

Problematika určování SUV z PET/CT obrazů (při použití ^{18}F -FDG)

Ptáček J.

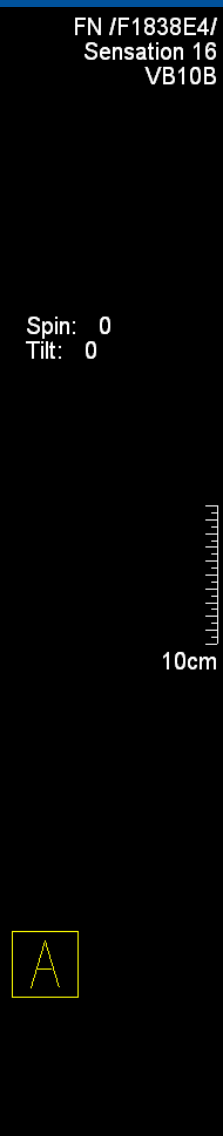
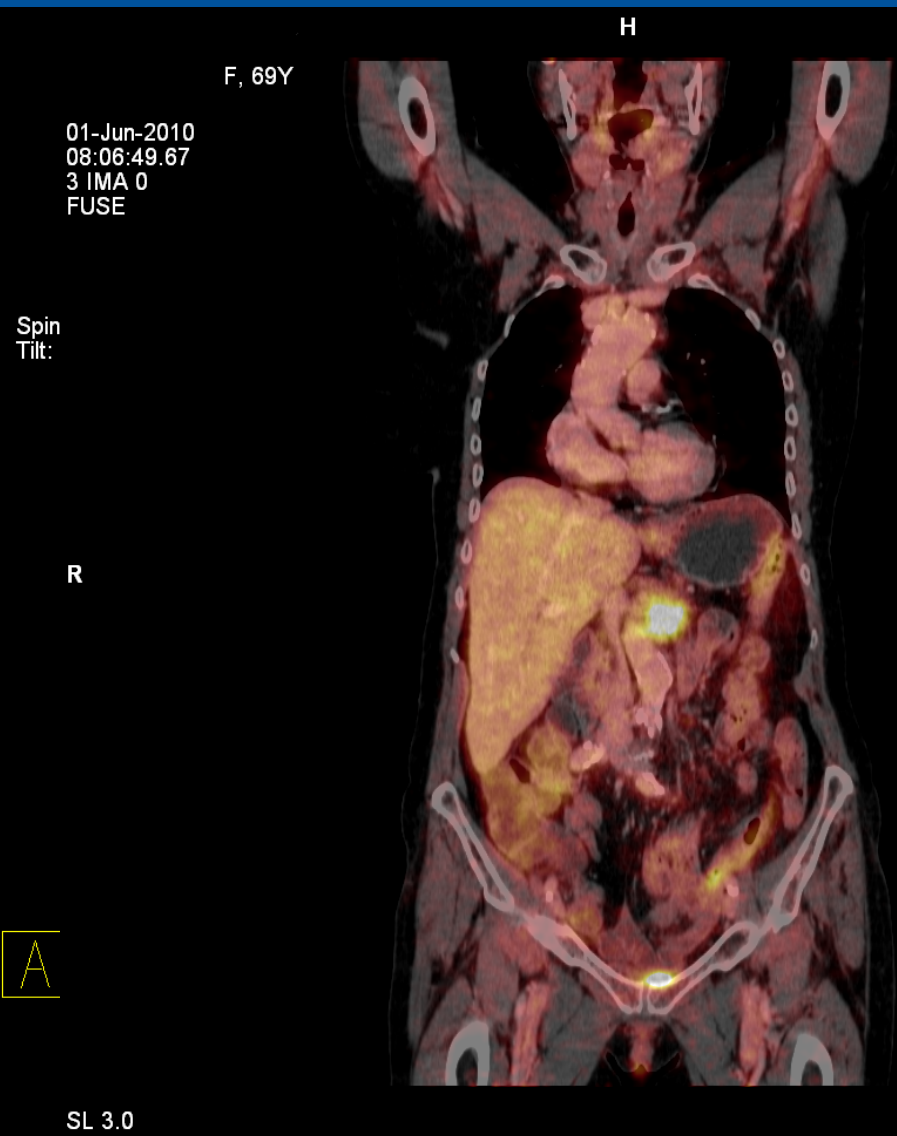
Oddělení lékařské fyziky a radiační ochrany
Fakultní nemocnice Olomouc
email: ptacekj@fnol.cz
ICQ#: 22496995

Konference radiologických fyziků
Kouty nad Desnou 2010

Použití PET v radioterapii

- využití při plánování radioterapeutických ozáření
- s určitými omezeními **zobrazuje skutečnou viabilní nádorovou tkáň**, která nemusí být na standardně používaném CT viditelná
- existuje ale celá řada otázek kolem použití PET při plánování ozáření, např.:
 - změní se hranice cílového objemu při použití PET/CT?
 - mohou být na PET/CT obraze jasně určeny hranice tumoru?
- odpovědi na tyto a další otázky jsou předmětem zájmu velkého počtu studií po celém světě

