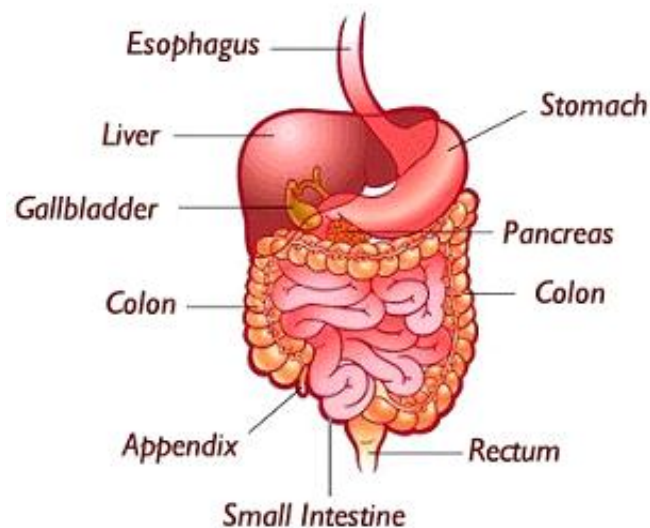


Stanovení radiální zátěže z vyšetření tlustého střeva pomocí ^{67}Ga -citrátu



Obsah prezentace

- Algoritmus vyšetření
- Odhad radiační zátěže pro jednotlivé diagnózy
 - Výpočet z patientských dat
 - Simulace zátěže pomocí matematické implementace
 - Stanovení konverzního faktoru
- Nejistoty výpočtu
- Porovnání s dalšími možnými vyšetřeními
- Závěr

Vyšetření transit time tlustého střeva

- Zácpa je poměrně časté „civilizační“ onemocnění
- Nutno rozlišit, zda se jedná o syndrom líného střeva, poruchu evakuace rectosigmoidea nebo poruchu v pravé části tlustého střeva příp. o pronesené střevo
- Respektuje přirozenou kinetiku tráveniny ve střevě
- Podle odborných článků nižší radiační zátěž než z rtg vyšetření střevní pasáže
- Zatím experimentální vyšetření, které v ČR provádí pouze RIP IKEM

