

# PET – možnosti a limitace – editorial

O. Bělohávek

*Oddělení nukleární medicíny – PET centrum, Nemocnice Na Homolce, Praha, přednosta doc. MUDr. Otakar Bělohávek, CSc.*

## Adam Z et al. Přínos fluorodeoxyglukózové pozitronové emisní tomografie (FDG-PET) u mnohočetného myelomu. *Vnitř Lék* 2006; 52(3): 207–214.

Pozitronová emisní tomografie (PET) představuje diagnostický nástroj, který je schopen zobrazit rozložení radioaktivity ve zkoumaném tělese, tj. např. distribuci předem podaného radiofarmaka v živém organismu. PET na rozdíl od běžné scintigrafie využívá jiný princip detekce záření, které provází  $\beta^+$  rozpad některých radionuklidů. Mezi takové patří  $^{18}\text{F}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{15}\text{O}$  a mnoho dalších. Tyto biogenní prvky lze inkorporovat do molekul vlastních organismu, a přímo tak sledovat teoreticky predikovatelné fyziologické pochody. Zdaleka nejčastěji používaným radiofarmakem je 2- $^{18}\text{F}$ fluoro-2-deoxy-D-glukóza, zkráceně FDG. Jedná se o derivát glukózy, který je shodně jako glukóza transportován intracelulárně. Analogicky je pak pomocí hexokinázy fosforylován na FDG-6-fosfát. Modifikace molekuly ale neumožňuje její další metabolismus; proto se FDG-6-fosfát v buňce hromadí. Přibližně po 60 minutách od i.v. aplikace FDG lze pomocí PET získat tomografické řezy, které odrážejí míru akumulace FDG ve tkáních. Ta je přímo závislá na počtu glukózových transportérů a aktivitě hexokinázy. Ze zvýšené akumulace FDG lze indukovat na zvýšenou glykolytickou aktivitu tkáně. Takové vlastnosti má velká většina zhoubných nádorů a také floridní zánětlivá ložiska.

PET tímto způsobem umožňuje funkční zobrazení. To ale ve srovnání s ostatními radiodiagnostickými metodami postrádá anatomické detaily. Naopak CT či MRI jsou ideální strukturální zobrazovací modalita schopné zachytit i velmi jemné změny ve stavbě tkáně. Ve srovnání s nimi je planární RTG snímek pro průkaz neoplazie jen velmi málo citlivý. Slabinou radiodiagnostických metod je, že podávají jen minimum informací o funkci tkáně. Za nejvýtečnější zobrazení v onkologii je považováno hybridní PET/CT či fúze PET/MRI, které eliminují zmiňované nevýhody obou diagnostických přístupů a neinvazivně přinášejí maximum informací o dané tkáni. Prof. Adam et al ve své práci dobře využívají těchto vlastností zobrazovacích metod. Tzn. negativní planární kostní snímek při důvodné suspekci na přítomnost mnohočetného myelomu (MM) doplňují o FDG-PET. Pro pozitivní FDG-PET pak hledají strukturální korelát pomocí CT či MRI, popř. u perzistujících strukturálních změn po léčbě doplňují FDG-PET pro posouzení viability neoplazie.

Pro velkou většinu zhoubných nádorů bývá uváděna senzitivita i specifita FDG-PET kolem 80–100 %. Tato globální čísla lze vcelku dobře dále upřesnit pro jednotlivé klinické situace. Falešně negativní výsledky

lze očekávat v případech, že je tumor mimo zorné pole, které bývá typicky omezeno na rozsah od baze lební po inguinu, nepožaduje-li indikující lékař jinak. Snížená senzitivita PET je u malých tumorů vlivem tzv. „partial volume“ efektu v důsledku omezené prostorové rozlišovací schopnosti PET. Znamená to, že tumory do 5 mm v průměru se daří zobrazit jen vzácně, tumory mezi 5–15 mm variabilně v závislosti na lokalizaci a charakteru neoplazie a tumory nad 15 mm se zobrazují pravidelně za předpokladu, že v nich nepřevažuje cystická či nekrotická složka nebo se nejedná o vzácnější typy neoplazií, které nemají zvýšenou konzumpci glukózy. Obtížné lze pomocí FDG zobrazit byt velké tumory neuroektodermového původu, tumory s pomalou růstovou aktivitou (Ca prostaty ve vysokém věku či nízkostupňové sarkomy) a dále tumory se zvýšeným obsahem lipidů či mucinu. Myelom mezi takové nádory nepatří, a proto je pomocí FDG-PET dobře zobrazitelný. Senzitivitu metody pro průkaz viabilní neoplazie může také snížit krátký odstup od protinádorové léčby, pohyb ložiska v průběhu snímání (okolí bránice v důsledku dýchacích pohybů) či zvýšená konzumpce glukózy v okolí ložiska (reparující se kostní dřev po proběhlé chemoterapii a zvláště po podání CSF). Omeze-

nou senzitivitu FDG-PET pro zobrazení malých tumorů v oblasti plic je vhodné kompenzovat doplněním spirálního CT vyšetření.

