



Kvantitativní scintigrafie příštítných tělísek



www.fno.cz



Kvantitativní scintigrafie

- Běžně používané:
 - semi-kvantitativní vyhodnocování (sc. perfuze myokardu, dynamická sc. ledvin, TMK, ...)
 - PET/CT a parametr SUV
- SUV v „klasické“ scintigrafii (SPECT):
 - homemade řešení (cts/voxel => Bq/ml, analýza DICOM + kalibrace scanneru)
 - komerční řešení (xQuant, Q.Suite)

Kvantitativní scintigrafie

- **SUV** (*standardized uptake value*):
 - Semikvantitativní ukazatel utilizace radiofarmaka.
 - Definice:
$$SUV = \frac{C_T}{A} m$$

C_T – objemová aktivita A - apl. aktivita m - hmotnost pacienta

Poměr mezi lokální objemovou aktivitou RF a průměrnou objemovou aktivitou RF v těle před jakoukoliv exkrecí.
 - Snadno měřitelné pomocí kalibrovaného scanneru (cross kalibrace s měřičem aktivity).
 - Závislé na mnoha parametrech.

SPECT/CT

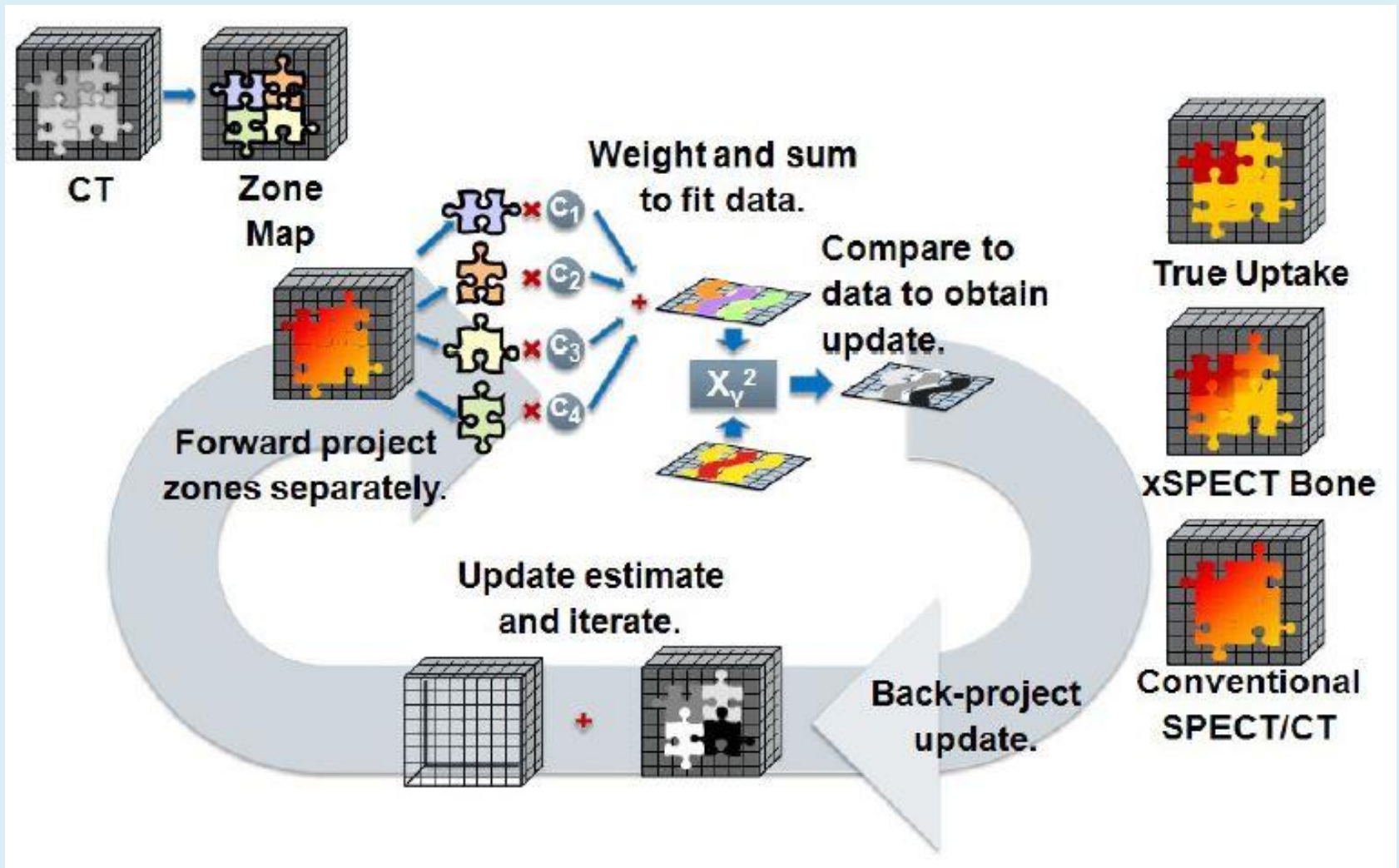
- SPECT/CT Siemens Intevo eXcel
- *xSPECT* resp. *xQuant* a *xBone*