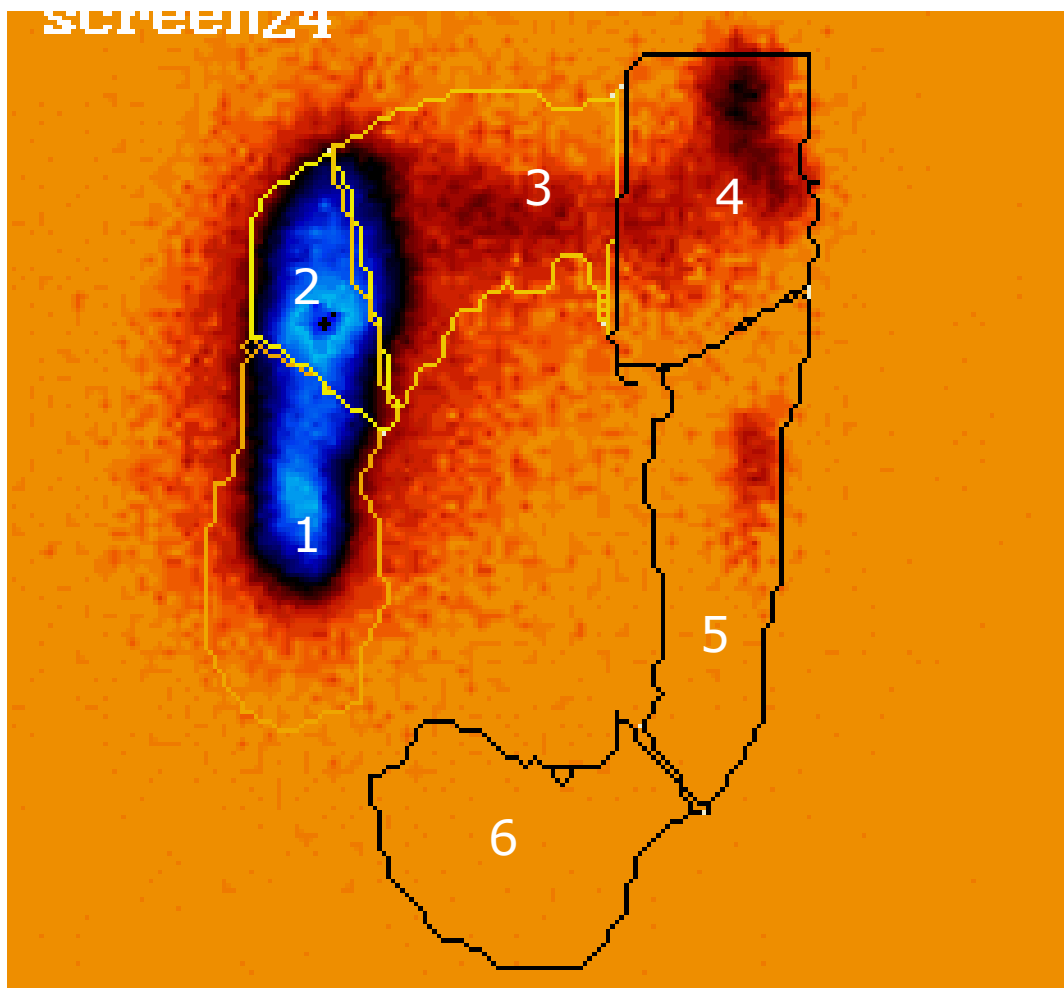
Algoritmus vyšetření

- použité radiofarmakum: ^{67}Ga -citrát 5 MBq, podání per os, zapití čajem
- vzhledem k nízké aktivitě měření pozadí pacienta před aplikací
- nejprve planární dynamická studie žaludku
- následuje 4-5 planárních scintigramů oblasti břicha (6, 24, 48, 72, popř. 96 hod)
- scintigramy z P a Z pohledu
- scintigram 600 s/snímek, matice 128x128, zoom 1,3

Zpracování scintigrafických dat

- subtrakce pozadí od všech scintigramů
- z párových P a Z obrazů vytvořen obraz geometrického průměru
- korekce na poločas přeměny
- vymezení ROI tlustého střeva na základě izokontur
- rozdělení ROI tlustého střeva na 6 specifických ROI (ascendent, hepatální ohbí, transversum, lienální ohbí, descendent, rectosigmoid)
 - definované ROI jsou shodné pro všechny scintigramy

Ukázka typického rozdělení ROI v tlustém střevě



Zpracování statistiky v jednotlivých ROI

ROI	screen#	Frame#	#Points	Max	Min	Avg	25-Apr-2007 07:53
00	000	000	3727	712	4	41	154823
01	000	000	667	712	8	221	147509
02	000	000	325	30	4	6	2165
03	000	000	743	17	4	1	1221
04	000	000	693	8	4	0	152
05	000	000	710	8	4	0	420
06	000	000	678	34	4	5	3858

