

NUKLEÁRNÍ NEFROLOGIE

Kateřina Michalová

Nukleárně medicínské diagnostické metody

Neinvazivní metody
dovolují sledování funkce

Informace o morfologii
odvozena od zobrazení funkčního parenchymu

Většinou doplňuje nebo upřesňuje výsledky
morfologických metod - sono, RTG

Metody nukleární nefrologie

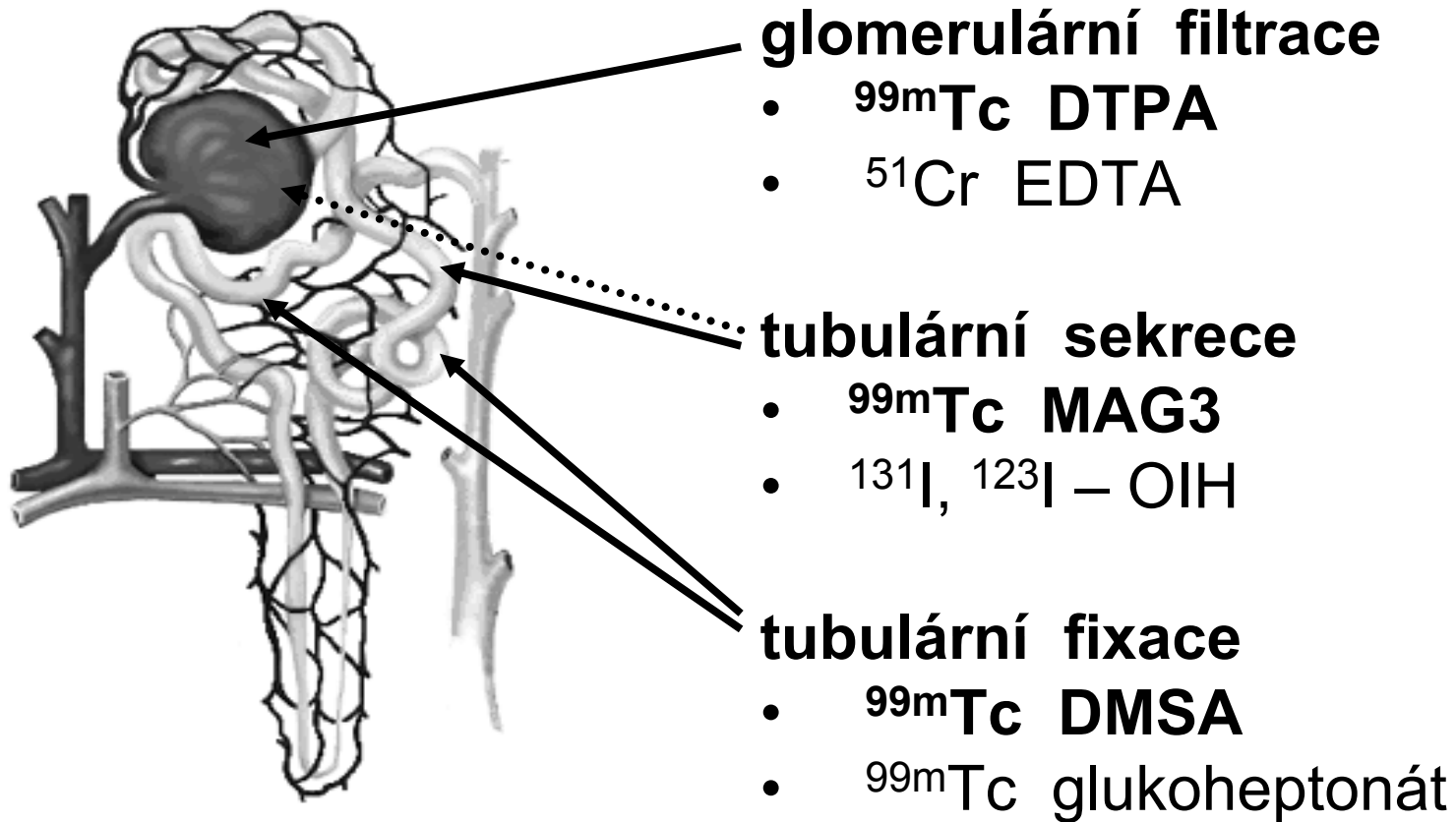
- 1. Dynamická scintigrafie ledvin**
- 2. Statická scintigrafie ledvin**
- 3. Radioizotopová cystografie**
- 4. Clearancové techniky**

Dynamická scintigrafie ledvin

objektivizuje intra- a postrenální kinetiku
nitrožilně podaného radiofarmaka
pomocí gamakamery spojené s počítačem

- Indikátory**
- a) vylučované tubulární sekrecí**
99mTc-MAG3 merkaptoacetyltriglycin
131I -, 123I-ortojodhippuran sodný
 - b) vylučované glomerulární filtrací**
99mTc-DTPA kyselina
diethylentriaminpentaoctová

Mechanismus akumulace radiofarmak



Dynamická scintigrafie ledvin

Akumulace diagnostika

úměrná - velikosti funkční tubulární masy (MAG3)
- a průtoku krve (plazmy) - nabídce indikátoru

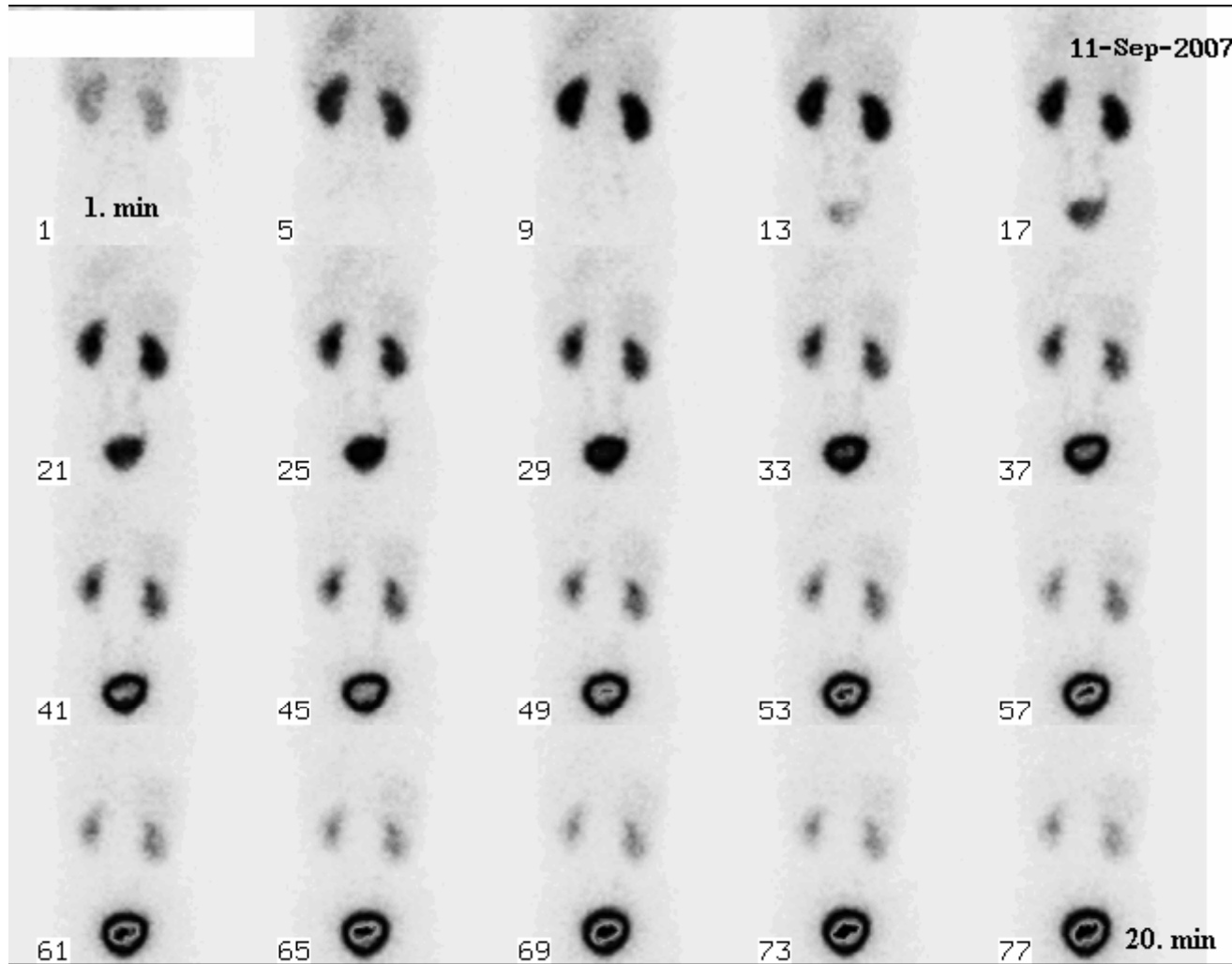
Příprava **zavodnění 0,5 l tekutin**

Provedení dynamická scintigrafie ledvin
ihned po i.v. aplikaci diagnostika
v poloze vsedě nebo **vleže**