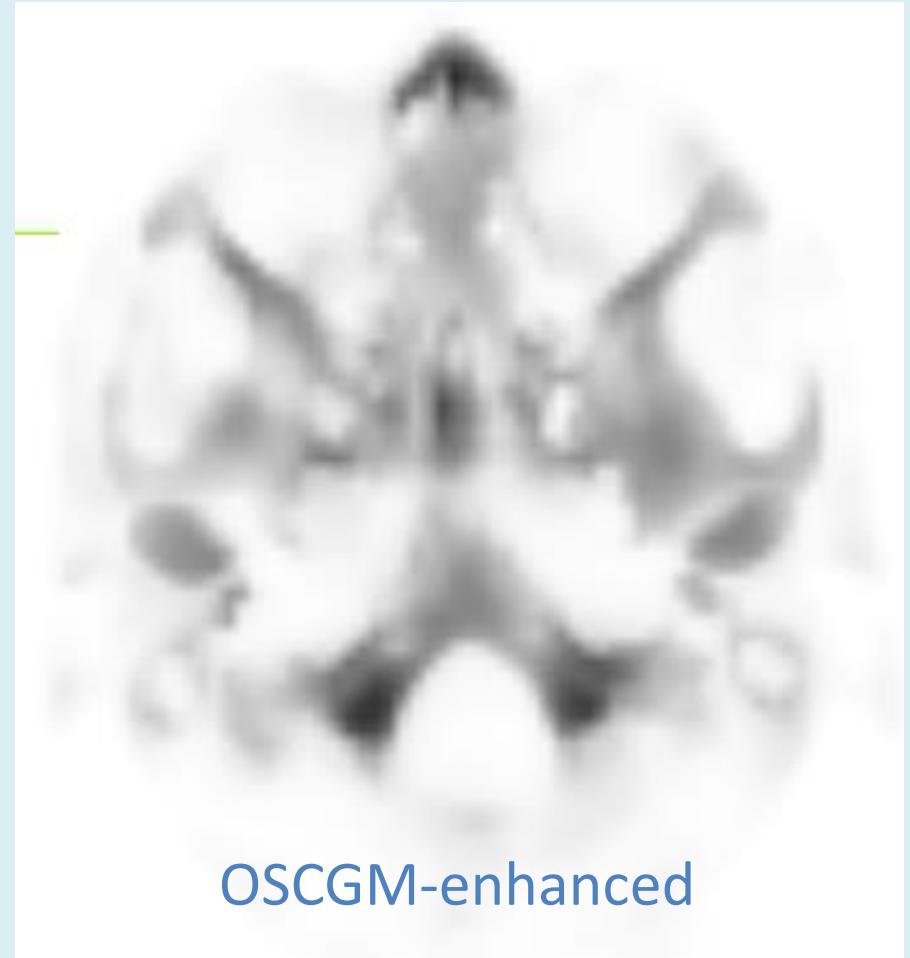
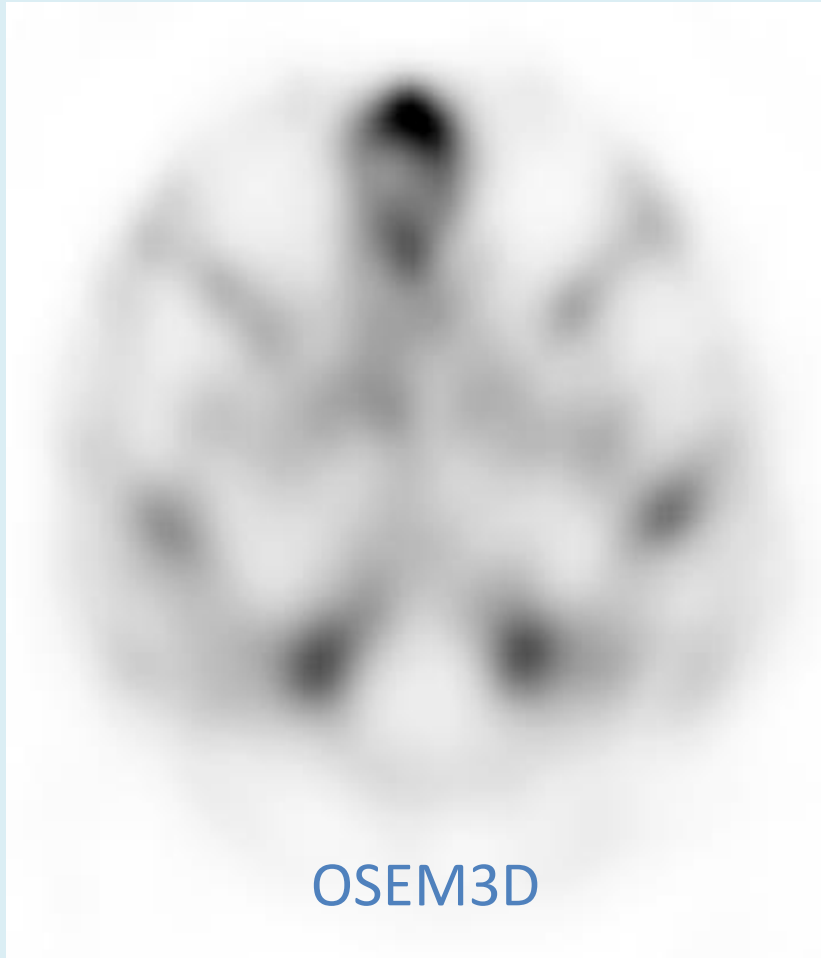
xSPECT

- 2013, Siemens Healthcare, nový přístup k rekonstrukci tomografických dat tzv. xSPECT.
- SPECT rekonstrukce: data ze sc. akvizice + CT zone map (měkká tkáň, tkáň plic, tuková tkáň, měkké a kortikální kosti).
- Iterativní rekonstrukce OSCGM (Ordered Subset Conjugate Gradient Minimization)

