

VÝZNAM HRCT PLIC PŘI POSUZOVÁNÍ VYSOKÉ AKUMULACE ¹⁸F-FDG V PLICNÍM PARENCHYMU

A VALUE OF THE LUNG HRCT IN THE ASSESSMENT OF THE INCREASED ¹⁸F-FDG ACCUMULATION IN THE LUNG PARENCHYMA

původní práce

Eva Ferdová^{1,2}
Jiří Ferda^{1,2}
Petr Mukenšnabl³
Tomáš Svoboda⁴

¹Radiodiagnostická klinika LF UK a FN, Plzeň

²Oddělení nukleární medicíny FN, Plzeň – Lochotín

³Šiklův ústav patologické anatomie LF UK a FN, Plzeň

⁴Hematoonkologické oddělení FN, Plzeň – Lochotín

Přijato: 29. 7. 2008.

Korespondenční adresa:

MUDr. Eva Ferdová
Radiodiagnostická klinika LF UK a FN
Alej Svobody 80, 306 40 Plzeň
e-mail: ferdova@fnplzen.cz

Práce byla podpořena výzkumným projektem MSM 0021620819.

SOUHRN

Ferdová E, Ferda J, Mukenšnabl P, Svoboda T. Význam HRCT plic při posuzování vysoké akumulace ¹⁸F-FDG v plicním parenchymu

Cíl. Zhodnotit klinický význam hodnocení HRCT plicního parenchymu během ¹⁸F-FDG-PET/CT při zvýšené akumulaci FDG v plicním parenchymu.

Materiál a metoda. Byla provedena retrospektivní analýza 500 po sobě následujících ¹⁸F-FDG-PET/CT vyšetření. Protokol zobrazení zahrnoval i rekonstrukci 1 mm širokých obrazů hrudníku s vysokým rozlišením (HRCT). Z hodnocení byli vyřazeni nemocní se známou diagnózou bronchogenního karcinomu a s hematogenním rozsevem extrapulmonálního onemocnění do plic. Významný plicní nález byl nalezen u 34 nemocných. HRCT nálezy byly korelovány s nálezy pitvy, biopsie, imunologie, sledování klinického vývoje nebo odpovědi na cíleovou terapii.

Výsledky. Správná diagnóza na základě hodnocení HRCT byla stanovena u 32 nemocných, nesprávná u 2. Jen u 5 nemocných bylo možné stanovit správnou diagnózu hodnocením pouhého PET (15%). Celková přesnost hodnocení ¹⁸F-FDG-PET/zahrnující hodnocení HRCT plic dosáhla 94 % (32/34).

Závěr. Hodnocení HRCT umožňuje významně zvýšit přesnost interpretace PET/CT u nemocných s patologicky zvýšenou akumulací FDG v plicní tkáni.

Klíčová slova: HRCT plic, PET/CT, plicní intersticiium.

SUMMARY

Ferdová E, Ferda J, Mukenšnabl P, Svoboda T. A value of the lung HRCT in the assessment of the increased ¹⁸F-FDG accumulation in the lung parenchyma

Aim. To evaluate clinical feasibility of the HRCT evaluation during ¹⁸F-FDG-PET/CT in cases of increased FDG accumulation in the lung tissue.

Material and method. A retrospective analysis of the 500 consecutive body ¹⁸F-FDG-PET/CT examination was done. Imaging protocol contained reconstruction of the 1 mm thin images of the chest with high resolution algorithm. These patients with known bronchogenic carcinoma or hematogenous metastatic spread of extrapulmonary tumor were excluded. The important lung finding was found in 34 cases. HRCT findings were correlated with findings of autopsy, biopsy, immunology, targeted therapy response or clinical follow up.

Results. The correct diagnosis according to the HRCT finding was concluded in 32 patients, incorrect in 2 another respectively. Only in five cases led the PET evaluation in correct diagnosis (15%). Overall accuracy of the lung parenchymatous diseases assessment during ¹⁸F-FDG-PET/CT including evaluation of lung HRCT reached 94% (32/34).

Conclusion. HRCT evaluation enables to improve significantly the accuracy of the PET/CT interpretation in patients with increased accumulation of FDG in lung tissue.

Key words: lung HRCT, PET/CT, lung interstitium.

ÚVOD

Hybridní zobrazení pomocí PET/CT je stále více využíváno ke stagingu i restagingu nádorových onemocnění a také k diagnostice nádorů neznámého původu a neznámé lokalizace. Kromě onkologických nemocných jsou vyšetřováni i nemocní s horečkami nebo se sepsí nejasného původu. Většina nádorových onemocnění může při disseminaci tvořit plicní postižení, stejně jako se v plicní tkáni mohou vyskytovat významné procesy komplikující vlastní protinádorovou léčbu. U nemocných s poruchami imunity ať již primárními, nebo vzniklými po léčbě onkologického onemocnění se často vyskytují oportunní plicní infekce. Většina patologických stavů plic vyznačujících se biologickou aktivitou je doprovázena v PET obrazu vysokou akumulací FDG (1–4). Vzhledem k tomu, že při PET/CT je možné získat data pro plně hodnotné HRCT zobrazení plicního parenchymu, dali jsme si v naší práci za cíl zhodnotit přínos posouzení intesticiálních změn pomocí HRCT ke stanovení konečné diagnózy u plicního postižení s vysokou akumulací FDG.

MATERIÁL A METODA

Soubor nemocných

Byla provedena retrospektivní analýza 500 ¹⁸F-FDG-PET/CT trupu po podání kontrastní látky. Porovnány byly nálezy patologického nálezu při HRCT a patologického nálezu zvýšené akumulace FDG u 34 nemocných. Vyloučeni byli nemocní se známou diagnózou bronchogenního karcinomu a nemocní s hematogenními metastázami. Hodnoceno bylo, kdy byla určena konečná diagnóza u nemocných s vysokou akumulací FDG v plicní tkáni na základě nálezu HRCT. Konečná správná diagnóza byla stanovena na základě pitvy (4×), biopsie (9×), bronchoalveolární laváže (6×), PCR (2×), imunologického nálezu (2×) a klinického průběhu onemocnění (6×) a podle pozitivních reakcí na cílenou antibiotickou či antifungální terapii (5).

Technika vyšetření

Před vlastním vyšetřením nemocný přichází nalačno, bezprostředně před aplikací ¹⁸F-FDG je provedena kontrola glykémie, jejíž hladina nemá přesahovat 10 mmol/l. Intravenózně, kanylou 20 gauge zavedenou do antekubitální žíly, je podáno radiofarmakum v dávce 6 MBq/kg hmotnosti pacienta. V průběhu hodinové akumulace nemocný sedí, nebo leží v klidu a zároveň probíhá perorální příprava 2,5% manitolem. Po obě akumulace je provedena akvizice dat v rozsahu báze lební až horní třetina stehien. K vyšetření je používán přístroj Biograph 16 (Siemens, Knoxville USA) složený z PET subsystému s detektory z lutecium-ortosilikátu (LSO) a ze šestnáctiřadého subsystému MDCT.

