

Novinky v kvantitativním SPECTu.

11. Konference radiologické fyziky

Ostrava

20.04. – 22.04.2022

Ing. Tomáš Steinberger; MUDr. Viktor Laskov

Klinika radiologie a nukleární medicíny

UK 3. LF a FNKV



IMPERIAL HOTEL
OSTRAVA



qSPECT - Motivace

Nabídnout alternativu k PET.
Dále rozšířit portfolio NM.

Proč teď a tady?

- Dr. Laskov;
- Vyšel EANM guideline 01/2023;
- Využít na maximum současné standardní přístrojové vybavení kliniky;
- V průběhu roku instalace nové SPECT/fullCT kamery.

Co je kvantitativní SPECT - qSPECT

Technika / metoda jak provést přesnou kvantifikaci v zájmových oblastech (kBq/ml, SUV).

- Kde použitelné
 - Dozimetrie – radionuklidová terapie;
 - Teranostika;
 - Staging;
 - Skelet, srdce, mozek..
- Srovnání s PET
 - + Delší poločas RN;
 - + Modifikovatelnost RN dle kitu;
 - + Dostupnost přístrojů / RF;
 - Nutno změnit zaběhlou rutinu;
 - Delší akviziční časy.

Proč a jak používat qSPECT

- Zpřesnění výsledků;
- Vyšší reprodukovatelnost;
- Personifikovaná medicína na jiném levelu.
- Co k tomu potřebuji:
 - SPECT-CT kamera;
 - Precizní ověřený měřič aktivity;
 - Fantom na kalibraci homogenity;
 - Fantom pro měření závislosti ACR (activity concentration recovery);
 - Perfektní znalost používaného HW a SW;
 - Správnou metodiku !!! Kalibrace, akvizice i rekonstrukce..
 - A někoho, kdo ví, co dělá;)



<https://www.gammadata.se/products/radiation-detection/hospital-physics/phantom/jaszczak-phantom/>

Než začneš...



Kalibrace

- Rozlišující faktor mezi SPECT-CT a kvantitativním SPECT-CT.
- Nejdříve cross-kalibrace měřič aktivity × SPECT-CT.
- Pak ověření na fantomu.

**Planar:
Distributed source**

- Planar phantom
- Measure activity in radionuclide calibrator

**Planar:
Point source**

- Point source
- Long-lived NIST calibrated source

**SPECT:
Volumetric source**

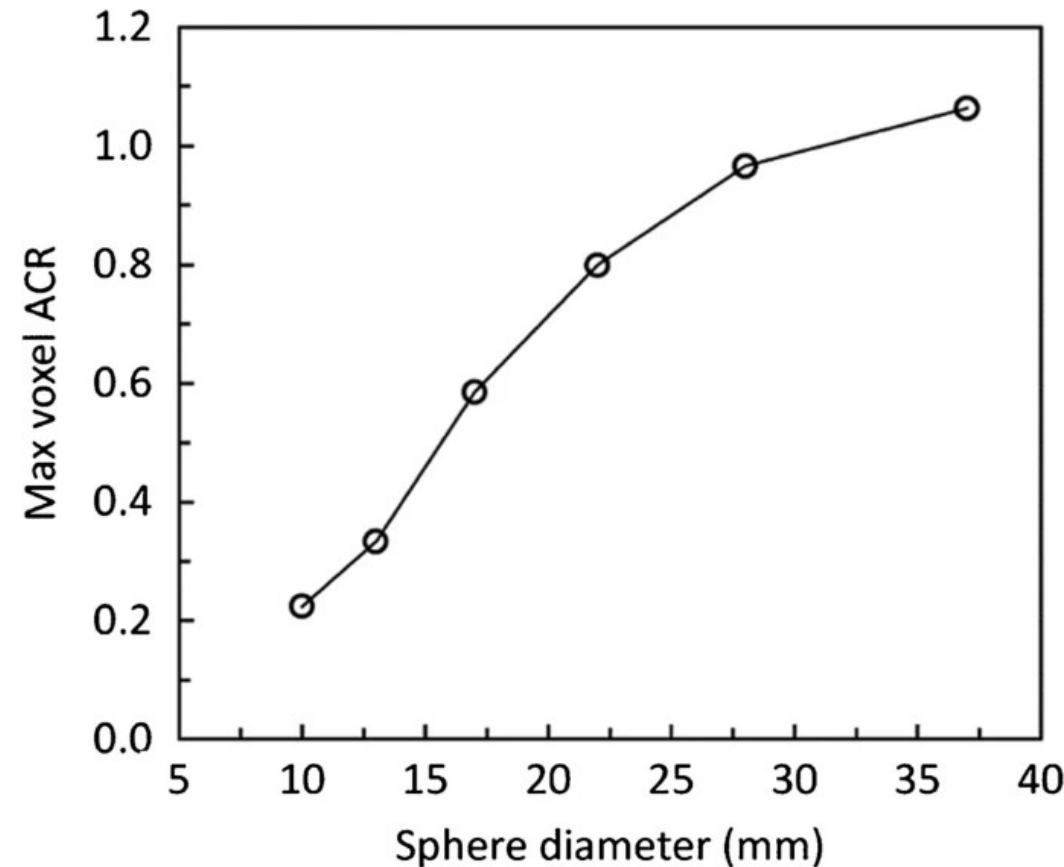
- Cylinder
- Measure activity in radionuclide calibrator