OSCGM



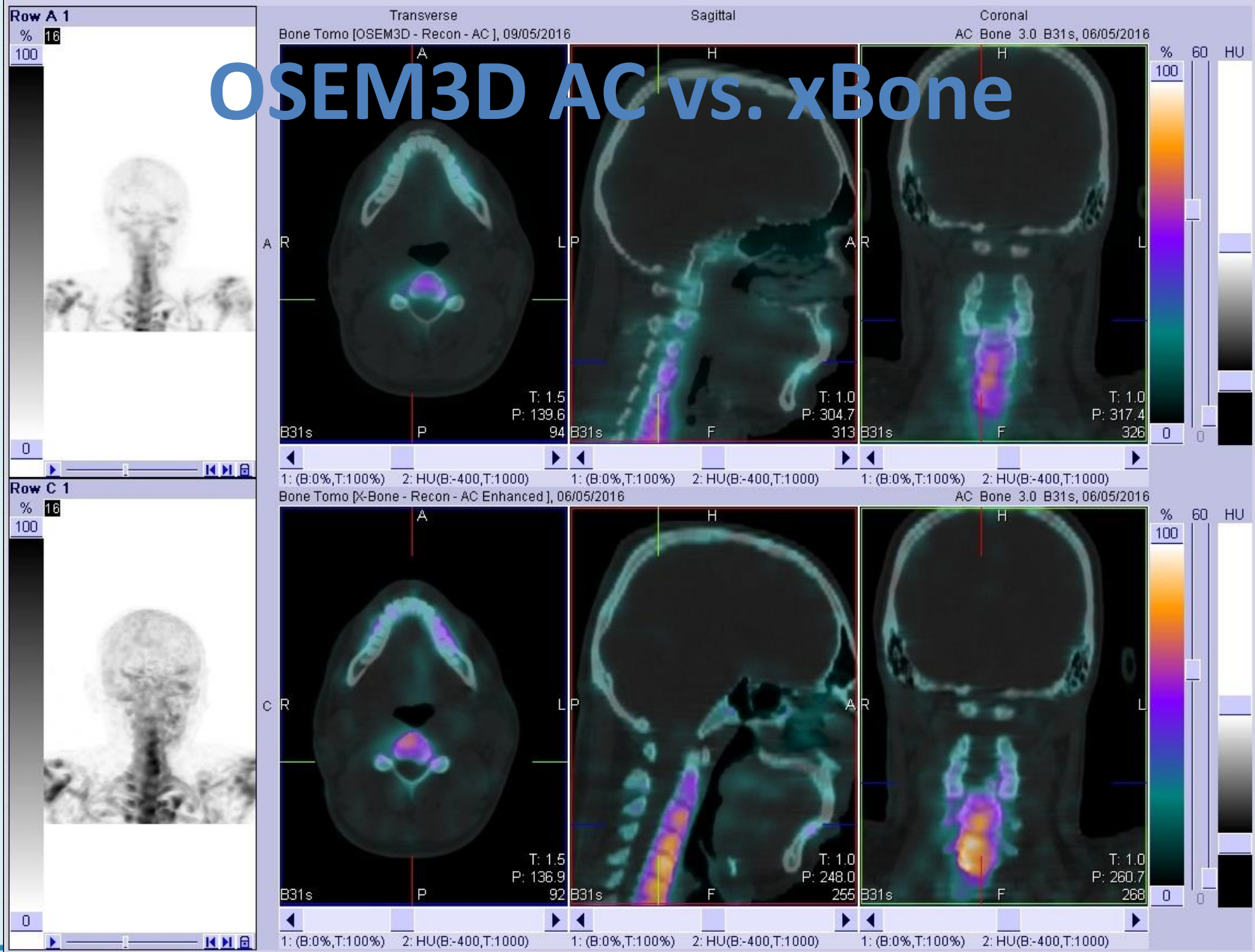
xBone



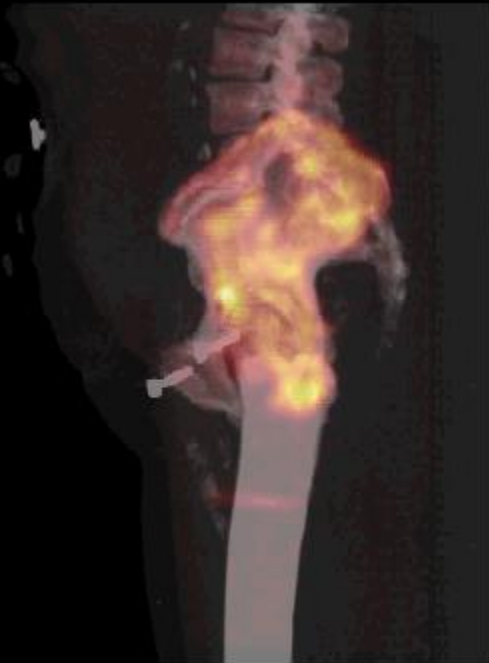
xBone



OSEM3D AC vs. xBone



OSEM3D AC vs. xBone



Spin: -93
Tilt: 0

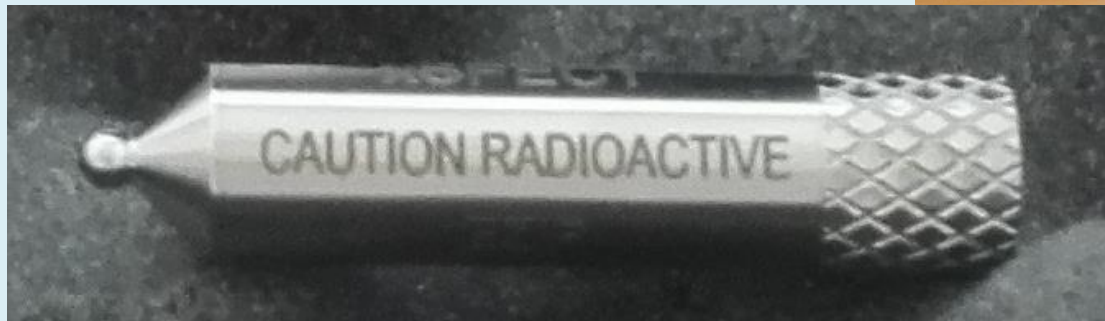


Spin: -99
Tilt: 0



Kalibrace SPECT/CT

Kalibrační URZ ^{57}Co ,
cca 100 MBq



Kalibrace SPECT/CT

Kalibrační URZ ^{57}Co ,
cca 100 MBq

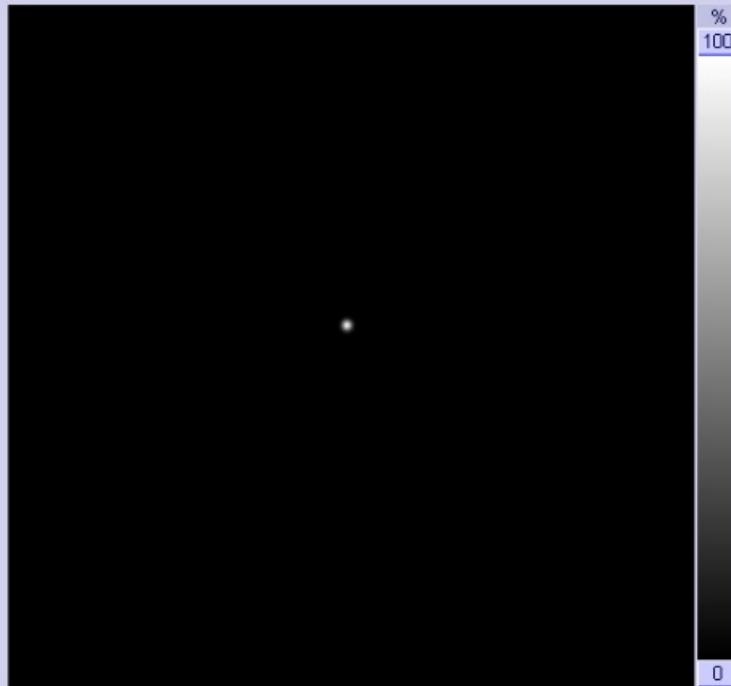


Kalibrace SPECT/CT

Sensitivity Calibration

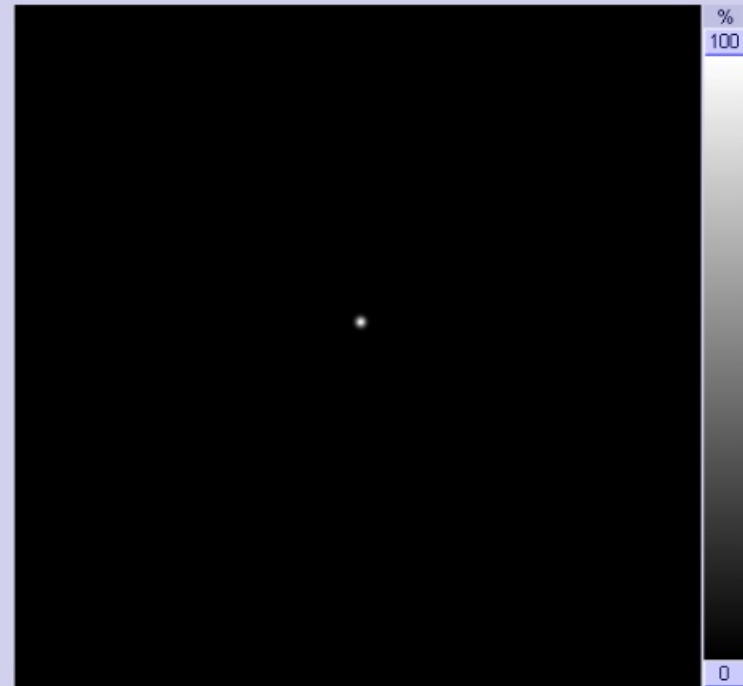
Patient: zzz-Quant_Calibration 57Co, External Source
Collimator: Low-Energy,High-Resolution
Isotope: 57 Cobalt
Crystal: 3/8"

Detector 1



Sensitivity - Nominal:	86,3	CPS/MBq
Sensitivity - Measured:	89,6	CPS/MBq
Deviation from Nominal:	3,9	%

Detector 2



Sensitivity - Nominal:	86,3	CPS/MBq
Sensitivity - Measured:	89,0	CPS/MBq
Deviation from Nominal:	3,1	%

Měření SUV

- **Zadání dodatečných informací pro výpočet SUV:**
 - Hmotnost a výška pacienta.
 - Čas nachystání RF, čas aplikace.
 - Aplikovaná aktivita (nachystaná reziduální).

Summary | Series Information | Camera Parameters | Stop Conditions

Series: Parathyroid Scan 10MIN

Technologist:

Reading Physician:

Referring Physician:

Organ: Parathyroid

Enable Quantitative Acquisition

Radiopharmaceutical

Isotope: 99m Technetium

Pharmaceutical: Sestamibi

Initial Assay: Dose: 625 MBq

Date: 6/ 4/2017

Time: 07:29:00

Injection Date and Time: 6/ 4/2017

07:30:00

Residual Dose: Dose: 25 MBq

Date: 6/ 4/2017

