



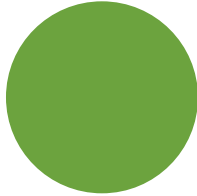
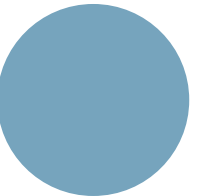
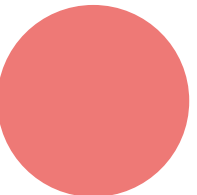
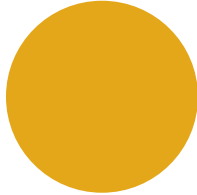
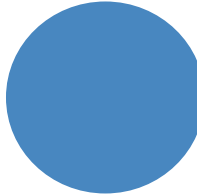
FAKULTNÍ NEMOCNICE®
OLOMOUC

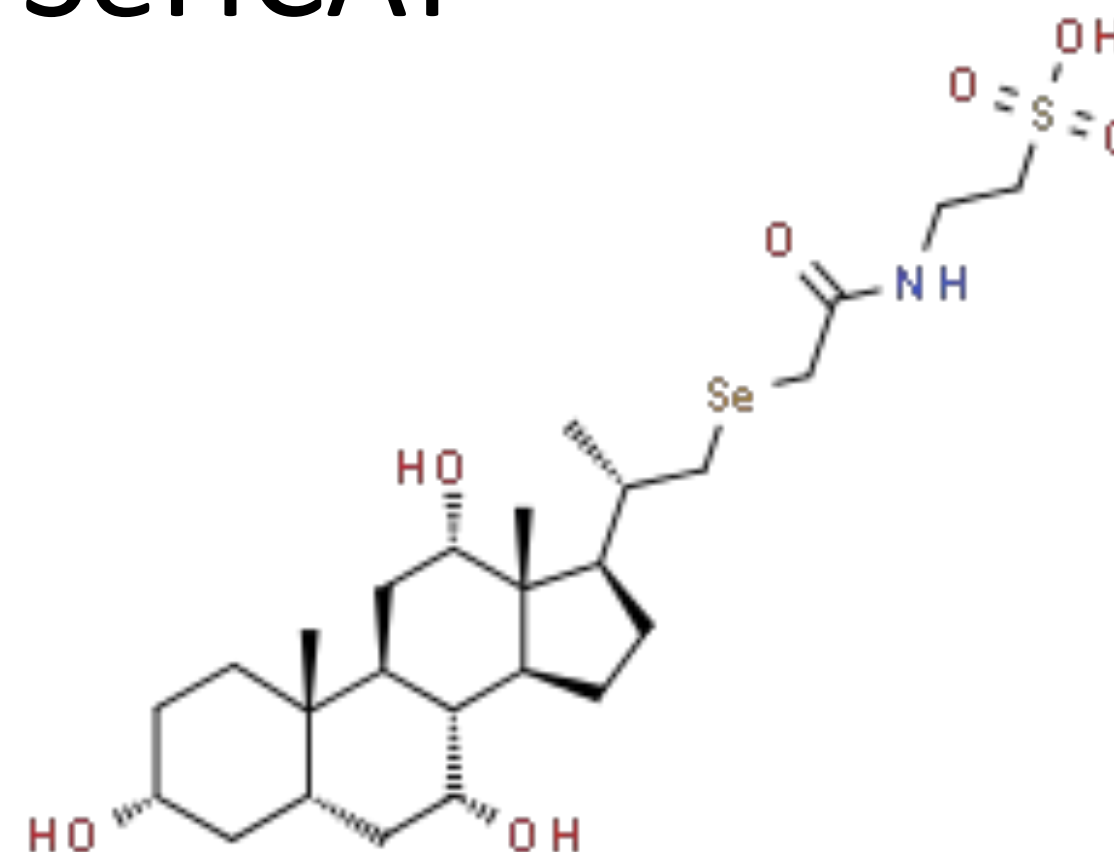
Zkušenosť s vyšetřením SeHCAT ve FNOL

P. Karhan, J. Ptáček, P. Fiala

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC

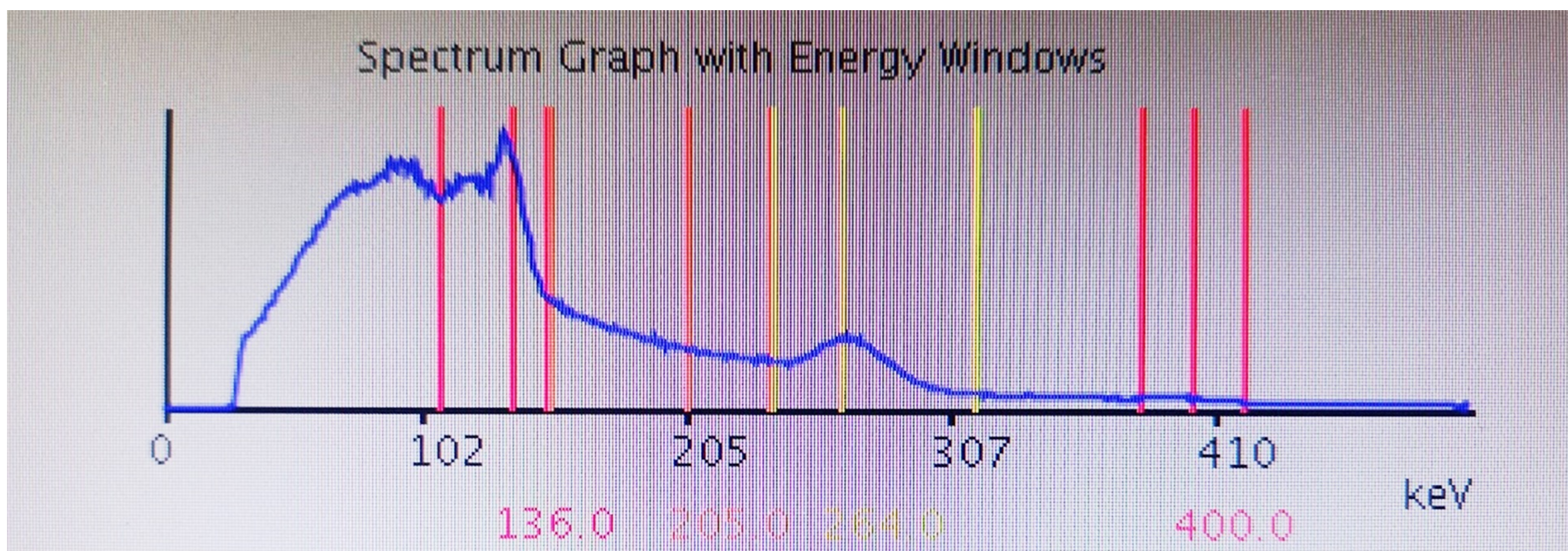
Klinické a biologické vlastnosti ^{75}Se -SeHCAT

-  [^{75}Se] kyselina tauroselcholová ve formě tobolek o aktivitě **370 kBq** (10 μCi) podaná perorálně
-  Vyšetření sleduje **malabsorpci žlučové kyseliny**, může být použita při hodnocení funkce ilea, při vyšetření zánětlivého onemocnění střev a chronického průjmu a při studiu enterohepatického oběhu.
-  Distribuce aktivity je téměř výhradně omezena na lumen žlučových cest, střeva a jater.
-  97 % farmaka se vyloučí s **biologickým poločasem 2,6 dne**, 3 % s biologickým poločasem 62 dní
-  Sledovanou veličinou je **retence po 7 dnech** z celotělového skenu ($R = \text{aktivita 7. den} / \text{aktivita 1. den}$), **práh patologie 15 %**.

