankreatu bylo provedeno 38 operací (76 %), v následném období bylo operováno 29 z 56 pacientů (52 %). Je tedy zřejmé, že s rostoucí zkušeností chirurgického týmu s výsledky PET/CT se zvýšil podíl neoperovaných pacientů, a tím klesl počet zbytečně indikovaných operací. Významným faktorem, který vedl ke změně operační strategie, bylo zjištění, že PET/CT detekuje metastázy v našem souboru s vysokou specifíciou a riziko falešně pozitivního nálezu metastatického procesu je tedy nízké.

Vedlejší nálezy

U jednoho pacienta s karcinomem pankreatu bylo současně prokázáno pomocí PET/CT vyšetření duplicitní maligní onemocnění – karcinom ledviny. U dvou pacientů s benigními změnami pankreatu byla náhodně zjištěna jiná zhoubná onemocnění – karcinom plic a karcinom močového měchýře. U jednoho pacienta s karcinomem pankreatu bylo prokázáno postižení uzlin retroperitonea sarkoidózou. V tomto případě byly změny na lymfatických uzlinách zřejmě při PET/CT mylně hodnoceny jako falešně pozitivní nález metastáz v lymfatických uzlinách, přestože u pacienta byla prokazována zvýšená utilizace glukózy i v lymfatických uzlinách mediastina.

DISKUSE

Detekce primárního maligního procesu v pankreatu

Předpokladem léčitelnosti adenokarcinomu pankreatu je včasná detekce maligního procesu, falešně negativní nález by znamenal riziko neoperování pacienta ještě v krátkém období, kdy operace může znamenat jeho vyléčení. Z toho důvodu je zřejmé, že je třeba u tohoto typu maligního one-

mocnění preferovat při diagnostice primárního tumoru vyšší senzitivitu na úkor úrovně specifity. Vzhledem k tomuto faktu považujeme za žádoucí interpretovat PET/CT nálezy, při původním hodnocení považované za nejednoznačné jako „léze s možnou přítomností maligního procesu“. Za těchto podmínek byl maligní proces v pankreatu detekován pomocí PET/CT v našem souboru 106 osob (z toho 71 pacientů s maligním procesem) se senzitivitou 85%, specifíciou 85% a diagnostickou přesností 85%.

Při srovnání námi dosažených výsledků s dosud publikovanými studii je velkým problémem výrazná nekonzistentnost jednotlivých publikací z posledních deseti let, která je způsobena jak rozdílným způsobem výběru pacientů do studií, tak rychlým technologickým vývojem v této oblasti.

Studie publikované přibližně do roku 2005 hodnotí diagnostickou přesnost samotného PET vyšetření. Orlando et al. (6) ve své metaanalýze vycházející z publikací z let 1995–2001 stanovil hodnotu senzitivity samotného FDG PET při detekci karcinomu pankreatu 81% (95% konfidenční interval: 72–88%) při specifíci 66% (53–77 %). ROC analýza přitom svědčila pro vyšší přesnost samotného PET než samostatného CT.

Až práce z posledních 5 let hodnotí spolehlivost diagnostiky karcinomů pankreatu pomocí hybridního PET/CT vyšetření. Za závažný problém při studiu nečetných publikací věnovaných této problematice je však třeba považovat skutečnost, že shodným termínem PET/CT jsou označována jak vyšetření, jejichž součástí je tzv. low-dose CT (7) nebo studie s CT bez použití i.v. kontrastu (8), tak studie s CT po podání i.v. kontrastu (9).

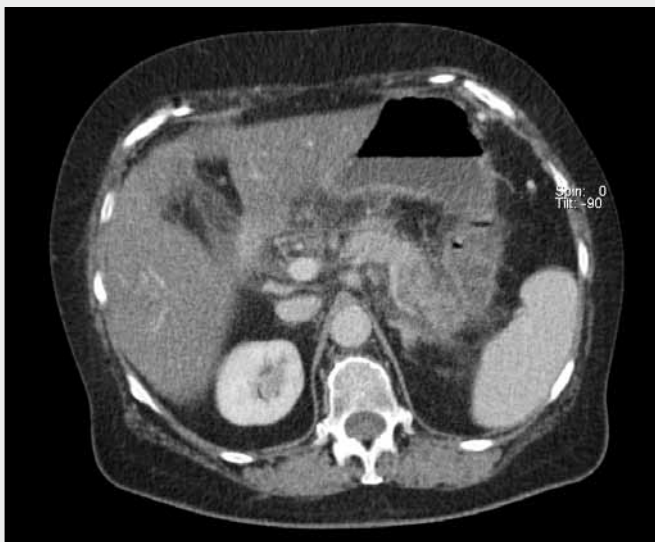
Heinrich et al. (7) použili PET s low-dose CT a ve svém souboru čítajícím 59 pacientů dosáhli senzitivity detekce primárního tumoru v pankreatu 89% při specifíci 69%. V důsledku provedení PET/CT vyšetření byl změněn způsob terapie u 16% pacientů.