Time: 07:33:00

Effective Dose: Dose: 598,655 MBq

Date: 6.4.2017

Time: 07:30:00

Měření SUV

- **Akviziční parametry:**

- Matice SPECT: $256_{\text{px}} \times 256_{\text{px}}$
- Rutinní akvizice, ale jsou nutné korekce SC (DEW) a CT AC => Enable Quantitative Acquisition.
- Kromě regulérních dat se ukládají i tzv. Advanced Data.

- Nutné CT (low dose, 16 mAs, 130 kV) pro rekonstrukci obrazu!

Měření SUV

- **Rekonstrukční parametry:**
 - Iterativní rekonstrukce OSCGM + Enhanced.
 - Používáme přednastavené: 24i 2s (48i 1s), Gauss
4 mm, smoothness 4 mm.
 - Poměrně časově náročné.
 - 3x PC v ovladovně (NM, recon CT, adv recon NM) + UPS, xSPECT rekonstrukce možná pouze zde!

Fantom Jaszczak

- **Ověření měření SUV přístrojem:**
 - Horké léze na nulovém a aktivním pozadí
 - Průměr: 31,27mm 24,32 mm 19,79 mm 15,49 mm 12,43 mm
 - Aktivita v lézích celkem 127,37 MBq ve 31 ml
 - Aktivita BG: 393,87 MBq v 5559 ml
 - Akvizice:
 - 256 x 256 px, 32 views/20 s, zoom = 1, SC, AC (sc. skeletu)
 - 256 x 256 px, 64 views/20 s, zoom = 1,45, SC, AC (sc. příšt. tělísek)
 - Rekonstrukce:
 - OSCGM, velikost pixelu 2,4 x 2,4 mm (resp. 1,65 x 1,65 mm), 24 iterací/2 subset, Gauss 4

Fantom Jaszczak

- **Ověření měření SUV přístrojem:**
 - xQuant SPECT/CT (13) v rozestupu několika hodin.
 - Značení VOI (dle izolinie SUV = 60 % SUV_{max}, SUV = 10 a dle kontur z CT obrazu).
- => Stanovení aktivity lézí, srovnání se známou hodnotou a reprodukovatelnost v čase.