Doba vyšetření **20 - 30 minut**



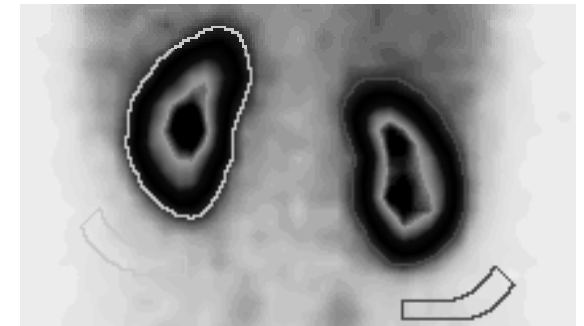
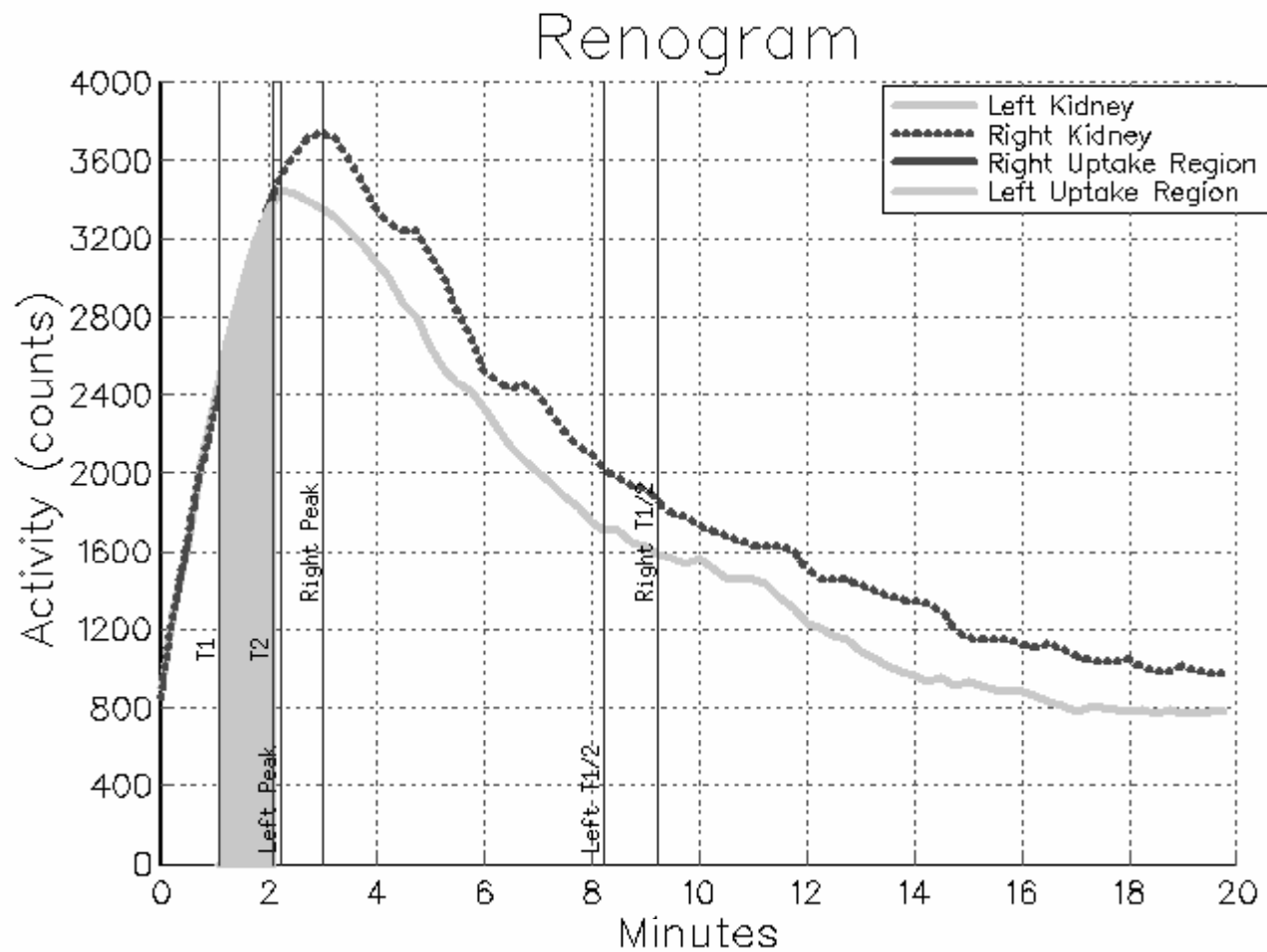




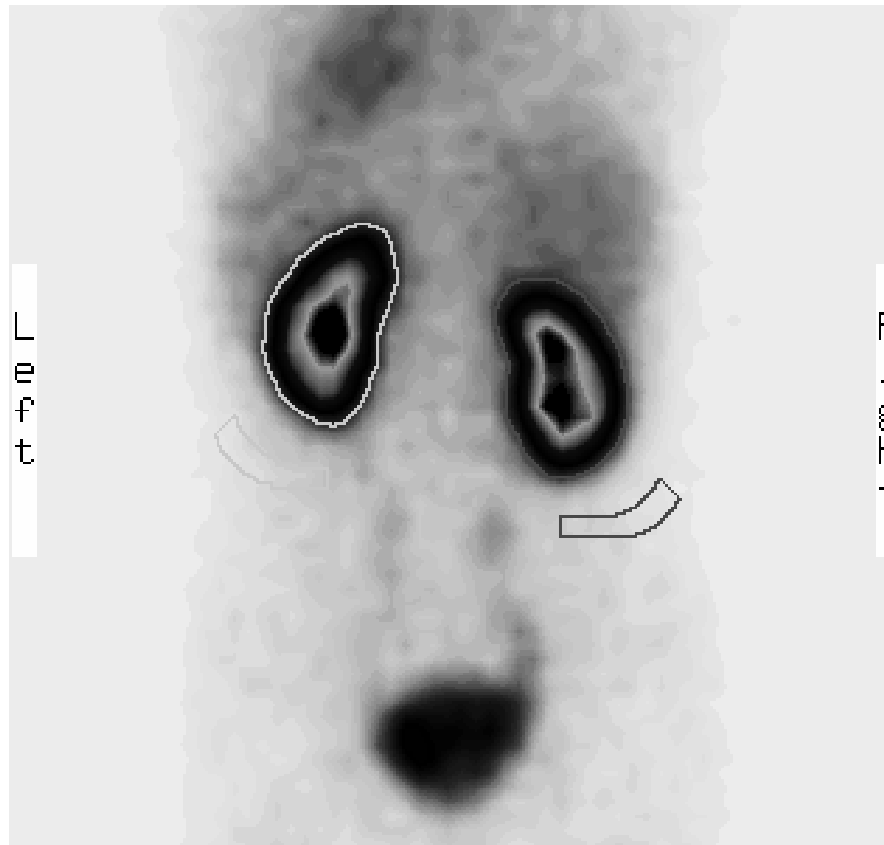
Hodnocení:

- vizuelní
- poloha
- tvar
- distribuce RF
- dilatace pánvičky a ureterů

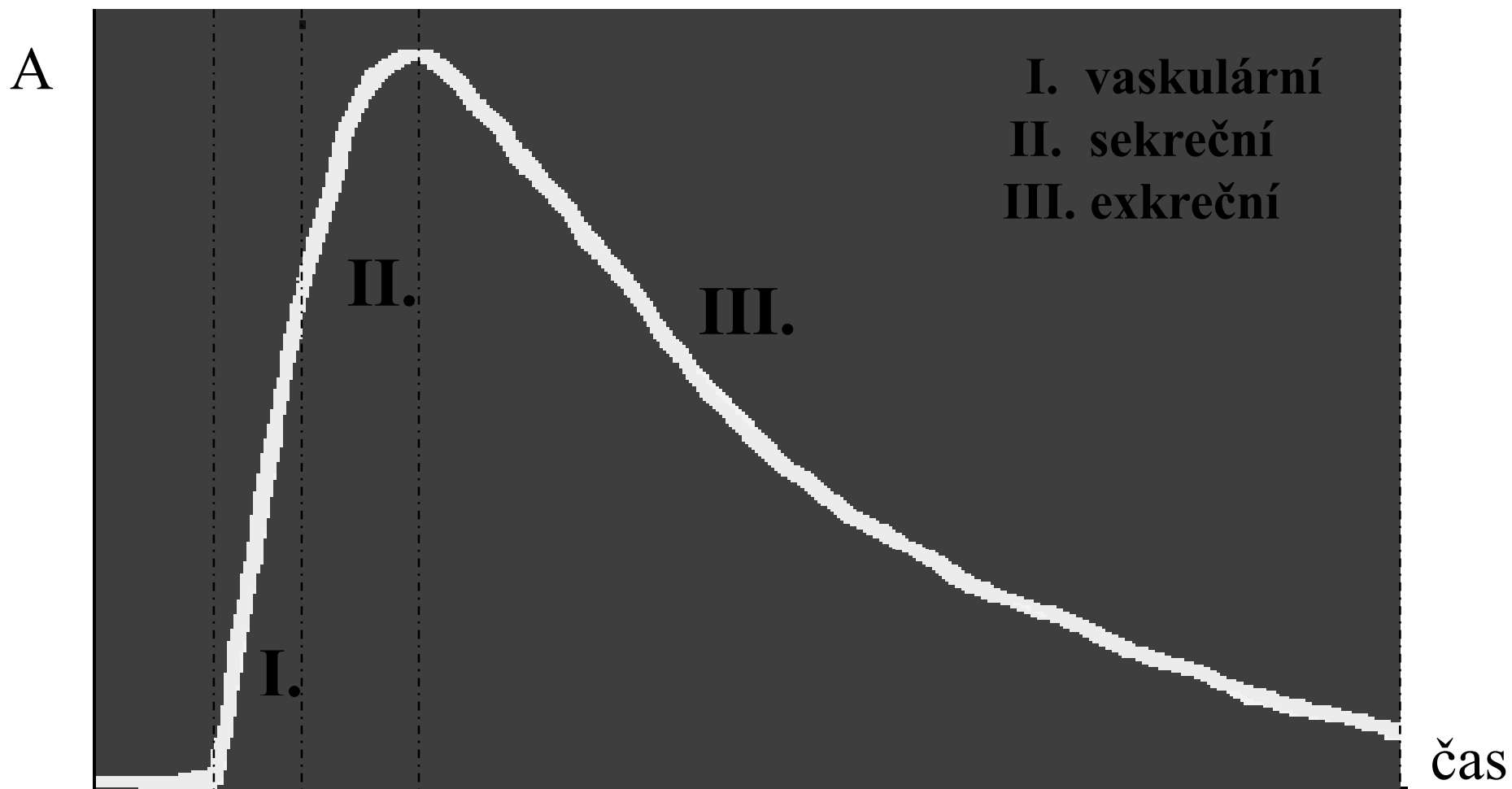
- nefrografické křivky



- výpočet relativního % podílu ledvin na celkové funkci
fyziologické rozmezí - 45 - 55%

