

Feasibility of radioiodine dosimetry Using a Small Field of View Gammacamera; Pilot Study

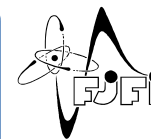
**Pavel Solný^{1,2}, Petr Vlček², Lenka
Jonášová², Jaroslav Zimák²**

¹KDAIZ FJFI ČVUT

²KNME FN Motol

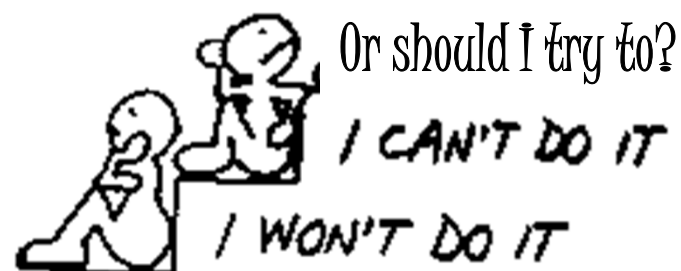


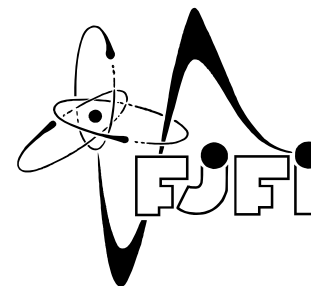
Obsah



- Úvod
- Získávání zkušeností
- Současná situace
- Cíle
- Závěr

Dozimetrie

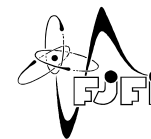




Úvod



Začátky práce



- **2012-2013 KNME**
- Zkušenosti Ing. J. Zimáka, CSc. a Ing. D. Prchalové – ¹³¹I-MIBG
- ¹³¹I ?
 - Optimalizace léčby na základě implementace základních dozimetrických měření (použití sond, monitoring exkrecí a predikce eliminace radiojodu z těla), navržení více exponenciálních fitů a popisů eliminace radiojodu z těla pacientů [1], [2].
 - Řešení grantových úkolů např.:
 - IGA MZ ČR 4581-3, 1998 – 2000 Kvantitativní hodnocení vlivu biofyzikálních charakteristik pacientů na výsledky terapie karcinomů štítné žlázy, Heřmanská
 - 2003 – jedno z 3 pracovišť provádějící dozimetrické studie
 - 2005 † doc. Heřmanská
- Snahy o dozimetrii byly z velké části ubity
 - Od 2014 snaha o obnovu pro radiojódovou terapii

[1] Heřmanská J., Kárný M., Zimák J. et. al, Improved Prediction of Therapeutic Absorbed Doses of Radioiodine in the Treatment of Thyroid Carcinoma, J Nucl Med 2001 42:1084-1090

[2] Heřmanská J., Kárný M., Bayesian estimation of effective half-life in dosimetric applications. Computational Statistics and Data Analysis, 24 (1997) 467-482

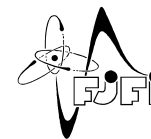


Optimalizace - Terapie DTC - KNME FN Motol

- Částečně pacient-specifická terapie
 - 3,0; 3,7; 4,4; 5,5; 7,4 GBq podána na základě histologického typu, stagingu nádoru, hodnot TGL, celkového stavu pacienta a výsledků diagnostické scintigrafie
 - endogenní stimulace, alternativně – rhTSH stimulace
 - Mezioborové konziliární rozhodování – podílí se lékař se specializací v **endokrinologii, nukleární medicíně + fyzik**
 - Terapeutická aplikace 74 h po diagnostice u běžného programu

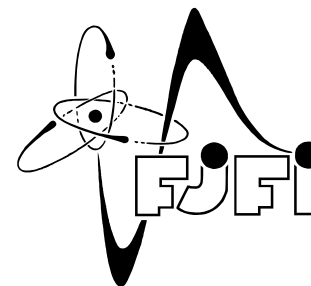


Proč dozimetrie



- **Doporučení 2013/59/EURATOM**
 - Veškeré léčebné užití IZ podléhá plánování a verifikaci
 - Místní legislativa členských států má toto doporučení zahrnout do února 2018
 - Tyto požadavky byly již v předchozích směrnicích, ale byly neustále opomíjeny

