

Fyzikem v zahraničí aneb Radionuklidové terapie v UK

L. Vávrová¹, J. Taprogge², D. Prchalová³

Vavrova_L@ukw.de

Jan.Taprogge@rmh.nhs.uk

¹ Universitätsklinikum Würzburg

² Royal Marsden Hospital, London

³ FN Motol, Praha

Moje zkušenost v UK

- ▶ 2020-2021 Výzkumný fyzik
 - ▶ Royal Marsden Hospital, Londýn
- ▶ 2021-2024 Clinical Scientist Training Programme (atestace)
 - ▶ St George's University Hospitals, Londýn
 - ▶ Royal Marsden Hospital, Londýn



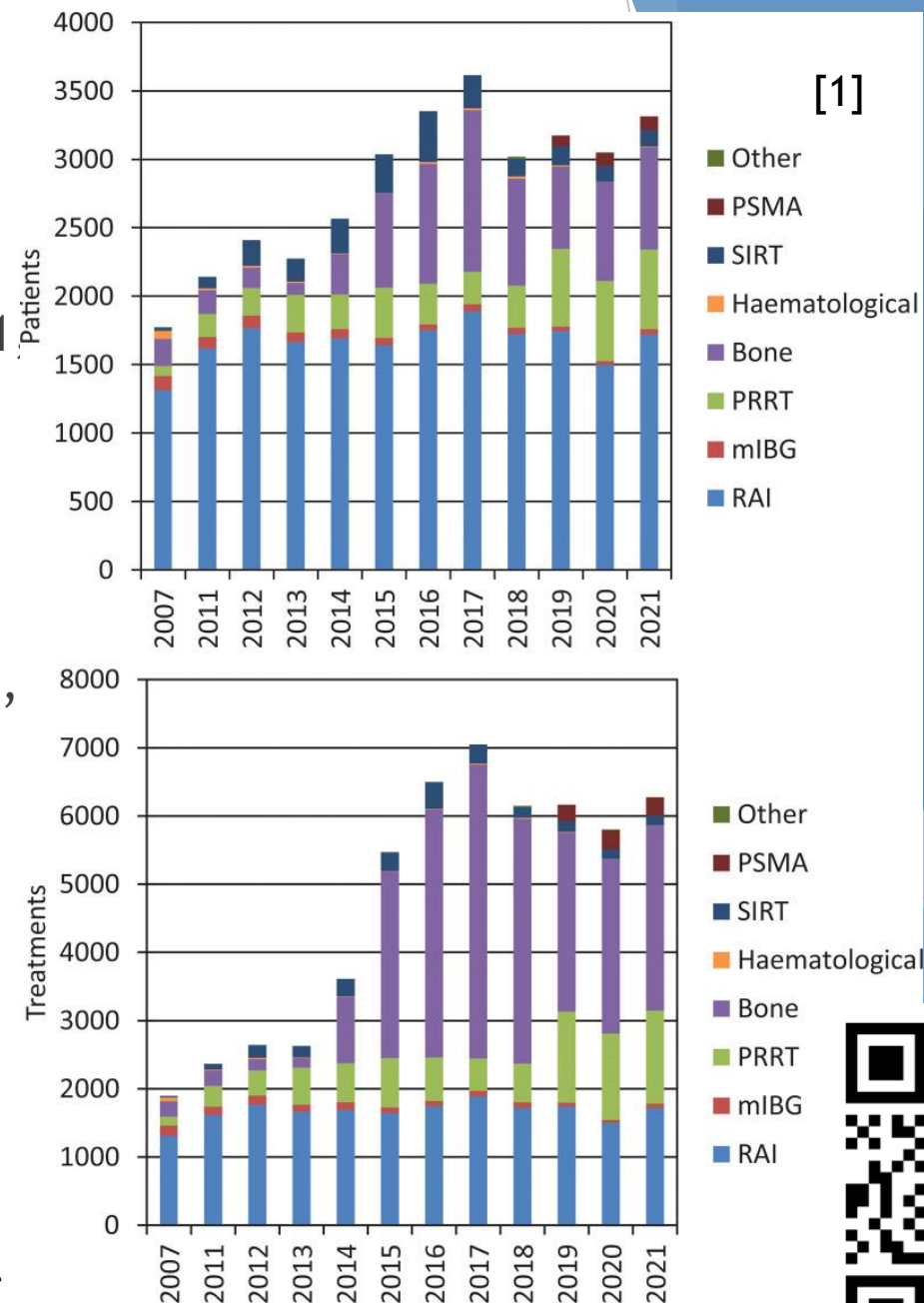
Radionuklidové terapie v UK

- ▶ Na¹³¹I RAI - karcinom štítné žlázy¹
- ▶ ¹³¹I-mIBG - NET^{1,3}
- ▶ PRRT - NET^{1,3}
- ▶ ²²³Ra-Chlorid - kostní metastáze¹,
- ▶ SIRT
- ▶ PSMA^{1,3}
- ▶ RAI - benigní ^{1,2,3}
- ▶ Radiosynoviortheses

¹Royal Marsden

²St George's

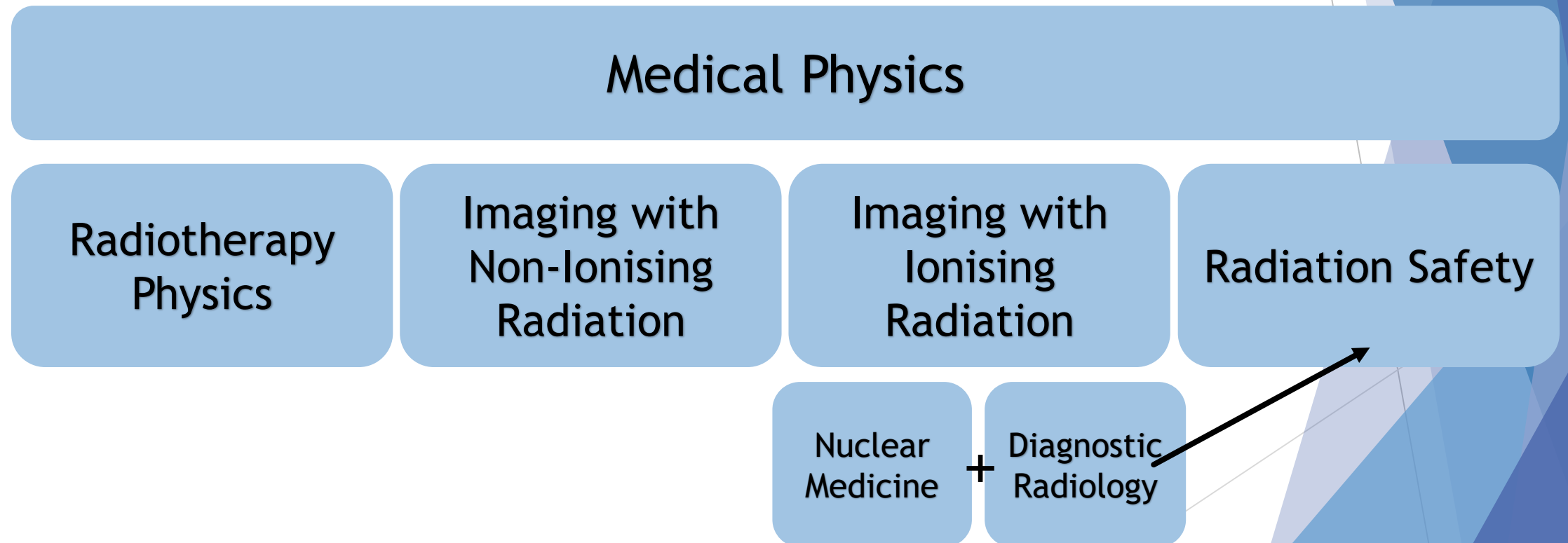
³Moje zkušenost



[1]