Jako první se provádí akvizice dat CT. Využíváme protokolu s kolimací 16 × 0,75 mm s rychlostí posunu stolu 16 mm/s, tedy faktoru stoupání 1,5. Před započítáním skenování je aplikována kontrastní látka v objemu 100 ml, průtokem 2,5 ml/s s použitím kontrastní látky s koncentrací 350–400 mgI/ml. Zpoždění zahájení akvizice dat po započítání aplikace kontrast-

ní látky je 25 s tak, aby byla zachycena dobrá náplň plicního cévního řečiště i portální fáze nasycení jater. V části případů byla provedena v oblasti břicha dvoufázová akvizice dat se zaměřením na jaterní parenchym. Data CT jsou rekonstruována do celkem čtyř sad, šíře 5 mm v rozšířené field-of-view 700 mm pro korekci atenuace PET. Poté jsou data rekonstruována ve field-of-view 500 mm v šíři 5 mm algoritmem pro měkké tkáně (kernel B31), další dvě sady jsou šíře 1 mm s incrementem 0,75 mm s algoritmem pro měkké tkáně (kernel B26) a pro HRCT (kernel B60). Pro PET trupu je využíváno akvizice s prostorovým rozlišením 5 mm, rekonstruovány jsou obrazy s korekcí atenuace i obrazy nekorigované.

Pro evaluaci vyšetření bylo využíváno jednak samostatného CT a PET zobrazení, tak jejich fúze. Při posuzování MDCT bylo použito trojrozměrné zobrazení v postprocesingovém programu, který dovoluje rekonstruovat libovolné roviny o libovolné šíři vrstvy. Pro hodnocení tkání jak z pohledu anatomického, tak z pohledu úrovně vaskularizace i úrovně akumulace ¹⁸F-FDG bylo užíváno fúze zobrazení CT a PET. Vzhledem k tomu, že je možné interaktivně měnit poměr mezi zobrazením PET a CT, bylo možné všechna měření i hodnocení provádět on-line v jediném softwarovém modulu. Pro hodnocení plicního parenchymu bylo využíváno fúze obrazů HRCT s nekorigovanými PET obrazy. Z důvodu potlačení šumu je vhodnější použití zobrazení ve vrstvě 1,2 až 1,5 mm pro HRCT, fúze neumožňuje hodnocení obrazů užších než 3 mm s ohledem na horší prostorové rozlišení pozitronové emisní tomografie.

VÝSLEDKY

V souboru 34 sledovaných nemocných byla u šestnácti nemocných v anamnéze léčba hematoonkologického onemocnění, v pěti případech šlo o nemocné po léčbě pro karcinom prsu. U sedmi nemocných bylo podezření na nádorové onemocnění nejasného původu a lokalizace (v jednom případě prokázána tuberkulóza a v jednom komplikovaná silikóza). U čtyř nemocných byl sledován původ horečky nejasného původu (nalezeno jednou nádorové onemocnění) a u dvou sepsí nejasného původu. Celkem u 32 nemocných byla správně stanovena příčina vysoké akumulace v plicním parenchymu na základě hodnocení HRCT (tab. 1). Pouze ve dvou případech bylo chybně hodnoceno postižení plic jako infiltrace nádorem (tab. 2).

Tab. 1. Správné diagnózy stanovené pomocí HRCT

Tab. 1. Correct diagnoses according to the evaluation of HRCT

Bakteriální plicní zánět	5
Virový plicní zánět	3
Aspergilóza	2
Tuberkulóza	2
Sarkoidóza	3
Kolagenózy	2
Postiradiační pneumonitida	6
Bronchioalveolární karcinom	5
Infiltrace lymfomem	1
Karcinomatózní lymfangiopatie	3
celkem	32

Tab. 2. **Chybné diagnózy stanovené pomocí HRCT**
 Tab. 2. **Incorrect diagnoses according to the evaluation of HRCT**

Sarkoidóza	1
(hodnocena jako lymfom u nemocné po léčbě folikulárního lymfomu)	
Postiradiační fibróza	1
(hodnocena jako karcinomatózní lymfangiopatie u karcinomu prsu)	
celkem	2

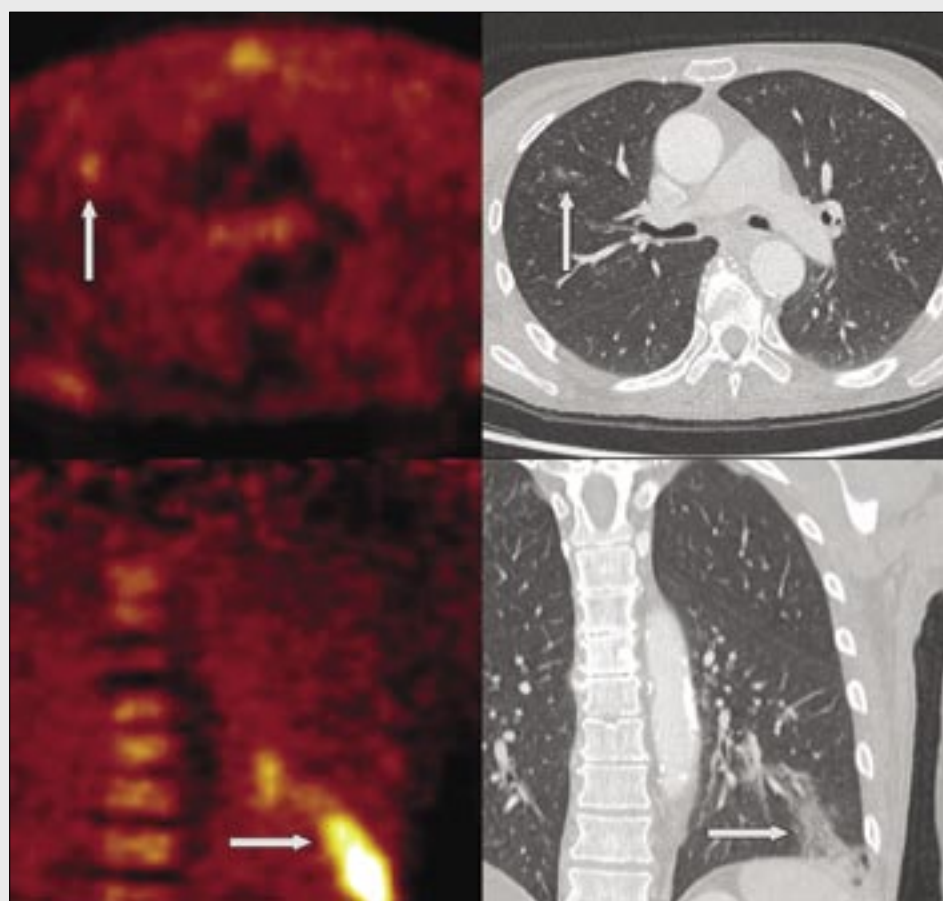
V jednom případě se jednalo o postižení plicní tkáně pectorálního segmentu levé plíce (S3) po tangenciálním ozáření po mastektomii pro ductální karcinom prsu. Nález představoval nepravidelné zesílení periferního i centrálního intersticia s plošně zvýšenou akumulací na nekorigovaných PET obrazech. Nemocná byla 6 měsíců po ukončení protinádorové terapie: Dalšími kontrolami byla prokázána postupná regrese postižení plic bez známek progresu základního onkologického onemocnění. Nález byl tedy uzavřen jako postiradiační pneumonitida.