Kalibrace a charakterizace

- Doporučená přesnost
 - 5-10 % pro diagnostické;
 - 5 % pro terapeutické radionuklidy.
- Kalibrace prováděna alespoň jednou ročně nebo po každé větší změně hardwaru nebo softwaru
- Po kalibraci systému je nezbytné charakterizovat **vztah mezi velikostí objektu a přesností měření.** (ACR – activity concentration recovery)

<https://www.iaea.org/publications/7480/quality-assurance-for-radioactivity-measurement-in-nuclear-medicine>

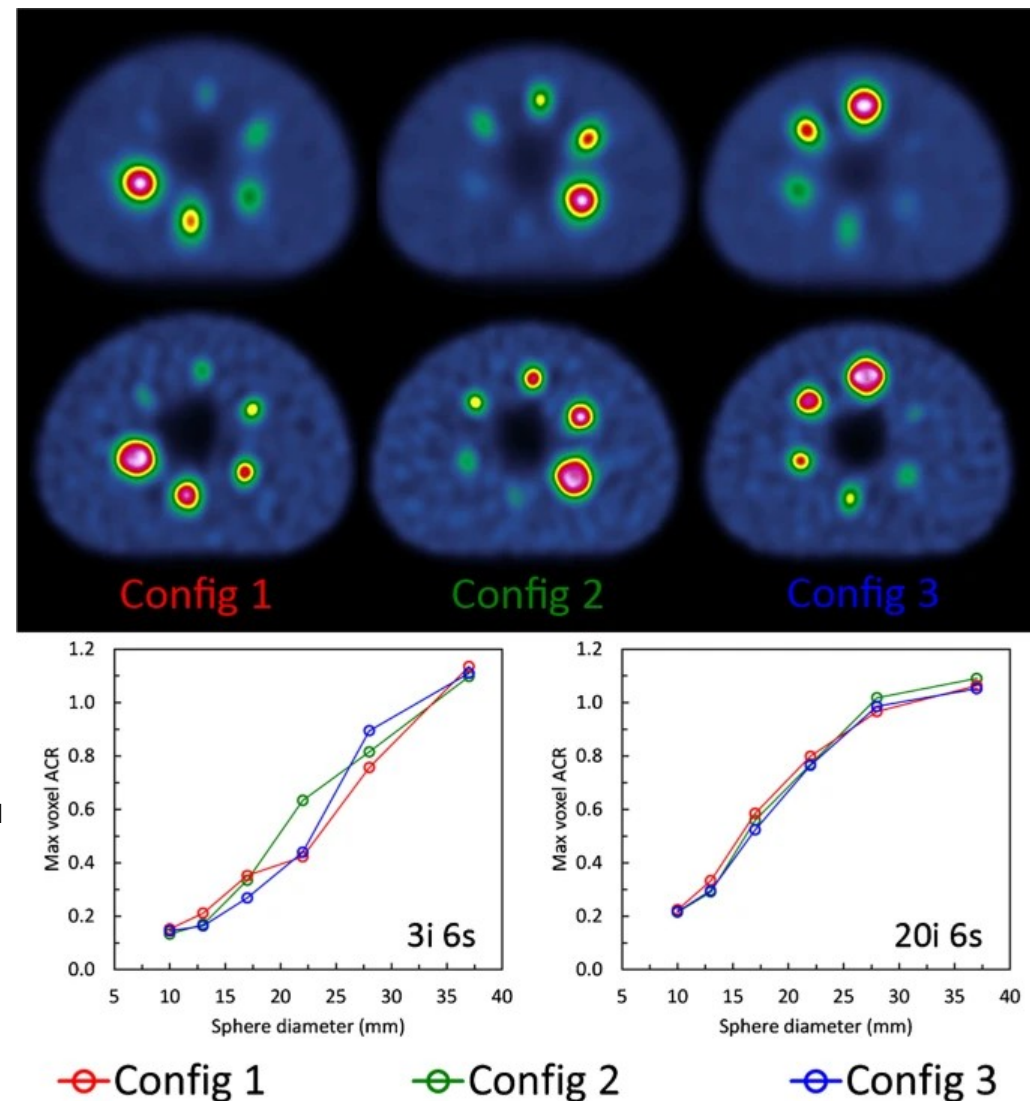
Kaalep A et al. Quantitative implications of the updated EARL 2019 PET-CT performance standards. EJNMMI Phys. 2019;6(1):28