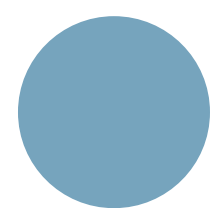


Fyzikální vlastnosti ^{75}Se

- Poločas rozpadu **118 dní (elektronový záchyt)**.
- Zprošťovací úroveň 1 MBq.
- Efektivní dávka **0,26 mSv** (370 KBq).
- Na 1 rozpad 1,7 detekovatelného fotonu.
- Spektrum má na scinti. det. 3 peaky :
 - 121 keV (17 %), **136 keV** (59 %),
 - **264 keV** (59 %), 280 keV (25 %),
 - 400 keV (11 %);

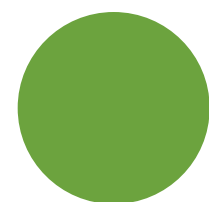


Fyzikální aspekty vyšetření

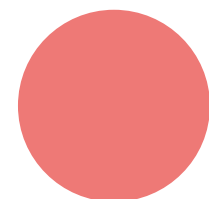


Sledovanou veličinou je **retence**

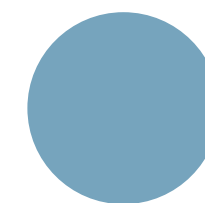
$$R = \frac{GM(A_7 - B_7)}{GM(A_1 - B_1)} * K_{\text{rozpad}} * 100 \%$$



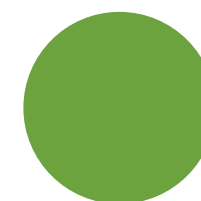
Nízká aplikovaná aktivita – vysoký šum snímku.



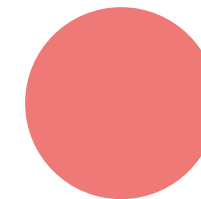
Při výpočtu 2 odčítání a 1 dělení – **zesílení relativního šumu**.



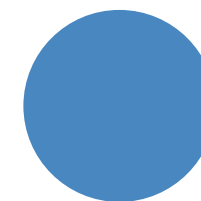
Proti šumu lze bojovat:



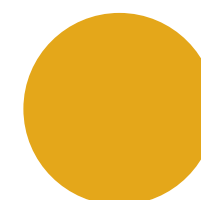
Akvizice bez kolimátorů.



Široká energetická okna.



Snímání včetně rozptylu.



Výpočet délky akvizice dle aktuálního příkonu počtu impulzů.

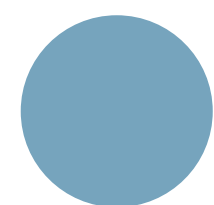


Jaká je přesnost výsledku?

Ovlivní provoz s 99mTc výsledky, jestliže snímáme i rozptyl?

Odhad nejistoty měření

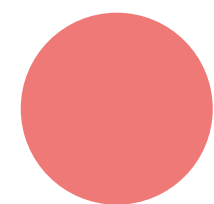
James G, Notghi A, O'Brien J, Thomson W. Error analysis of collimated and uncollimated SeHCAT retention measurement using a gamma camera. Nucl Med Commun. 2021 Mar 1;42(3):253-260



Odhad nejistoty výpočtu retence vychází z

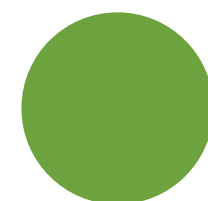
Poissonova rozdělení

$$\text{std}(N) = \sqrt{N}$$



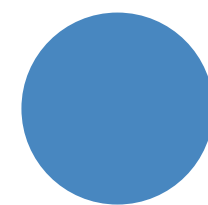
Přenos chyby u **geometrického průměru**:

$$\frac{\text{std}(\sqrt{N_1 N_2})}{\sqrt{N_1 N_2}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\text{std}(N_1)^2}{N_1^2} + \frac{\text{std}(N_2)^2}{N_2^2}}$$



