

Vybrané funkční metody mapování mozku: PET a SPECT (SISCOM)

MUDr. Ondřej Volný¹

MUDr. Petra Cimflová²

prof. MUDr. Martin Bareš PhD¹

¹ I. neurologická klinika FN u sv. Anny a LF Masarykovy
univerzity

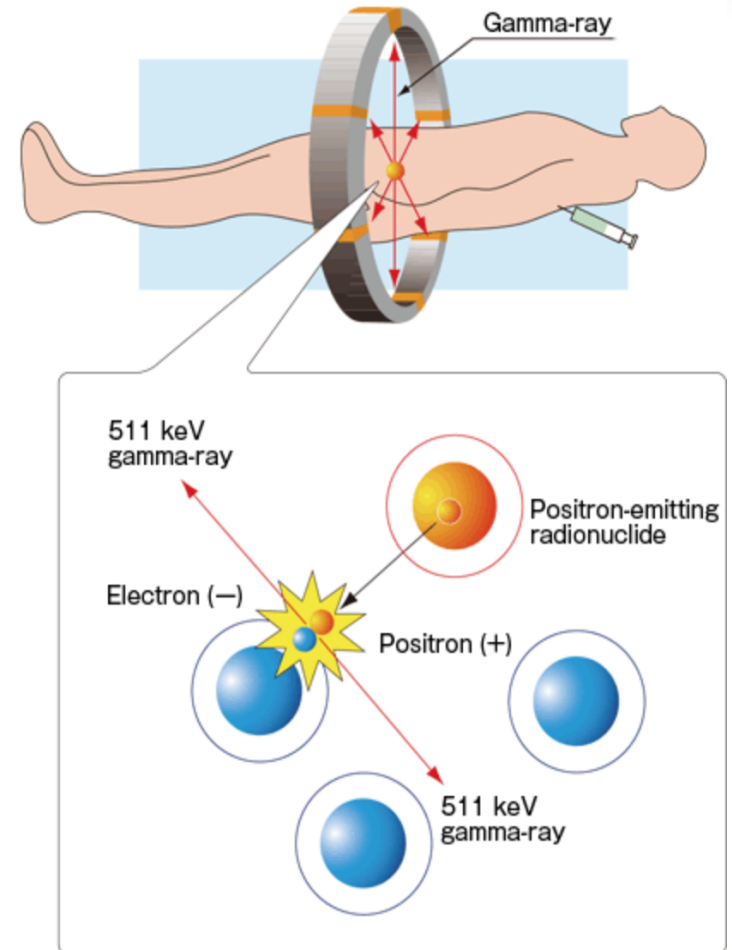
² Klinika zobrazovacích metod FN u sv. Anny a LF
Masarykovy univerzity

Úvod

- **Pozitronová emisní tomografie (PET) a jednofotonová emisní tomografie (SPECT)** jsou nukleární metody využívané v diagnostice tumorů, epilepsie a neurodegenerativních onemocnění (např. demence)
- Tyto **funkční metody** (pro srovnání CT nebo MRI – zobrazují strukturu mozku) umožňující studium fyziologických i patologických změn mozkové aktivity:
 - **PET** přináší informace o metabolismu tkáně (v případě mozkové tkáně dominují vyšetření glukózového metabolismu radioaktivním izotopem ^{18}F Fluor-deoxyglukózou/ ^{18}F FDG)
 - **SPECT** reflektuje změny v krevní perfúzi (farmaka značená Techneciem-99m/ $^{99\text{m}}\text{Tc}$)

Princip a provedení PET vyšetření

- Před provedením vyšetření je nutná příprava radiofarmaka (radionuklid navázaný na nosič, např. deoxyglukózu) v tzv. **cyklotronu**
- Radiofarmakum je podáno nitrožilně:
 - v těle pacienta je radioaktivně značený metabolit vychytáván buňkami (event. je navázán na receptor a do buňky nevstupuje)
- Radionuklid, kterým je metabolit značen, se dle svého poločasu rozpadu rozpadá za **uvolnění pozitronu** (tzn. antičástice elektronu)
 - **pozitron s kladným nábojem anihiluje s elektronem s negativním nábojem za uvolnění 2 fotonů o stejné energii**, které od místa svého vzniku letí opačným směrem (pod úhlem 180°), poté, co opustí tělo, jsou zachyceny detektorem a výsledný signál je zrekonstruován (srovnej s principem SPECT, slide 4)
- Existují i **hybridní přístroje** (PET-CT nebo PET-MRI)



Princip a provedení SPECT vyšetření

- Pacientovi je rovněž nitrožilně podáno **radiofarmakum vyzařující 1 paprsek gama záření**
 - nejčastěji značené **Techneciem-99m/^{99m}Tc**, proto “single photon emission computed tomography”
- Kolem pacienta rotují **scintilační kamery** (gamakamery), které detekují rozložení radiofarmaka na základě intenzity vyzařovaných gama paprsků v jednotlivých řezech (následují počítačové rekonstrukce a kvantifikace signálu)
- Podobně jako u PET existují **hybridní přístroje** SPECT-low dose CT umožňující kombinovat “funkční” data SPECT se “strukturálními” daty CT
- Video: <https://www.youtube.com/watch?v=b3Dtrt5pJ7U>