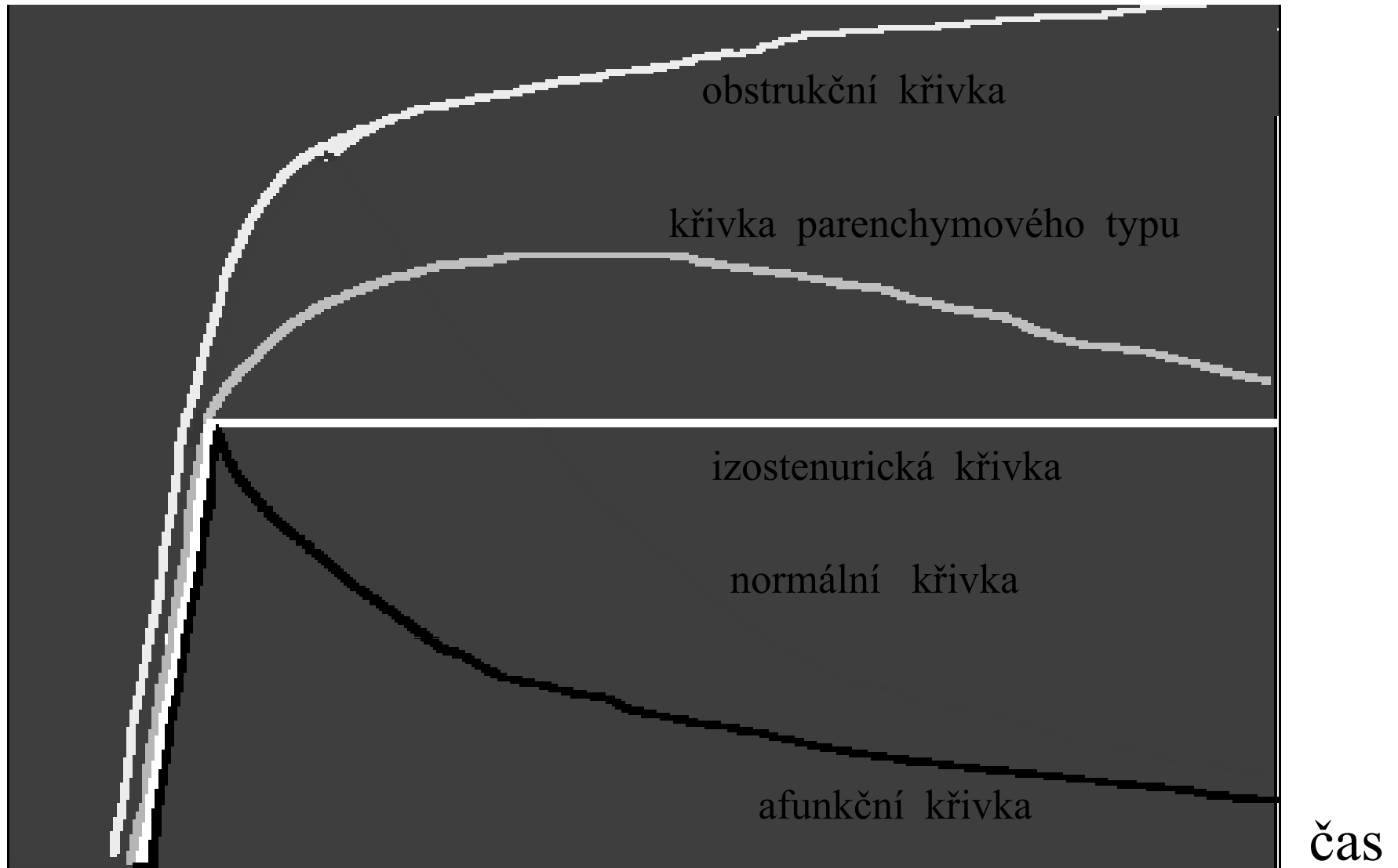


Normální nefrografická křivka



Základní typy nefrografických křivek

A



Dynamická scintigrafie ledvin

Indikace

Orientační informace o tvaru, velikosti, poloze ledvin a jejich makrostruktuře

Aproximativní posouzení GF (99mTc-DTPA) nebo tubulární funkce (99mTc-MAG3)

Určení podílu jednotlivé ledviny na celkové funkci

Informace o odtokových poměrech z dutého systému ledviny

Diagnostika stavu transplantované ledviny

Furosemidový test + Dynamická scintigrafie ledvin

Opakovaná DSL po i.v. aplikaci Furosemidu
(bez aplikace diagnostika)

Furosemid - 1mg/kg do max. dávky 20mg (40 mg dle *SNM)

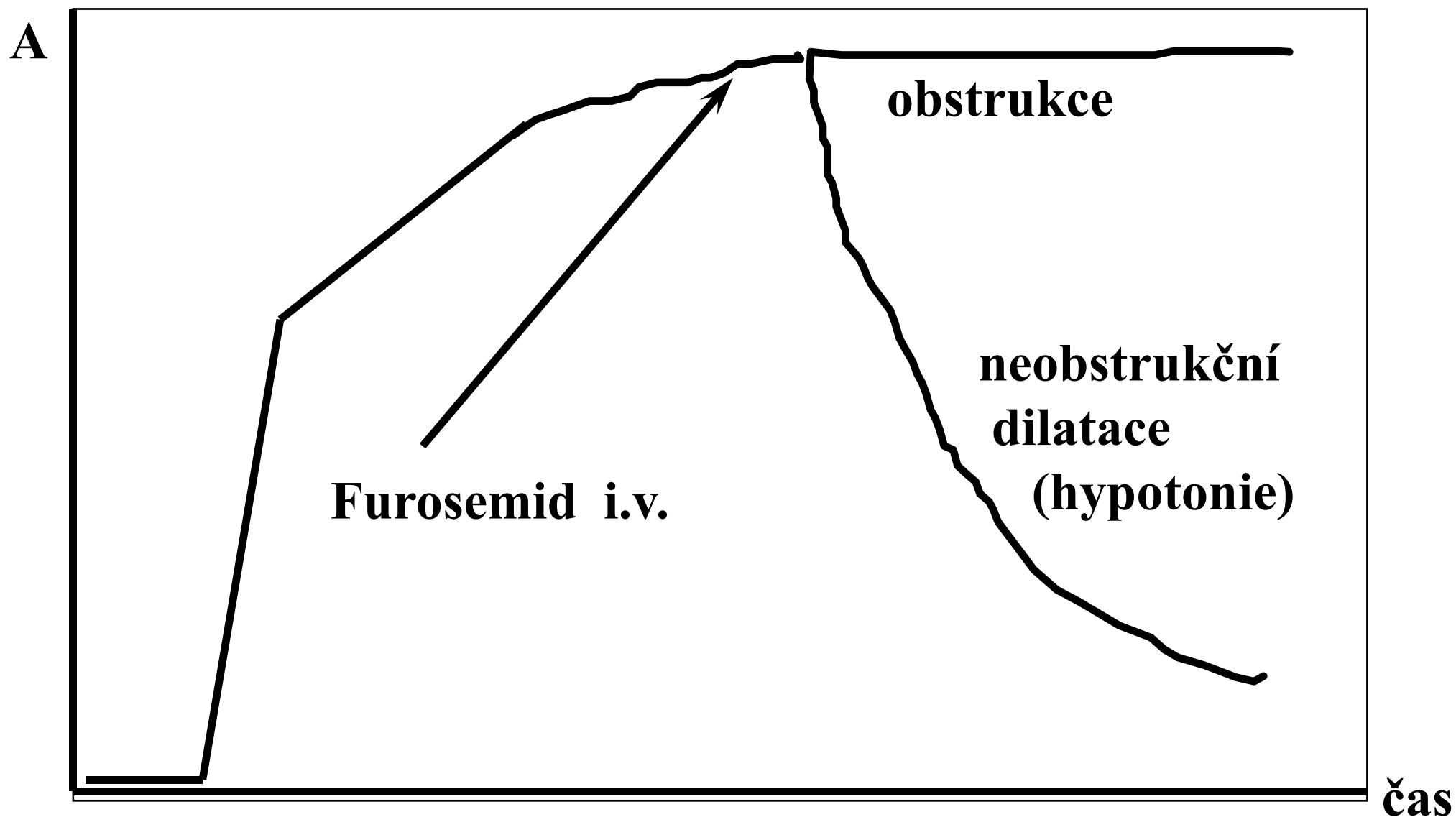
*Odpověď nefrografických křivek na Furosemid

rychlá - $T_{1/2} < 10$ ti minut = absence obstrukce

nedostatečná - $T_{1/2} > 20$ minut = obstrukce

$T_{1/2} 10 - 20$ minut = nejistý nález

*Society of Nuclear Medicine Procedure Guideline for Diuretic Renography in Children

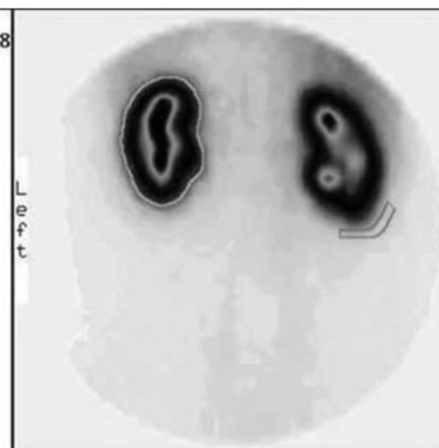
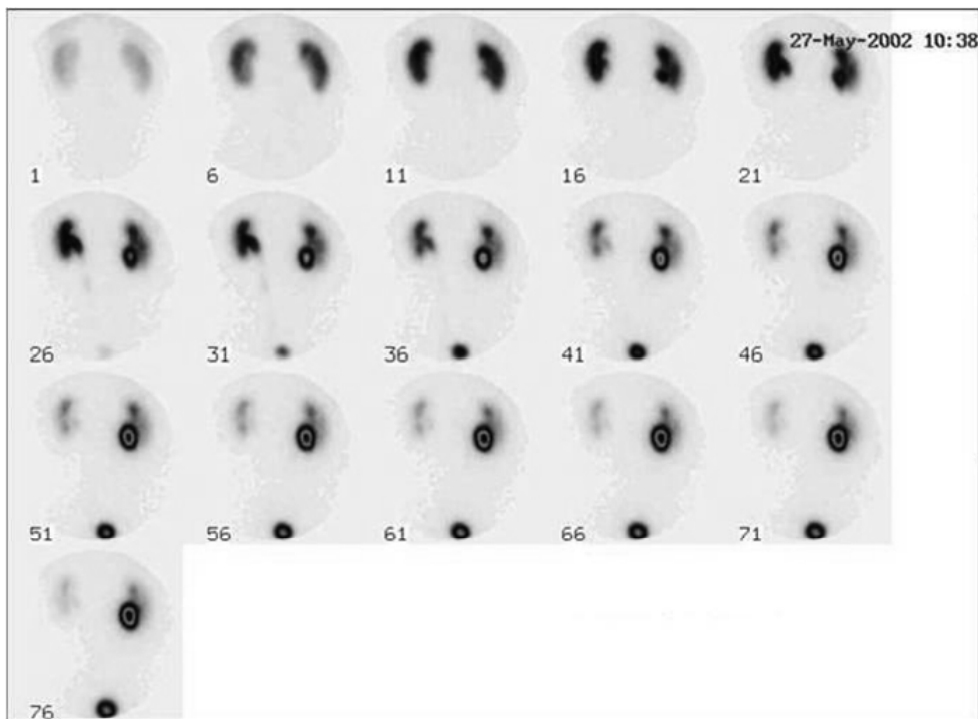


Furosemidový test + Dynamická scintigrafie ledvin

Indikace

Odlišení obstrukční či neobstrukční dilatace pánvičky
prokázané jinými dg. modalitami (USG)