Použití PET v radioterapii



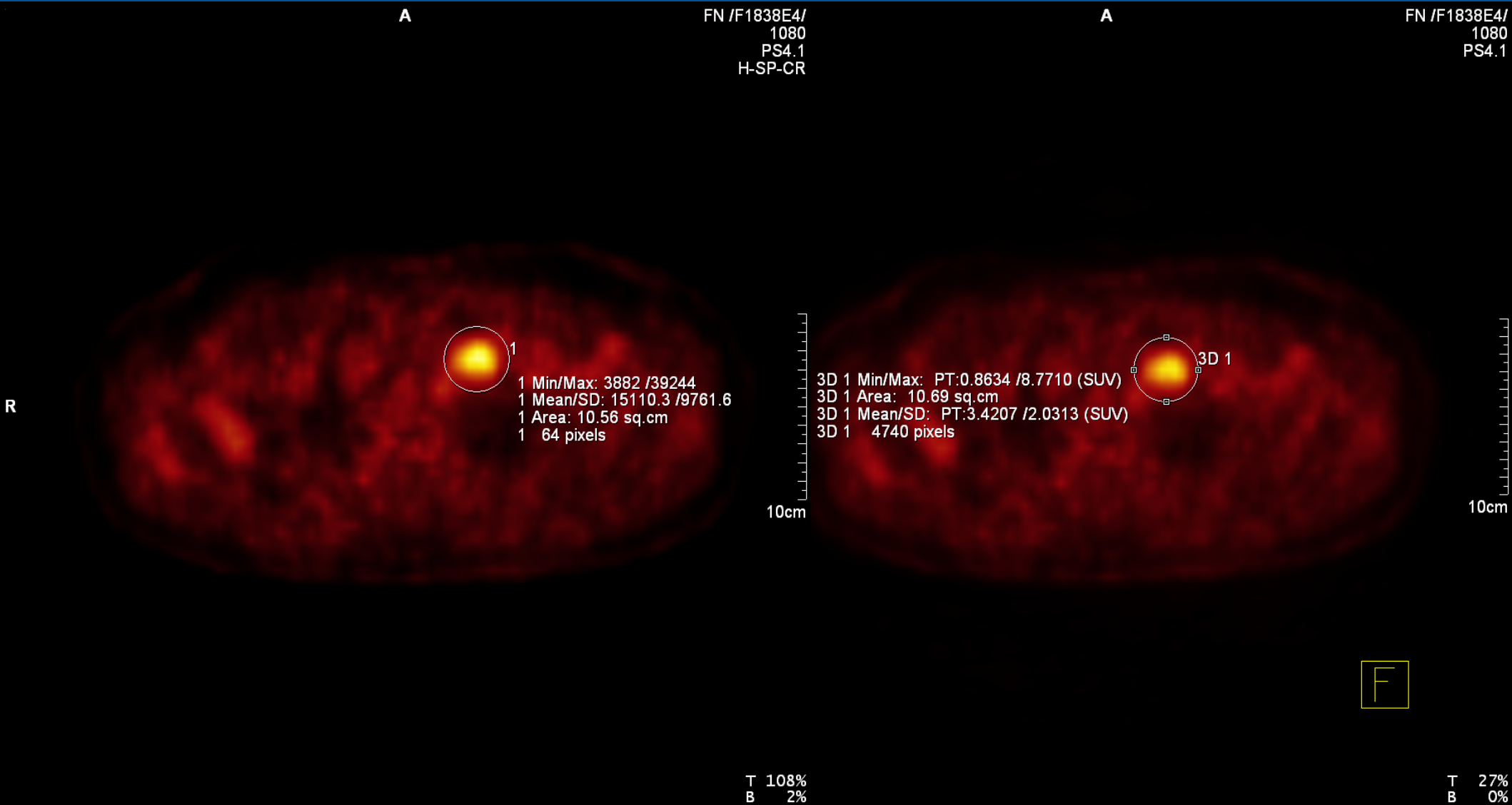
Cíl tohoto sdělení

- mým cílem není poskytnout odpovědi na zásadní otázku zda použít či nepoužít PET pro plánování v radioterapii
- spíše bych chtěl poskytnout informace o chování často používaného semi-kvantitativního parametru SUV v závislosti na některých parametrech pacienta, konkrétní studie a přístroje
- osoba plánující s pomocí PET resp. SUV, podle kterého je možné se řídit, by měla mít představu o tom, co může a nemůže od SUV očekávat

SUV

- semikvantitativní ukazatel utilizace ^{18}F -FDG (i jiných RF)
- definice SUV:
$$SUV = \frac{C_T}{A} \cdot m$$
 C_T – objemová aktivita
 A – aplikovaná aktivita
 m – hmotnost pacienta
- poměr mezi lokální objemovou aktivitou radiofarmaka a průměrnou objemovou aktivitou radiofarmaka v těle před jakoukoli exkrecí (hodnoty korigovány ke stejnému času)
- **výhoda SUV** – snadno měřitelná pomocí kalibrovaného PET skeneru
- **nevýhoda** – závislost na celé řadě parametrů

Použití SUV



Použití SUV

- hodnoty SUV:
 - **< 1** – tkáň vykazuje akumulaci nižší než je průměrná v těle
 - **= 1** – tkáň vykazuje akumulaci odpovídající homogennímu rozptýlení radiofarmaka
 - **> 1** – tkáň vykazuje zvýšenou akumulaci
 - **fyziologická** – tkáně běžně akumulující radiofarmakum (v případě ^{18}F např. srdce, mozek ...)
 - **patologická** – záněty, nádory
- nejčastější použití - onkologie:
 - **hodnocení účinku terapie** – akumulace před a po léčbě
 - **rozhodování mezi benigním a maligním procesem** – nutno provést důkladnou studii na daném pracovišti