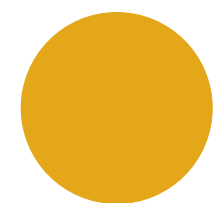
Přenos chyby u **rozdílu**:

$$\text{std}(N - B) = \sqrt{\text{std}(N)^2 + \text{std}(B)^2}$$



Přenos chyby u **poměru**:

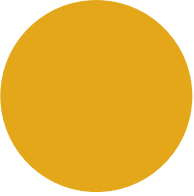
$$\frac{\text{std}(N_1/N_2)}{N_1/N_2} = \sqrt{\frac{\text{std}(N_1)^2}{N_1^2} + \frac{\text{std}(N_2)^2}{N_2^2}}$$

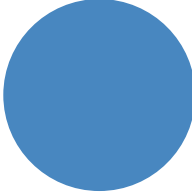


Celkový odhad nejistoty retence $R = \frac{\sqrt{(N_{A7}-B_{A7})(N_{P7}-B_{P7})}}{\sqrt{(N_{A1}-B_{A1})(N_{P1}-B_{P1})}} K_{\text{rozpad}}$:

$$\text{std}(R) = \frac{1}{2} R \sqrt{\sum_{i=A0,P0,A7,P7} \frac{N_i + B_i}{(N_i - B_i)^2}}$$

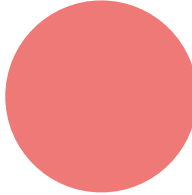
Predikce nejistoty měření

 Celkový odhad nejistoty retence:
$$\text{std}(R) = \frac{1}{2} R \sqrt{\sum_{i=A0,P0,A7,P7} \frac{N_i + B_i}{(N_i - B_i)^2}}$$

 *Relativní chyba retence je dána odmocninou součtu v kvadrátu relativních chyb jednotlivých snímků po odečtení pozadí → **největší příspěvek k nejistotě má pozdní měření.***

 Pokud je **dopředu** znám **příkon počtu impulzů S**, lze odhadnout počet impulzů na snímcích pro očekávanou retenci $R = r$ (15 %):

$$N_1 = St_1 + B_1; B_1 = Zt_1$$
$$N_7 = \frac{rSt_2}{K_{\text{rozpad}}} + B_2; B_2 = Zt_7$$

 Očekávaná nejistota je pak:
$$\text{std}(R = r) = \frac{1}{\sqrt{2}} r \sqrt{\frac{S + 2Z}{S^2 t_1} + \frac{rS + 2ZK_{\text{rozpad}}}{(Sr)^2 t_7}}$$

Predikce nejistoty měření

Očekávaná nejistota je pak: $\text{std}(R = r) = \frac{1}{\sqrt{2}} r \sqrt{\frac{S + 2Z}{S^2 t_1} + \frac{rS + 2Z K_{\text{rozpad}}}{(Sr)^2 t_7}} K_{\text{rozpad}}$

*U druhého členu vystupuje faktor $1/r^2$, který pro $r = 15\%$ vychází 44. **U optimalizovaného měření by tedy délka akvizice 2. měření měla být 44krát delší než u 1. akvizice.***

K_{rozpad} je přibližně 1,04, takže na odhad nejistoty nemá významný vliv.

Pokud požadujeme, aby měření bylo rozumně spolehlivé, musí být nejistota $\text{std}(R)$ omezena **$\text{std}(R = r) < \delta$** . Rovnici pak lze invertovat a získáme podmínku pro délku akvizice, pro $t_1 = t_7 = t$:

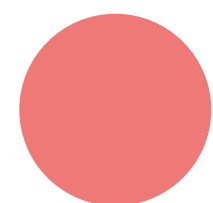
$$t > \frac{1}{2\delta^2} \frac{r(r + K_{\text{decay}})S + 2(r^2 + K_{\text{decay}}^2)Z}{S^2}$$

resp. pro **$\delta = 1\%$ / **1,96** (1,96 pro 95% interval spolehlivosti):**

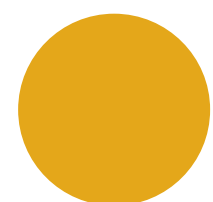
$$t > \frac{3\,432\,S + 42\,520\,Z}{S^2}$$