Struktura oboru

► Do 2022



Struktura oboru

► Od 2022

Medical Physics

Radiotherapy
Physics

Imaging with
Non-Ionising
Radiation

Nuclear
Medicine

Radiation Safety
and Diagnostic
Radiology

Legislative

**Ionising Radiation Regulations
(IRR17)**
Health & Safety Executive



**Radiation Protection Advisor
(RPA)**

**Ionising Radiation (Medical
exposures) Regulations (IRMER17)**
Care Quality Commission



**Medical Physics Expert
(MPE)**

**Environmental Permitting
Regulations (EPR16)**
Environmental Agency



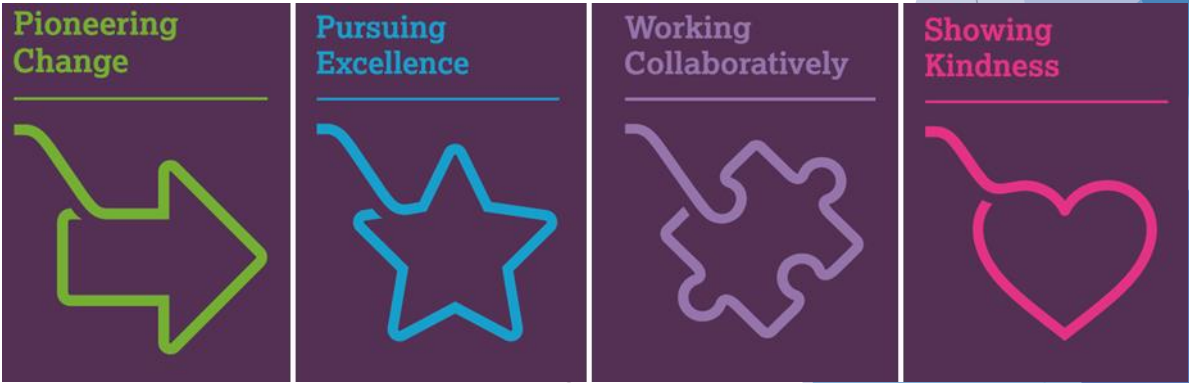
**Radioactive Waste Advisor
(RWA)**

Důraz na měkké dovednosti



excellent
kind
responsible
respectful

Criteria		Supporting Evidence	Progress
1	Treat each patient as an individual, respecting their dignity and confidentiality and upholding the rights, values and autonomy of every service user	COM43 COM95	C
2	Discuss personal values, principles and assumptions, emotions and prejudices, and how these may influence personal judgement and behaviour, and identify how you will practise in accordance with Good Scientific Practice	COM94 COM97	C
3	Communicate effectively with the public, services users and other healthcare professionals, adapting communication style and language to meet the needs of listeners	COM52 COM58 COM97	C
4	Give and receive feedback sensitively to or from a peer or colleague	MSF2	C
5	Obtain, analyse and act on feedback from a variety of sources and use it to consider personal impact and change behaviour	COM97	C
6	Present complex ideas in understandable terms in both oral and written formats	COM84	C
7	Use effective negotiation skills, including influencing colleagues	COM107	C
8	Work constructively and effectively as a member of a multidisciplinary team	COM41	C



Komunikace s pacientem

- ▶ Než pacient dorazí
- ▶ Po telefonu nebo osobně
- ▶ Připravit *pacienta*
 - ▶ Jak probíhá terapie
 - ▶ Dieta před
 - ▶ Co (ne) s sebou
 - ▶ Pacient bude radioaktivní
 - ▶ Retenční měření
 - ▶ Režimová opatření
 - ▶ Zobrazování
 - ▶ Domluvit termín
- ▶ Připravit *se na pacienta*
 - ▶ Může polykat kapsle?
 - ▶ Mobilní?
 - ▶ Vyžaduje péči?
 - ▶ Inkontinence?
 - ▶ Klaustrofobie?
 - ▶ Může ležet na zádech a na břiše?
 - ▶ S kým sdílí domácnost?
 - ▶ Častý kontakt s dětmi/těhotnými?
 - ▶ Zaměstnání?