Rekonstrukce

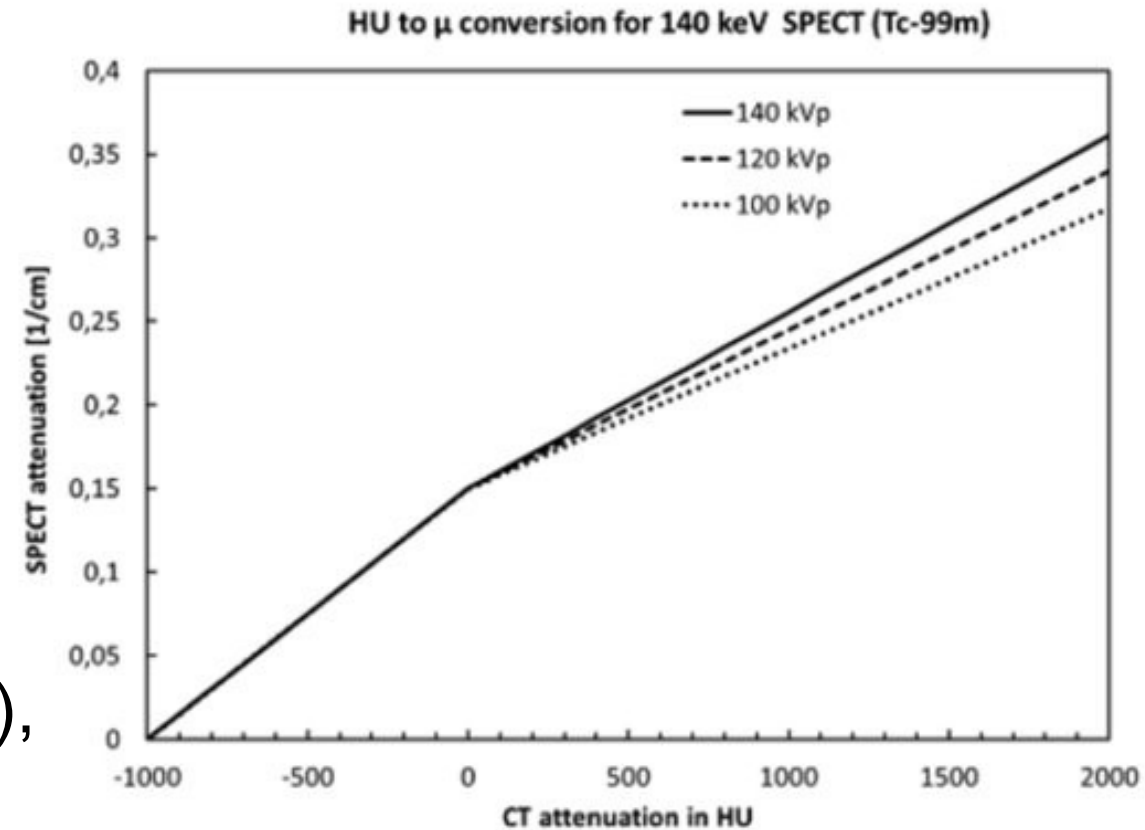
- K rekonstrukci se doporučují iterační metody.
- Pro kvantitativní účely může být počet iterací a podmnožin větší než u běžných rekonstrukcí.
- Optimalizace s použitím antropomorfních fantomů.