Ve druhém případě nesprávně stanovené diagnózy byly infiltrace v plicním parenchymu označeny jako infiltrace plicního parenchymu lymfomem. Nemocná prodělala mnohacyklovou léčbu folikulárního lymfomu s ukončením terapie přede dvěma lety. Nyní přichází pro únavnost a hmatné zmnožené uzliny v tříslích a na krku. Při PET/CT bylo nalezeno diseminované posti-

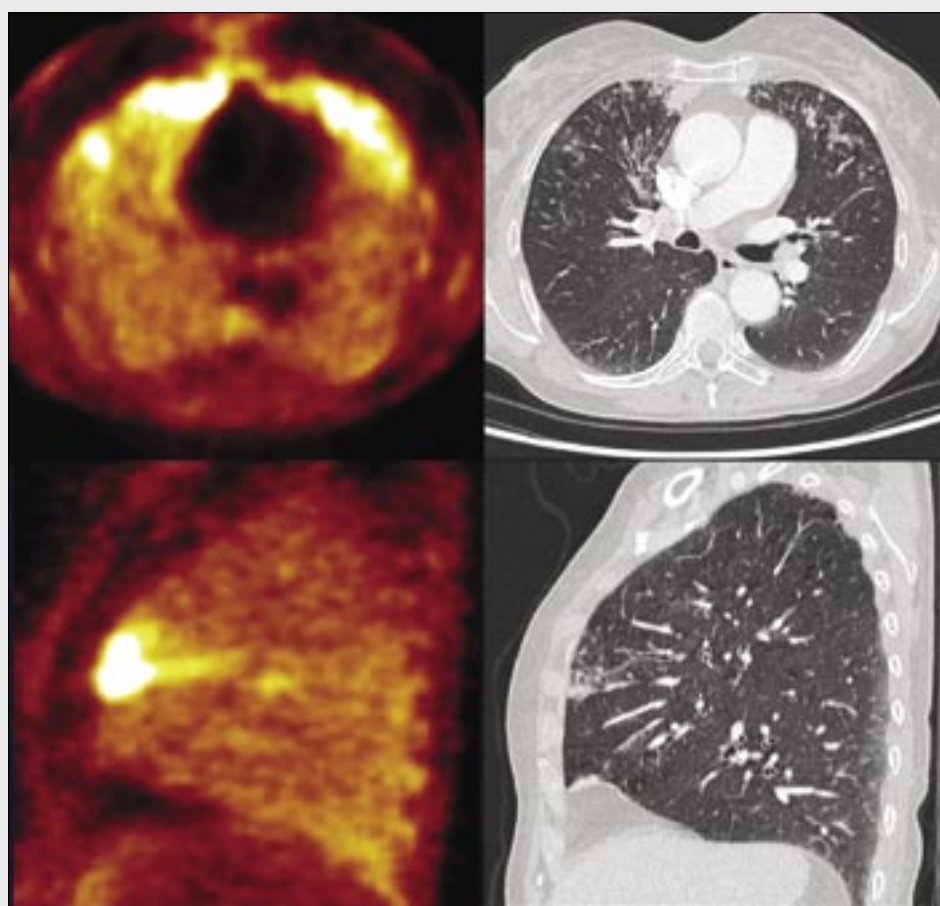
žení uzlin ve všech zachycených lokalizacích s postižením pravé plíce splývající patologickou akumulací FDG, v HRCT dominovala kondenzace s postižením peribronchovaskulárního, tedy centrálního intersticia. Chybělo postižení interlobálních fisur. U nemocné bylo vysloveno podezření na relaps základního onemocnění eventuálně možnost Richtera syndromu. Doporučena byla biopsie z axilární uzliny. Výsledkem byla sarkoidóza. Pozitivní efekt měla dále zavedená léčba kostikosteroidy.

Na základě dlouhodobých zkušeností s hodnocením plicních nálezů u hematologických nemocných byla dvakrát správně diagnostikována angioinvasivní forma aspergilózy, tři případy virových zánětů plic i všechny případy bakteriálních zánětů. Mezi virovými záněty bylo správně diferencováno postižení cytomegalovirem ve formě nodulárního postižení plic. PET obraz byl u infekčních zánětů plic necharakteristický, akumulace FDG byla nehomogenně zvýšená, nejvíce v oblasti konsolidované plicní tkáně nebo v oblasti aspergilové infiltrace. Naopak v oblastech HRCT nálezu opacit mléčného skla byla akumulace FDG jen nevýrazně zvýšená nebo stejná jako v okolním plicním parenchymu.

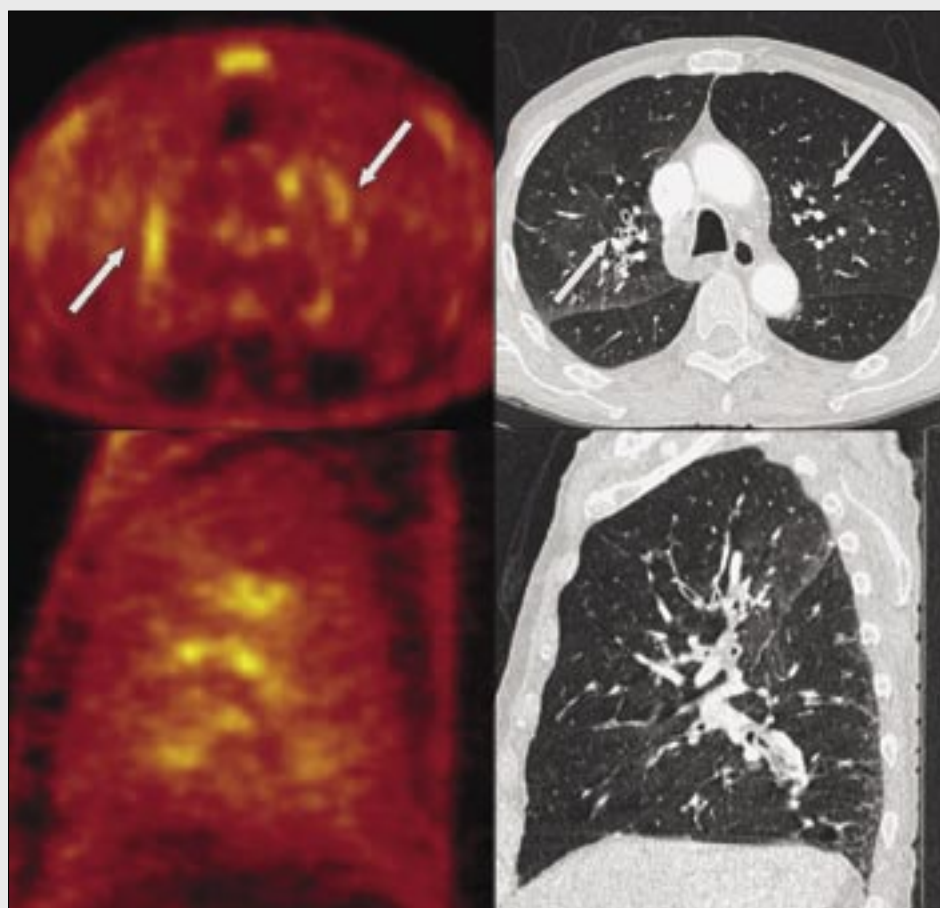
U jednoho nemocného se sepsí nejasné etiologie bylo nalezeno zesílení stěn bronchů na segmentární a subsegmentární úrovni, v jejichž oblasti bylo zřetelné zvýšení akumulace FDG. Nález byl hodnocen jako bronchiolitida. Nemocný byl v celkově těžkém stavu, nalezena u něj byla dále divertikulitida a hemitrombóza portální žíly. Nemocný umírá po 4 dnech od PET/CT vyšetření a při pitvě byla jako bezprostřední příčina smrti označena purulentní bronchiolitida.