Design pokoje

► Lůžkové pokoje



Obrázek nebyl určen ke
zveřejnění

Design pokoje

► Ambulantní pokoje



Obrázek nebyl určen ke
zveřejnění

Iain Murray (RMH), použito se souhlasem

Příchod pacienta

- ▶ Příprava pokoje
 - ▶ Packexe/Benchkote kolem WC a umyvadla
 - ▶ Sanitární odpadkový koš?
- ▶ Konzultace s fyzikem
- ▶ Kontroly před terapií
 - ▶ Radiofarmacie
 - ▶ Před aplikací
 - ▶ Na vše dvojitá kontrola a záznamy

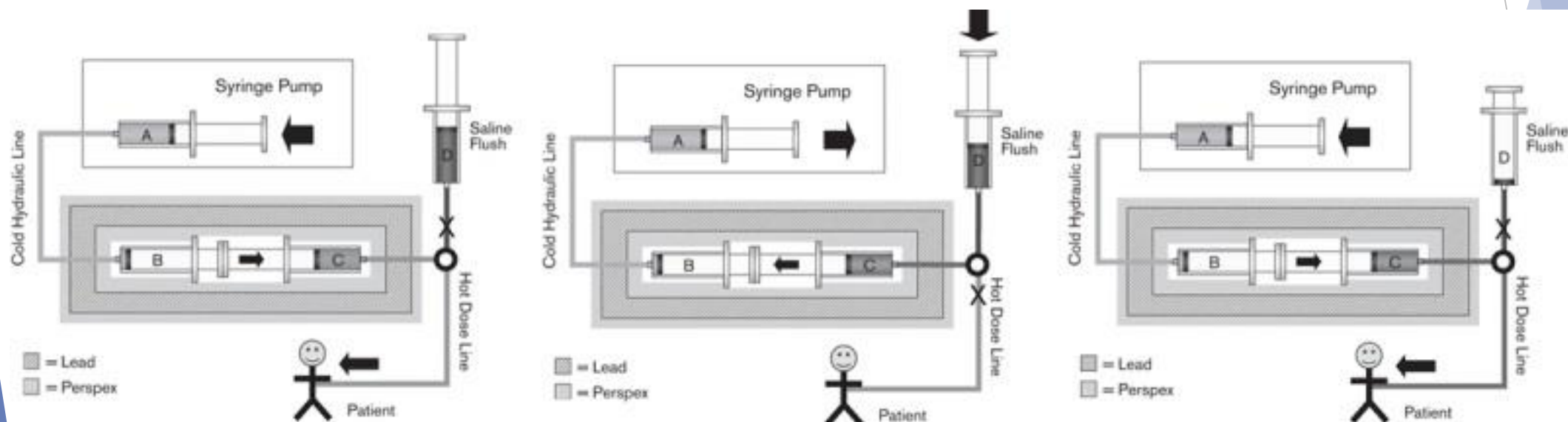
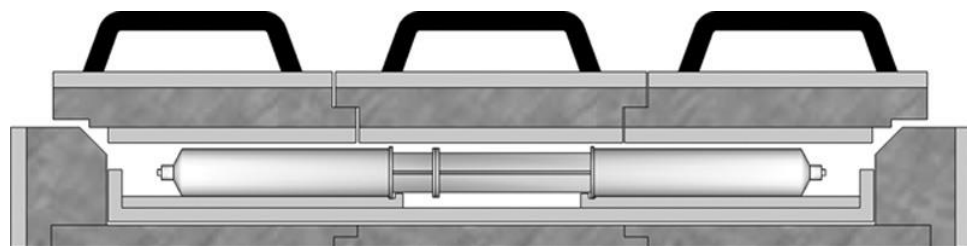