Dickson JC, et al. The impact of reconstruction method on the quantification of DaTSCAN images. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2010;37(1):23–35.



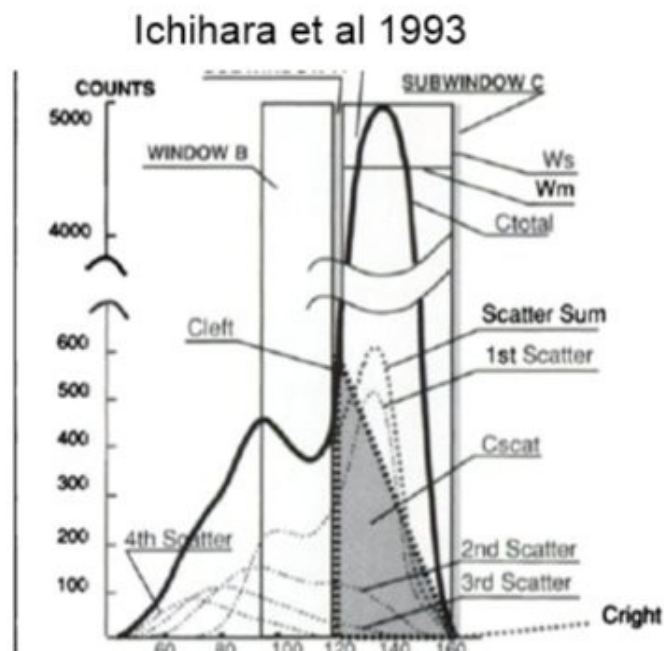
Atenuační korekce

- Pro kvantitativní SPECT by měla být použita CT atenuační korekce.
- Algoritmy redukce kovových artefaktů.
- Pozor na kontrastní látku (i.v. a perorální), ideálně podávat jen v nezbytných případech.



IAEA SPECT/CT Atlas of QC
and Image Artefacts (2019)

Korekce rozptylu



Energetické okno

INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING
PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY
Phys. Med. Biol. 51 (2006) 1269–1282
doi:10.1088/0031-9155/51/5/016

Model-based compensation for quantitative ^{123}I brain SPECT imaging

Yong Du, Benjamin M W Tsui and Eric C Frey

Division of Medical Imaging Physics, Department of Radiology, Johns Hopkins University, Baltimore, MD, USA

E-mail: duyong@jhmi.edu, btui1@jhmi.edu and Eric.Frey@jhmi.edu

Received 8 July 2005, in final form 23 December 2005

Published 15 February 2006

Online at stacks.iop.org/PMB/51/1269

Effective scatter source estimation

Annals of Nuclear Medicine (2018) 32:337–347
<https://doi.org/10.1007/s12149-018-1252-1>

ORIGINAL ARTICLE



Implementation of GPU accelerated SPECT reconstruction with Monte Carlo-based scatter correction

Tobias Bexelius¹ · Antti Sohlberg²

Received: 12 February 2018 / Accepted: 19 March 2018 / Published online: 21 March 2018
© The Japanese Society of Nuclear Medicine 2018

Abstract

Objective Statistical SPECT reconstruction can be very time-consuming especially when compensations for collimator and detector response, attenuation, and scatter are included in the reconstruction. This work proposes an accelerated SPECT reconstruction algorithm based on graphics processing unit (GPU) processing.