SUV - závislosti

- parametry pacienta:
 - hmotnost
 - hladina glukózy v krvi
- průběh vyšetření:
 - čas mezi aplikací a vyšetřením
- sběr a zpracování dat:
 - způsob a nastavení rekonstrukčního procesu
 - efekt částečného objemu
- nastavení přístroje:
 - **cross kalibrace** – kalibrace pro měření objemové aktivity – srovnání s měřičem aplikované aktivity

SUV – závislost na hmotnosti

- tkáně pacienta s vyšší hmotností budou vykazovat vyšší hodnoty SUV
 - vysvětlení – vzhledem k vyšší hmotnosti vychází průměrná objemová aktivita v těle pacienta nižší než u lehčího pacienta; vyšší podíl tuku, který velmi málo akumuluje FDG však způsobí, že jsou měřeny vyšší hodnoty SUV než odpovídá pacientovi se stejným metabolismem, ale nižší hmotností

SUV – závislost na hladině glukózy v krvi a její korekce

- z praxe je známo, že **hladina glukózy** v krvi velmi **výrazně ovlivňuje výsledek vyšetření** – vysoká hladina snižuje akumulaci ^{18}F -FDG v zájmových orgánech – FDG se zvýšeně akumuluje ve svalech

SUV – závislost na době mezi aplikací a vyšetřením

- akumulační fáze standardně trvá 60 minut
- různé nádory však vykazují různou rychlost akumulace ^{18}F -FDG - potřebují rozdílně dlouhý čas k dosažení maximální akumulace
 - tento čas se málokdy pohybuje v běžných 60 minutách – většinou je výrazně delší
- dosažení rozumných výsledků při srovnávání SUV u dvou pacientů nebo u jednoho pacienta před a po terapii vyžaduje dodržení času mezi aplikací a vyšetřením
- zvláště agresivnější typy nádorů -
 - akumulace se během 15 minut může změnit i o více než 25 %

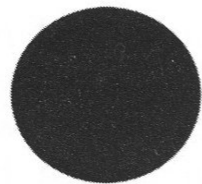
SUV – závislost na rekonstrukčních parametrech

- volitelné rekonstrukční parametry – počet iterací, počet subsetů a použitý vyhlazovací filtr
 - počet iterací a subsetů – ovlivňuje „věrnost“ obrazu – větší počet efektivních iterací většinou znamená přesnější obraz – redistribuuje objemovou aktivitu mezi jednotlivými pixely
 - vyhlazovací filtr – silnější vyhlazovací filtr „vymývá“ objemovou aktivitu ze středu lézí směrem k jejich okraji a pozadí
 - důsledek – ve stejném ROI na stejné lézi za rozdílných rekonstrukčních podmínek naměříme rozdílné SUV

SUV a partial volume effect

- objekty menší než 3 – 4 FWHM se zobrazují s nižším kontrastem obrazu v porovnání s většími objekty
 - tím dochází i ke snížení měřené hodnoty SUV
 - ztížení popisu vyšetření – snížení detekovatelnosti lézí v důsledku sníženého kontrastu
- korekce
 - nutno znát velikost léze !!! - podle toho se dohledá RC
 - měření pomocí CT – NM obraz totiž neodpovídá přesně svými rozměry skutečnosti

AKTIVNÍ VÁLCOVÉ ZDROJE



OBRAZY ZDROJŮ

48 mm

36 mm

30 mm

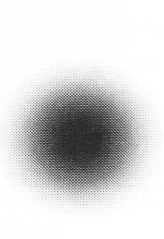
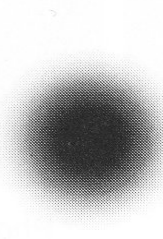
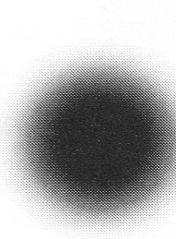
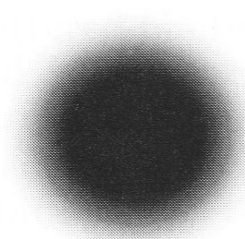
24 mm