Aplikace

- ▶ IR(ME)R požaduje zapojení MPE v terapiích
 - ▶ Ale neuvádí jak...
- ▶ → Fyzik často přítomen u aplikací
 - ▶ Kapsle může aplikovat fyzik
 - ▶ i.v. aplikuje sestra nebo doktor
 - ▶ Ale fyzik je většinou přítomen
- ▶ Měření extravazace

Metody i.v. aplikace

► InfuShield [2]

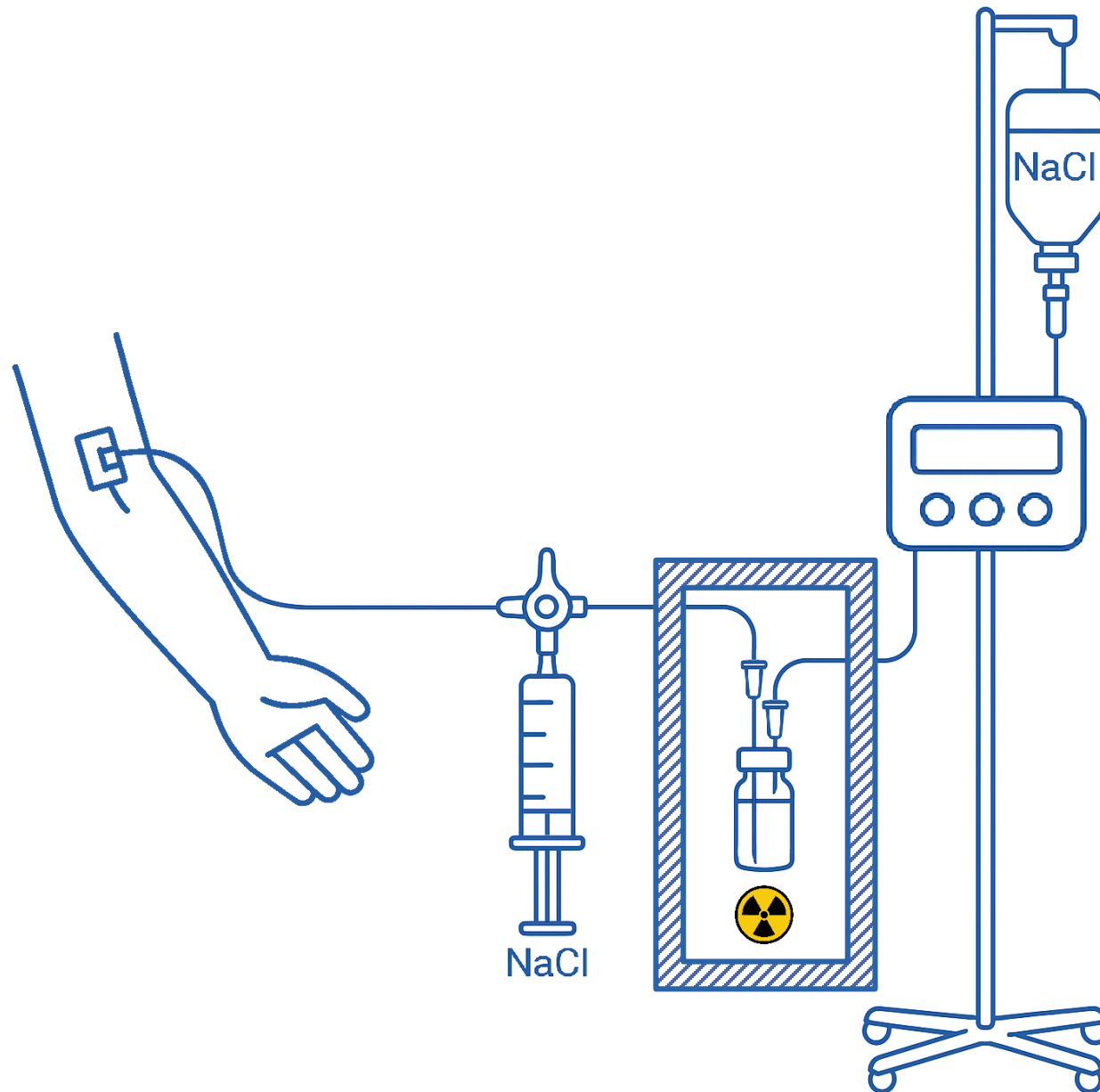


Metody i.v. aplikace

► Vial Infusion (^{177}Lu)

► Pozor na:

- Poškození membrány
→ ztráta tlaku
- Určení aplikované aktivity při přerušení: napočítat tabulky množství NaCl vs. % aplikované aktivity



Retenční měření

- ▶ Pozadí - před aplikací, s pacientem v pokoji
- ▶ Nedávné NM vyšetření? → +2 měření před aplikací
- ▶ 1. měření po aplikaci = reference (100% aktivity)
 - ▶ Hned po aplikaci, před použitím WC