Schick et al. (4) vyšetřili 46 pacientů s ložiskem v pankreatu nejasné etiologie pomocí PET/CT s multidetektorovým CT (CT ve dvou fázích po aplikaci i.v. kontrastní látky) a dosáhli přitom senzitivity detekce karcinomu slinivky břišní 89% při specifíci 74%.

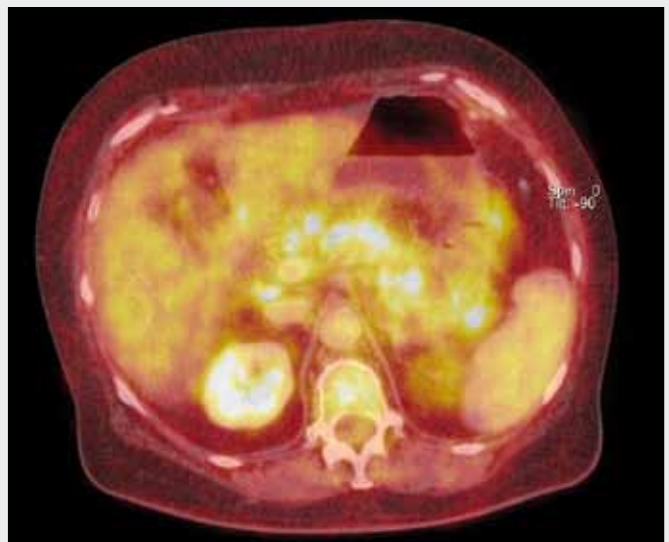
Z pohledu srovnání různých typů PET/CT vyšetření je třeba považovat za důležitou studii Kitajimy et al. (9), kteří na souboru 45 pacientů srovnávali přesnost diagnostiky recidivy karcinomu pankreatu pomocí CT s použitím i.v. kontrastu (senzitivita 66,7%, specifická 85,7%, diagnostická přesnost 75,6%), PET/CT s low-dose CT (83,3%, 90,5% a 86,7%) a PET/CT s použitím i.v. kontrastu (91,7%, 95,2% a 93,3%).

Významné jsou závěry práce publikované Farmou et al. (8), který nejenže hodnotil diagnostickou spolehlivost PET/CT, ale provedl i srovnání se standardním protokolem používaným v Lee Moffitt Cancer Center při diagnostice tumorů slinivky břišní, který se skládal z třífázové CT angiografie s použitím pankreatického protokolu, CT hrudníku a ze stanovení hladiny CA 19-9. V hodnoceném souboru 82 pacientů mělo maligní lézi pankreatu 17 osob. Senzitivita PET/CT v diagnostice adenokarcinomu pankreatu byla 89% při specifíci 88%.

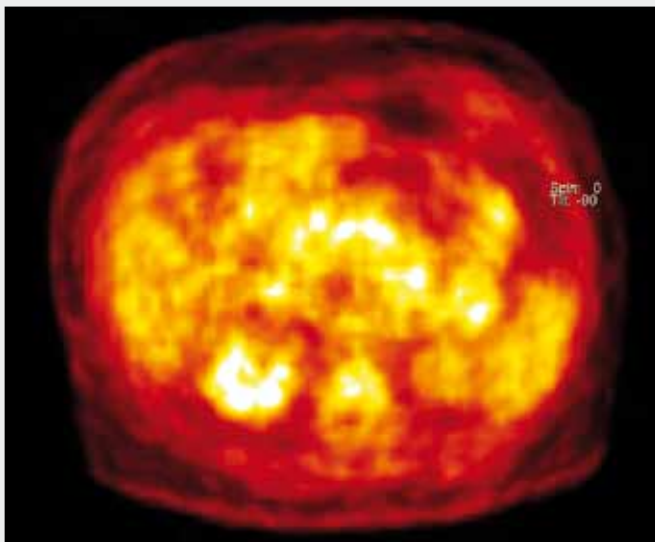
Obě uvedené studie Kitajimy a Farmy (9, 8) prokazují, že i u tumorů pankreatu platí známá skutečnost, že přímé zhodnocení fúze PET a plnohodnotného diagnostického CT poskytuje přesnější výsledky než samostatné zhodnocení obou těchto metod.