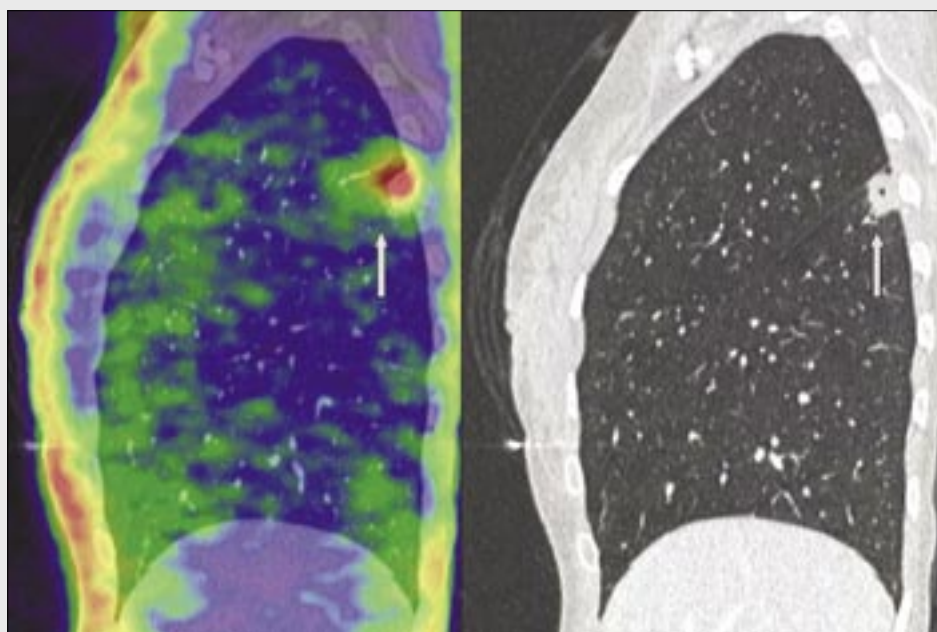
Obr. 1. **Bakteriální pneumonie, ústup nálezu po léčbě širokospektrými antibiotiky; vlevo PET, vpravo HRCT**
 Fig. 1. **Bacterial pneumonia, regression after treatment with widespectral antibiotics; PET on the left side, HRCT on the right side**



Obr. 2. Cytomegalovirová pneumonie, potvrzená z bronchioalveolární laváže; vlevo PET, vpravo HRCT
Fig. 2. Cytomegaloviral pneumonia, confirmed after bronchioalveolar lavage; PET on the left side, HRCT on the right side

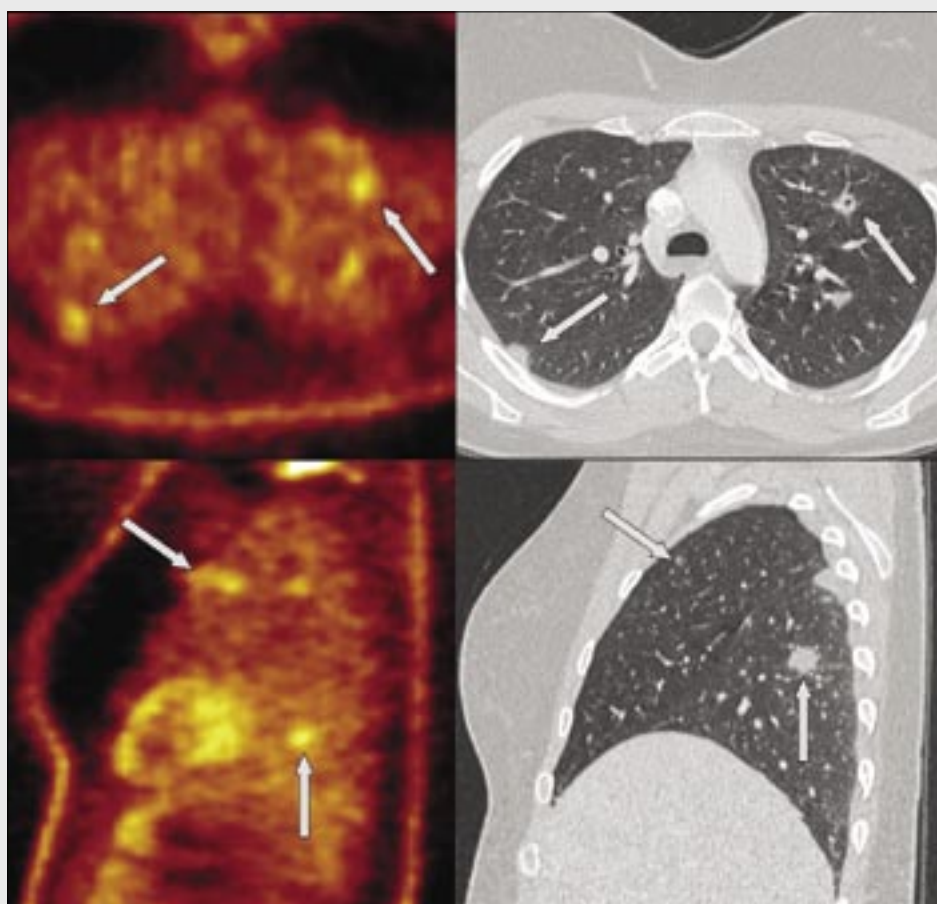


Obr. 3. Purulentní bronchiolitis, potvrzeno pitevním nálezem; vlevo PET, vpravo HRCT
Fig. 3. Purulent bronchiolitis, confirmed by autopsy. PET on the left side, HRCT on the right side



Obr. 4. Angioinvasivní aspergilóza, potvrzeno reakcí na léčbu antimykotiky; vlevo PET, vpravo HRCT

Fig. 4. Angioinvasive aspergillosis, confirmed by positive response after antimycotics therapy; PET on the left side, HRCT on the right side



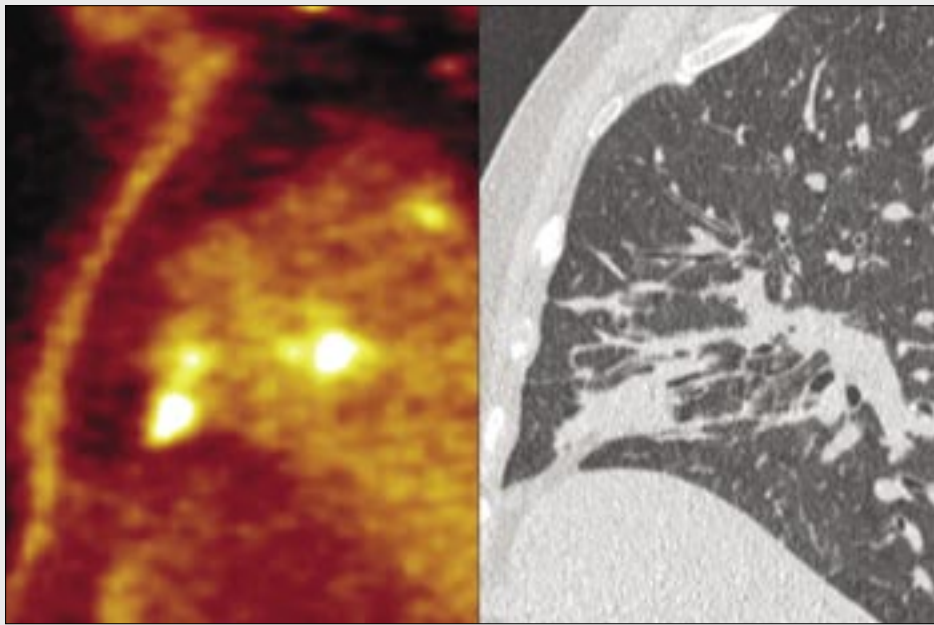
Obr. 5. Bronchogenní disseminace tuberkulózy, potvrzeno PCR; vlevo PET, vpravo HRCT