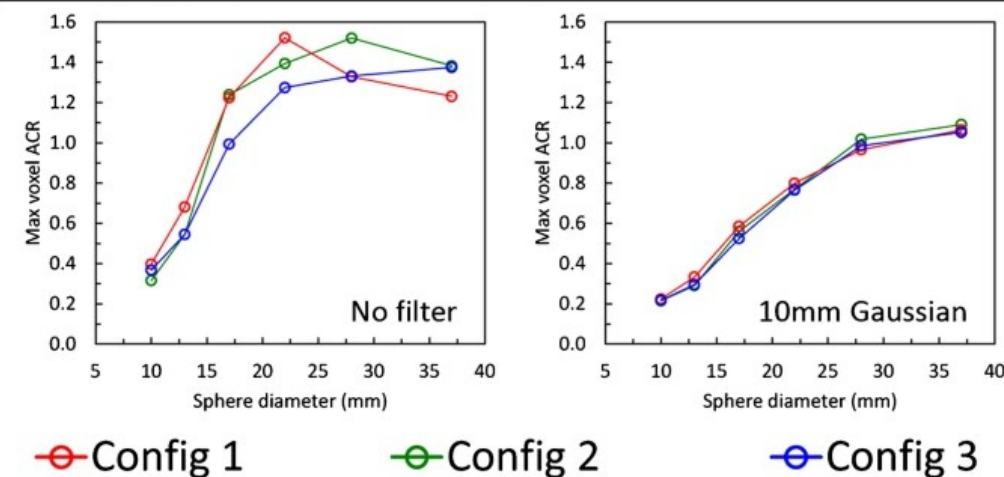
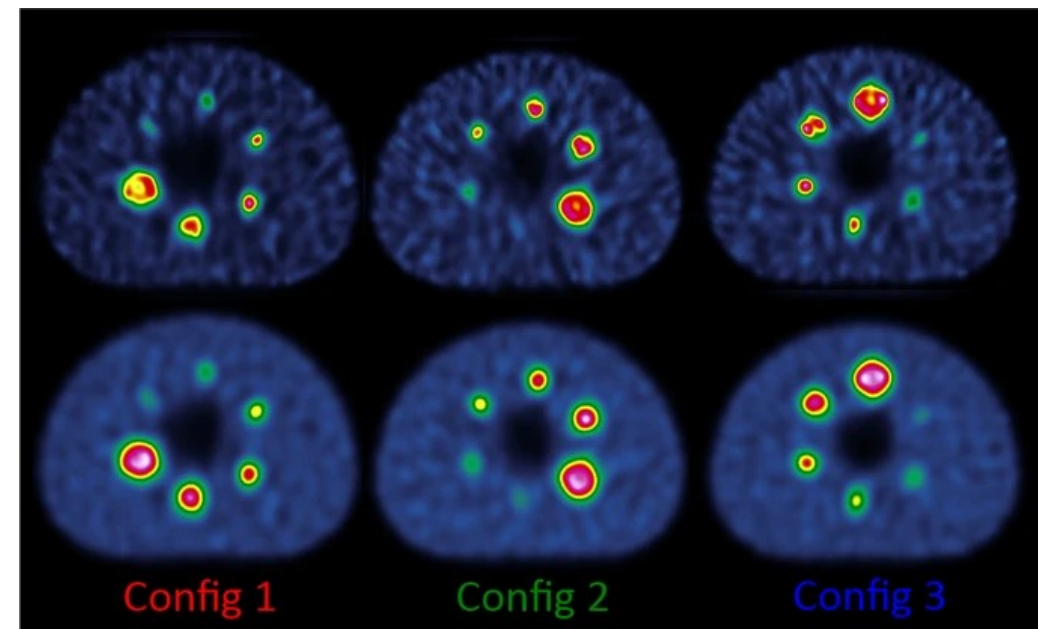
Methods Ordered subset expectation maximization (OSEM) algorithm with CT-based attenuation modelling, depth-dependent Gaussian convolution-based collimator-detector response modelling, and Monte Carlo-based scatter compensation was implemented using OpenCL. The OpenCL implementation was compared against the existing multi-threaded OSEM implementation running on a central processing unit (CPU) in terms of scatter-to-primary ratios, standardized uptake values (SUVs), and processing speed using mathematical phantoms and clinical multi-bed bone SPECT/CT studies.

Results The difference in scatter-to-primary ratios, visual appearance, and SUVs between GPU and CPU implementations

Monte Carlo metoda

Filtrování

- Použití vyhlazovacího filtru po rekonstrukci nevyhnutelně zhorší prostorové rozlišení a zesiluje partial volume effect.
- Tedy se předpokládá, že by se filtrování nemělo pro kvantitativní SPECT používat.
- **A dále...**
 - Resolution modeling;
 - Decay correction;
 - Dead time;
 - atd..