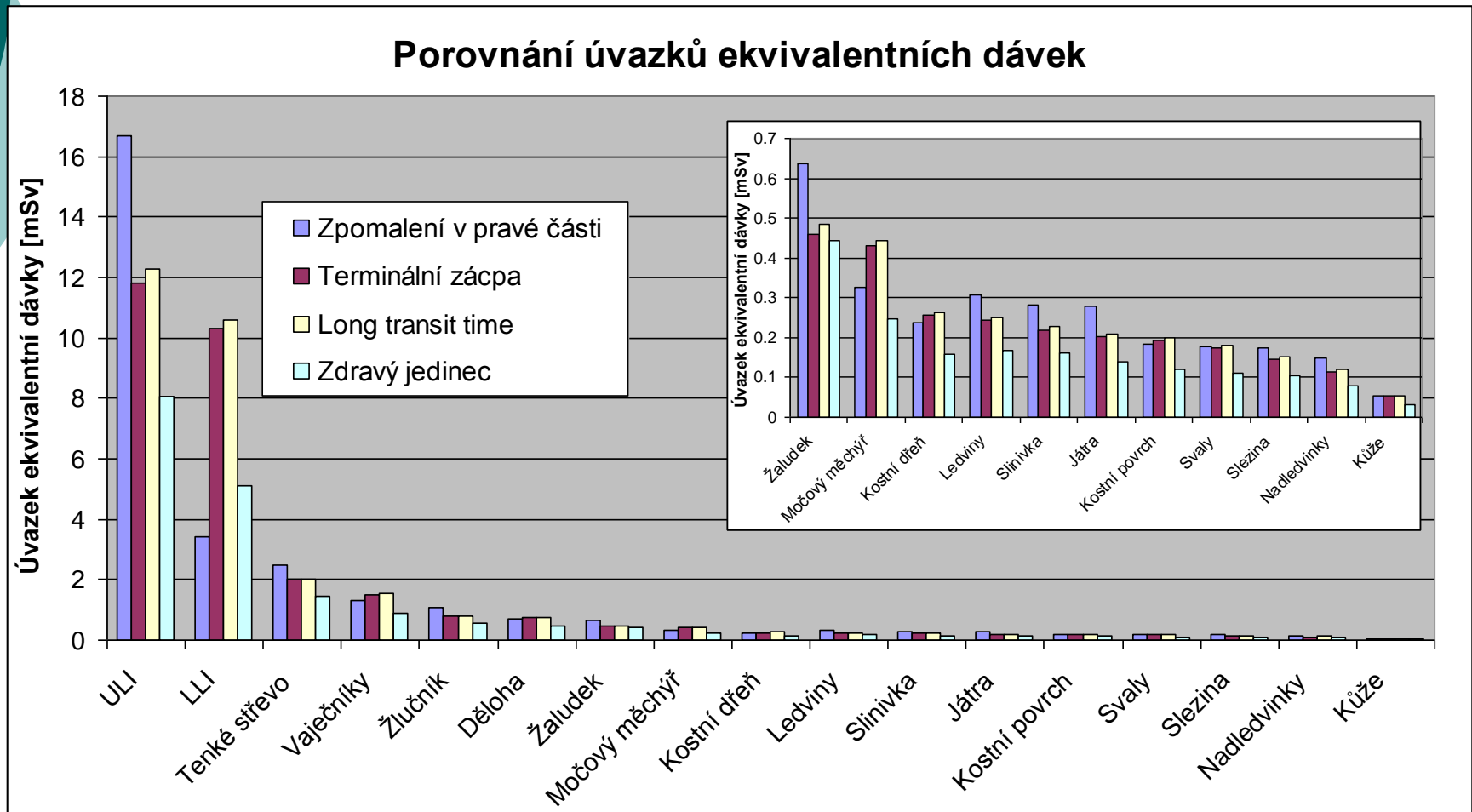
- v posledním sloupci celkový počet impulsů v ROI
- zhodnocení procentuálního rozložení aktivity v tlustém střevě

Přehled vypočtených dávek

Typ zácpy	Pohlaví	Počet pacientů	Úvazek efektivní dávky [mSv]			Nejvíce zatížený orgán	
			Min	Max	Střední hodnota	Orgán	Úvazek ekvivalentní dávky [mSv]
*LTT v pravé části střeva	ž	9	1.51	2.05	1.74 ± 0.22	ULI	16.61 ± 2.87
	m	2	1.36	1.46	1.41 ± 0.07	ULI	13.65 ± 0.07
Terminální zácpa	ž	4	1.74	1.97	1.84 ± 0.12	ULI	16.70 ± 1.60
						LLI	14.65 ± 0.25
	m	2	1.41	1.48	1.45 ± 0.05	ULI	9.18 ± 0.00
						LLI	12.00 ± 0.00
*LTT celkový	ž	7	1.48	1.72	1.65 ± 0.09	ULI	14.03 ± 1.97
	m	1	-	-	1.60 ± 0.00	ULI	11.5 ± 0.00
Normální průběh	ž	5	0.88	1.19	1.10 ± 0.13	ULI	8.08 ± 1.61
	m	2	1.08	1.13	1.11 ± 0.04	ULI	8.69 ± 0.18

* LTT – long transit time (zpomalení doby průchodu)

Úvazky ekvivalentních dávek v jednotlivých orgánech ženy po aplikaci 5MBq ⁶⁷Ga-citrátu