Fig. 5. Bronchogenous dissemination of the tuberculosis, confirmed by PCR; PET on the left side, HRCT on the right side

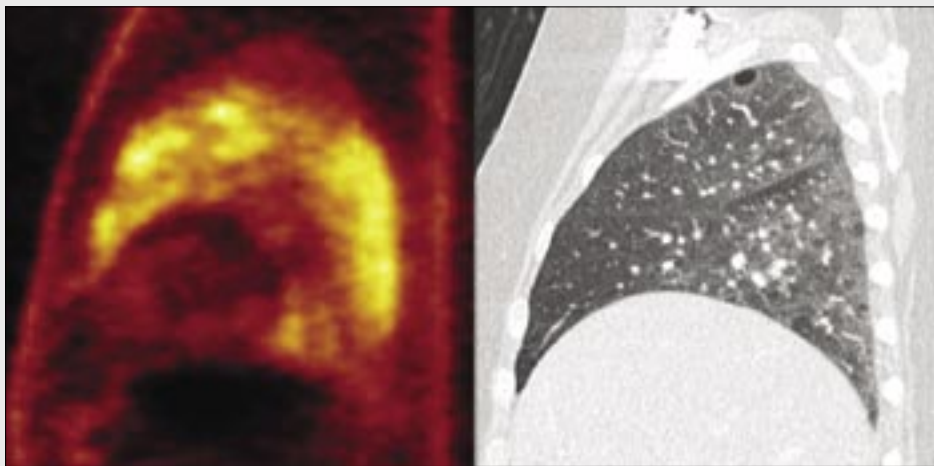
Klíčovým bylo hodnocení HRCT u všech tří případů sarkoidózy (u nemocných v minulosti léčených pro hematologické onemocnění) – vždy byla typicky postižena interlobární pleura. V PET obrazu se objevovalo nehomogenní zvýšení akumulace FDG v plicním parenchymu, doprovázelo jej postižení mízních uzlin. Vysoká akumulace uzlin byla u všech tří nemocných kromě mediastina i v jiných lokalizacích. U obou

případů tuberkulózy byla diagnóza správně stanovena na základě nálezu rozpadových durin v apikálních částech plicních laloků s bronchogenní disseminací uzlíků typu tree-in-bud. Mikroskopicky negativní plicní tuberkulóza byla potvrzena metodou polymerázové řetězové reakce (PCR).

Dva případy zachyceného autoimunitního postižení plic měly výrazně zvýšenou akumulaci FDG v dorzobazálních



Obr. 6. Sarkoidóza vzniklá u nemocné v remisi po léčbě lymfomu, nález nesprávně interpretován jako infiltrace lymfomem; vlevo PET, vpravo HRCT
 Fig. 6. Sarcoidosis developed in a patient after successful lymphoma therapy. Finding was misinterpreted as lymphomatous infiltration; PET on the left side, HRCT on the right side



Obr. 7. Autoimunitní pneumonitida při overlap syndromu, nález potvrzen úspěchem kortikoterapie; vlevo PET, vpravo HRCT
 Fig. 7. Autoimmune pneumonitis in overlap syndrome, confirmed by the positive response to the corticotherapy; PET on the left side, HRCT on the right side

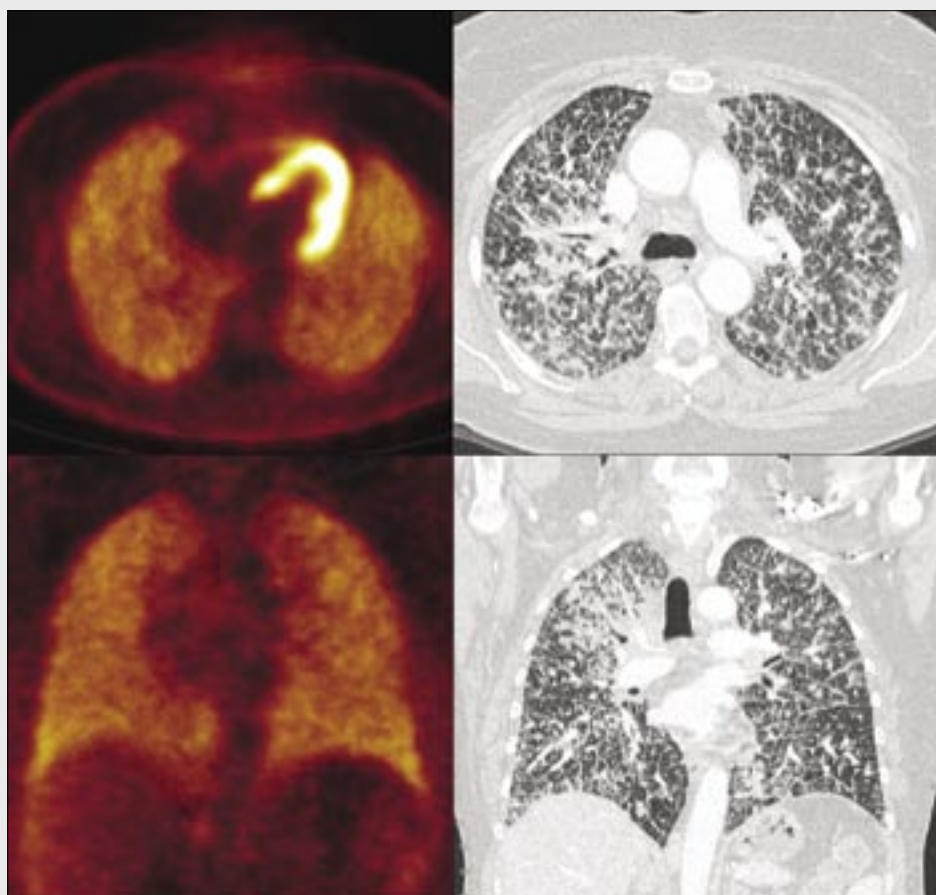
partiích. V HRCT obrazu byla zachycena v jednom případě obvyklá intersticiální pneumonitida, v dalším případě zkřížené postižení plic s klouby. V obraze dominovalo postižení typu mléčného skla místy přecházející do obrazu „crazy paving“.

U bronchioloalveolárního karcinomu byla správně stanovena diagnóza ve všech šesti případech. Akumulace FDG byla u všech nemocných v nádorové tkáni vysoká. V jednom případě byla přítomna intersticiální forma, intersticiální postižení plic charakteru karcinomatózní lymfangiopatie bylo patrné v celém objemu plicní tkáně. V PET obrazu byla difúzně vysoká akumulace FDG v plicním parenchymu. Ve třech případech byla přítomna pneumonická forma bronchioloalveolárního karcinomu u nemocného s anamnézou obvyklé intersticiální pneumonie. V CT obrazu byl typický obraz kondenzace plicního parenchymu s negativním bronchogramem, v periférii ložisek se nádor šířil pod obrazem karcinomatózní lymfangiopatie. V jednom případě se nádor šířil přes interlobium na sousední lalok, zde při PET/CT nález budil zavádějící dojem postižení jen jediného laloku.