James G, Notghi A, O'Brien J, Thomson W. Error analysis of collimated and uncollimated SeHCAT retention measurement using a gamma camera. Nucl Med Commun. 2021 Mar 1;42(3):253-260

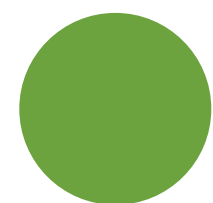
Výpočet délky akvizice



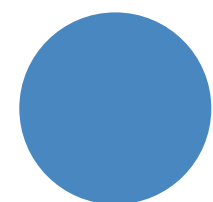
Laboranti před vyšetřením zajedou s pacientem mezi kamery a odečtou **aktuální příkon počtu impulzů** v oblasti břicha.



Kalkulačka určí délku akvizice tak, aby **statistická chyba** předpokládané 15% retence byla s 95% pravděpodobností **nižší než 1 %**.



Výsledkem je požadovaná délka akvizice 1. i 7. den.



Totéž provedou i při druhé akvizici.

The screenshot shows a software window titled "SEHCAT...". It contains several input fields for acquisition parameters:

- polocas (d): 119.79
- retence (%): 15
- presnost (%): 1
- CI (%): 95

Below these, there are two sections for data collection:

den 0

- countu (kcnt): [empty field]
- akv. delka (s): [empty field]
- countrate (kcps): [highlighted in cyan]
- bckg (kcps): 2

den 7

- odstup (d): 7
- delka (s): [empty field]

Vyhodnocení

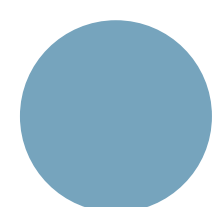
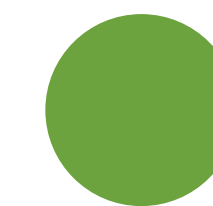
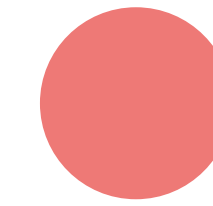
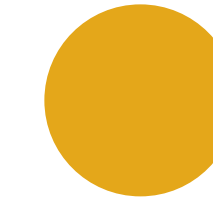
- Výpočet zcela automatický z **celkového detekované počtu impulzů** (PTKManager).
- **Výsledek ve formě DICOM ScreenCap je automaticky odeslán do PACS.**
 - Výpočet včetně statistické nejistoty.
 - Při hodnocení je nutné přihlédnout k nejistotě.