Fantom Jaszczak

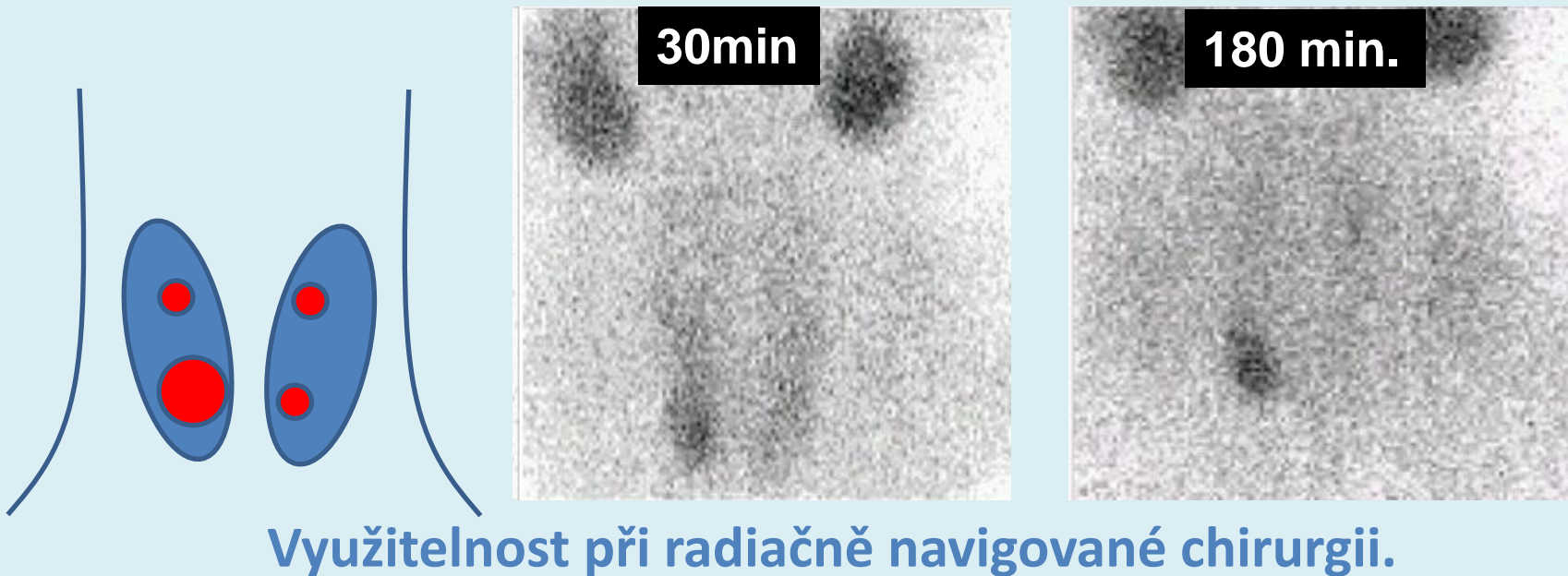
- **Závěry měření:**
 - S rozpadem aktivity (menší statistika) klesá přesnost stanovení objemové aktivity (až o desítky %).
 - U velkých lézí xQuant hodnoty spíše nadhodnocuje (o +15 % až +23 %), mnohem zásadnější je ale podhodnocování aktivity u lézí malých rozměrů (-27 % až -44 %).
 - Největším problémem je stanovení velikosti objemu a negativní jevy SPECT akvizice (hlavně partial volume effect).
 - Prodloužení akvizice (2x) vede k výsledkům přesnějším o 7 až 10 % (obzvláště u lézí malých rozměrů).

Klinické aplikace

- **Kvantitativní SPECT ve světě:**
 - Odezva na terapii metastatického Ca prostaty.
 - Odlišení degenerativních změn u sc. skeletu.
- **KNM FN Ostrava:**
 - Optimalizace a individualizace protokolu diagnostické scintigrafie a radiačně navigované operace příštítných tělísek.
 - Využití parametru SUV pro kvantifikační hodnocení TMK (hodnocení růstových zón, diagnostika kondylární hyperplázie).

Scintigrafie příštítných tělísek

- **Dvoufázová scintigrafie:**
 - Rozdílná dynamika vyplavování radiofarmaka ze štítné žlázy a adenomu příštítného tělíska.



Metodika



- Diagnostika patologie přístítných tělísek.

Scintigrafie

- Stanovení biokinetiky radiofarmaka.
- Výpočet SUV hodnot.

Kvantifikace

Validace metody

Operace

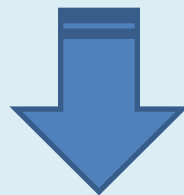
- Provedení operace v ideálním odstupu od aplikace radiofarmaka.

Tělísko

- Kvantifikace vlastností exstirpovaného tělíska (měřič aktivity, patologický rozbor).

Scintigrafie přístítných tělísek

- **Vícefázová scintigrafie:**
 - Pomocí několika hybridních SPECT/CT vyšetření lze modelovat biokinetiku radiofarmaka.
 - Kvantifikace depozici látky ve tkáni (SUV), vyplavování RF z tkání, vytváření normálové databáze.



Zásadní důsledky pro radiačně navigovanou chirurgii!