Správná diagnóza byla potvrzena i u difúzní intersticiální formy potvrzena pitvou, u zbývajících čtyřech nemocných biopsií.

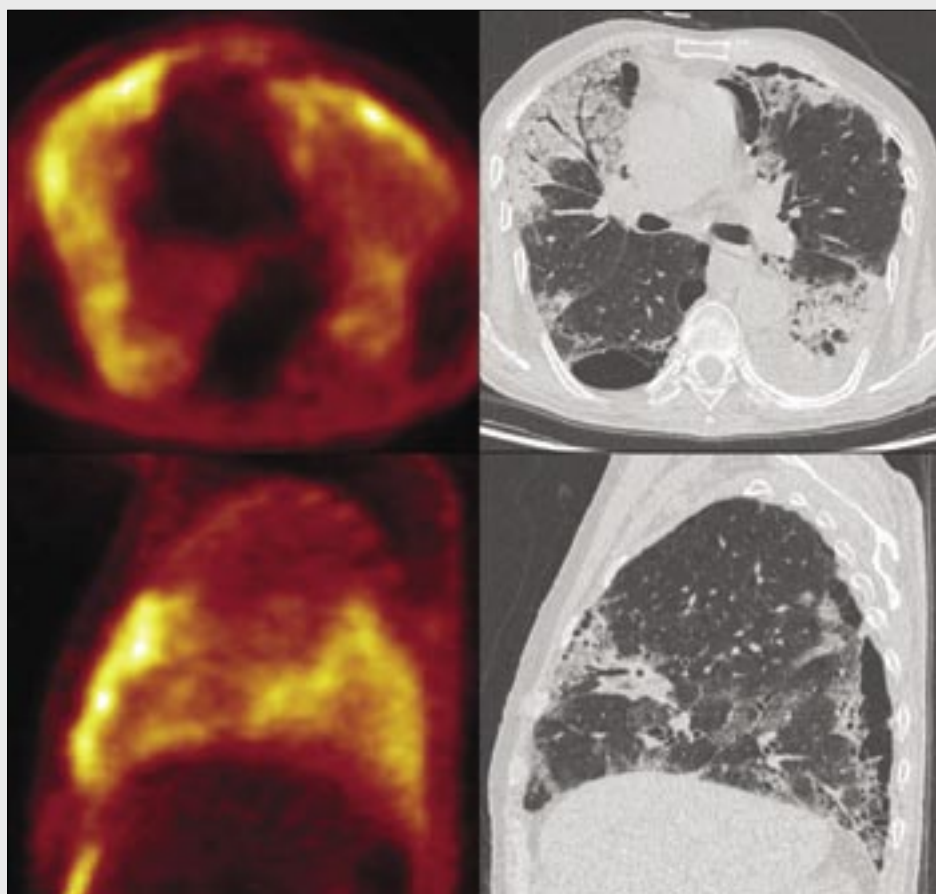
V jednom případě bylo vysloveno podezření na primární postižení plic lymfomem. Infiltrace se šířila od hilu, postihovala alveolární prostor i intersticiu a vysoce akumulovala FDG. Hypotetická diagnóza BALT lymfomu pak byla posléze stanovena plicní biopsií. Mimoplicní postižení nebylo u nemocné přítomné.

Postiradiační pneumonitida byla správně diagnostikována v šesti případech, v pěti případech šlo o ozáření mediastina v sagitálním směru, s vytvořením změn v paramediastinální zóně plicního parenchymu. U těchto pěti nemocných byl nález charakteristický i při PET, kdy oblast vysoké akumulace FDG měla totožnou distribuci jako změny v HRCT. V jednom případě byla správně diagnostikována postiradiační pneumonitida v pectorálním segmentu pravé plice po tangenciálním ozáření u karcinomu mammy. Na správném hodnocení se podílela znalost chyby z výše uvedeného případu mylně popsané karcinomatózní lymfangiopatie.



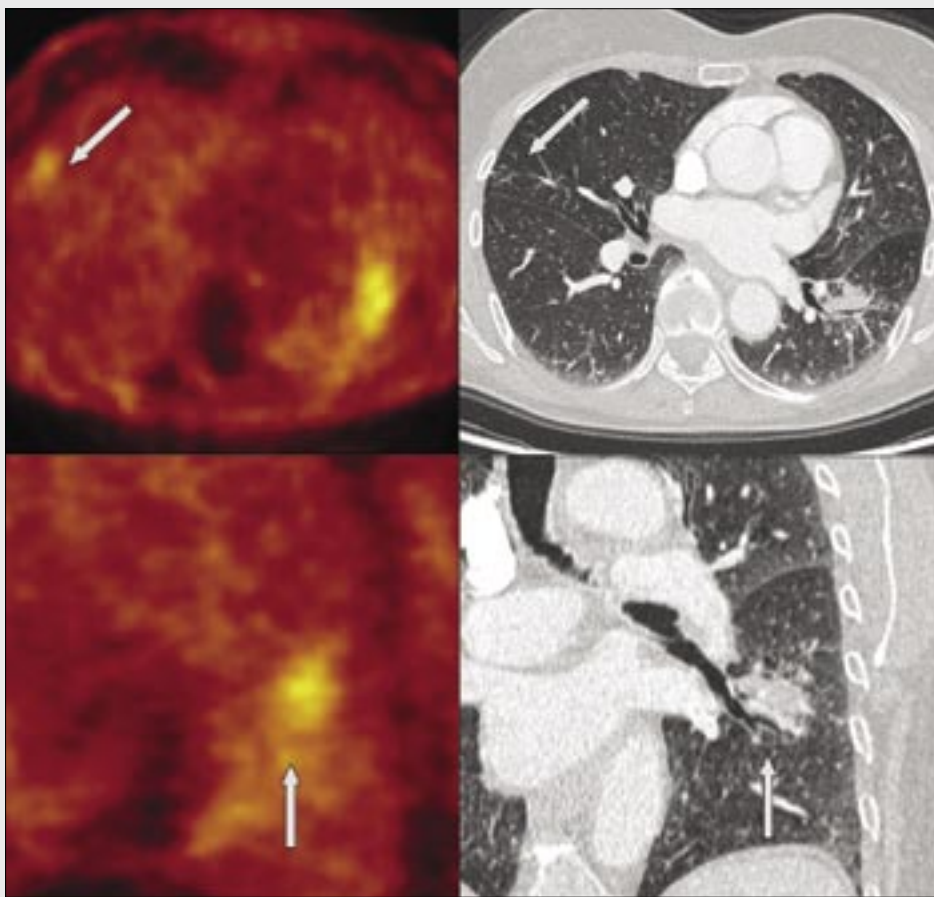
◀
Obr. 8. Difuzní intersticiální infiltrace bronchioloalveolárním karcinomem
Nález potvrzen pitvou; vlevo PET, vpravo HRCT.

Fig. 8. Diffuse interstitial infiltration by bronchioloalveolar carcinoma
Confirmed by autopsy; PET on the left side, HRCT on the right side.