- ▶ Dále každé 2-3 h během dne, po použití WC
- ▶ Na zádech a na břiše → geometrický průměr
 - ▶ Případně jen na zádech (ale déle)
- ▶ **Zajistit konstatní geometrii! (výška postele je klíčová)**

Režimová opatření

► Kontaktní model + zhodnocení rizika

Distance [m]	Time spent per day [h]						Public transport
	Partner	Pregnant Adult	Colleague	Child <2 y.o.	Child 2-5 y.o.	Child 5-11 y.o.	
0.1	-	-	-	8.75	4	2	2
0.5	8	1	-	-	-	-	-
1.0	6	6	8	-	8	4	-
2.0	-	-	-	-	-	-	-

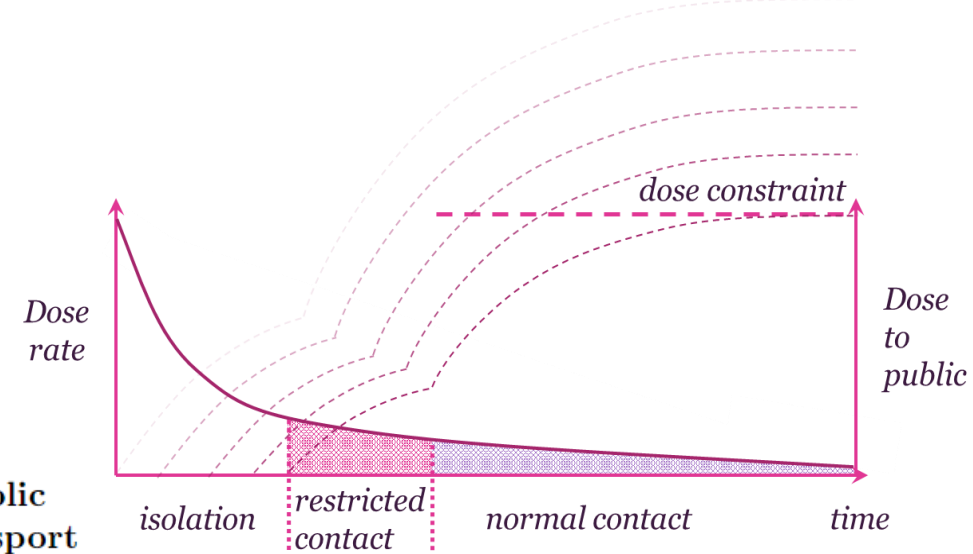
Upraveno podle[3]

► Podle efektivní dávky a DOM:

- Zafixovaná doporučení - 95. percentil dávkového příkonu, škálování aktivitou
- Změřený dávkový příkon v 1 m + efektivní poločas (retenční měření)