18 mm

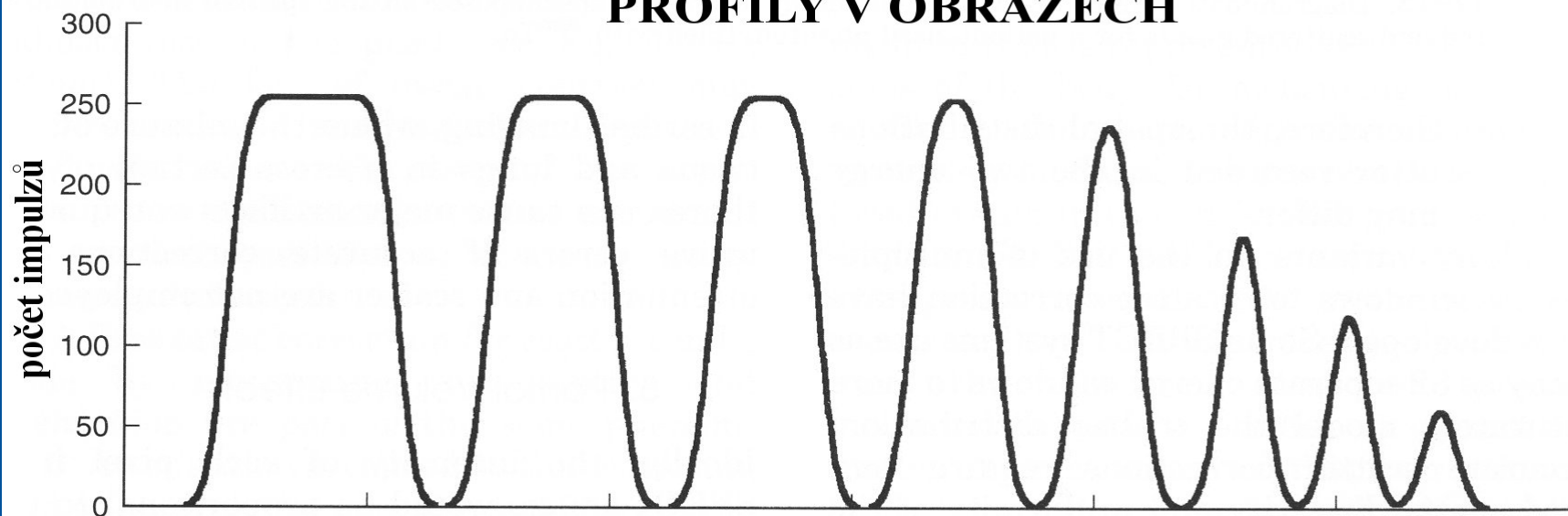
12 mm

9 mm

6 mm



PROFILY V OBRAZECH



Rozlišení SPECT systému – FWHM 12 mm

zdroje o průměru:

2,5 cm

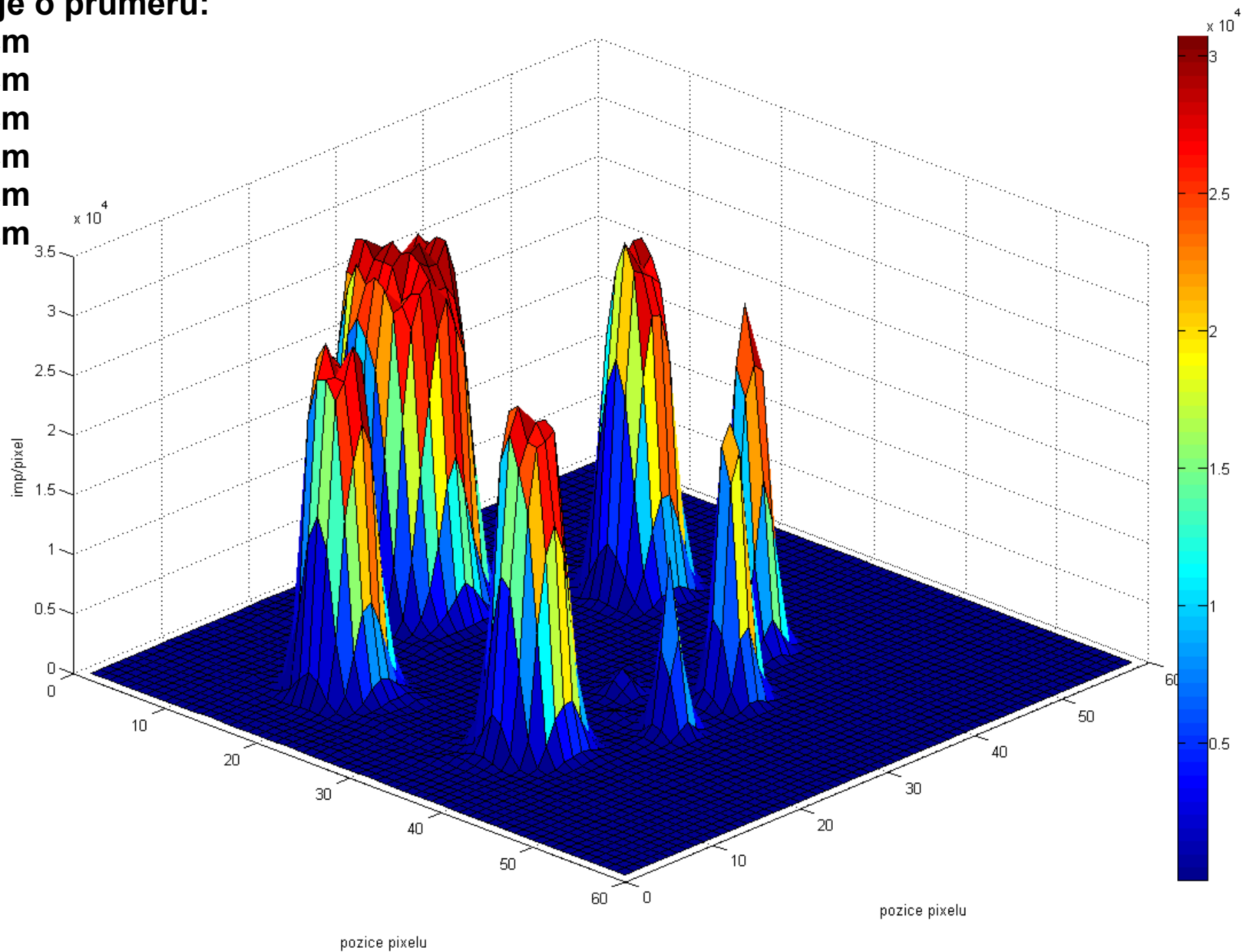
1,6 cm

1,2 cm

0,8 cm

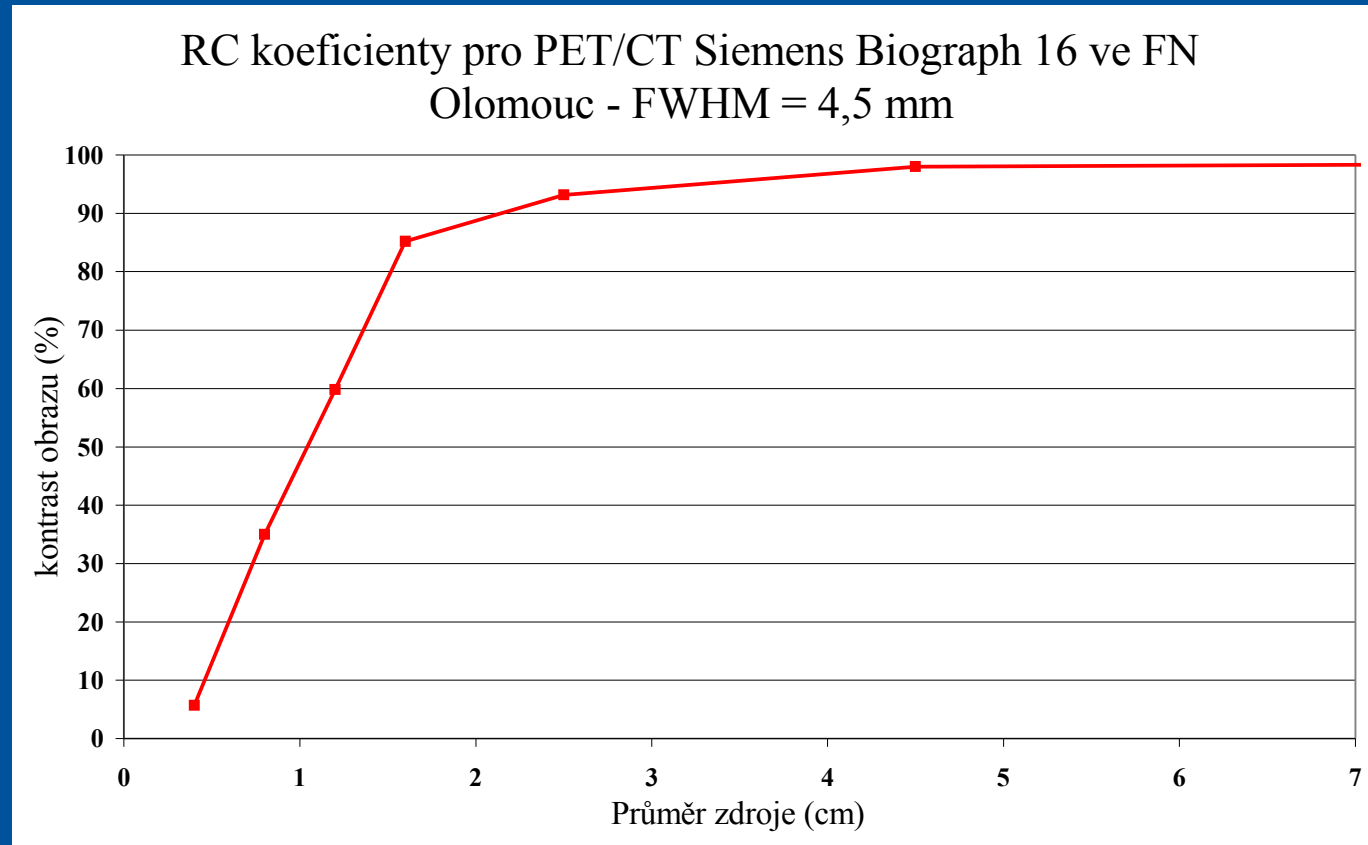
0,4 cm

0,2 cm



RC křivka

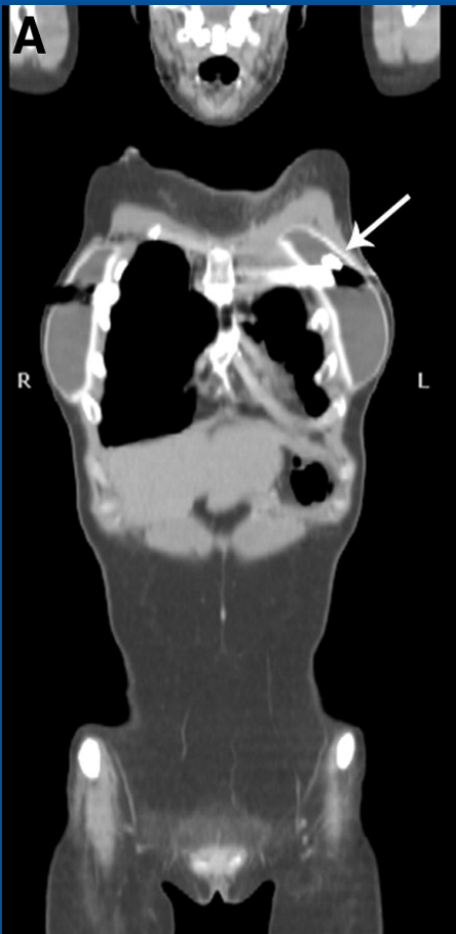
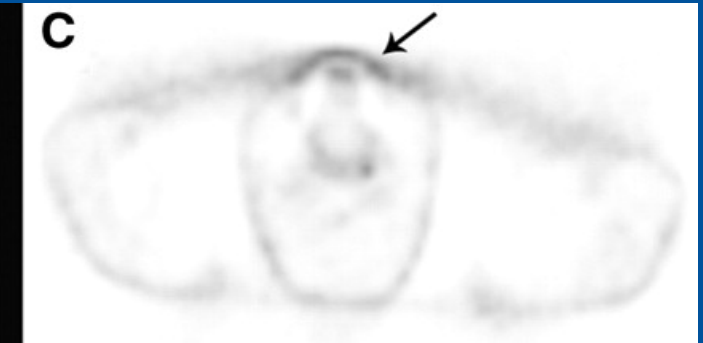
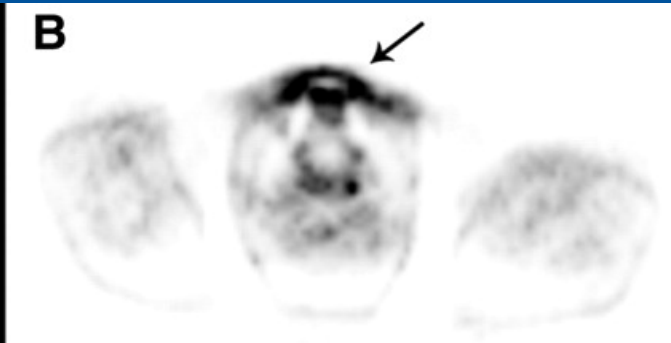
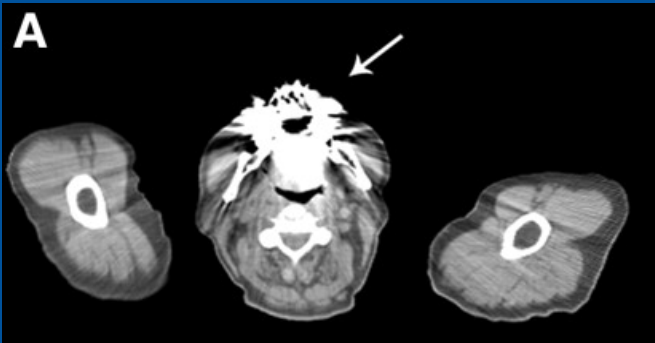