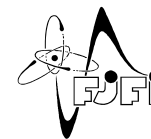




Získávání zkušeností



Cíle (ve světle 2013/59 EURATOM)

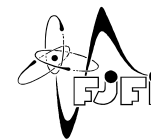


- Zhodnotit proveditelnost dozimetrie v klinické praxi
- Získání praktické zkušenosti a náhled na možné technické řešení
 - mění se situace na KNME
 - dozimetrie při ^{131}I -MIBG prokázala svou užitečnost
 - zájem lékařů roste
 - „... tak si to udělejte, ale nenarušte provoz...“
- Navržení základu pro provádění měření
- Orientační zhodnocení dávek pacientů při první terapii





Technické provedení

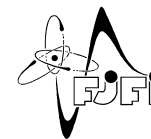


- Jednohlavá mobilní kamera – kruhové FOV (21 cm)
- Vhodné pro danou oblast
- Zapůjčení kamery firmy DDD –SOLO Mobile (jednání již na konci roku 2013)
- Ověření proveditelnosti na fantomu
- Volba cílové skupiny – 1 aplikace, pohybliví, léze v oblasti krku
- Porovnání MEGP x HEGP

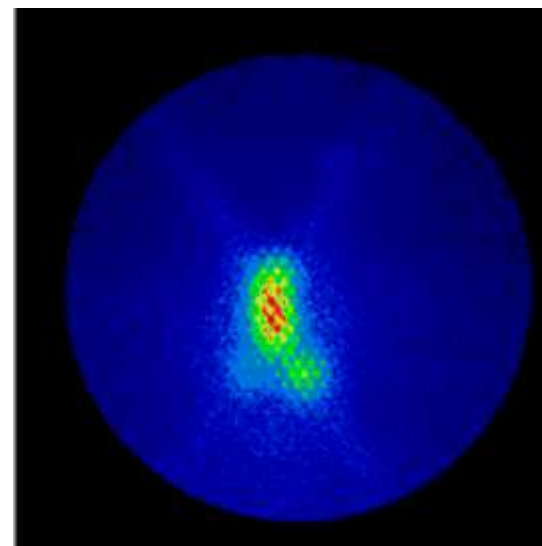
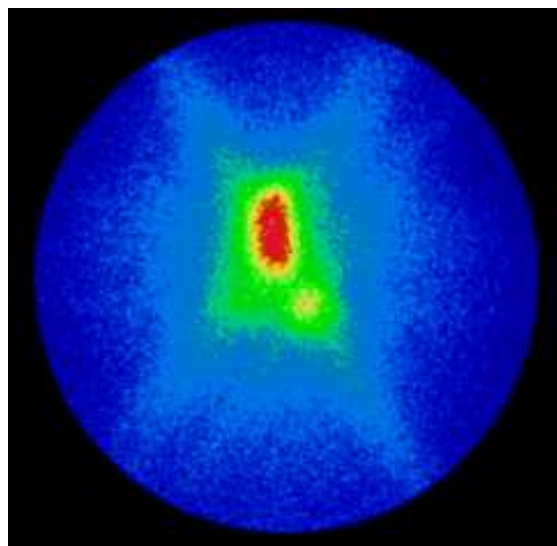




Průběh

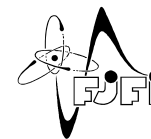


- Út – diagnostika 100 MBq
 - Exkrece: 1, 24, 48 h; měření na mobilní kameře 4 – 8x během 48 h, 3 minuty, po terapii až 8 měření do 172 h po terapii
- Čt – podání terapie 3,0 – 4,4 GBq
- Zpracování dat - hodnocení