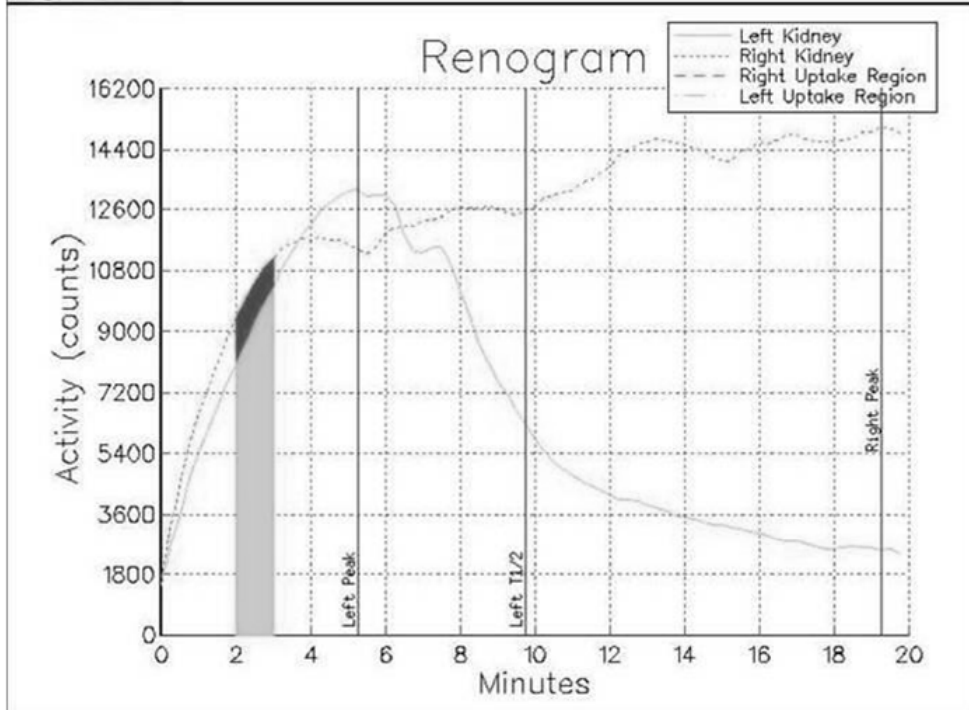
Ověření významnosti odtokové poruchy

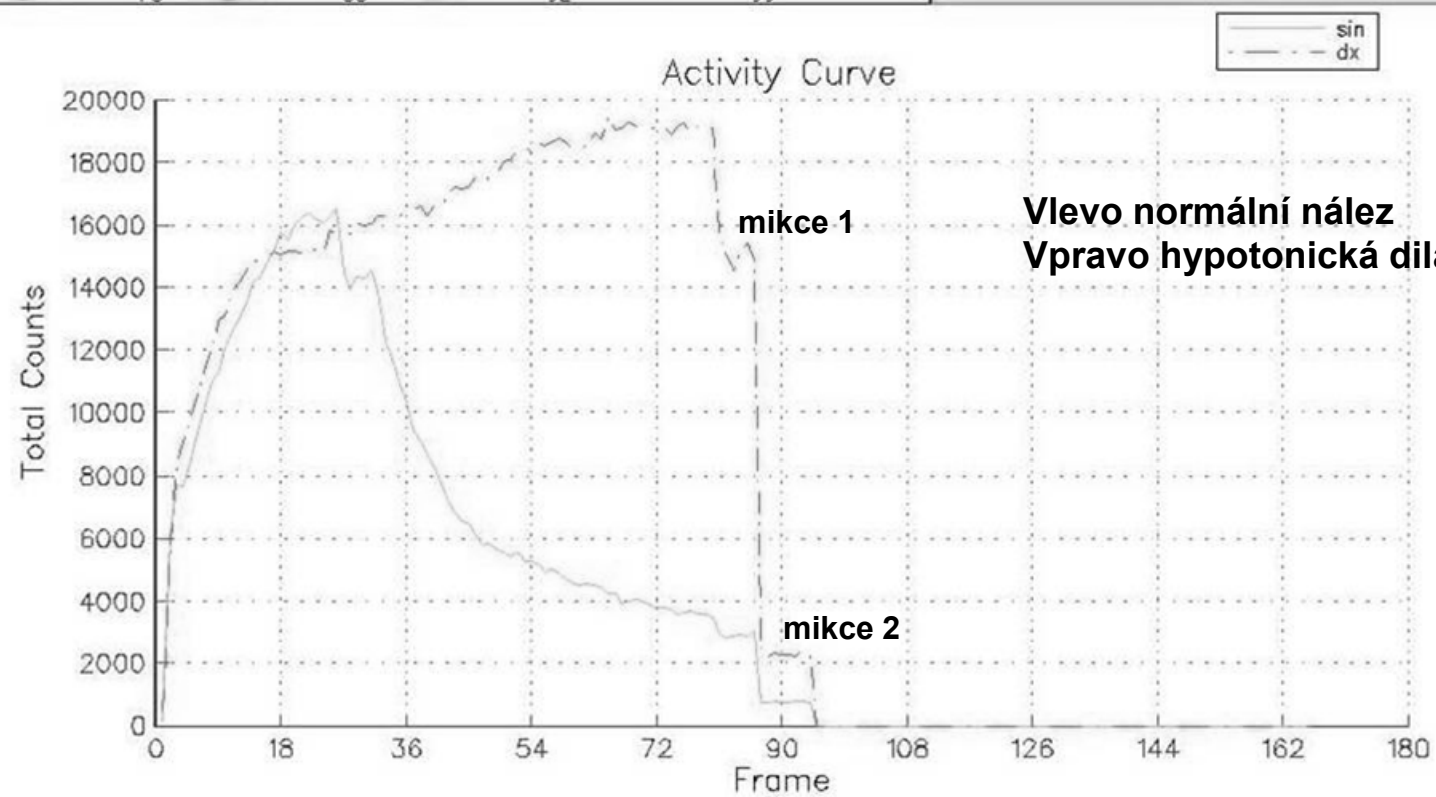
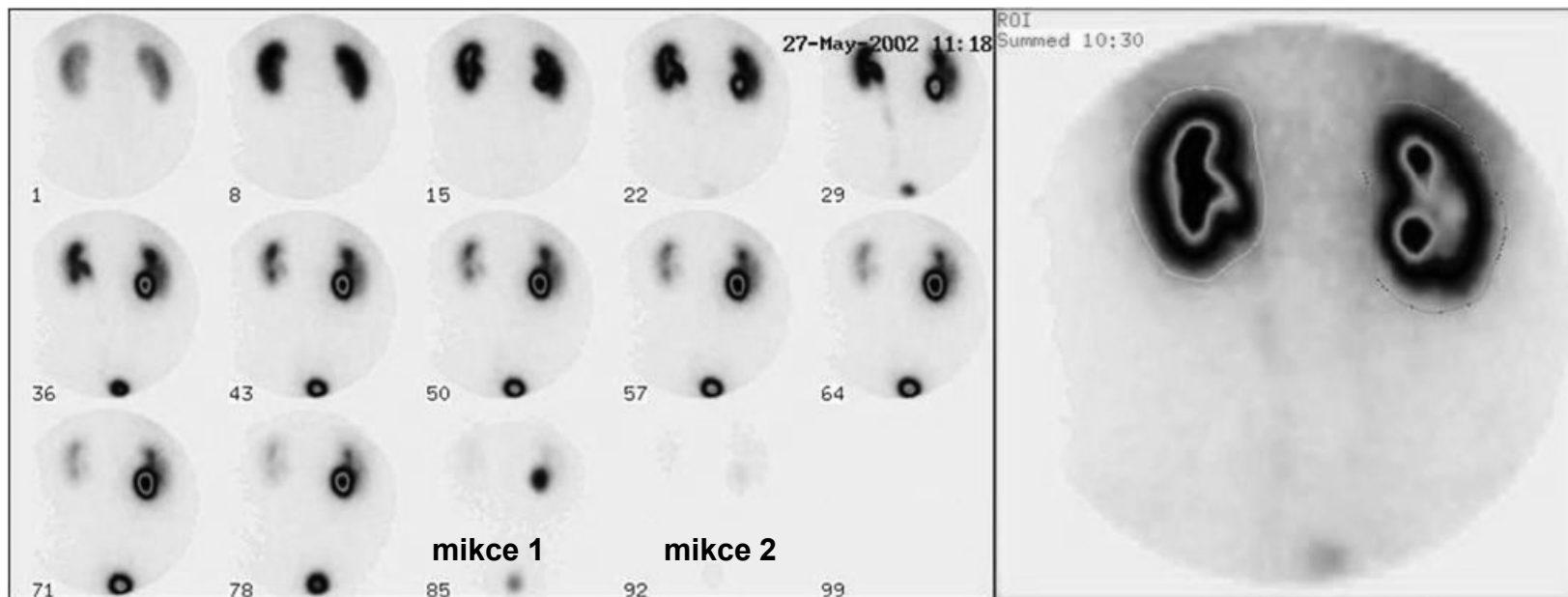


Name:
Institution:
Isotope: Tc-99m
Sample Time (sec): 15

Kidney:	Left	Right
Peak Time (min):	5.25	19.25
Peak Count (total cnts):	13187.63	15054.78
T1/2(PK) (min):	4.50	(31.68)
20-min/max activity ratio:	N/A	N/A
Kidney Area (pixels):	200	223
Bkgrd Area (pixels):	25	25