▲ Obr. 2A



▲ Obr. 2B



▲ Obr. 2C

Obr. 2. ^{18}F -FDG PET/CT u pacienta s akutní exacerbací chronické pankreatitidy – zvýšená akumulace ^{18}F -FDG v celém pankreatu. A – CT; B – fúze ^{18}F -FDG PET/CT; C – ^{18}F -FDG PET

Fig. 2. ^{18}F -FDG PET/CT in a patient with acute exacerbation of chronic pancreatitis – diffuse hyperaccumulation of ^{18}F -FDG in the pancreas. A – CT; B – ^{18}F -FDG PET/CT fusion; C – ^{18}F -FDG PET

Strobel et al. (10) pak v roce 2008 zveřejnili práci věnovanou významu PET/CT s podáním i.v. kontrastní látky pro hodnocení resekovatelnosti pankreatického tumoru. Zjistili, že samotný PET posoudil resekovatelnost se senzitivitou 100 %, specificitou 44 % a diagnostickou přesností 70 %. Obdobné parametry při použití PET/low-dose CT měly hodnoty 100 %, 56 %, 76 % a v případě PET/CT s i.v. kontrastem 96 %, 82 % a 88 %. Autoři na základě svých výsledků navrhují zvážit použití PET/CT s i.v. podáním kontrastu jako tzv. „1-stop shop“ vyšetření (tzn. stanovení diagnózy jedním komplexním diagnostickým postupem) u pacientů s podezřením na karcinom pankreatu. Výsledky této práce naznačují trend, že se zvyšující se kvalitou CT při PET/CT se zvyšuje specificita tohoto vyšetření. CT totiž umožňuje přesněji interpretovat abnormální ložiskové akumulace FDG, a tím snižuje počet falešně pozitivních hybridních PET/CT nálezů.

Celkově lze tedy zhodnotit, že v našem souboru, který je rozsáhlejší než většina dosud publikovaných studií, byla dosažena obdobná úroveň diagnostické spolehlivosti PET/CT jako v dosud zveřejněných studiích hodnotících význam PET/CT, jehož součástí je CT s použitím i.v. kontrastní lát-

ky. I naše výsledky prokazují, že PET/CT je možno považovat za významnou vyšetřovací metodu umožňující diagnostikovat maligní tumory pankreatu. Při hladině senzitivity 85 % však nelze považovat PET/CT za metodu, která by mohla být jediným diagnostickým postupem. I nadále budou hrát významnou roli v diagnostice karcinomů pankreatu ostatní diagnostické postupy, jejichž významným představitelem je endoskopická ultrasonografie s případným punkčním vyšetřením. ^{18}F -FDG PET/CT by mělo být indikováno především v případě nejasných nálezů při těchto základních vyšetřeních.

Detekce metastatického procesu u pacientů s primárním maligním procesem pankreatu

Průkaz metastáz u pacientů s primárním maligním procesem pankreatu je důležitým kritériem pro rozhodování o jeho resekovatelnosti. Problematikou průkazu metastatického procesu pomocí PET/CT se zabývalo několik studií.

Detekci metastáz karcinomu pankreatu pomocí PET byla věnována práce Diederichse et al. (11), kteří ROC analýzou zjistili, že v jejich souboru pacientů je pro tento účel PET leh-

ce přesnější než CT. PET přitom detekoval uzlinové metastázy se senzitivitou 49% a specificitou 63% a vzdálené metastázy se senzitivitou 70% a specificitou 95%.

Kauhanen et al. (12) srovnali diagnostickou přesnost detekce adenokarcinomu pankreatu pomocí PET/CT (89%), MDCT (76%) a MRI (79%). Senzitivita detekce uzlinového postižení pomocí PET/CT i MDCT byla na úrovni 30%. Senzitivita detekce vzdálených metastáz byla při užití PET/CT 88%, při MDCT 38%. Na základě provedení PET/CT byla změněna terapie u 26% pacientů.

Poněkud odlišné výsledky zjistil ve svém souboru Casneuf (13), který na souboru 32 osob srovnal diagnostickou přesnost detekce adenokarcinomu pankreatu pomocí PET/CT (91,2%), MDCT (88,2%) a samotného PET (82,3%). Hodnotil i diagnostickou přesnost průkazu metastatického postižení při použití PET/CT 85,3%, MDCT 83,8% a PET 79,4%. Na základě těchto výsledků autor považuje MDCT i nadále za základní zobrazovací techniku pro diagnostiku a stážování karcinomů pankreatu.