► Podle úrovně aktivity [4]

- Z retenčních měření (exponenciální fit, až 3 fáze)



Bruno Rojas (RMH), použito se souhlasem



[3]

[3] Barrington et al., Eur J Nucl Med 1996; 23(2)

[4] Guidance notes for the protection of persons against ionising radiations arising from medical and dental use (1988)

Propuštění pacienta

- ▶ Propouštěcí limity:
 - ▶ 800 MBq pro RAI [5]
 - ▶ 25 $\mu\text{Sv/h}$ v 1 m pro ^{177}Lu -PSMA
 - ▶ Při překročení - individ. zhodnocení rizik
- ▶ Zobrazování
- ▶ Monitorování osobních věcí
- ▶ Konzultace s fyzikem
- ▶ Režimová opatření
 - ▶ Tištěný dokument
 - ▶ Datum pro každé opatření
 - ▶ Kontakt na fyziky

Obrázek nebyl určen ke
zveřejnění

Dekontaminace pokoje

- ▶ Většinou nedělají fyzici
- ▶ Lutecium se dekontaminuje mnohem snáz
 - ▶ Exkrece hlavně močí
 - ▶ PSMA ve slinách zřídka měřitelné
 - ▶ Snadno se smývá
- ▶ Jód ulpívá na površích, hlavně na vodním kameni
- ▶ Zkontaminované prádlo a nádobí - vyhrazená pračka a myčka

Odpady

- ▶ Pravidla pro nemocnici udává její Environmental Permit
- ▶ Pevný odpad <40 kBq = Very Low-Level Waste (z EPR), smí se vyhodit
- ▶ Kapalný odpad - určuje se z množství naaplikované aktivity a exkrečních faktorů [6]
- ▶ Jímky nejsou nutné
- ▶ α - zkušenost z ^{223}Ra terapií
 - ▶ Obvykle pár MBq
 - ▶ Obtížné měření při uvolnění - uvolnění pevně stanoveno po 6 měsících



Dozimetrie

- ▶ **Není rutinní praxe**
- ▶ **Žádána v případě**
 - ▶ Vysokého rizika překročení limitní dávky na OAR
 - ▶ Dodatečných cyklů mimo schválené použití
- ▶ **Software - Hermes, MIM, Excel + nástroj na segmentaci**
- ▶ **Nové Medical Device Regulations - nejsou problém, klinická rozhodnutí se nezakládají na dozimetrii**

Dozimetrie - segmentace

- ▶ Velké homogenní orgány (játra) - 3 malá VOI

- ▶ Bez PVE korekce

- ▶ CT VOI nebo threshold podle objemu na CT

- ▶ + zvětšené a zmenšené VOI [7]