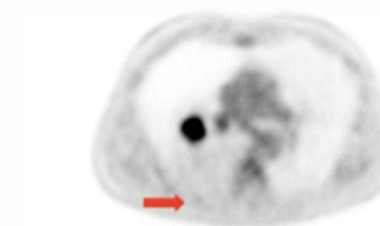


A je to ! ?

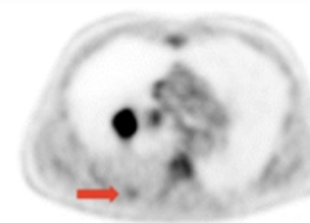


Další klíčové aspekty ! ! !

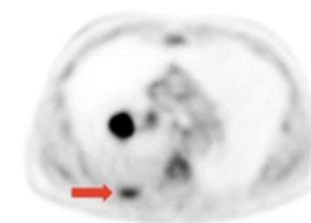
- **Standardizované, neměnné akviziční a rekonstrukční parametry.**
 - Stejně od kalibrace po použití u pacientů.
- **Kontrola kvality**
 - Dle mezinárodních a regionálních standardů;
 - Detailní místní metodika pravidelné kontroly kvality;
 - Pravidelná kontrola registrace SPECT – CT
 - Vzhledem k velkému významu atenuační korekce útlumu pro kvantitativní přesnost.
- **Dodržovat pečlivé načasování akvizice**



a 1st Hour



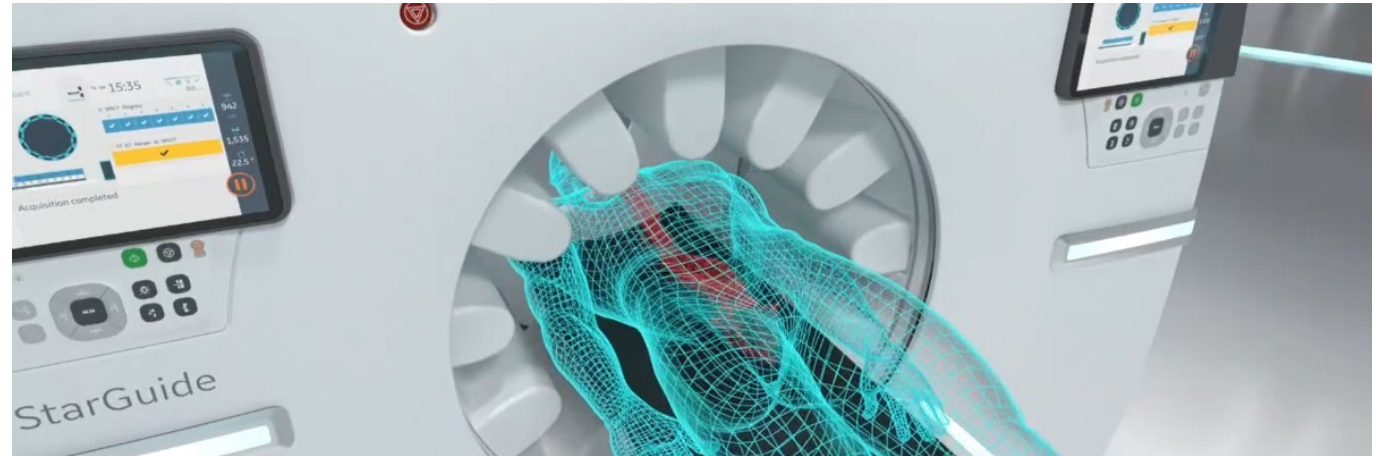
b 2nd Hour



c 3rd Hour

Na závěr k technice qSPECTu

- Příležitost posunout NM a personifikovanou medicínu dále..
- Netriviální → Nutná podpora, aby uvedena široce do praxe.
- Novinky
 - Nárůst RN terapie;
 - SPECT nové generace;
 - UI.