Split Uptake:	Left	Right
Area (%):	47.05	52.95
Time interval (min):	2.00 to 3.00	

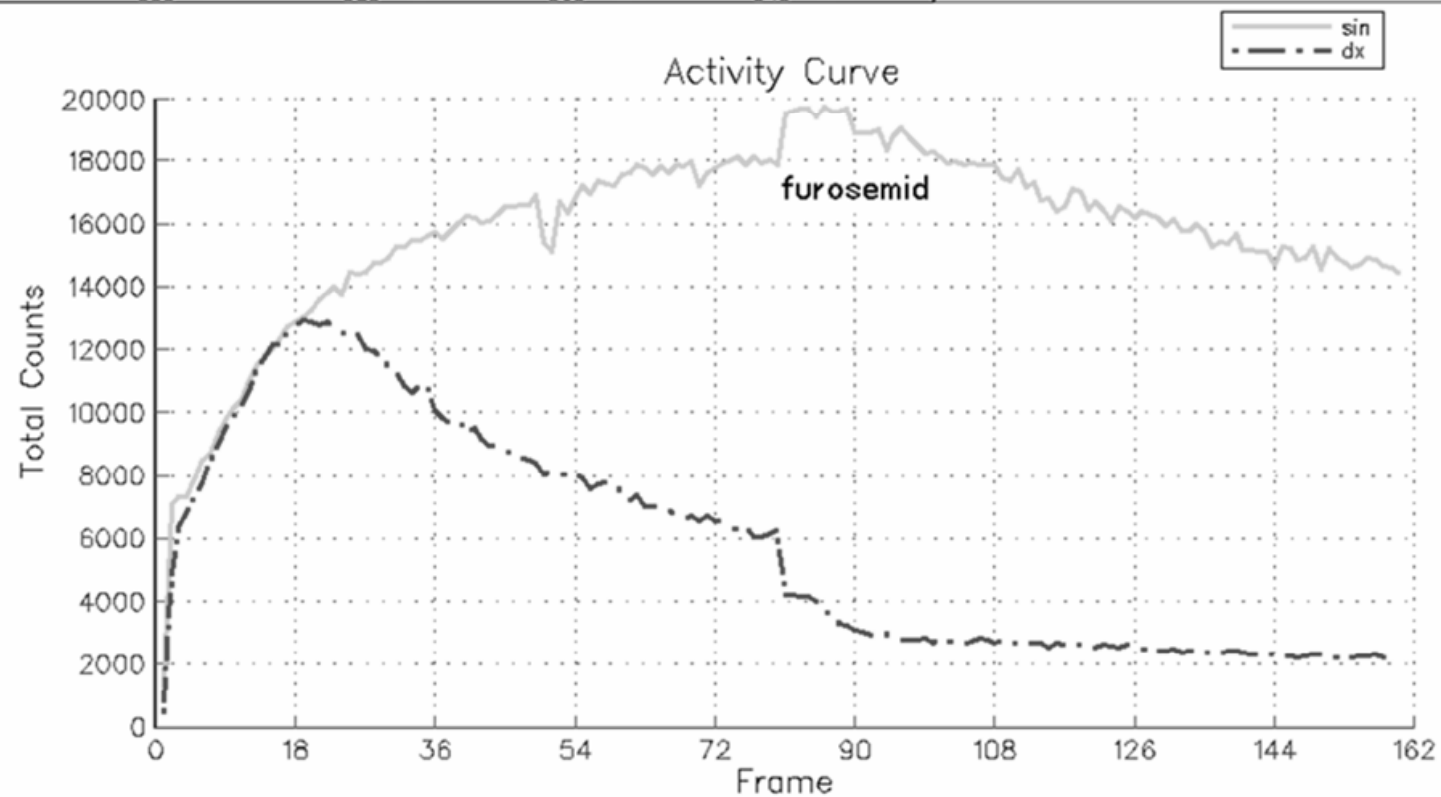
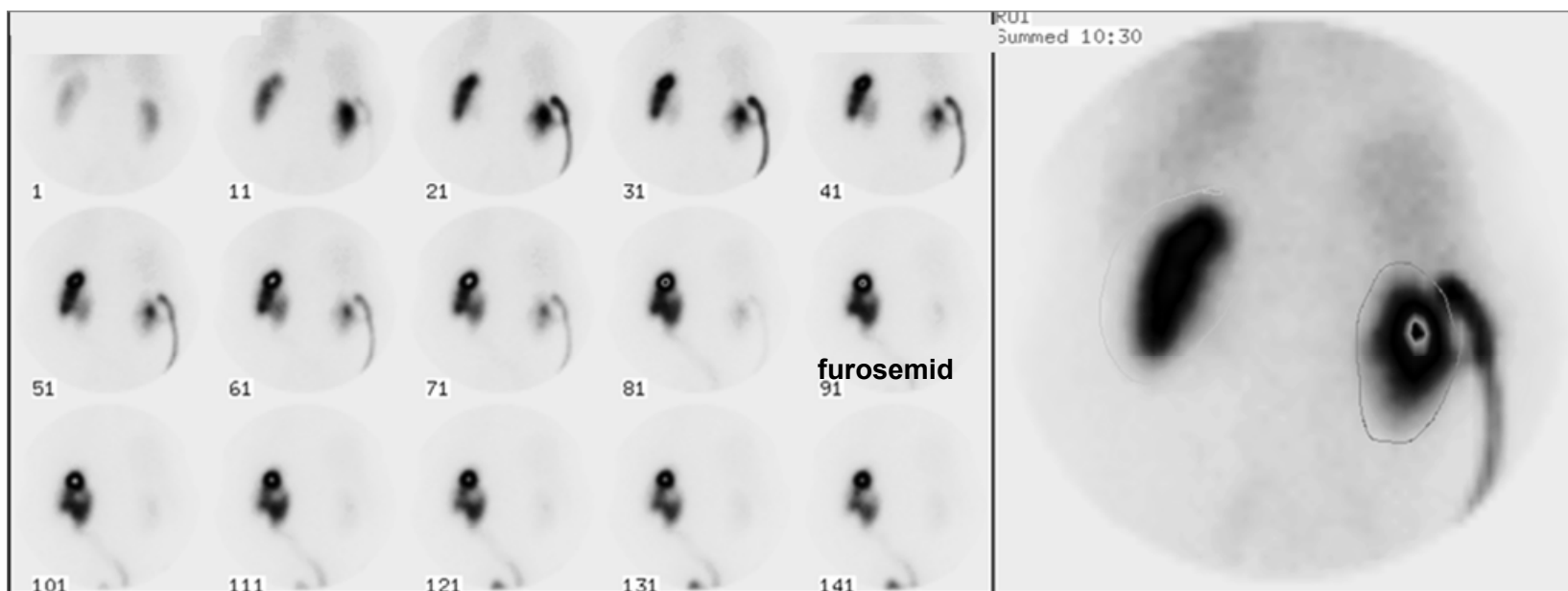




Vlevo normální nález
Vpravo hypotonická dilatace

Vpravo volný
odtok moči
nephrostomií

Vlevo
susp. významná
obstrukce



Captoprilový test + Dynamická scintigrafie ledvin

Opakovaná DSL po p. o. podání Captoprilu (blokátoru ACE)

Captopril 25 - 50 mg - 1 hodinu před DSL

Příprava nalačno - dobrá hydratace (1/2 l 60 min. před DSL)
stanovení iontů a kreatininu v séru
provedení bazální a kaptoprilové studie v 1 nebo 2 dnech
Vysadit léky:
ACE inhibitory 3 - 7 dní (dle poločasu)
Blokátory angiotenzin II receptorů - losartan
Diuretika - 3 dny
Antagonisty kalcia - 24 hodin
Antihypertenziva - v den vyšetření - u vážné hypertenze ne!

Captoprilový test

Indikace

diagnóza renovaskulární hypertenze

Cílem

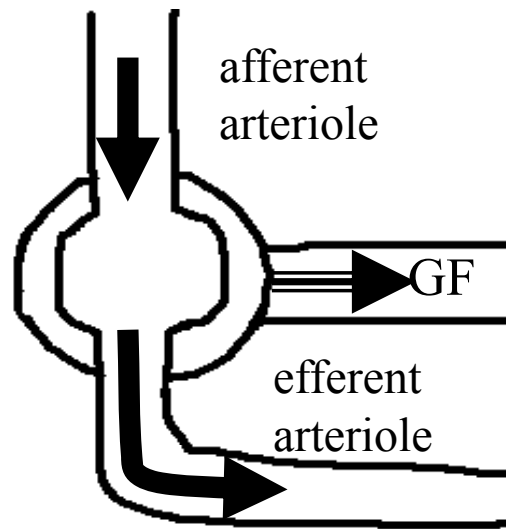
**screeningového testu je vyhledat pacienty,
u nichž je stenóza renální arterie příčinou hypertenze**

Senzitivita a specificita

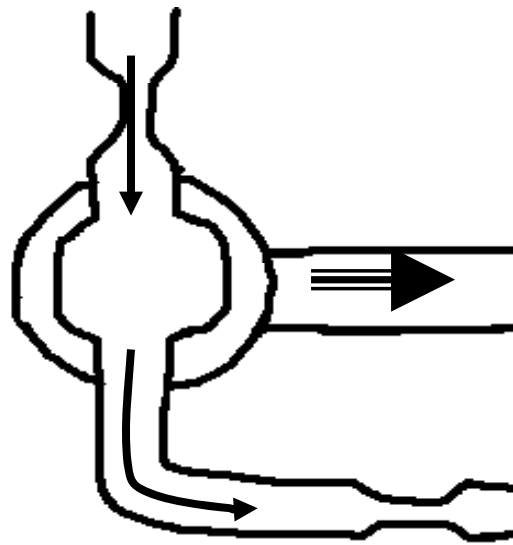
90%

při normálních renálních funkcích

Patofyziologie renovaskulární hypertenze a farmakologický účinek Captoprilu



Normální
perfúze
glomerulu



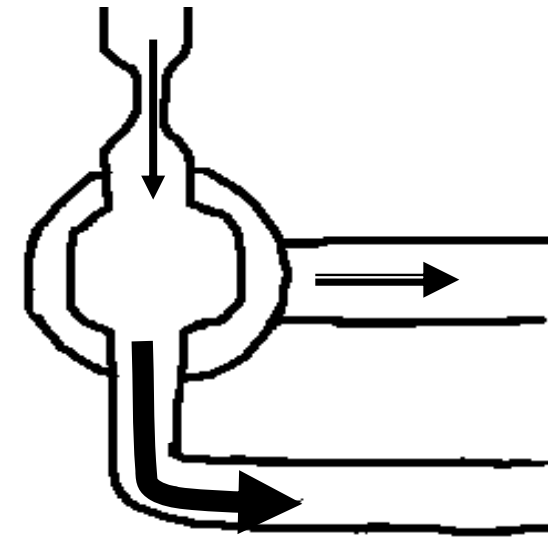
Stenóza renální tepny

renin

angiotenzinogen

angiotenzin I

↑ ACEI (Inhibitory enzymu konvertujícího angiotenzin)
angiotenzin II



Captopril

Captoprilový test

Interpretace

Je-li předtestová pravděpodobnost 10 - 30 % - mírné až střední riziko -
je pravděpodobnost renovaskulární hypertenze

Nízká (méně než 10 %)

při normální ACEI renografii, je-li bazální studie abnormální a zlepšuje se po ACEI

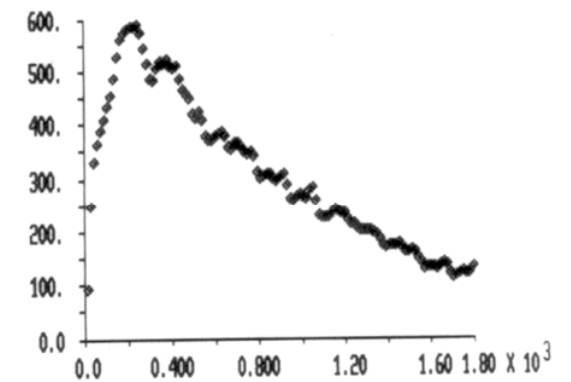
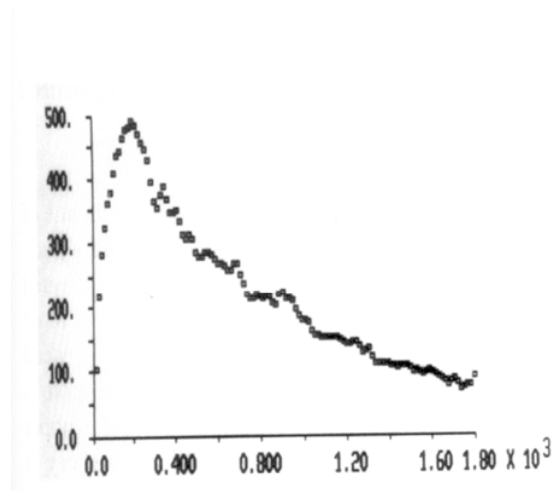
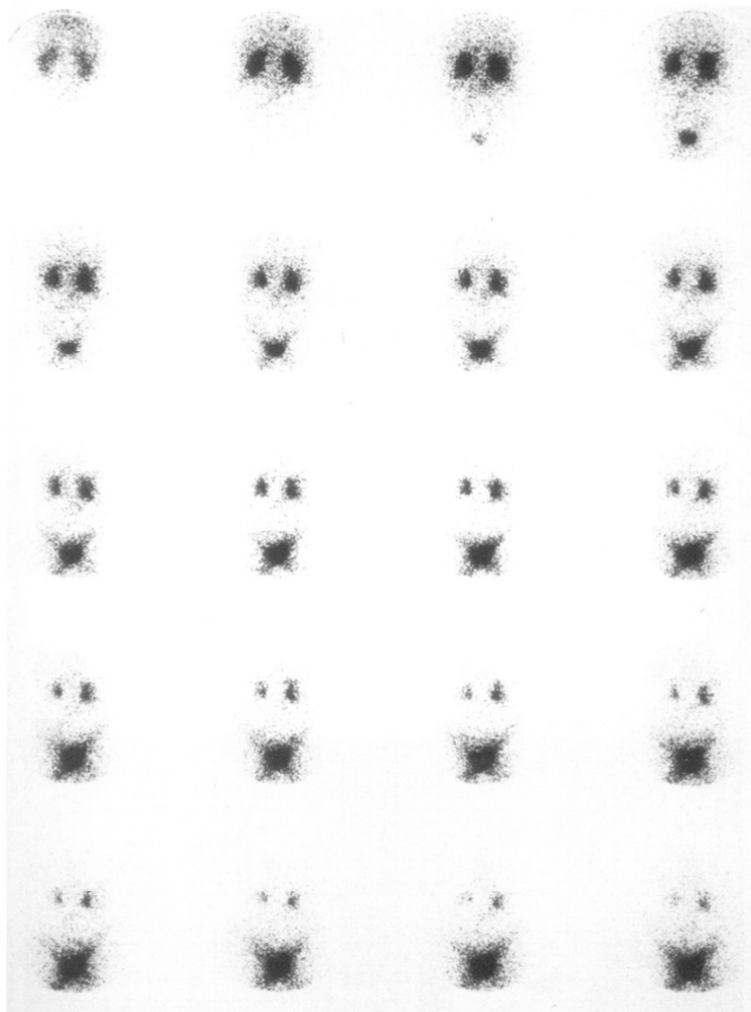
Střední