- ▶ Nutná PVE korekce pomocí recovery curve

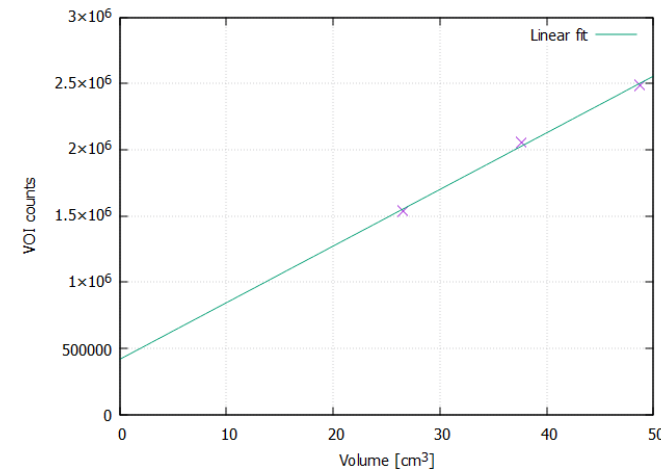
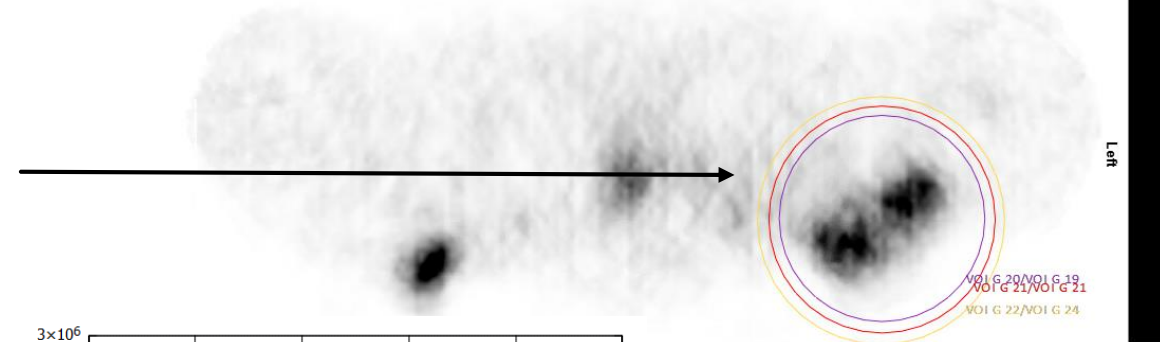
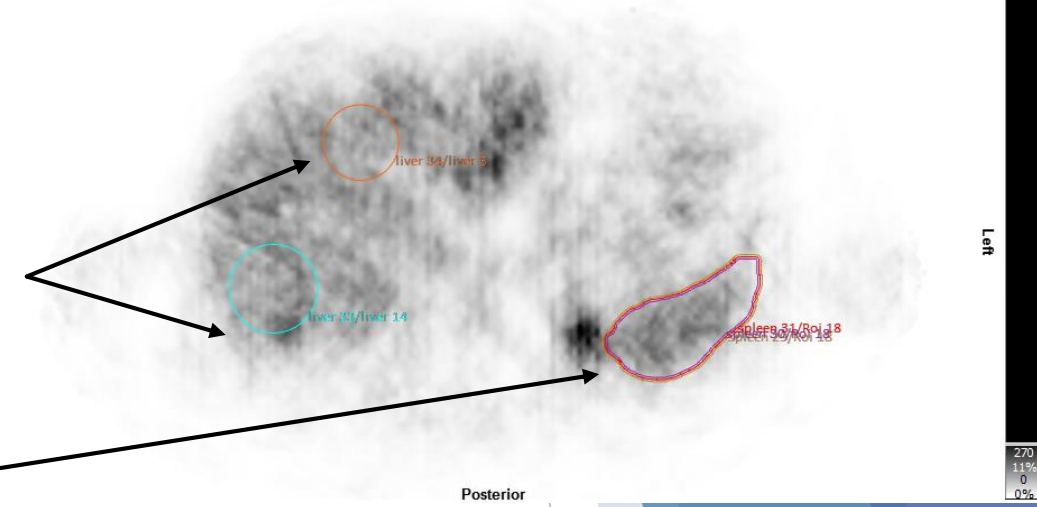
- ▶ Malé léze - 3 velká koncentrická VOI [8]

- ▶ Zahrnout všechnen spill out

- ▶ Bez PVE korekce

- ▶ Vynést závislost counts na objemu VOI, extrapolace do 0

- ▶ Intercept = lesion counts



[8]

[7] Gear et al., Eur J Nucl Med Mol Imaging 2018; 45(13)

[8] Carnegie-Peake et al., EJNMMI Phys 2022; 9(1)

Fyzikem v zahraničí aneb Radionuklidové terapie v UK

L. Vávrová¹, J. Taprogge², D. Prchalová³

Vavrova_L@ukw.de

Jan.Taprogge@rmh.nhs.uk

¹ Universitätsklinikum Würzburg

² Royal Marsden Hospital, London

³ FN Motol, Praha