◀
Obr. 9. Pneumonický typ bronchioloalveolárního karcinomu
Nález potvrzen biopsií; vlevo PET, vpravo HRCT.

Fig. 9. Bronchioloalveolar carcinoma, pneumonia-like type
Confirmed by biopsy; PET on the left side, HRCT on the right side.

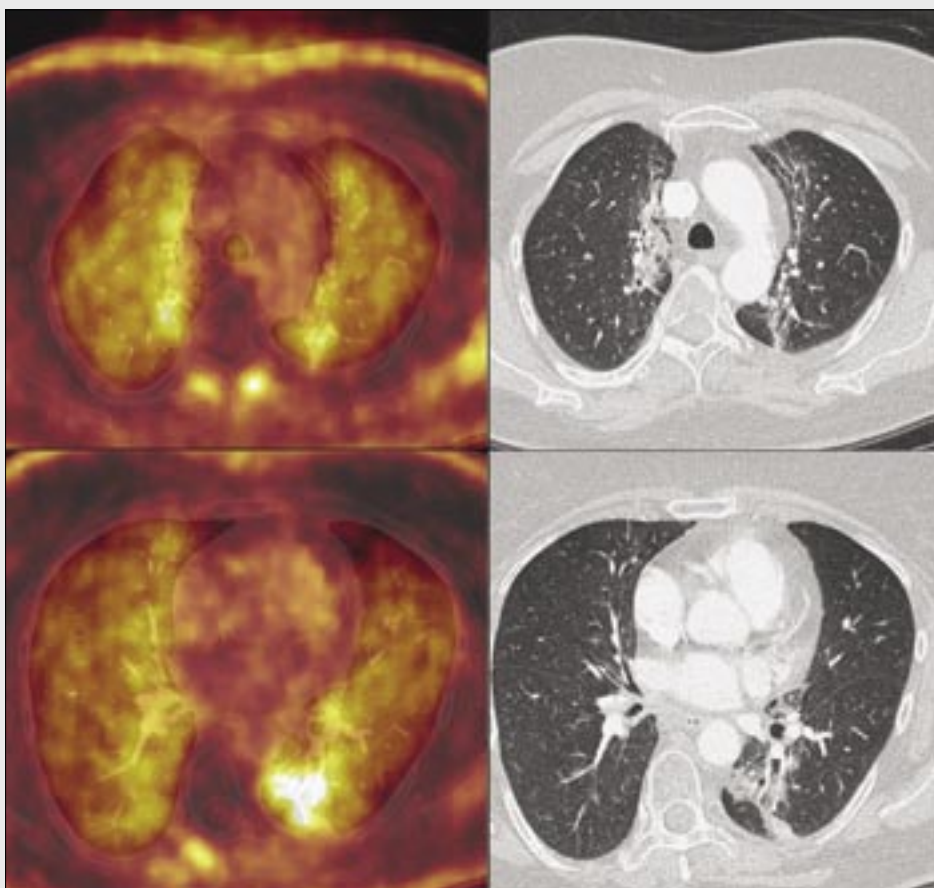


Obr. 10. **Lymfomová infiltrace plic primárním BALT-lymfomem**

Potvrzeno biopticky; vlevo PET, vpravo HRCT.

Fig. 10. **Lymphomatous lung infiltration by the primary BALT-lymphoma**

Confirmed by biopsy; PET on the left side, HRCT on the right side.



Obr. 11. **Typická postiradiační pneumonitida; vlevo PET, vpravo HRCT**

Fig. 11. **Typical pneumonitis after actinotherapy; PET on the left side, HRCT on the right side**

DISKUSE

Ve srovnání s ostatními tkáněmi lidského těla patří plicní tkáň mezi nejvíce metabolicky aktivní a tkáň s nejvyšším počtem druhů buněčných elementů. Vzhledem k tomu, že při patologických procesech v plicní tkáni dochází k výrazným změnám vzdušnosti a buněčnosti plicní tkáně, dochází také ke značným změnám akumulace FDG.

U primárních nádorů plic – bronchogenního karcinomu a lymfomu – se podílí na vysoké akumulaci charakteristický mechanismus akumulace FDG, kdy je přítomná vysoká aktivita glukózového přenašeče GLUT, vysoká aktivita hexokinázy a nízká glukózo-6-fosfatázy (6, 7). Proto je zachováno intracelulárně vysoké množství FDG-6-fosfátu, který dále není již nijak metabolizován. Mezi primárními plicními nádory tvoří vzácnou výjimku bronchioloalveolární karcinom s vysokou úrovní hlenotvorby, tento nádor nemusí v jednotlivých případech vůbec akumulovat FDG (6). U sekundárního postižení plic lymfangiopatií značně závisí úroveň akumulace FDG na akumulaci FDG primárním nádorem.

Zánětlivá reakce v plicní tkáni se sice liší svým charakterem u infekčních, granulomatózních i autoimunitních zánětů, nicméně všechny tyto záněty se vyznačují vysokou mírou akumulace FDG. Příčinami je zvýšení zastoupení subpopulací již tak četných makrofágů monocytárního původu, dále migrace neutrofilních leukocytů a lymfocytů – zabíjejců do patologické infiltrace. U řady zánětlivých postižení plic je také přítomná zvýšená fibroprodukce doprovázená vysokou aktivitou i vysokým zastoupením fibroblastů. U granulomatózních zánětů jsou přítomny mnohoaderné buňky histiocytárního původu. Všechny výše uvedené elementy jsou schopny zvýšeně přijímat FDG, příčinou je vysoká exprese genu pro glukózový přenašeč GLUT 3 (5–8). Tento přenašeč dokáže intracelulárně s vysokou efektivitou transportovat glukózu i při velmi malých plazmatických koncentracích a je odpovědný i za vysokou akumulaci FDG v buňkách zánětlivé reakce.

Při posuzování akumulace FDG v plicní tkáni vyvstává řada zásadních těžkostí, které vycházejí jednak z metody akvizice a rekonstrukce dat, jednak ze zvláštního chování patologicky změněné plicní tkáně.

Problémy akvizice dat z oblasti hrudníku jsou zapříčiněny pomalou akvizicí dat, která je v řádech minut. Protože není možné po takovou dobu udržet apnoickou pauzu, jsou data získávána za volného dýchání. Pohybem jsou výrazně zkresleny jednak míra akumulace FDG v plicních ložiscích, jednak také jejich poloha. Navíc prostorové rozlišení PET je jen kolem 5 mm, což pro hodnocení plicní tkáně není ideální. Proto je hodnocení akumulace a místa uložení léze často nespolehlivé. Při korekci atenuace se však objevují další potíže. Korekce atenuace využívá dat CT ke korekci oslabeného vyzářování z hlubších tkání pohlcením záření. Pittsburghský protokol však rozděluje tkáň v lidském těle jen na měkké a skelet. Mezi měkké tkáň počítá i plicní tkáň, kterou však anihilační záření proniká mnohem snadněji než tkáň svalovou nebo jaterní. Výsledkem korekce atenuace je překorigování plicní tkáně, a tak výrazné utlumení jejího signálu na korigovaných zobrazeních PET. To je důvodem, proč je pro hodnocení plicního parenchymu využíváno nekorigovaných, tedy čistě emisních obrazů. Informace o vysoké akumulaci FDG v plicní tkáni je

sice významná pro celkové hodnocení, nicméně až na výjimky nedovoluje bližší specifikaci plicního postižení.