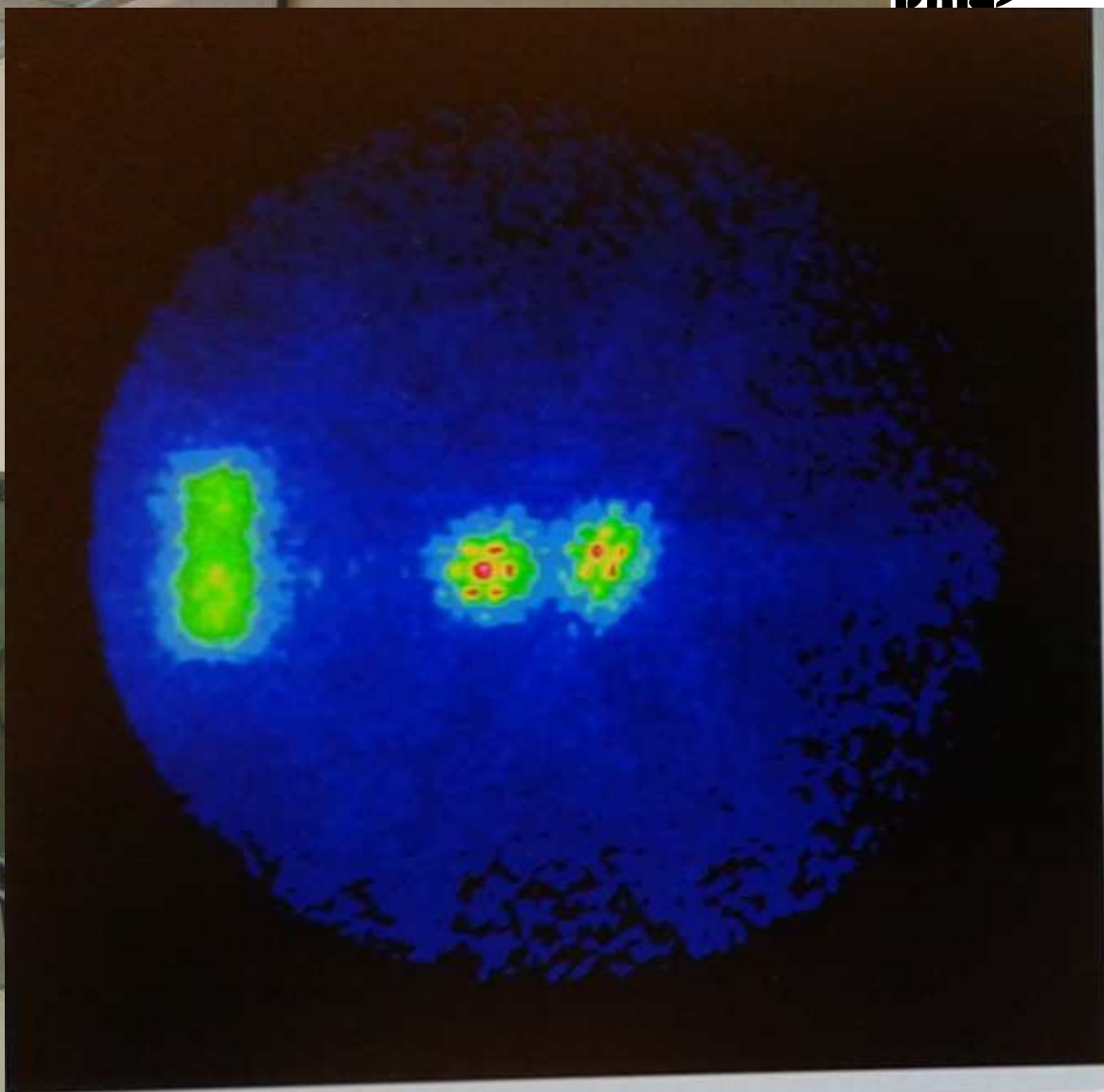


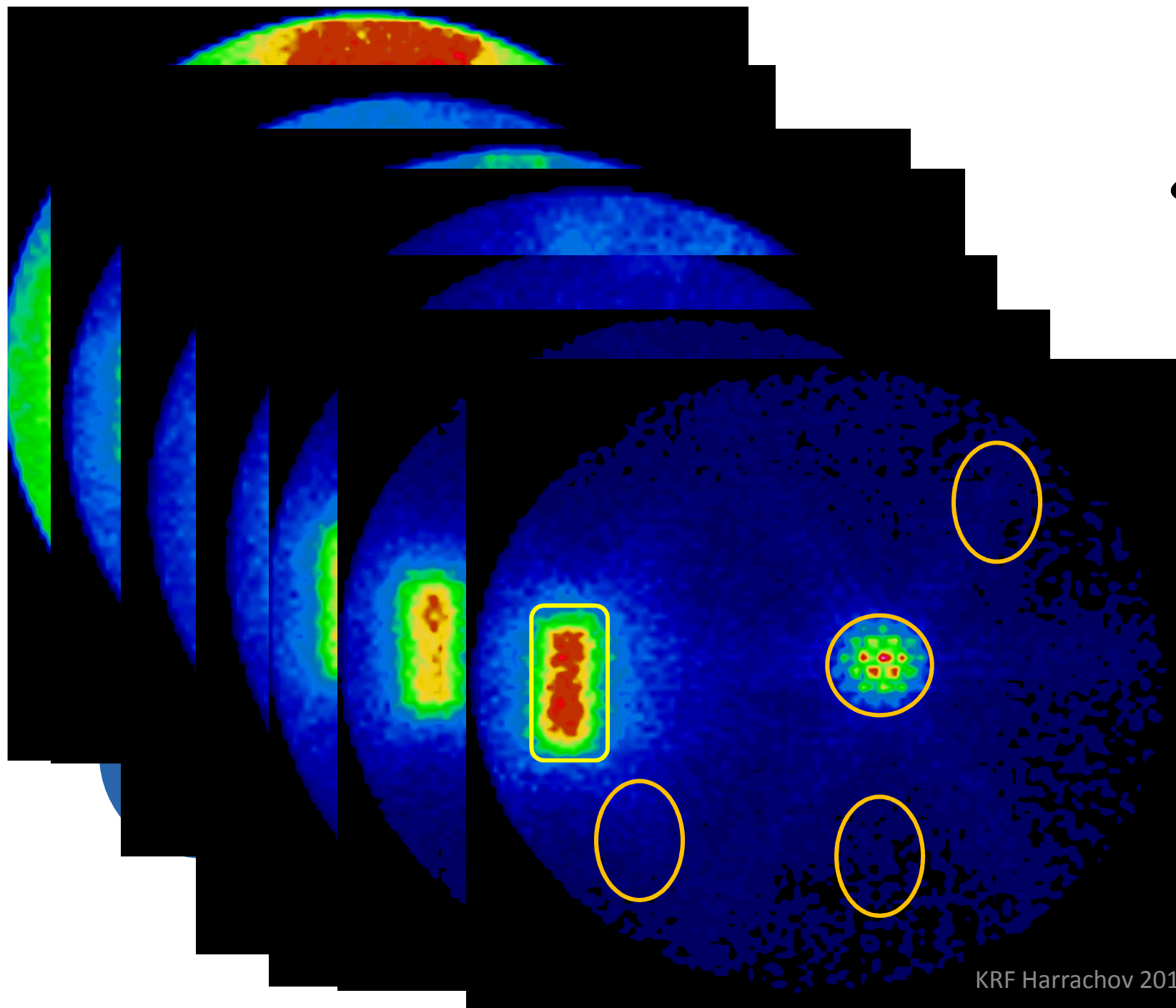
Měření



KNME

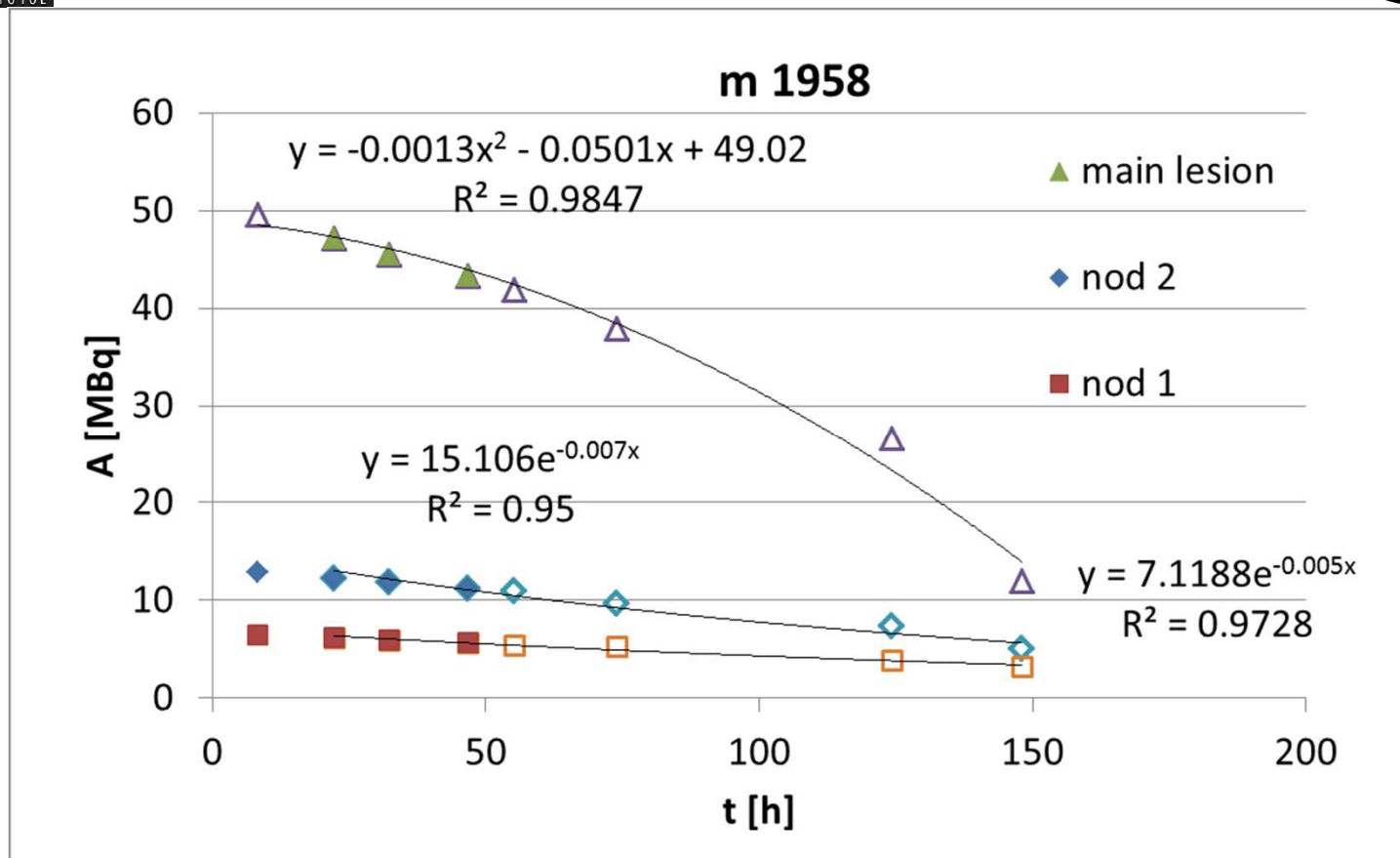