V již zmíněné práci publikované Farmou et al. (8) byla kromě přesnosti detekce primárního tumoru hodnocena i úspěšnost detekce metastáz. Samotné PET vyšetření je detekovalo se senzitivitou 61%, standardní CT se senzitivitou 57% a PET/CT v kombinaci s třífázovým CT se senzitivitou 87%.

Z literárních údajů vyplývá, že publikované výsledky PET/CT při detekci uzlinových i vzdálených metastáz jsou velmi rozdílné, jednoznačně je však zřejmé, že senzitivita detekce metastatického procesu je obecně nižší, než je tomu v případě detekce primárního tumoru. Podobně jako u ostatních malignit bývá také zjišťováno, že senzitivita detekce uzlinových metastáz pomocí PET nebo PET/CT je nižší než senzitivita detekce vzdálených metastáz, pokud je histologické vyšetření extirpovaných svodných lymfatických uzlin použito jako referenční metoda. Tento fakt je zdůvodňován známou nízkou senzitivitou zobrazovacích metod při detekci metastáz, jejichž velikost je udávána řádově v milimetrech. Obtížnost detekce drobných lymfatických metastáz dobře dokumentují výsledky publikované Imaiem (14), který zhodnotil histologické výsledky u 71 pacientů indikovaných k operaci pankreatu, u kterých PET, CT ani MRI nejišťovaly známky metastatického procesu. Z toho počtu byly u šesti pacientů histologicky prokázány metastázy v lymfatických uzlinách a všechna uvedená vyšetření byla tedy falešně negativní.

V našem souboru pacientů jsme při detekci metastatického postižení lokoregionálních lymfatických uzlin pomocí PET/CT dosáhli senzitivity 50%, při specificitě 92% a diagnostické přesnosti 82%. PET/CT dále detekovalo vzdálené metastázy malignit pankreatu se senzitivitou 55%, při specificitě 98% a diagnostické přesnosti 84%.

Z uvedených výsledků vyplývá, že senzitivita detekce metastatických procesů při srovnání s referenčním histologickým vyšetřením je poměrně nízká. V našem případě totiž histologické vyšetření použité jako referenční metoda prokázvalo u významné části pacientů nejen metastatické postižení lymfatických uzlin, ale i drobnoložiskový metastatický rozsev do jater. Tímto způsobem lze také zdůvodnit, proč senzitivita PET/CT vyšetření stanovená v našem případě pouze v souboru operovaných pacientů je nižší než v jiných publikovaných souborech. Lze očekávat, že pokud bychom do hodnocení

zahrnuli i pacienty s inoperabilním většími metastázami, pak by vypočtená hodnota senzitivity PET/CT byla výrazně vyšší a byla by obdobná jako v některých publikovaných studiích. Tento způsob výpočtu jsme nezvolili vzhledem k nedostupnosti jednoznačné metody „zlatého“ standardu pro verifikaci metastatického procesu u inoperabilních pacientů.

Za významnou a důležitou skutečnost však považujeme námi dosaženou nezvykle vysokou specificitu PET/CT vyšetření při detekci metastáz. Při předoperačním rozhodování o operovatelnosti karcinomu pankreatu totiž považujeme specificitu za velmi důležitý parametr, protože falešně pozitivní nález může vést k nesprávnému odmítnutí provedení resekcího výkonu. U karcinomu pankreatu lze dosáhnout vyléčení pacienta jen včasné provedenou operací, a proto je nutné považovat za horší diagnostický omyl neprovedení výkonu, který by mohl pacienta zachránit, než provedení operace, během níž je metastatický proces dodatečně zjištěn. Z tohoto pohledu lze považovat námi dosaženou velmi vysokou úroveň specificity za podstatnou.

Náhodné nálezy

Vzhledem k zvyklému celotělovému způsobu vyšetření byla i při PET/CT vyšetřeních pacientů s podezřením na maligní onemocnění pankreatu diagnostikována jiná maligní onemocnění, která výrazně změnila terapeutický postup u těchto osob. V tomto souboru 106 pacientů byla náhodně diagnostikována tři maligní onemocnění (karcinom plic, ledviny a močového měchýře). Tyto náhodné nálezy zdůrazňují nutnost stejně pečlivého zhodnocení vyšetření PET/CT obrazů jak v oblasti patologického procesu, tak i ve všech ostatních částech těla pacienta.