abnormální bazální studie, po ACEI se nemění,
často zahrnuje pacienty s ischemickou nefropatií jedné nebo obou ledvin

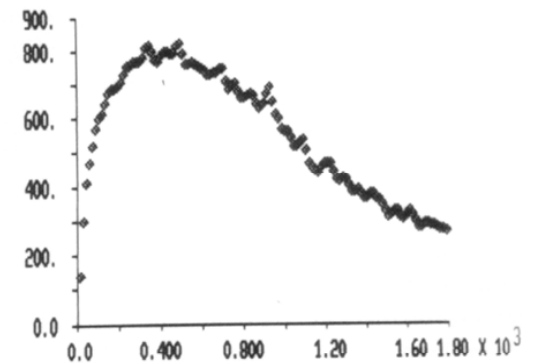
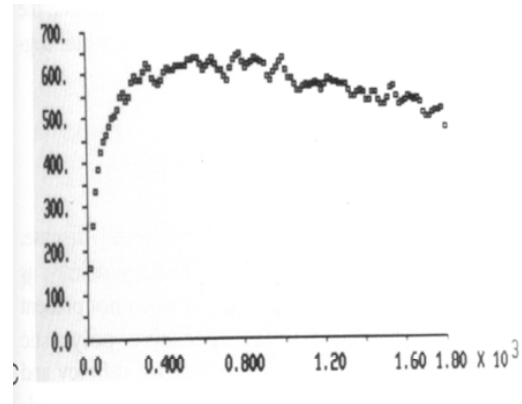
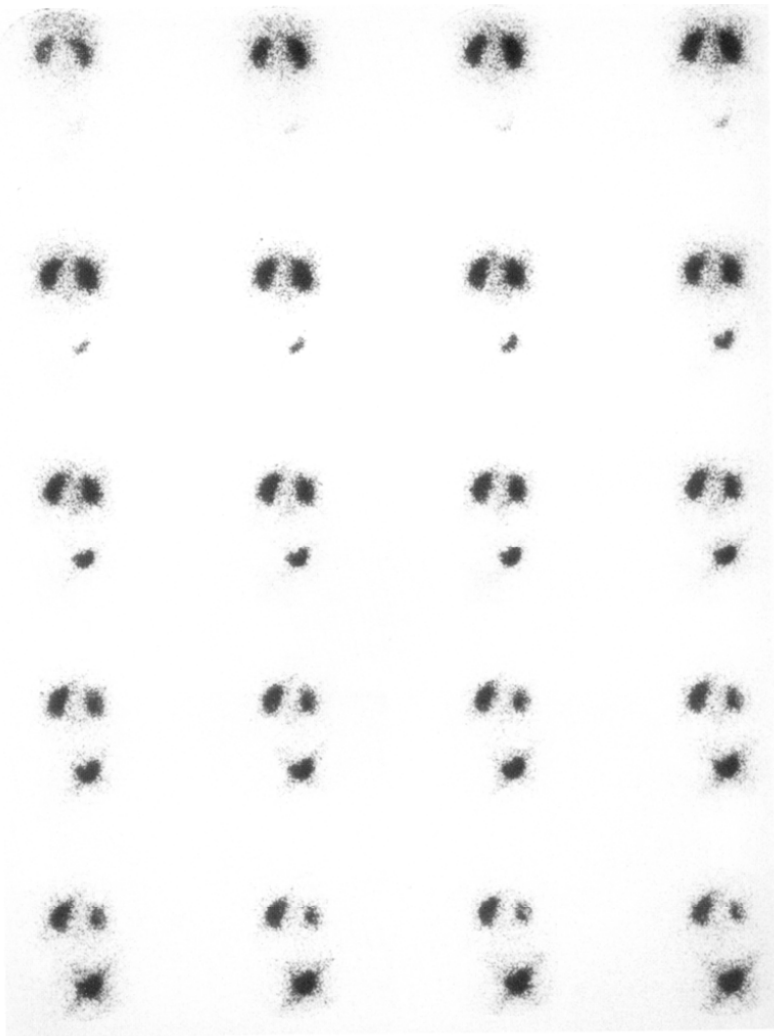
Vysoká (více než 90%)

je-li významná změna renografické křivky po ACEI ve srovnání s bazální studií

Dítě s hypertenzí s oboustrannou stenózou renálních arterií základní studie



Dítě s hypertenzí s oboustrannou stenózou renálních arterií po podání captoprilu



Statická scintigrafie ledvin

zobrazuje intrarenální distribuci radiofarmaka,
které je po nitrožilním podání vychytáváno tubulárními buňkami
a po určitou dobu v nich akumulováno

Indikátory **^{99m}Tc -DMSA dimerkaptojantarová kyselina**
 ^{99m}Tc -glukonát, glukohexonát

Statická scintigrafie ledvin

Příprava

žádná

u neklidných malých dětí sedace

Provedení

statické snímky

(ANT, POST, RPO, LPO projekce)

SPECT

interval mezi podáním radiofarmaka a
snímáním minimálně 2,5 hodin

pouze malá exkrece do moči (větší radiační
zátěž ve srovnání s DSL !!!)

Statická scintigrafie ledvin

Indikace u dětí

1. Akutní pyelonefritida
2. Renální jizvy
3. Relativní podíl funkční tubulární masy a zhodnocení funkční stranové asymetrie
4. Diagnóza solitární ledviny či ektopické ledviny (v pánvi)
5. Podkovovitá či pseudopodkovovitá ledvina
6. Alergie na jódové kontrastní látky

Statická scintigrafie ledvin

Akutní pyelonefritida

Detekuje 2x více defektů než US
4x více defektů než IVU

CT - obdobná senzitivita, ale vyšší radiační zátěž
a riziko reakce na kontrastní látky

MRI - stejná senzitivita, ale drahá metoda

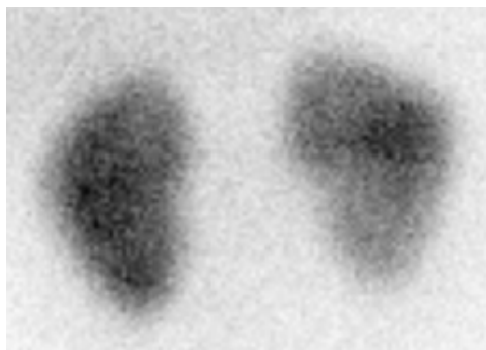
Statická scintigrafie ledvin

Další možné indikace

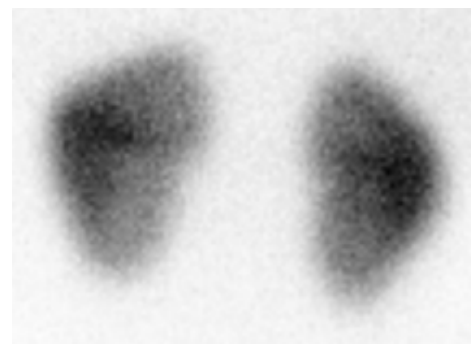
Diagnostika funkčního postižení při traumatu ledviny,
monitorování jeho reparace

Průkaz funkčního rezidua svráštělé ledviny,
ageneze ledviny, hypoplazie či ověření rtg němé ledviny