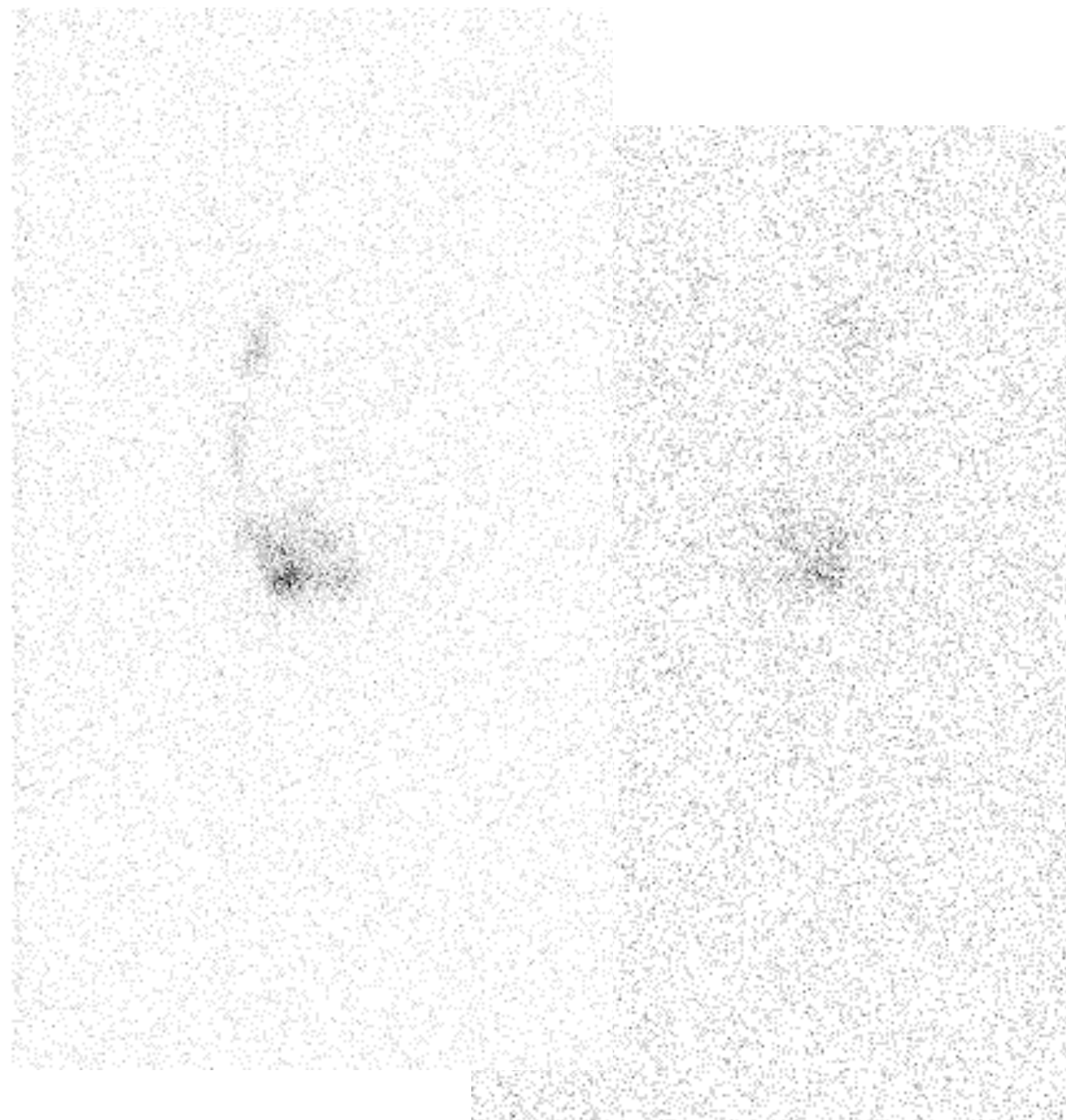
```
SEHCAT^virtualData

Patient name:SEHCAT^virtualData
Patient ID:123456
Study name: SEHCAT virtualData
-----
1st acquisition date and time: 20221214-141154.00
1st acquisition background: AP 0.475 kcps, PA 0.45 kcps
1st acquisition counts: AP 4.75 kcps, PA 4.5 kcps
-----
2nd acquisition date and time: 20221221-075014.00
2nd acquisition background: AP 0.45 kcps, PA 0.475 kcps
2nd acquisition counts: AP 1 kcps, PA 1.25 kcps

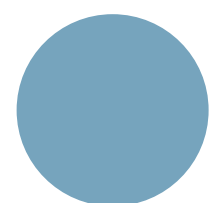
Retention: (15.0907 +- 0.04847) %
```

Výsledky

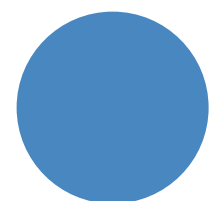
-  Kvůli vysoké ceně tablety optimalizace provedena na 1. pacientovi: akvizice ve více energetických oknech **bez kolimátoru a s MEGP**.
-  Počet impulzů v okně 410 keV téměř na úrovni pozadí.
-  **MEGP:** Příkon počtu impulzů pro 110 – 420 keV v oblasti břicha 270 (A) / 220 (P) cps; pozadí 194 cps, **délka akvizice 155 s /pixel**.
-  **Bez kolimátoru:** Příkon počtu impulzů v okně 237 -- 317 keV: 8,3 (A) / 3,2 (P) kcps; pozadí 1,56 kcps; **délka akvizice 1 s /pixel**.