- sestavena na základě měření SUV_{mean} u kalibračního a Jaszczak fantomu
- výsledná křivka -
typický průběh
- vychází-li RC
>> 3, pozor -
malá nepřesnost
v měření = velká
chyba ve výsledku



RC křivka



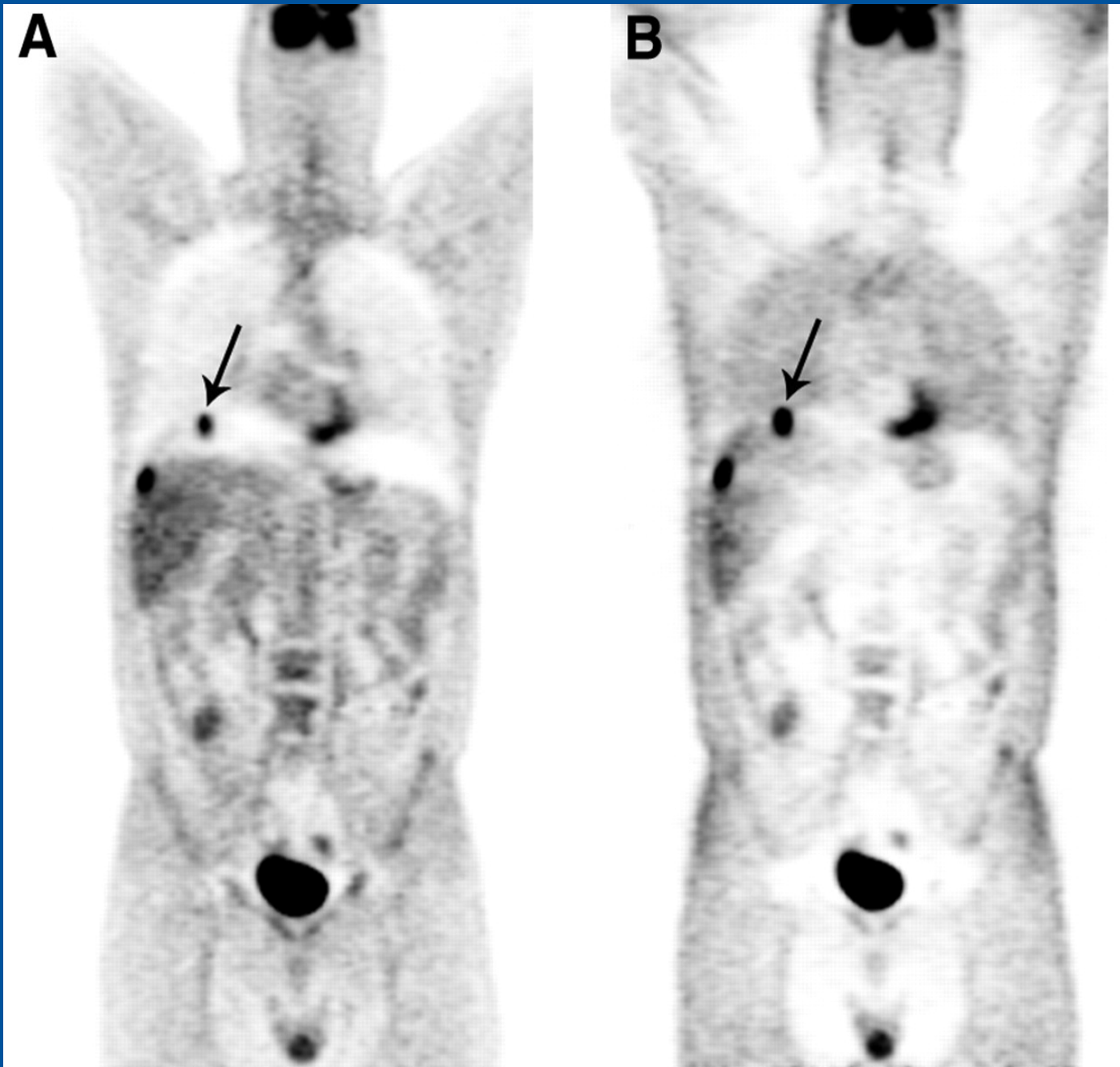
Artefakty



Kovové předměty -
zubní plomby
endoprotézy
piercing apod.