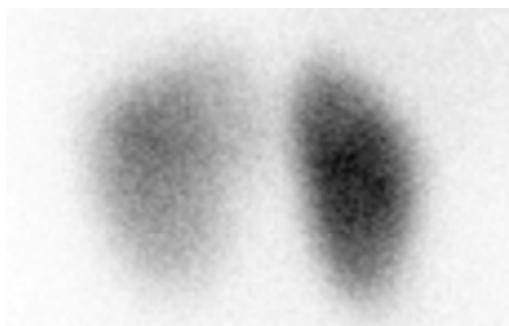
Normální nález



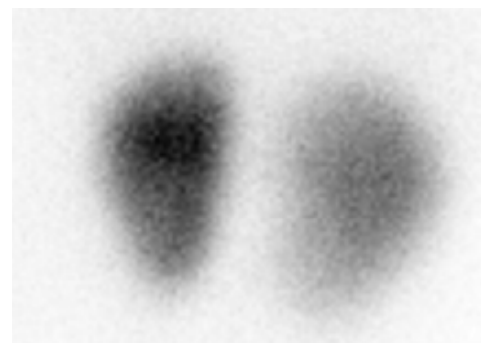
ANT



POST

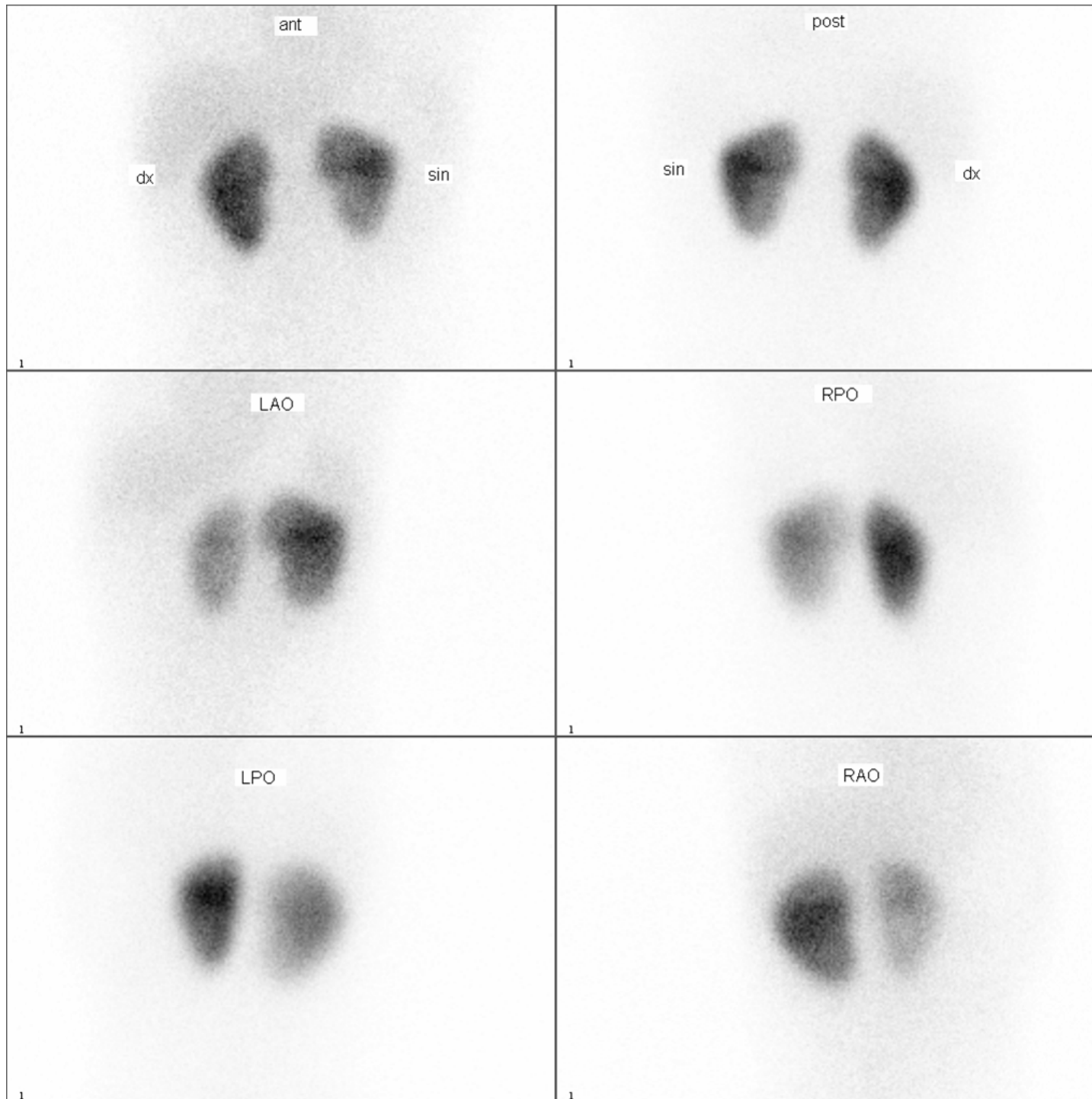


RPO



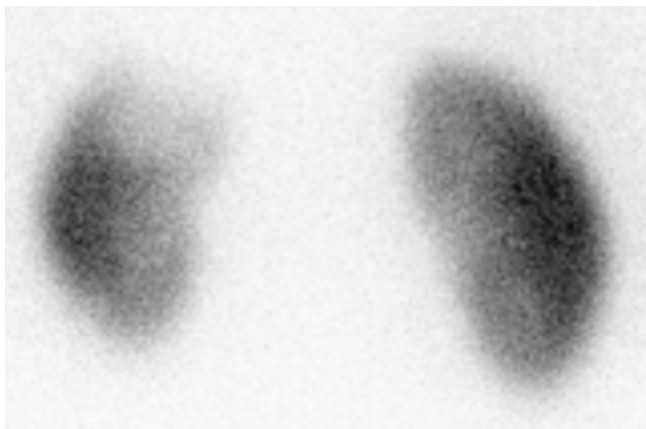
LPO

2. LF a FN Motol



Hodnocení nálezu

- počet ledvin
- poloha
- velikost
- tvar
- distribuce radiofarmaka v parenchymu
- výpočet podílu ledvin na celkové funkci

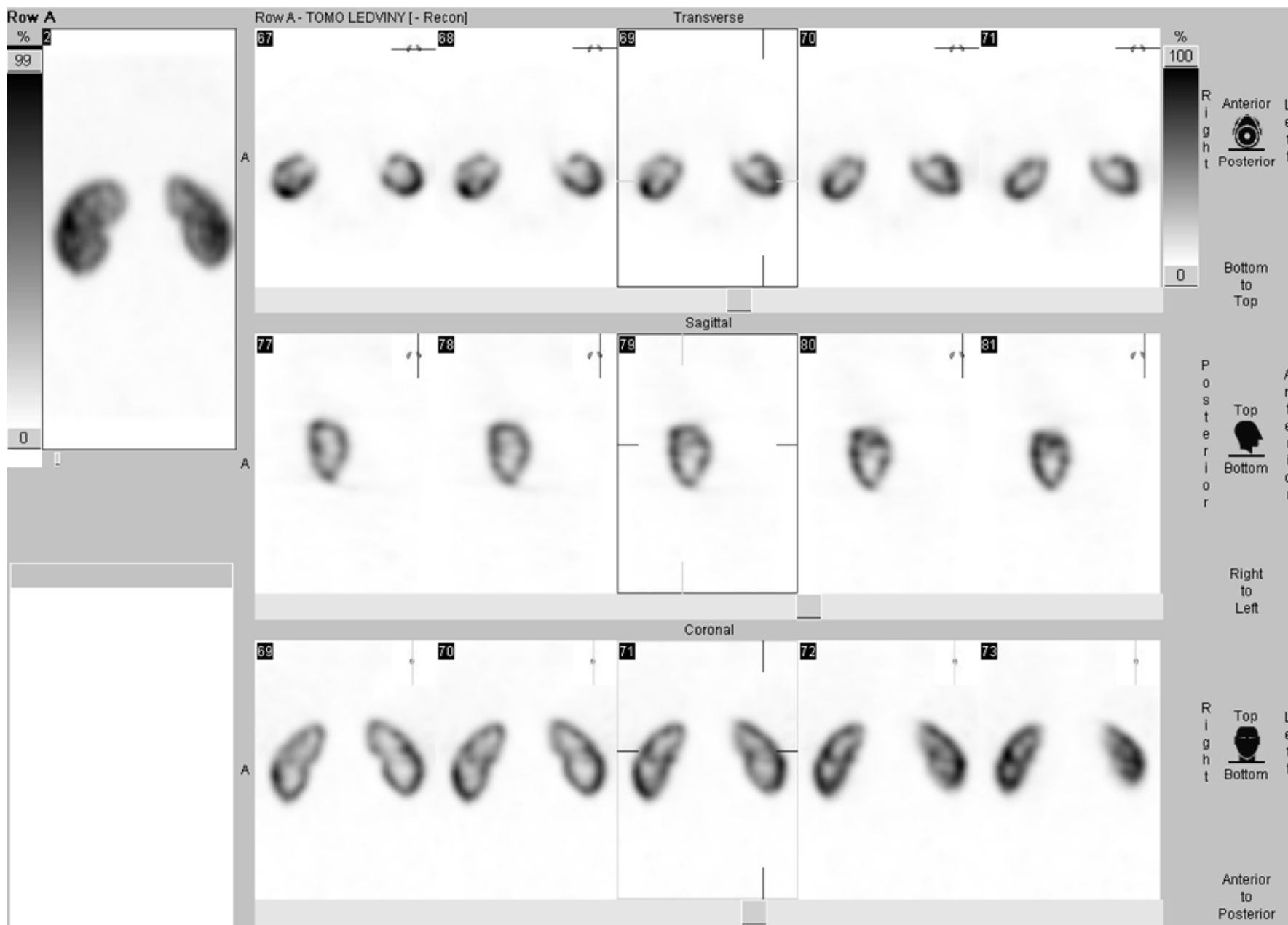


tumory, cysty, abscesy, záněty, hematomy

....