Age: 060Y

Sex: F

Study Name: Parathyroid Scan

Study Date: 29/03/2017

Series Description: Parathyroid Scan/ 10MIN [X-Quant - Recon - AC]

Series Time: 08:59:45

Operator Name:

Radiopharmaceutical 1: 601.7 MBq (16.26 mCi) Sestamibi

ReconTOMO / PET WB or Static para

Max 12.06 SUV
 Min 8.86 SUV
 Avg. 10.17 SUV
 Std. Dev. 0.82
 Vol. 0.46 cm³
 Xsize 5.86 mm
 Ysize 11.72 mm
 Zsize 9.77 mm

CT para

Max 251.00 HU
 Min -84.00 HU
 Avg. 25.72 HU
 Std. Dev. 36.03
 Vol. 0.46 cm³
 Xsize 5.86 mm
 Ysize 11.72 mm
 Zsize 9.77 mm

ReconTOMO / PET WB or Static tyr_dx

Max 5.55 SUV
 Min 1.69 SUV
 Avg. 3.60 SUV
 Std. Dev. 0.82
 Vol. 2.59 cm³
 Xsize 13.67 mm
 Ysize 9.77 mm
 Zsize 27.34 mm

CT tyr_dx

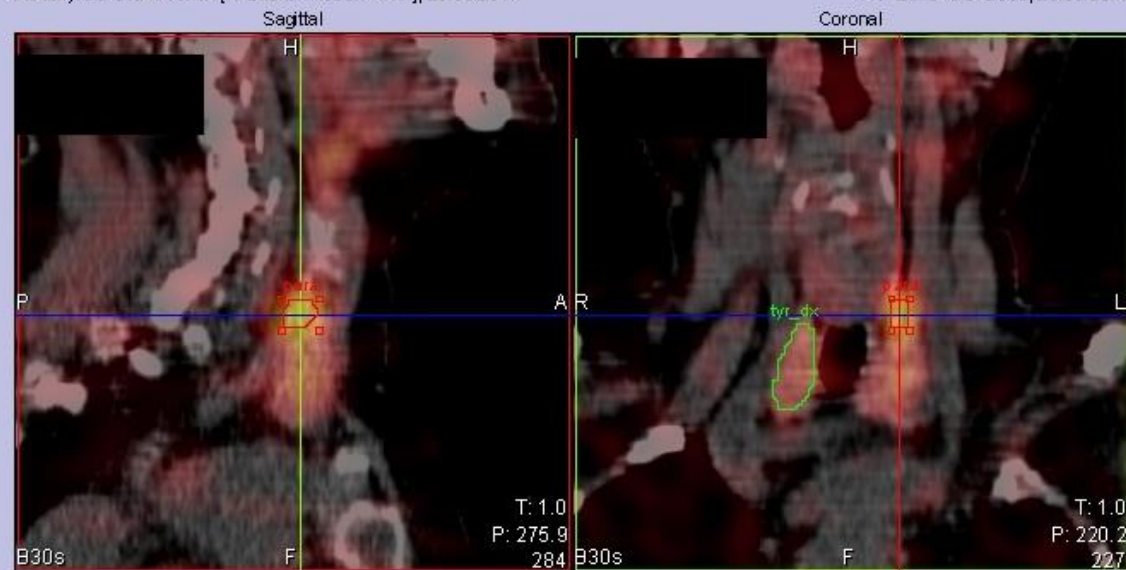
Max 168.00 HU
 Min -76.00 HU
 Avg. 73.23 HU
 Std. Dev. 31.60
 Vol. 2.59 cm³
 Xsize 13.67 mm
 Ysize 9.77 mm
 Zsize 27.34 mm

para
 tyr_dx
 Max 2.17 SUV
 Avg. 2.83 SUV
 Vol. 0.18

Iso: 0%

Parathyroid Scan/ 10MIN [X-Quant - Recon - AC], 29/03/2017

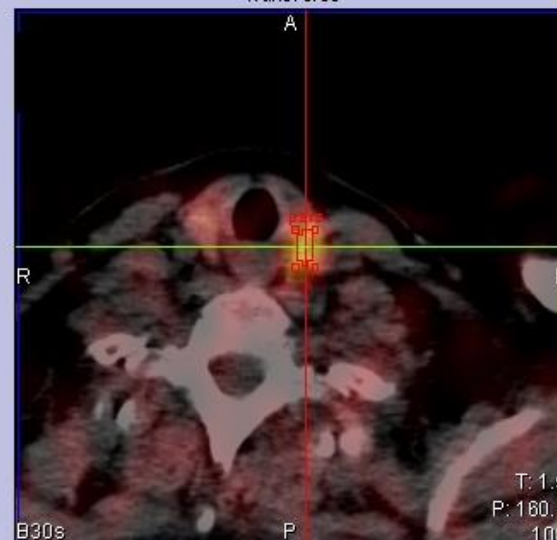
AC Bone 3.0 B30s, 29/03/2017



A

Transverse

Row A 1



SUV 52 HU
 15.0

0.00 0

Měření SUV

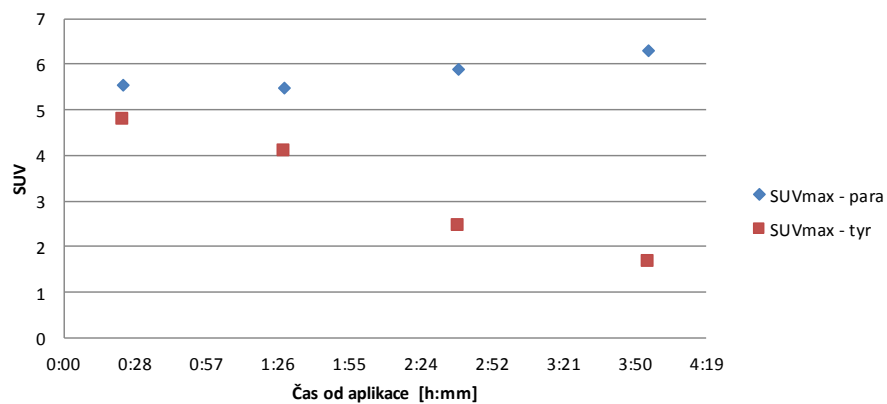
8.3.2017		anonymous				anonymous				9:13 <<< Vyplnit čas aplikace		
Čas nahrání scintigramů (pozn. Series [Advanced])	Čas od aplikace [h:mm]	Příštitné tělísko (para)				Tyrroidea (tyr)				Ratio para/tyr		
		SUV _{max}	SUV _{avg}	Vol [cm ³]	CT _{avg} [HU]	SUV _{max}	SUV _{avg}	Vol [cm ³]	CT _{avg} [HU]	SUV _{max}	SUV _{avg}	Vol
9:37	0:24	5,55	3,58	3,2	40,51	4,79	2,94	1,74	97,86	1,16	1,22	1,85
10:42	1:29	5,48	3,96	2,04	107,79	4,1	2,2	1,3	108,97	1,34	1,8	1,57
11:52	2:39	5,89	3,92	2,85	78,04	2,47	1,32	1,83	104,86	2,38	2,97	1,55
13:09	3:56	6,3	3,95	2,1	42,02	1,68	0,74	1,79	103,21	3,74	5,36	1,18