- ložiska zvýšené
akumulace
radiofarmaka na
korigovaných obrazech
– na nekorigovaných
nejsou viditelná

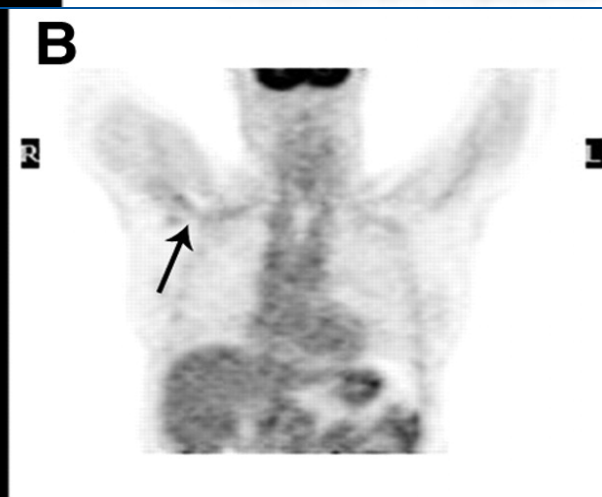
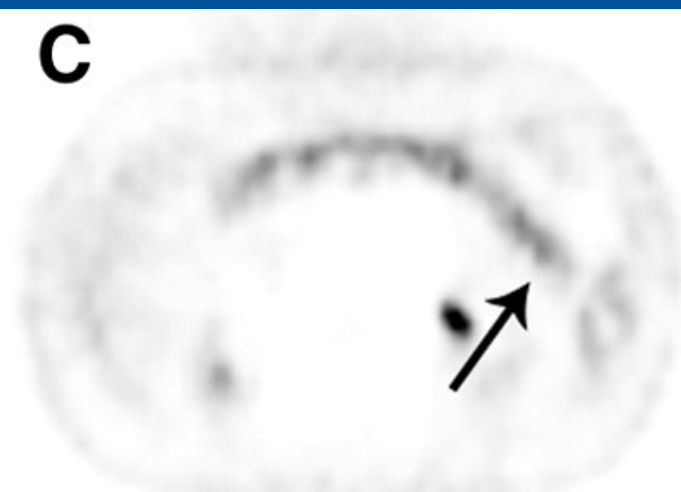
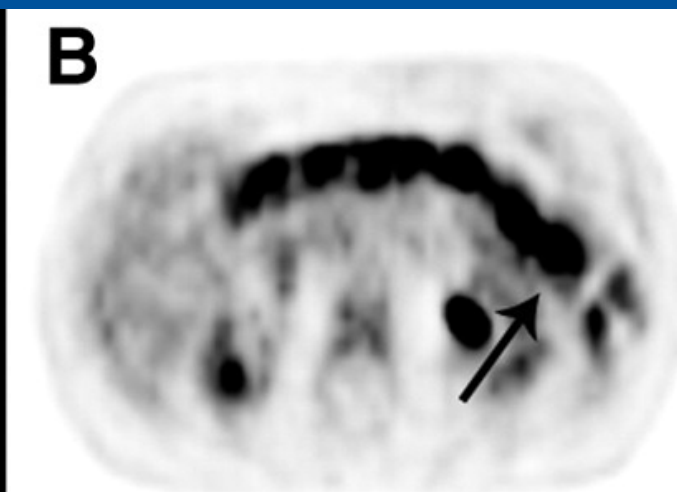
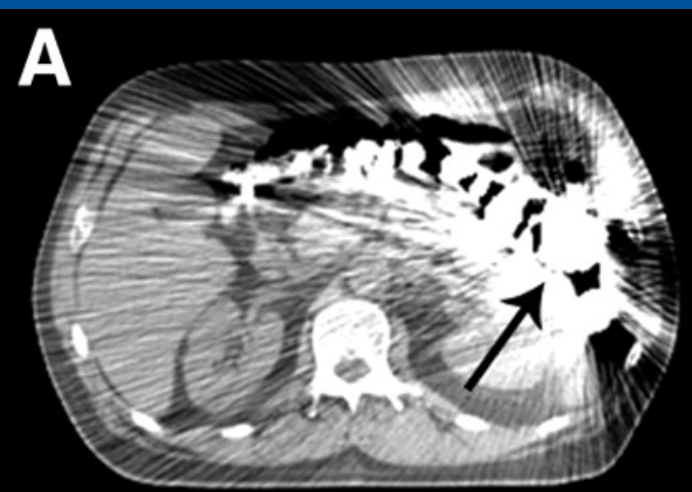
Artefakty



Dýchací pohyby

- špatná lokalizace nálezu
- zde léze na játrech je na korigovaných snímcích umístěna do plic
- snímky bez korekce ukazují správnou lokalizaci