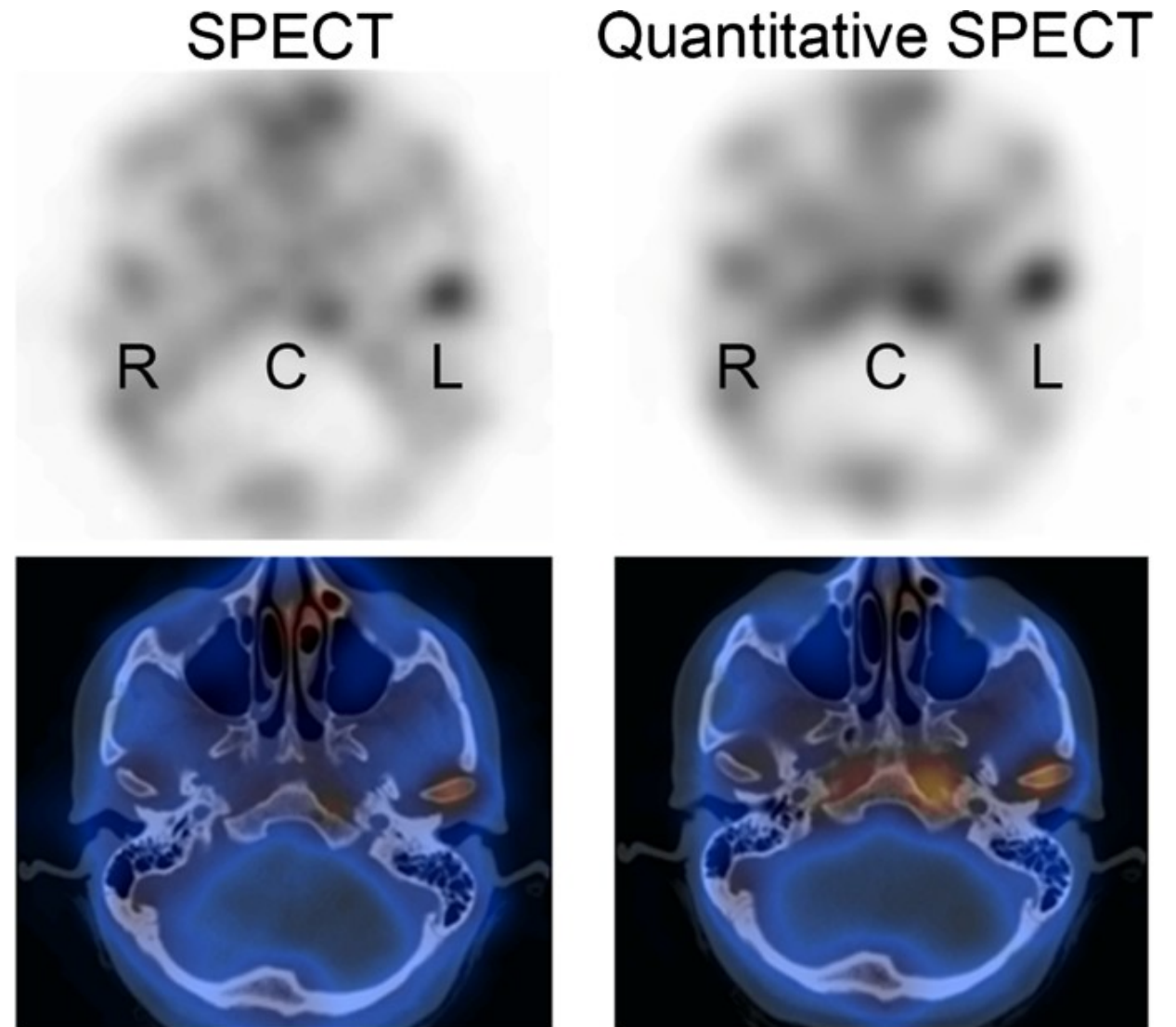


A co s qSPECTem v ČR dál?

Diskuze

- Vaše zkušenosti s qSPECT...?
- Fantom či nefantom?
- P.S.:
 - RF na vědeckou spolupráci...

**Děkuji za
pozornost.**



Dickson, J.C., Armstrong, I.S., Gabiña, P.M. *et al.* EANM practice guideline for quantitative SPECT-CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* **50**, 980–995 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00259-022-06028-9>