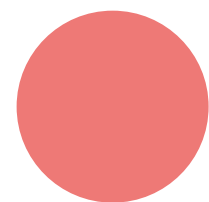
Výsledky



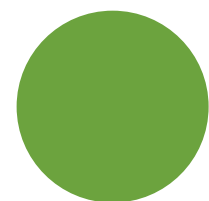
Změřená variabilita pozadí překračuje směrodatnou odchylku Poissonova rozdělení – **vliv provozu pracoviště překvapivě větší u MEGP: bez kolimátoru na 136 keV 6,1násobně, na 246 keV 1,5 násobně; u MEGP pro všechna okna 8násobně.**



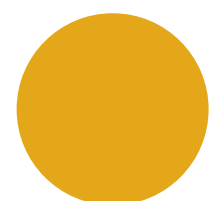
Nejnižší variabilita pozadí pro **okno 264 keV bez kolimátoru** – *rel. směrodatná odchylka 50 %; pro MEGP > 500 %.*



Poměr mezi A a P projekcí u snímku bez kolimátoru 2.5 (u MEGP 1.2) – **neplatnost teoretických předpokladů geometrického průměru?**

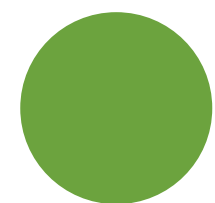


Počet impulzů na **pozadí** pro MEGP, P projekce, okna 2, 3 a 4 **vyšší než** počet impulzů z **pacienta**, ačkoliv zřetelná struktura → **MEGP nehodnotitelný.**

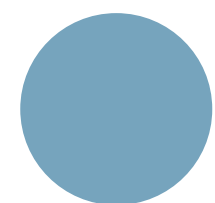


Při akvizici **bez kolimátoru** ve všech energetických oknech **stabilní výsledek** (20 ± 1) % – *odhad nejistoty řádově chybný 0,1 %.* Při akvizici s **MEGP** výsledky **chybné a nepřesné** – *v energ. okně 136 keV (58 ± 20) %, v A projekci všech oken (39 ± 10) %.*

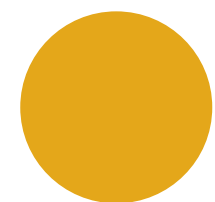
Závěr



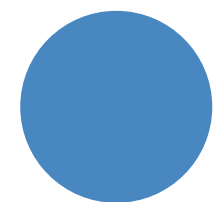
Akvizice s kolimátorem vyžadovány dlouhé akviziční časy, nesprávné výsledky
→ **akvizice bez kolimátoru.**



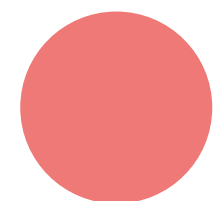
Při akvizici bez kolimátoru je detekovaný počet impulzů dostatečný → **lze snímat jen peak 264 keV.**



Při akvizici bez kolimátoru lze snímat na **nejkratší čas** (7 min).



Při akvizici bez kolimátoru je nutné zajistit **reprodukovatelnou geometrii snímání** (vzdálenost detektorů); ***pochybnost o správnosti použití geometrického průměru.***



Pohyb radiofarmak (včetně pacientů) je třeba během akvizice **omezit.**

The background image shows a surgical team in an operating room. A surgeon in blue scrubs and a floral-patterned surgical cap is focused on a patient. Another medical professional in white scrubs and a blue surgical mask stands nearby. The scene is dimly lit, with the primary light source coming from the operating area, creating a professional and clinical atmosphere.

DĚKUJEME ZA POZORNOST

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC



FAKULTNÍ NEMOCNICE[®]
OLOMOUC