KNMIZ





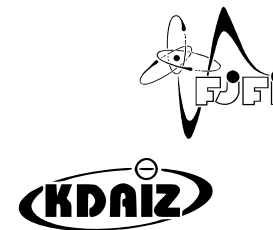


Stanovení $\tilde{A}$





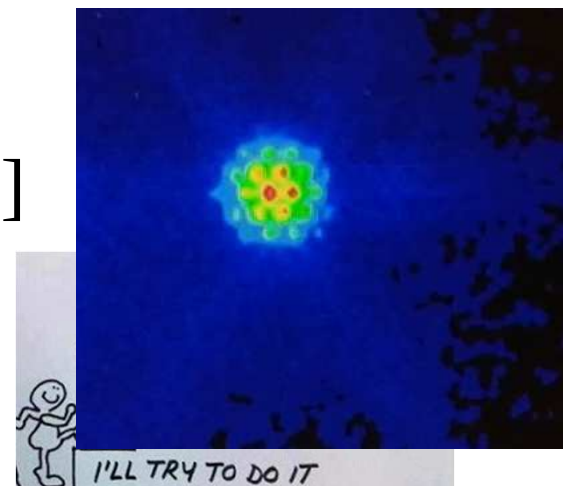
Energie deponovaná při dané $\tilde{A}$



- ^{131}I elektrony a fotony: equilibrium absorbed dose constant 0,109 Gy.g/MBq.h
- Pro elektrony a ne příliš malou tkáň