Zavedením hybridních systémů PET/CT do klinické praxe přineslo výrazné pokroky v topické lokalizaci patologické akumulace FDG. Běžnou praxí na většině pracovišť je však používání jen širokých axiálních obrazů k posuzování změn v plicním parenchymu (9). Pokud jsou data získávána pomocí multidetektorového přístroje, je jen na málo pracovištích zhotovováno izotropní submilimetrové zobrazení (10). Přitom submilimetrové rozlišení nabízí možnosti hodnocení plicního parenchymu pomocí obrazů s vysokým rozlišením. Hodnocení HRCT obrazů je při PET/CT jistě velmi obtížné, vyžaduje totiž nejen dlouhodobé zkušenosti s hodnocením intersticiálních plicních změn, ale i dobrou zpětnou vazbu s korelováním nálezů s morfoloogickými nálezy a s klinickým vývojem nemocných, přináší však významné zpřesnění plicní diagnostiky. U onkologicky léčených nemocných, zejména po transplantaci kostní dřeně, se vyskytují různé formy imunodeficiency vyvolávající náchylnost k oportunním infekcím a na druhé straně mohou být přítomny i relapsy původního onemocnění nebo sekundární nádorová onemocnění – například Richterův syndrom, hodnocení HRCT se pak stává nevyhnutelným, pokud má být PET nález vysvětlen (11).

Na rozdíl od ostatních oblastí těla v plicní tkáni může často selhávat fúze CT a PET obrazu. Často se setkáváme s tzv. „misregistration“, tedy projekci změn v PET do jiné oblasti než do oblasti patologického nálezu u CT. Navíc diskretní změny v plicním parenchymu, často velikostí dosahující maximálně 2 mm, mohou být pod kontrastním rozlišením PET z důvodu malého počtu aktivních buněk na jednotku objemu, dále z důvodu rozmazání registrované aktivity při dýchání. Proto se osvědčuje hodnotit HRCT a PET zprvu separátně a fúzované obrazy využít jen k porovnání, zda je možné přisoudit CT nálezu zvýšenou registrovanou akumulaci.

U většiny plicních nálezů (kromě většiny případů bronchogenního karcinomu) je nález PET nespecifický, často není možné blíže nález charakterizovat a ani lokalizovat do plicních laloků. Vysoká akumulace FDG v plicní tkáni přisuzuje při hodnocení jednotlivých nálezů při HRCT plicním změnám metabolickou aktivitu, což napomáhá k určení floridních změn. Naopak jedinou diagnózou, kdy je možné na základě hodnocení PET obrazů stanovit správně příčinu vysoké akumulace FDG v plicním parenchymu je postiradiační pneumonitida – pouze však v situaci, kdy je provedeno typické ozáření mediastinu v anteroposteriorním směru s paramediastinální distribucí změn v kombinaci s útlumem aktivity kostní dřeně páteře v ozářeném poli.

ZÁVĚR

Při hodnocení významu vysoké akumulace FDG v plicním parenchymu mají dle našich výsledků zásadní hodnotu obrazy HRCT hodnocené radiologem zkušeným v interpretaci nálezů intersticiálního plicního postižení. Posouzením intersticiálních změn lze potom výrazně zpřesnit a zkvalitnit komplexní posouzení celotělového zobrazení při PET/CT. Samotné hodnocení PET obrazů nepřináší totiž ve většině případů nové informace pro bližší specifikaci klinické diagnózy plicního postižení.

LITERATURA

1. Sugawara Y, Braun DK, Kison PV, et al. Rapid detection of human infections with fluorine-18 fluorodeoxyglucose and positron emission tomography: preliminary results. *Eur J Nucl Med* 1998; 25: 1238–1243.
2. De Winter F, Vogelaers D, Gemmel F, Dierckx RA. Promising role of 18-F-fluoro-D-deoxyglucose positron emission tomography in clinical infectious diseases. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2002; 21: 247–257.
3. Shin L, Katz DS, Yung E. Hypermetabolism on F-18 FDG PET of multiple pulmonary nodules resulting from bronchiolitis obliterans organizing pneumonia. *Clin Nucl Med* 2004; 29: 654–656.
4. Shie P, Farukhi I, Hughes RS, Oz OK. Round pneumonia mimicking pulmonary malignancy on F-18 FDG PET/CT. *Clin Nucl Med* 2007; 32: 55–56.
5. Mamede H, Higashi T, Kitaichi M, et al. FDG uptake and PCA, Glut-1 and hexokinase-II expressions in cancer and inflammatory lesions of the lung. *Neoplasia* 2005; 7: 369–379.
6. Mochizuki T, Tsukamoto E, Kuge Y, et al. FDG uptake and glucose transporter subtype expressions in experimental tumor and inflammation models. *J Nucl Med* 2001; 28, 1551–1555.
7. Kubota R, Yamada S, Kubota K, Ishiwata K, Tamahashi N, Ido T. Intratumoral distribution of fluorine-18-fluorodeoxyglucose in vivo: high accumulation in macrophages and granulation tissues studied by microautoradiography. *J Nucl Med* 1992; 33: 1972–1980.
8. Reichem JT, Prante O, Gack M, Schmiedenhause K, Kuvert T. Uptake of (18F)-fluorodeoxyglucose in human monocyte-macrophage in vitro. *Eur J Nucl Med* 2003; 30: 267–273.
9. Votrubová J, Fencel P. Hybridní zobrazování PET/CT. *Ces Radiol* 2004; 58: 333–338.
10. Ferdová E, Ferda J, Záhlava J, et al. Komplementární úloha dvoufázové MDCT angiografie a 18F-FDG-PET v hybridním zobrazování PET/CT hepatocelulárního karcinomu. *Ces Radiol* 2007; 61: 44–53.
11. Mackie GC. F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomographic imaging of cytomegalovirus pneumonia. *Clin Nucl Med* 2004; 29: 569–571.

Markus Uhl, Georg W. Herget

recenze

RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK VON KNOCHENTUMOREN / Radiologická diagnostika nádorů kostí

Thieme: Stuttgart 2008; 172 s. ISBN 978-3-13-145661-8.

Kniha se věnuje specializované diagnostice nádorům kostí, kapitole velmi obsáhlé a komplikované jak z pohledu diagnostického zobrazení, tak i z hlediska klasifikace lézí a jejich terapie. V první části je kniha zaměřena na obecné otázky nádorů kostí, především na histologickou klasifikaci tumorů a dále na obecné chování kostních lézí. Schémata napomáhají diferenciaci chování jednotlivých skupin nádorů dle histologického původu a také dle jejich biologického chování. V obecné části jsou zmíněny zásady stagingu nádorů kostí a dále možnosti invazivní diagnostiky a klinické manifestace.

Ve speciální části je kladen důraz na systematicčnost a dále na bohatou velmi kvalitní dokumentaci, která zahrnuje klasické rentgenogramy, obrazy výpočetní tomografie, magnetické rezonance i metody nukleární medicíny. Ve valně většině případů je připojena také fotodokumentace makropreparátů resekovaných nádorů.

Publikace podává ucelený přehled o diagnostickém zobrazování kostních nádorů a poskytne začínajícím radiologům komplexní informace, radiologům pokročilejším nabídne vynikající pomůcku při diferenciaci méně obvyklých lézí.

doc. MUDr. Jiří Ferda, Ph.D.