ZÁVĚR

Hodnoty senzitivity, specificity i diagnostické přesnosti primárního maligního procesu ve slinivce břišní dosažené v naší studii jsou na vysoké úrovni a prokazují, že ¹⁸F-FDG PET/CT vyšetření je velmi přínosná metoda při diagnostice adenokarcinomů pankreatu. Přesto budou i nadále hrát významnou roli v diagnostice karcinomů pankreatu i ostatní diagnostické postupy, jejichž významným představitelem je endoskopická ultrasonografie s případným punkčním vyšetřením. ¹⁸F-FDG PET/CT by mělo být indikováno především v případě nejasných nálezů při těchto základních vyšetřeních.

Úroveň senzitivity ¹⁸F-FDG PET/CT v detekci metastáz adenokarcinomů pankreatu je sice nižší, ale vzhledem k vysoké úrovni specificity tohoto vyšetření je třeba PET/CT považovat za významný diagnostický nástroj k posuzování resekovatelnosti tumoru, protože riziko neprovedení operace při resekovatelném primárním tumoru pankreatu z důvodu mylné diagnózy vzdálené metastázy je nízké.

Po zavedení ¹⁸F-FDG PET/CT do diagnostického algoritmu vyšetření pacientů s ložiskovými lézemi pankreatu se snižuje počet neindikovaných operací. Další skupinu osob, u nichž byl v důsledku provedení PET/CT vyšetření změněn terapeutický postup, tvořili pacienti, u nichž byla náhodně zjištěna jiná maligní onemocnění.

LITERATURA

1. **Wray CJ, Ahmad SA, Methews JB, Lowy AM.** Surgery for pancreatic cancer: recent controversies and current practice. *Gastroenterology* 2005; 128: 1626–1641.
2. **Smith SL, Rajan PS.** Imaging of pancreatic adenocarcinoma with emphasis on multidetector CT. *Clin Radiol* 2004; 59: 26–38.
3. **Schick V, Franzius C, Beyna T, et al.** Diagnostic impact of 18F-FDG PET-CT evaluating solid pancreatic lesions versus endosonography, endoscopic retrograde cholangio-pancreatography with intraductal ultrasonography and abdominal ultrasound. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008; 35(10): 1775–1785.
4. **Votrubová J, et al.** *Klinické PET a PET/CT*. Praha: Galén 2009; 105–110.
5. **Reske SN.** PET und PET-CT maligner Tumoren des exokrinen Pankreas *Radio-loge* 2009; 49(2): 131–136.
6. **Orlando LA, Kulasingam SL, Matchar DB.** Meta-analysis: the detection of pancreatic malignancy with positron emission tomography. *Aliment Pharmacol Ther* 2004; 20(10): 1063–1070.
7. **Heinrich S, Goerres GW, Schäfer M, et al.** Positron emission tomography/computed tomography influences on the management of resectable pancreatic cancer and its cost-effectiveness. *Ann Surg* 2005; 242(2): 235–243.
8. **Farma JM, Santillan AA, Melis M, et al.** PET/CT fusion scan enhances CT staging in patients with pancreatic neoplasms. *Ann Surg Oncol* 2008; 15(9): 2465–2471.
9. **Kitajima K, Murakami K, Yamasaki E, et al.** Performance of Integrated FDG-PET/Contrast-enhanced CT in the Diagnosis of Recurrent Pancreatic Cancer: Comparison with Integrated FDG-PET/Non-contrast-enhanced CT and Enhanced CT. *Mol Imaging Biol* 2009 Dec 1. [Epub ahead of print] DOI: 10.1007/s11307-009-0271-7.
10. **Strobel K, Heinrich S, Bhure U, et al.** Contrast-enhanced 18F-FDG PET/CT: 1-stop-shop imaging for assessing the resectability of pancreatic cancer. *J Nucl Med* 2008; 49(9): 1408–1413.
11. **Diederichs CG, Staib L, Vogel J, et al.** Values and limitations of 18F-fluoro-deoxyglucose-positron-emission tomography with preoperative evaluation of patients with pancreatic masses. *Pancreas* 2000; 20(2): 109–116.
12. **Kauhanen SP, Komar G, Seppänen MP, et al.** A prospective diagnostic accuracy study of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography, multidetector row computed tomography, and magnetic resonance imaging in primary diagnosis and staging of pancreatic cancer. *Ann Surg* 2009; 250(6): 957–963.
13. **Casneuf V, Delrue L, Kelles A, et al.** Is combined 18F-fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography superior to positron emission tomography or computed tomography alone for diagnosis, staging and restaging of pancreatic lesions? *Acta Gastroenterol Belg* 2007; 70(4): 331–338.
14. **Imai H, Doi R, Kanazawa H, et al.** Preoperative assessment of para-aortic lymph node metastasis in patients with pancreatic cancer. *Int J Clin Oncol* 2010; 15(3): 294–300.