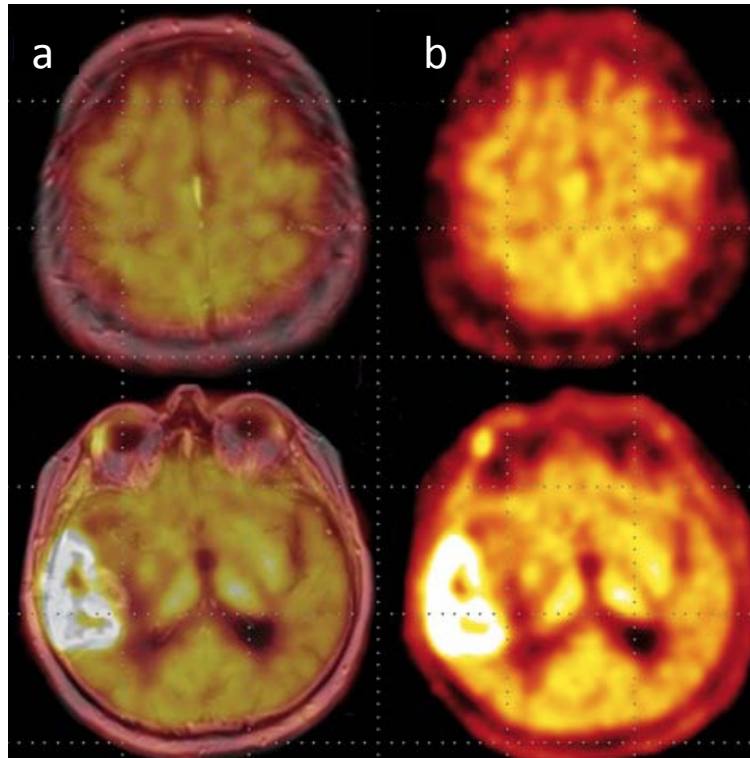
PET v neurologii

- **Tato metoda je využívána u pacientů:**
 - s epilepsií, před plánovanou neurochirurgickou operací (napomáhá k lokalizaci ložiska)
 - s mozkovými nádory (odlišení benigních a maligních nádorů, stanovení stupně malignity, sledování efektu léčby, záchyt recidivy v pooperačních a poradiačních změnách etc.) a mozkovými metastázami (např. celotělový PET slouží k pátrání po primárním nádoru, který metastazoval do mozku)
 - s extrapyramidovými onemocněními (např. u **Parkinsonovy nemoci** pomocí 18F-DOPA, který umožňuje studium metabolismu neurotransmiteru **dopaminu**)
 - v diagnostice demencí (např. ^{11}C -Pittsburghská substance u Alzheimerovy nemoci)
 - s podezřením na tzv. paraneoplastické syndromy, kdy dochází k poškození funkcí mozku následkem systémové imunitní odpovědi – v rámci pátrání po primárním nádoru se provádí **celotělový PET**

SPECT v neurologii

- Tato metoda je **klinicky** využívána ke studiu prokrvení (mozkové) tkáně **u pacientů s epilepsií** před plánovanou neurochirurgickou operací:
 - **iktální SPECT** – provádí se těsně po epileptickém záchvatu (typicky po vysazení nebo snížení antiepileptické medikace pod dohledem lékaře za hospitalizace)
 - **interiktální SPECT** – provádí se v mezizáchvatovém období (tzn. tehdy, když pacient nemá klinicky patrné záchvaty a pravidelně užívá předepsanou léčbu)
 - **SISCOM (Subtraction Ictal SPECT Co-registered to MRI)** – matematická metoda srovnávající SPECT signál získaný těsně po záchvatu (iktální SPECT) a v mezizáchvatovém období (interiktální SPECT); získaná data jsou koregistrována s daty MRI mozku daného pacienta (MRI je provedeno v tzv. epileptickém protokolu/3T MRI)
 - Blíže o metodě: http://analyzedirect.com/documents/training_guide/add-ons/SISCOM.pdf

PET v epileptologii a epileptochirurgii – největší přínos u pacientů s epilepsií spánkového laloku