Váha	50	kg
Aplikovaná aktivita:	501,5	MBq

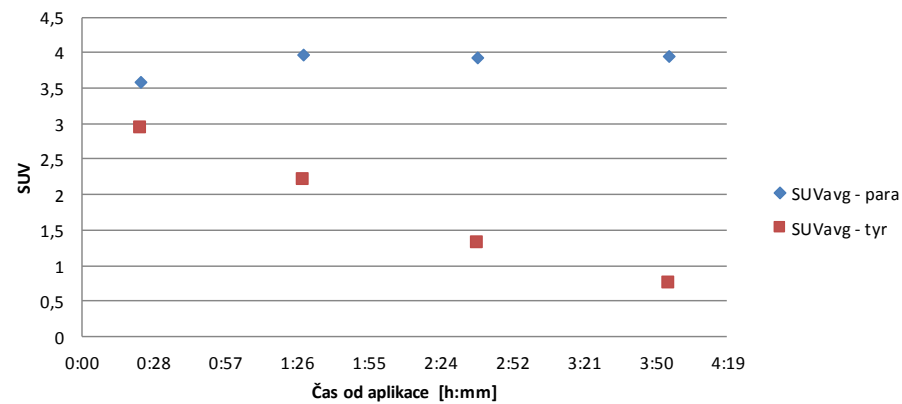
Čas od aplikace	Δ SUV _{max} (para-tyr)	Δ SUV _{avg} (para-tyr)	Ratio _{para_max/tyr_max}	Ratio _{para_avg/tyr_avg}
0:24	0,76	0,64	1,16	1,22
1:29	1,38	1,76	1,34	1,8
2:39	3,42	2,6	2,38	2,97
3:56	4,62	3,21	3,74	5,36

Ideální odstup aplikace - operace: **210 - 240 min**

SUVmax - para/tyr



SUVavg - para/tyr



Měření SUV

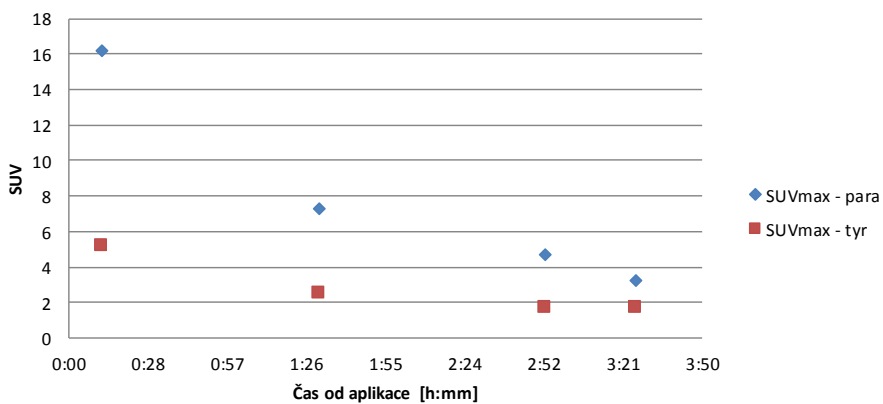
9.11.2016		anonymous				anonymous				9:24 <<< Vyplnit čas aplikace		
Čas nahrání scintigramů (pozn. Series [Advanced])	Čas od aplikace [h:mm]	Příštitné tělísko (para)				Tyrroidea (tyr)				Ratio para/tyr		
		SUV _{max}	SUV _{avg}	Vol [cm ³]	CT _{avg} [HU]	SUV _{max}	SUV _{avg}	Vol [cm ³]	CT _{avg} [HU]	SUV _{max}	SUV _{avg}	Vol
9:36	0:12	16,21	11,75	4,44	50,07	5,2	3,54	4,16	79,94	3,11	3,32	1,07
10:55	1:31	7,27	5,26	4,08	52,53	2,48	1,54	6,21	85,83	2,93	3,4	0,66
12:17	2:53	4,71	3,63	3,72	36,41	1,71	0,77	15,91	35,4	2,75	4,71	0,23
12:50	3:26	3,24	2,81	1,53	70,1	1,72	0,71	2,56	132,91	1,88	3,94	0,6