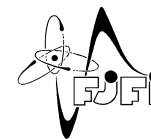
$$\overline{D}_{(T \leftarrow T)} = \frac{\tilde{A}_S}{m_T} 192000[\text{eV}] * 1,602E - 19[\text{J}]$$

- Velikost tkáně - UZ
- Problém střední dosah e^- 0,5 mm
- Fotony zanedbány (< 3% celkové D)





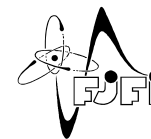
Výsledky - MEGP



MEGP		Right remnants	Left remnants	Right nod	Left nod	A [MBq]
m 1958	Vol [ml]	0.2	0.42		0.58	4450
	D	410 Gy	340 Gy		740 Gy	
f 1991	Vol [ml]	0.3	0.4			3720
*	D	-	135 Gy			
f 1960	Vol [ml]	0.53	0.59		0.69	4460
	D	400 Gy	550 Gy		180 Gy	
f 1984	Vol [ml]				0.12	3700
	D				115 Gy	
f 1988	Vol [ml]			?	0.12	2970
	D		D [Gy]:	<15,40>	340 Gy	



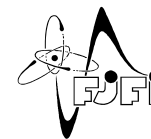
Výsledky - HEGP



HEGP		Right remnants	Left Remnants	Right nod	Left nod	A [MBq]
m 1967	Vol [ml]	0.54				3710
	D	520 Gy				
m 1965	Vol [ml]	0.14	0.05	?		3720
	D	650 Gy	590 Gy	<80, 400>		
m 1991	Vol [ml]	0.6	0.4			3720
*	D	240 Gy	280 Gy			
f 1960	Vol [ml]	<0.	0.01			3730
*	D	<80,330>	310 Gy			
f 1961	Vol [ml]	0.06	0.11			3720
	D	no Ac.	780 Gy			