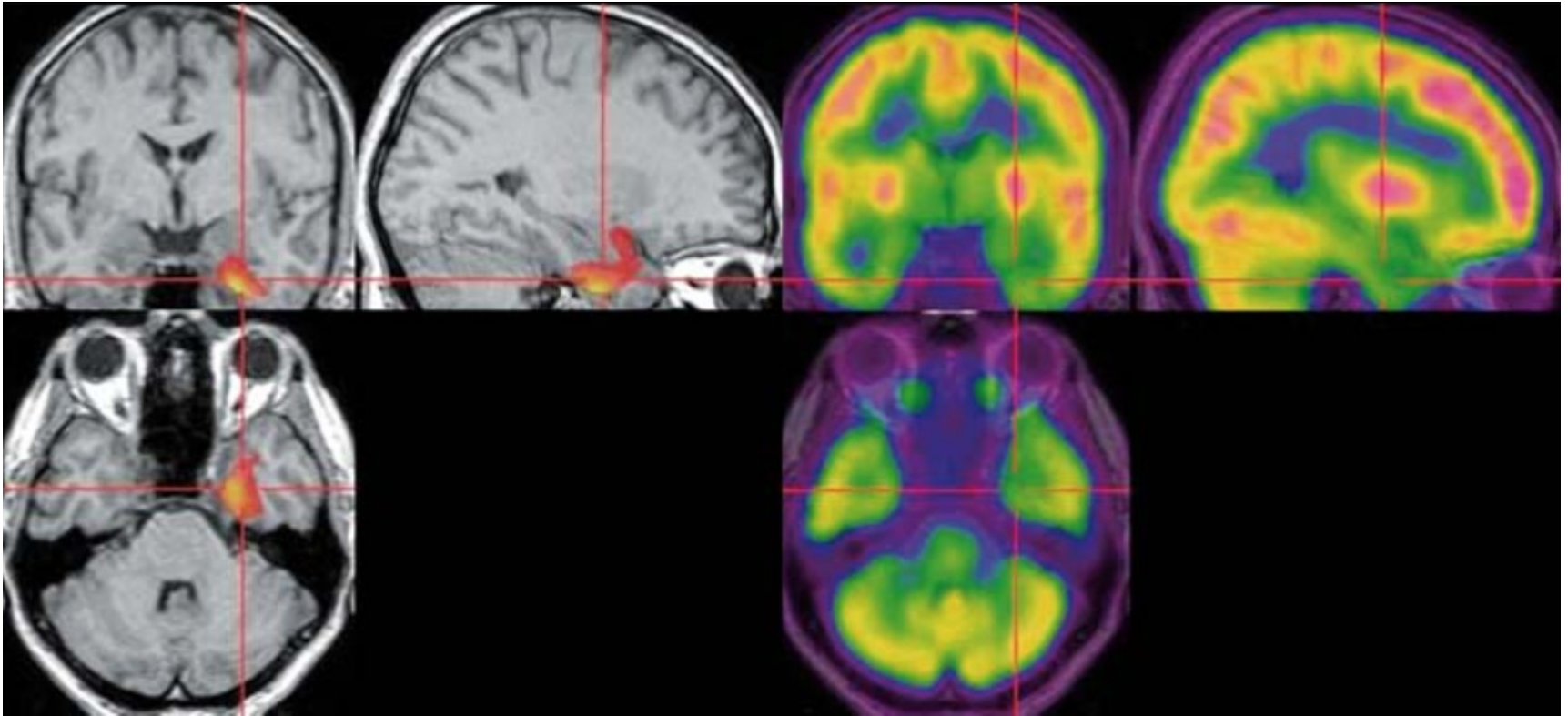


Pacient s obtížně léčitelnou (tzv. farmakorezistentní) epilepsií:

- a) **koregistrace PET a MRI** v rámci předoperační přípravy pacienta (napomáhá k určení rozsahu resekcčního výkonu)
- b) ^{18}F FDG-PET prokázala snížený metabolismus v levém spánkovém laloku (tzv. **PET pozitivní epilepsie**)

U pacienta bylo provedeno operační odstranění přední části postiženého spánkového laloku (tzv. anteromediální temporální resekce), v současné době je pacient bez epileptických záchvatů

SISCOM a PET u epilepsie levého spánkového laloku



SISCOM – oblast sníženého krevního průtoku ve spánkovém laloku vlevo

PET – oblast snížené metabolické aktivity v korelující oblasti

Doporučené studijní materiály

- Doležalová I, Bolčák K, Kuba R. Využití pozitronové emisní tomografie v neurologii. Neurol. Praxi 2014; 15(1): 16-21.
- Pail M, Mikulenka P, Mareček R, Mikl M, Brázdil M. Multimodální přístup k funkčnímu zobrazení mozku. Neurol. Praxi 2014; 15(1): 26-34.

Otázky k opakování

- 1) Popiš princip PET. (Slide 3)
- 2) Popiš princip SPECT. (Slide 4)
- 3) Vyjmenuj rozdíly mezi PET a SPECT. (Slide 3 a 4)
- 4) Vyjmenuj klinické využití PET. (Slide 5 a 7)
- 5) Popiš princip metody SISCOM? (Slide 6 a 8)

Zdroje obrázků

- Slide 3 <http://www.hamamatsu.com/eu/en/technology/innovation/pet/index.html>
- Slide 7 obrázek z dokumentace I. neurologické kliniky FN u sv. Anny, Brno (prof. MUDr. Robert Kuba PhD.)
- Slide 8 obrázek z dokumentace I. neurologické kliniky FN u sv. Anny, Brno (prof. MUDr. Milan Brázdil PhD.)