Matematická simulace radiační zátěže

- Vstupní data matematické simulace: doby pobytu tráveniny v jednotlivých kompartmentech
 - Zdravý pacient: použita data z modelu dle ICRP 100
 - Pacienti se zácpou: doby pobytu stanoveny ze scintigrafické studie
- Simulace provedena pro kompletní model biokinetiky galia
 - absorpce z tenkého střeva 0,1% z podané aktivity
 - doba simulace 84 hodin (střední doba, za kterou dojde ke kompletnímu vyprázdnění střeva pomocí projímadla)
- Implementace programem Mathematica (Wolfram Research)
- Na základě simulace stanoveny konverzní faktory

Konverzní faktory

Konverzní faktory převádějící aktivitu na úvazek efektivní dávky

Diagnóza	Pacientská data		Simulace	
	ICRP 60 [mSv/MBq]	ICRP 103 [mSv/MBq]	ICRP 60 [mSv/MBq]	ICRP 103 [mSv/MBq]
LTT v pravé části střeva	0.348	0.326	0.426	0.396
Terminální zácpa	0.368	0.338	0.428	0.386
LTT celkový	0.330	0.308	0.378	0.344
Normální průběh - muž	0.222	0.210	0.170	0.158
Normální průběh - žena	0.220	0.202	0.244	0.222

Konverzní faktory převádějící aktivitu na úvazek ekvivalentní dávky v nejvíce zatíženém orgánu

Diagnóza	Pacientská data		Simulace	
	Orgán	Ekvivalentní dávka [mSv/MBq]	Orgán	Ekvivalentní dávka [mSv/MBq]
LTT v pravé části střeva	ULI	3.32	ULI	3.74
Terminální zácpa	LLI	2.93	LLI	4.00
LTT celkový	ULI	2.86	LLI	2.66
Normální průběh - muž	ULI	1.62	LLI	1.35
Normální průběh - žena	ULI	1.74	LLI	1.81

Zdroje nejistot

- **Lidský faktor** – množství aplikovaného radiofarmaka, ulpívání radiofarmaka na stříkačce, dostatečné přiblížení kolimátoru k pacientovi
- **Použitý dozimetrický model** – soubor pacientům neodpovídá použitým fantomům
- **Sběr a zpracování dat** – počet scintigramů, lineární proklad, vyklenutý povrch pacienta, tvorba ROI
- Celková relativní směrodatná odchylka stanovení kumulované aktivity činí **55%**
 - největší vliv má nejistota aplikovaného množství radiofarmaka

Porovnání s možnými alternativními vyšetřeními

○ Vyšetření RTG

- požití kontrastních markerů (nastříhaná kontrastní cévka, bužírky, peletky)
- rtg snímky břicha po 3, 6, 12, 48, 72 hodinách (dle FN Brno)
- 1 snímek břicha ~ 1 mSv
→ celková efektivní dávka 5 mSv

○ Scintigrafie pomocí ^{111}In

- Úvazek efektivní dávky na jednotku aktivity oproti ^{67}Ga vyšší o 60-70%
- Lze podat nižší aktivitu při zachování stejné kvality obrazu (3 MBq), pak radiační zátěž srovnatelná
- In v nevstřebatelné formě drahé a obtížně dostupné

Závěr

- Úvazek efektivní dávky po aplikaci 5 MBq ^{67}Ga -citrátu perorálně $\leq 2 \text{ mSv}$
 - Odpovídá běžným vyšetřením s aplikací $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (např. perfuze plic, dynamická scintigrafie ledvin)
- Rozdíl v úvazku efektivní dávky v důsledku použití rozdílných tkáňových váhových faktorů (ICRP 60 a 103) je okolo 10%
- Pro ženy je E(50) o cca 25% vyšší než pro muže
- Vypočteny konverzní faktory
 - pro zdravého jedince dobrá shoda s hodnotou uvedenou ve Vyhlášce o radiační ochraně (0,19 mSv/MBq)
 - Pro pacienty se zácpou typicky $0,41 \text{ mSv/MBq}$, nejvíce zatíženým orgánem ULI
- Do budoucna nutný přepočít na základě nového dozimetrického modelu a podrobná analýza nejistot



Děkuji Vám za pozornost...

**IKE
M**