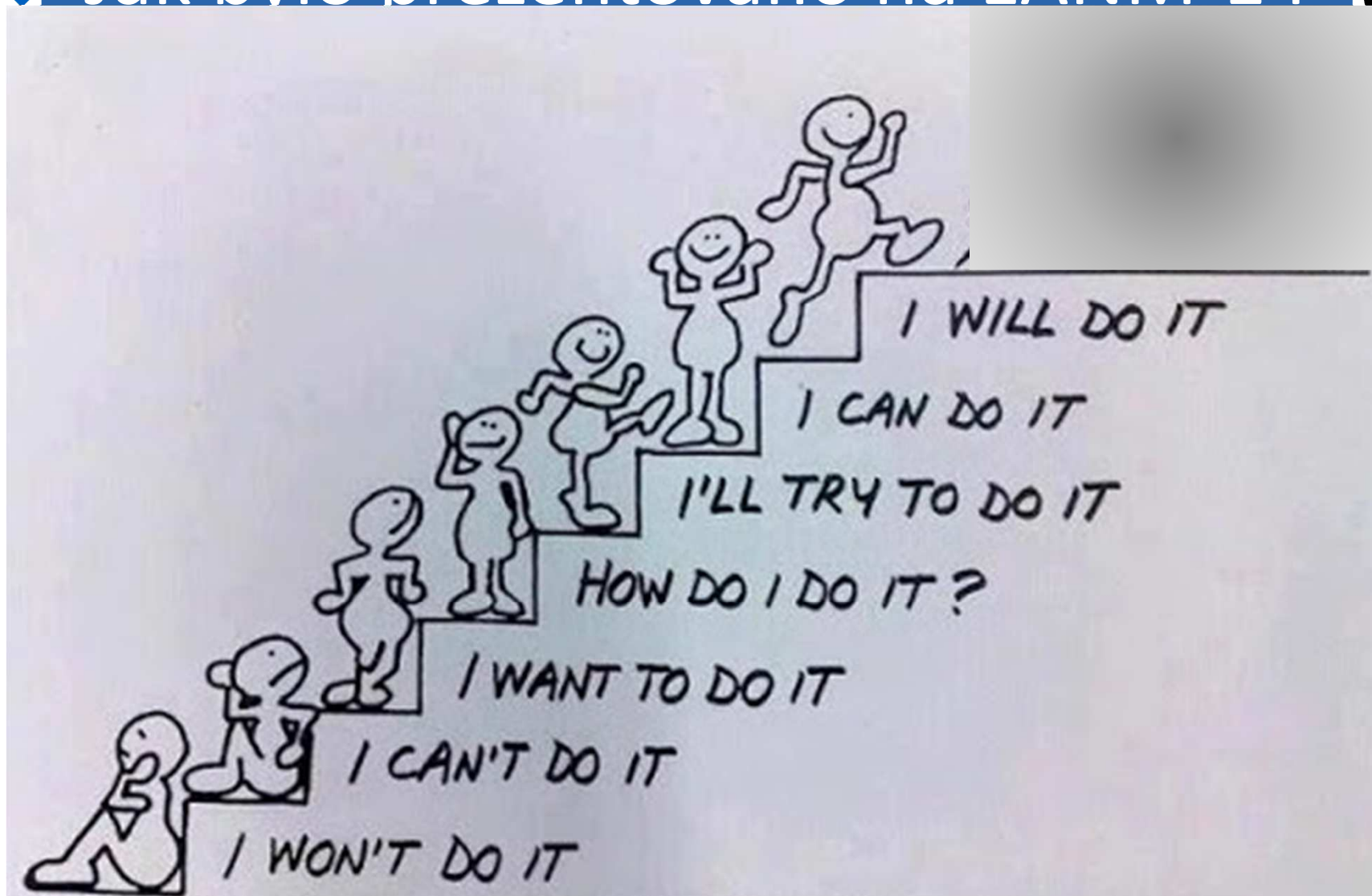
Shrnutí



- Zjištěny podmínky pro použití mini gamakamery
 - Možnost použít standard ve FOV pro přímý přepočet aktivity – přímá metoda (odpadá problém linearity odezvy kamery – částečně)
- Je možné aplikovat i na vekou gamakameru
- Hmotnosti zbytků lze určit ultrazvukem
 - Limitace pro malé zbytky do cca 0,1ml - započítat větší objem kvůli dosahu elektronů?
 - scintigraficky zobrazené zbytky bez US korelátu
- Na základě zkušenosti je možné navrhnout základní postup pro provedení dozimetrických měření
- Výsledky ve shodě např s (Flux et al. 2010)

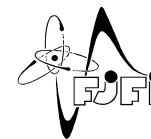


Jak bylo prezentováno na EANM'14





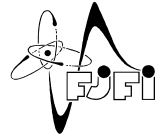
Zkušenosti



- ❖ Dozimetrie je proveditelná a poskytne v léčbě uplatnitelné informace
 - ❖ Je pravděpodobné, že není nezbytná u všech ve stejně náročné formě!
- ❖ Studie 2015 dozimetrie při aplikaci 1,1 GBq (17 pacientů) low-risk, stimulace rhTSH
 - ❖ Aplikovaná aktivita není plně tyreoablační
 - ❖ Změna na 1,85 GBq
- ❖ Je nutné provést studii a optimalizaci – DBTRT (Dosimetry Based Radiation Therapy)



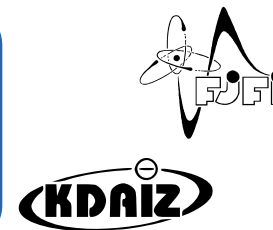
Zkušenosti



- Program hospitalizací změněn v 50 % případů
- Stratifikace pacientů na základě rizikových faktorů (semi-empiricky)
- Snaha o získání grantové podpory (2014, 2015) bez výsledku
- Možná spolupráce s SÚJB?