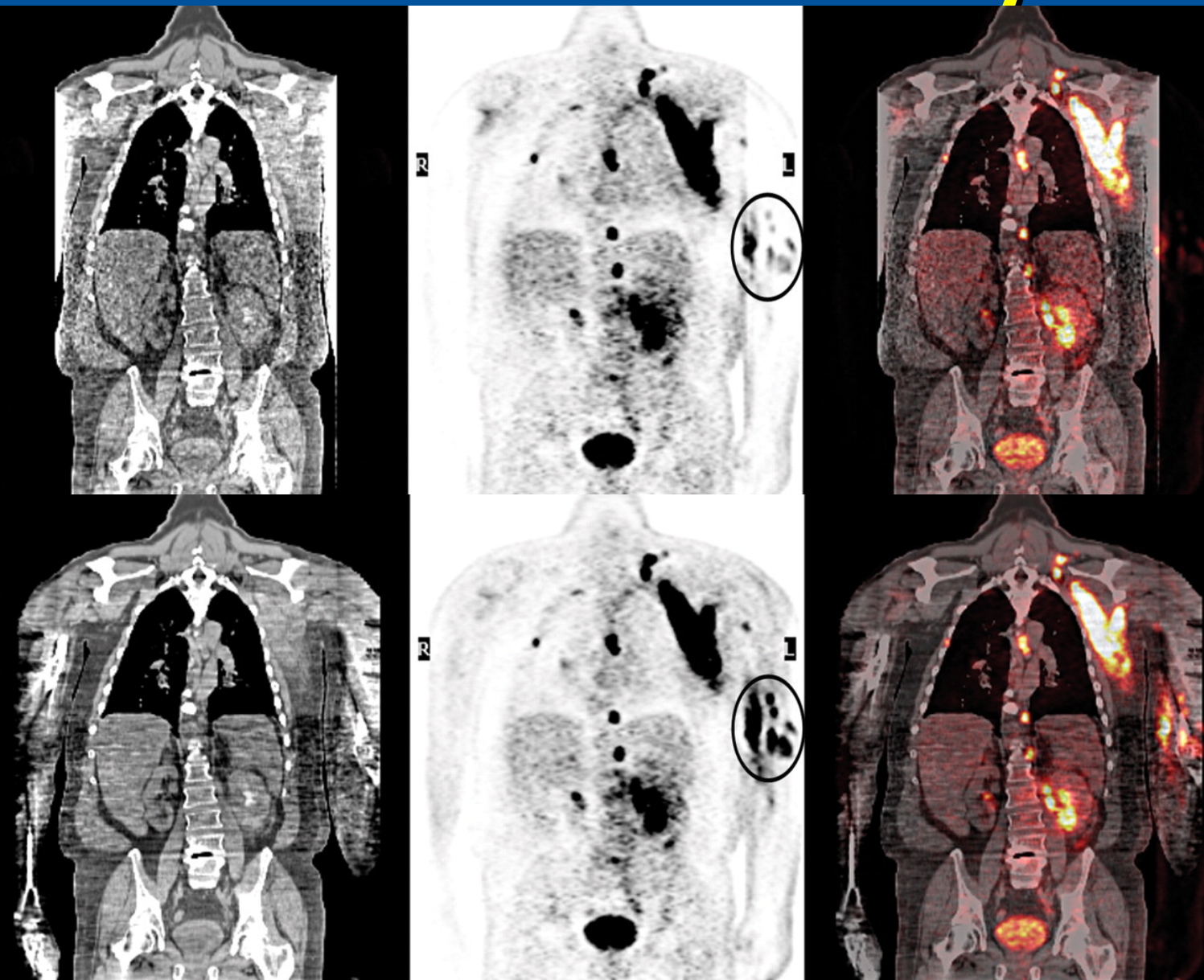
Artefakty



rentgenové a CT kontrastní
látky

- pozůstatek baryové kontrastní látky z jiného vyšetření způsobuje zvýšenou akumulaci v korigovaném obraze – na nekorigovaném není přítomna
- velké množství jodové CT kontrastní látky z podklíčkové tepně zvyšuje akumulaci v korigovaném obraze

Artefakty



pacient přesahující
zorné pole CT

- zanedbáním
oblastí mimo FOV
CT dochází k
podhodnocení
akumulované
aktivity

- po korekci na
tento jev dosahuje
akumulace
správných hodnot

Závěr

- SUV – může být „dobrý sluha, ale zlý pán“ - vždy je třeba vědět o jaké SUV se jedná – je nutná znalost metodiky měření
- **přejímání cut-off hodnot** pro určení mezi maligní a benigní lézí **je nepřijatelný postup, pokud se nevezmou v potaz všechny potřebné korekce** (včetně korekce na rozdílnou rekonstrukci)
- **porovnávání hodnot SUV měřených pomocí neznámých metodik může vést k zavádějícím výsledkům**
- vždy je nutné dát pozor na případné artefakty – prohlédnout i obrazy nekorigované na zeslabení

Ukázky artefaktů pro tuto přednášku převzaty z:

Sureshbabu W., Mawlawi O., PET/CT Imaging Artifacts, JNMT 2005; 33:156-161

Mawlawi O., Erasmus J. J., Pan T., Cody D. D., Campbell R., Lonn A. H., Kohlmyer S., Macapinlac H. A., Podoloff D. A., Truncation Artifact on PET/CT: Impact on Measurements of Activity Concentration and Assessment of a Correction Algorithm, AJR 2006; 186:1458-1467