Váha	120	kg
Aplikovaná aktivita:	836,3	MBq

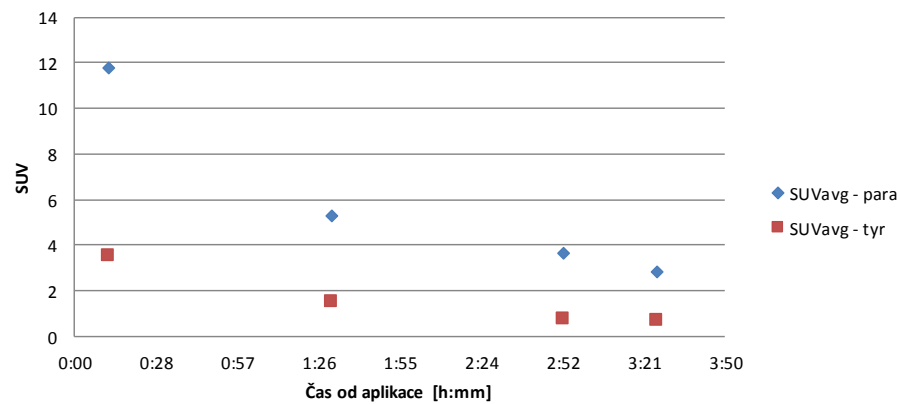
Čas od aplikace	Δ SUV _{max} (para-tyr)	Δ SUV _{avg} (para-tyr)	Ratio _{para_max/tyr_max}	Ratio _{para_avg/tyr_avg}
0:12	11,01	8,21	3,11	3,32
1:31	4,79	3,72	2,93	3,4
2:53	3	2,86	2,75	4,71
3:26	1,52	2,1	1,88	3,94

Ideální odstup aplikace - operace: **15 - 90 min**

SUVmax - para/tyr

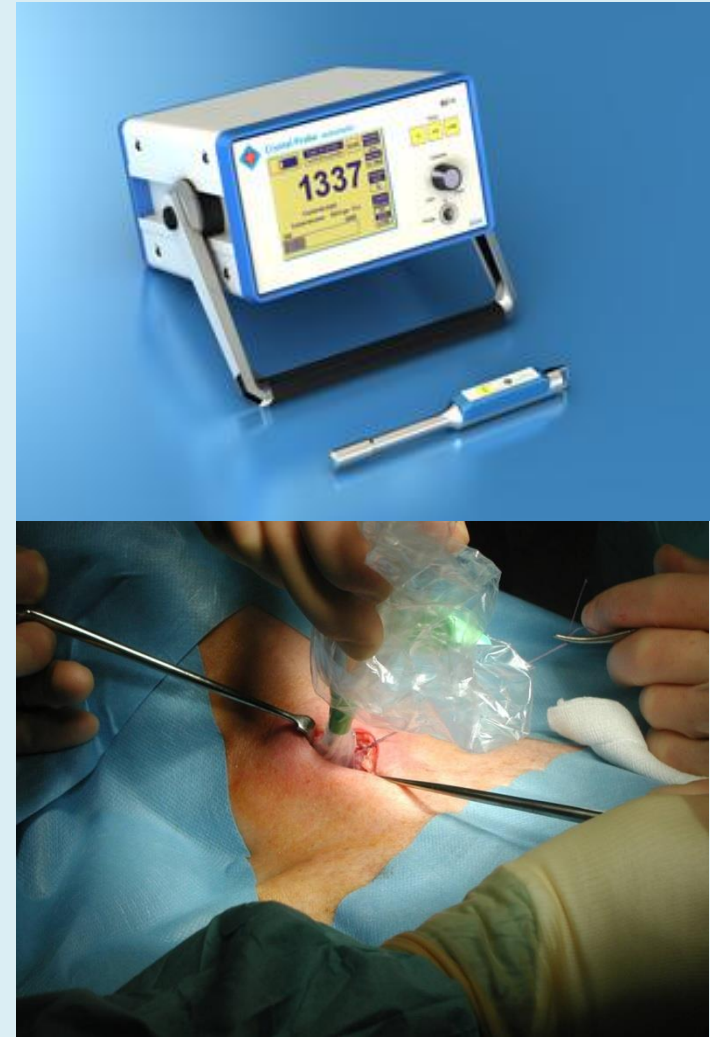


SUVavg - para/tyr



Klinický přínos

- **Radiačně navigovaná chirurgie:**
 - Za normálních okolností neodlišitelná tkáň, je po značení radioindikátorem vyhledána scintigrafickou sondou.
 - Lze výrazně zkrátit dobu operace, menší operační zátěž pro pacienta.
 - Při známé individuální biokinetice radiofarmaka lze, ke zvýšení efektivity, operační zákrok přesněji časovat.



Klinický přínos

- Stanovení **optimálního odstupu operace** od vlastní aplikace radioaktivní značící látky, což **zefektivní a zjednoduší** práci operátora při zákroku.
- **Validace** nového přístroje pro kvantifikaci akumulace ^{99m}Tc značených radiofarmak a **verifikace** metody kvantitativní analýzy SPECT/CT.
- Ověření vhodnosti **parametru SUV** pro rozlišení patologických změn od normálních hodnot, stanovení hodnoty SUV posuzující závažnost onemocnění.

Závěr

- Modelování biokinetiky štítné žlázy a příštítných tělísek přímo ovlivňuje průběh chirurgického odstranění patologické tkáně a minimalizuje operační zátěž pacienta.
- Parametr SUV, dosud doménou PET/CT vyšetření – prediktivní možnosti pro SPECT vyšetření?
- Aplikace pro mnoho dalších odvětví NM (např. TMK, hodnocení aktivity nádorů, diagnostika zánětlivých onemocnění,...)!

Podpořeno MZ ČR – RVO – FNOs/2016

Zdroje

- **xSPECT Quant in Treatment Monitoring: Robust and Reliable Measurement of Therapeutic Effectiveness**
Prof. Pierre-Yves Salaun, Ronan Abgral, MD and Roman D. Laroche, MD
- **Accurate, Reproducible and Standardized Quantification**
A. Hans Vija, PhD | Carl von Gall, MD | Partha Ghosh, MD, Siemens Healthcare Molecular Imaging (Siemens White Paper)
- **Introduction to xSPECT* Technology: Evolving Multi-modal SPECT to Become Context-based and Quantitative**
Hans Vija, PhD (Siemens White Paper)
- **Activity concentration measurements using a conjugate gradient (Siemens xSPECT) reconstruction algorithm in SPECT/CT**
Ian S. Armstronga and Sandra A. Hoffmann
- **Odhad přesnosti měření SUV na SPECT/CT GE Discovery 670**
Pavel Karhan, Jaroslav Ptáček