Cíle

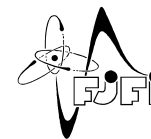


- Podat maximální možnou (a bezpečnou) aktivitu ^{131}I při první terapii tak, aby byla zajištěna minimální absorbovaná dávka ve zbytcích tkáně štítné žlázy 300 Gy a v uzlinách alespoň 80 Gy
- Ale, má to být 300 Gy? Má to být 80 Gy?

Maxon, H. R., Englaro, E. E., Thomas, S. R., Hertzberg, V. S., Hinnefeld, J. D., Chen, L. S., Aden, M. D. (1992). Radioiodine- 131 therapy for well-differentiated thyroid cancer--a quantitative radiation dosimetric approach: outcome and validation in 85 patients.



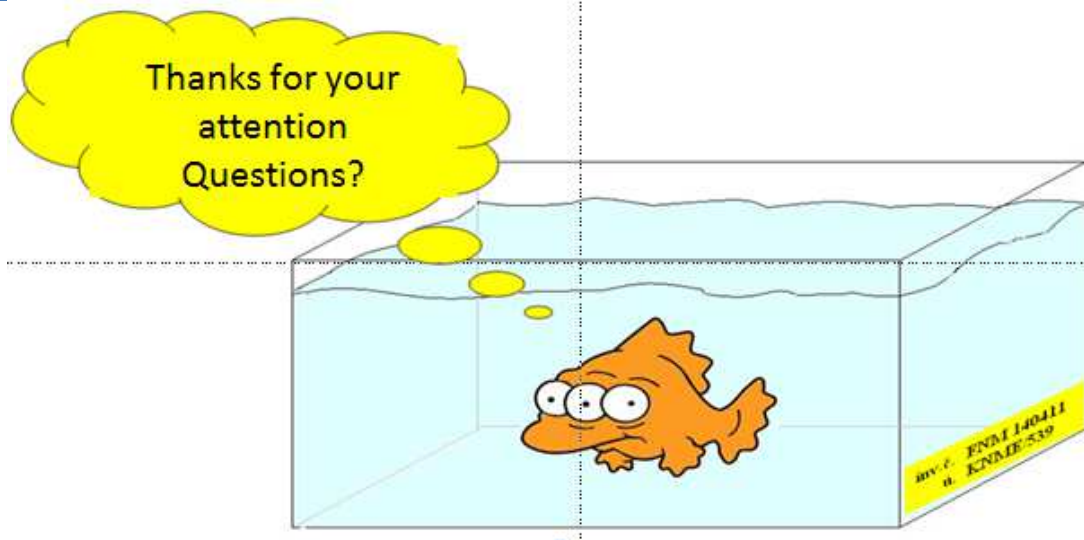
Závěr

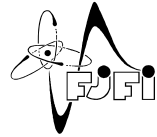


- Problematika je komplexní a dlouhodobě neřešená
- Existují doporučení EANM, problémem může být nepraktičnost
- Orientace práce na zavedení postupu a optimalizaci – experimentálně i s MC
- hlavně však na oblast hlavy a krku (75 – 85 % pacientů)
- Možné zobecnění na jinde uložené léze



Poděkování Dobrovolníci DDD Diagnostic





Literatura

- Flux, G. D., Haq, M., Chittenden, S. J., Buckley, S., Hindorf, C., Newbold, K., & Harmer, C. L. (2010). A dose-effect correlation for radioiodine ablation in differentiated thyroid cancer. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 37(2), 270–5. doi:10.1007/s00259-009-1261-3
- Maxon, H. R., Englaro, E. E., Thomas, S. R., Hertzberg, V. S., Hinnefeld, J. D., Chen, L. S., ... Aden, M. D. (1992). Radioiodine-131 therapy for well-differentiated thyroid cancer--a quantitative radiation dosimetric approach: outcome and validation in 85 patients. *Journal of Nuclear Medicine : Official Publication, Society of Nuclear Medicine*, 33(6), 1132–6.
- Lassmann, M., Reiners, C., & Luster, M. (2010). Dosimetry and thyroid cancer: the individual dosage of radioiodine. *Endocrine-Related Cancer*, 17(3), R161–72. doi:10.1677/ERC-10-0071