Falešně pozitivní nálezy při FDG-PET vznikají nejčastěji v důsledku nemožnosti odlišit fyziologickou variantu zobrazení od patologie (aktivovaná svalovina hrtanu, hnědá tuková tkáň na krku, aktivita v kolon, retence aktivní moči v ureteru, ovarium u fertálních žen apod.). Takové rozpaky lze vesměs odstranit fúzí PET s CT. Vážnějším zdrojem falešné positivity je vysoká konzumpce glukózy v zánětlivých ložiscích, kdy fúze s CT pomáhá ke specifikaci jen u části případů.

Z výše uvedeného vyplývá, že FDG-PET je pro onkologii velmi důležitá metoda, která v řadě případů odhalí neočekávanou generalizaci onemocnění nebo jindy pomůže podpořit úvahu, že perzistující masa po léčbě je neviabilní (vyloučit přítomnost mikroskopické neoplazie samozřejmě nedokáže). Vcelku má ale FDG-PET roli spíše pomocnou pro jiné zobrazovací modalitty. Prof. Adam et al také v tomto duchu metodu ve své práci charakterizovali a využívali.

Vývoj zobrazovací techniky jde však neúprosně kupředu a situace se v diagnostice překotně mění. Docela tak rychle, že na změny nelze ani včas reagovat klinickými studiemi. Ještě než byla dostatečně definována

úloha FDG-PET u většiny nádorů, už se objevily první hybridní PET/CT skenery, které naráz beze změny polohy pacienta provedou obě tomografická zobrazení. Získá se tak nejen precizní strukturální informace, ale i informace o lokální funkci tkáně. Nejcenější je kombinace obou informací – tj. upřesnění lokalizace a struktury hypermetabolického ložiska v jedné případě, a naopak funkční charakterizace přítomné strukturální léze v jiných případech. Bez větších problémů lze zobrazit celý trup, popř. celé tělo. Díky stále se zdokonalující konstrukci citlivých detekčních systémů se radiační zátěž pro pacienta při celotělovém PET/CT vyšetření pohybuje v pásmu jen 10–20 mSv, tedy méně než z cíleného CT provedeného na přístroji starší generace (pro porovnání dávka z přírodního pozadí představuje 1–5 mSv za rok).

Ukazuje se, že díky svým vlastnostem se stává FDG-PET/CT metodou první volby při klinické potřebě zobrazit většinu makroskopických tumorů. Bylo by jistě zajímavé, k jakému závěru by v případě MM dospěli prof. Adam et al, kdyby měli k dispozici PET/CT. Lze hypotetizovat, že i v případě MM by hybridní FDG-PET/CT nahradilo planární kostní snímek a ve většině případů i MRI a eventuální další vyšetření. Bezpochyby by pomohlo exaktně cí-

lit trepanobiopsii. Zjednodušení diagnostického algoritmu by jistě přivítali jak pacienti, tak i klinici. Zatím však není ve světovém písemnictví zaznamenána žádná zmínka o využití PET/CT u MM, tudíž na potvrzení či vyvrácení nastíněné hypotézy je třeba ještě nějakou dobu počkat.

S rozšiřováním FDG-PET a v poslední době především FDG-PET/CT vyšetření dochází ke změnám zažitých diagnostických algoritmů s cílem přizpůsobit protinádorovou léčbu konkrétnímu pacientovi a maximalizovat jak dobu přežívání, tak kvalitu života. Pozitivní je, že v České republice jsou ve 4 PET centrech (Nemocnice Na Homolce, Masarykův onkologický ústav, FN Plzeň a FN Olomouc) instalovány celkem 2 PET a 3 hybridní PET/CT skenery. Zachytili jsme tak včas trend klinického využívání PET; v současnosti je pro pacienty u nás PET vyšetření dostupné stejně jako v německy mluvících zemích. Ještě většímu rozvoji metody brání vysoké pořizovací a provozní náklady a cena používaných radiofarmak s velmi krátkým poločasem rozpadu.

*doc. MUDr. Otakar Bělohávek, CSc.*

*www.homolka.cz*

*e-mail: otakar.belohlavek@homolka.cz*

*Doručeno do redakce: 9. 1. 2006*

**www.kardiologickarevue.cz**