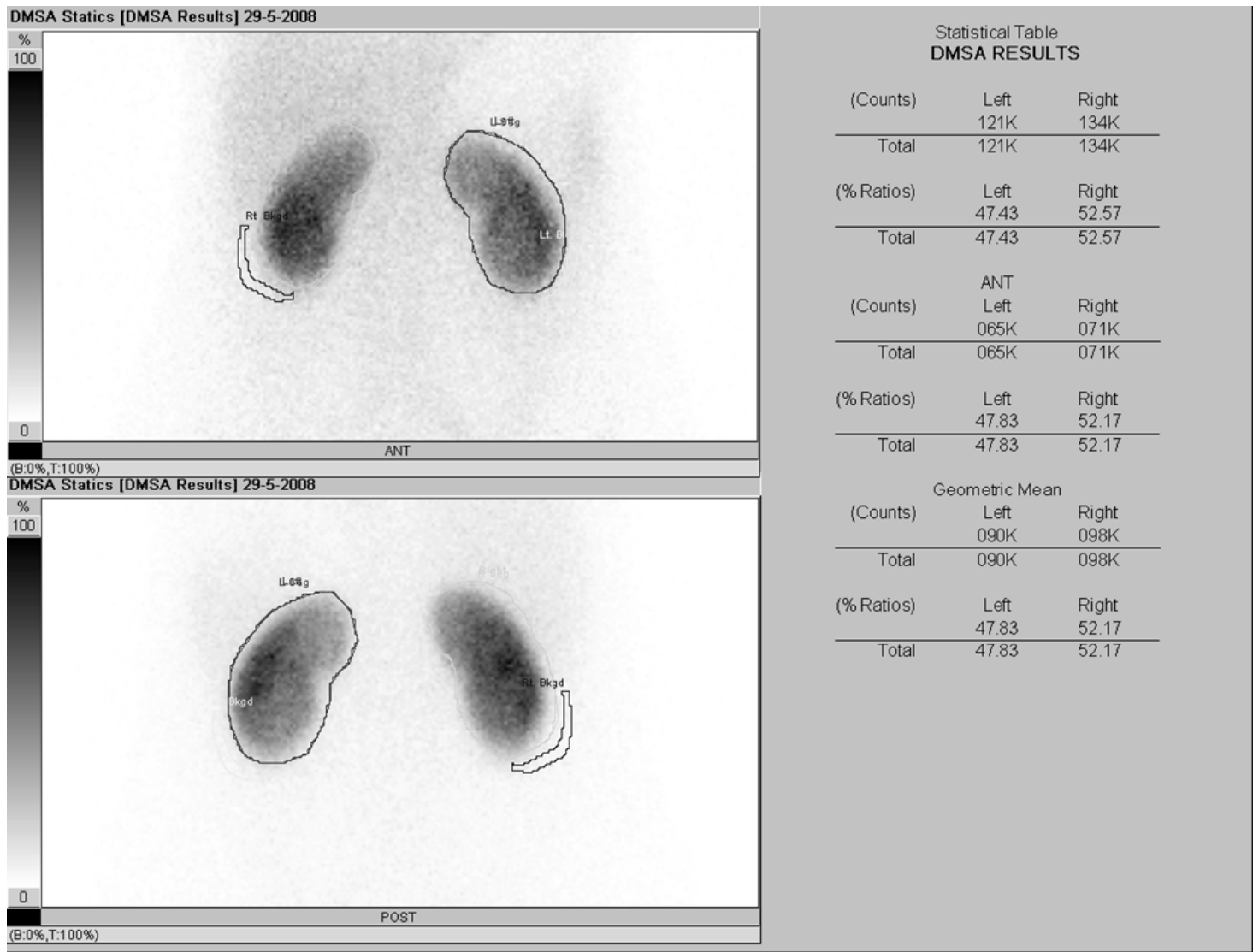
se zobrazují jako „**studená ložiska**“

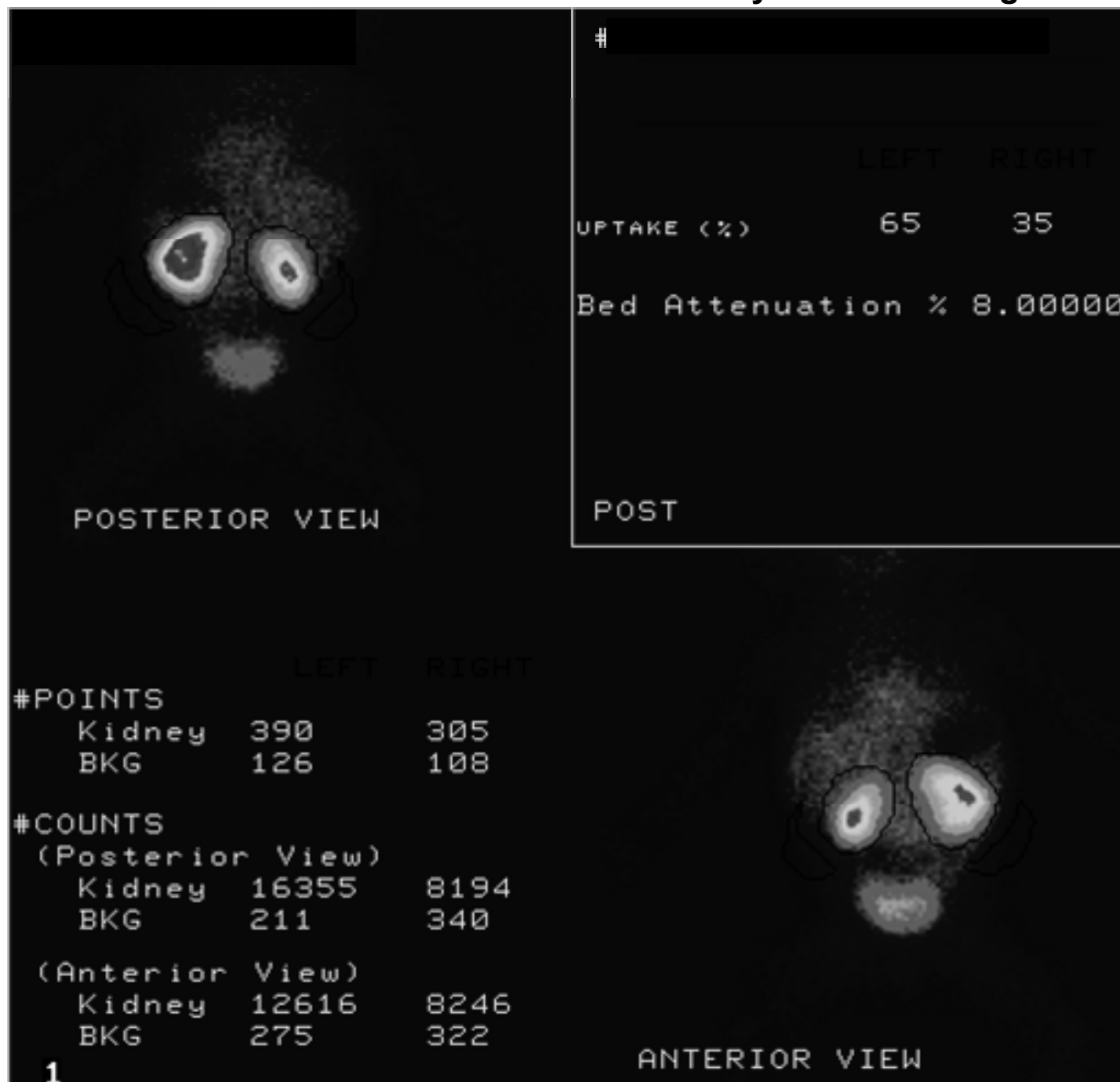
Klinika nukleární medicíny a endokrinologie UK 2. LF a FN Motol

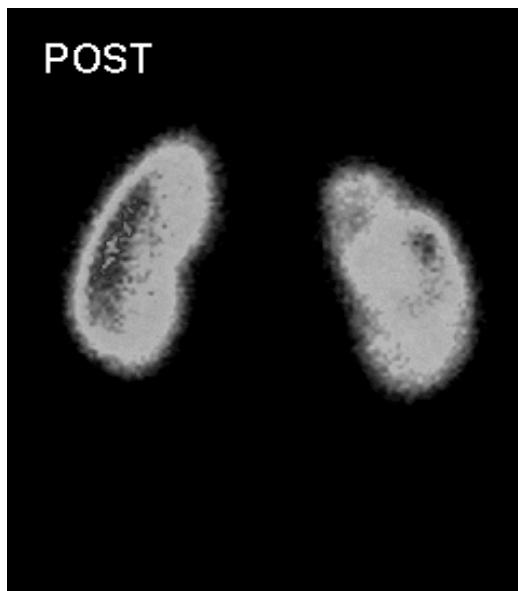
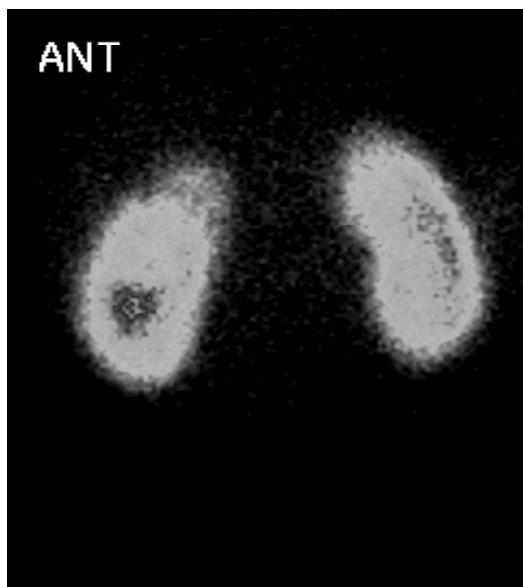


Výpočet separované funkce ledvin

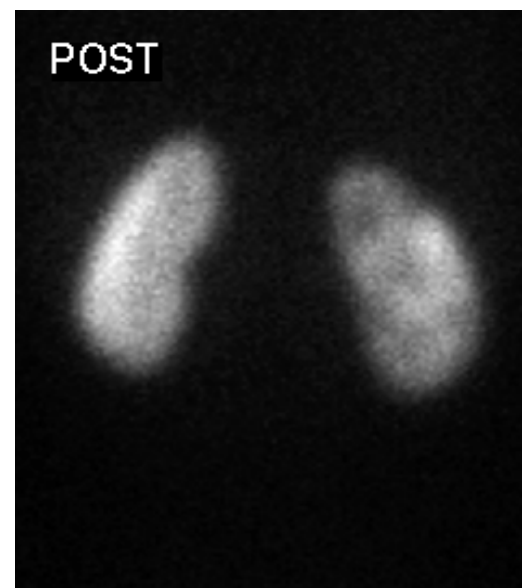
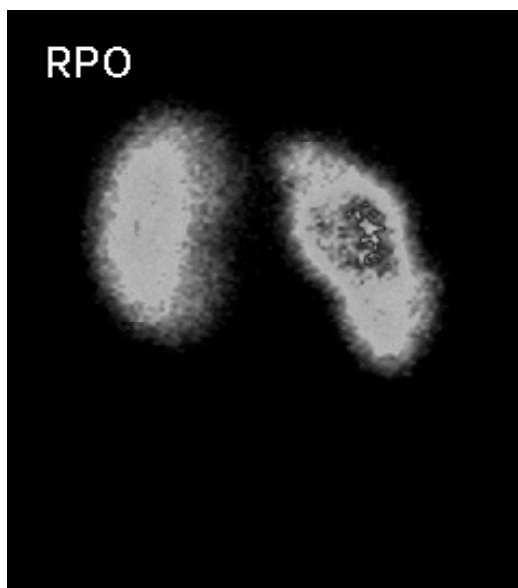
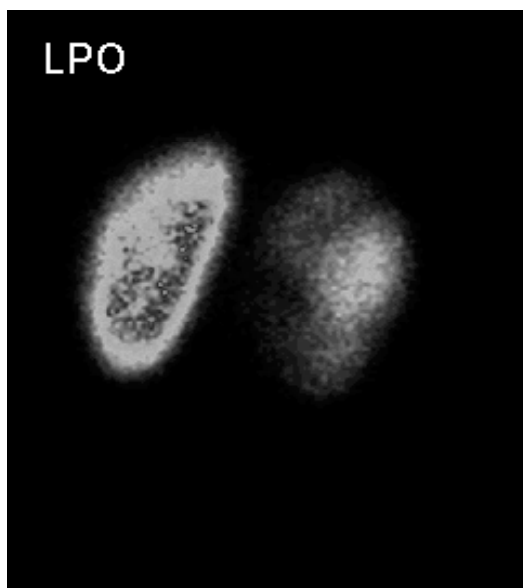
Označí se oblasti zájmu (ROI) na planárních obrazech; výpočet separované funkce ledvin je geometrickým průměrem četnosti impulzů v zadní a přední projekci (zohlednění rozdílných poměrů zeslabení extrarenálními tkáněmi a atenuací lůžka).

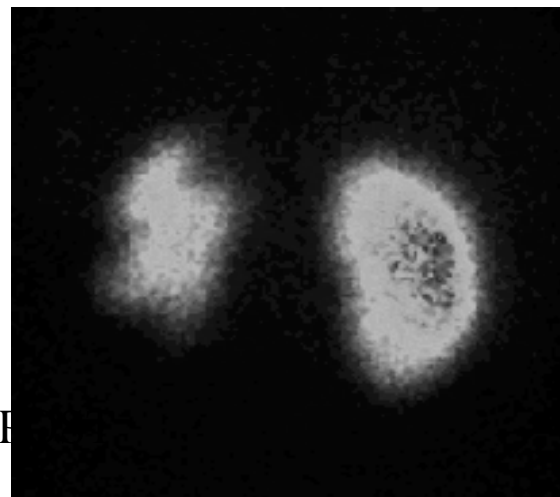
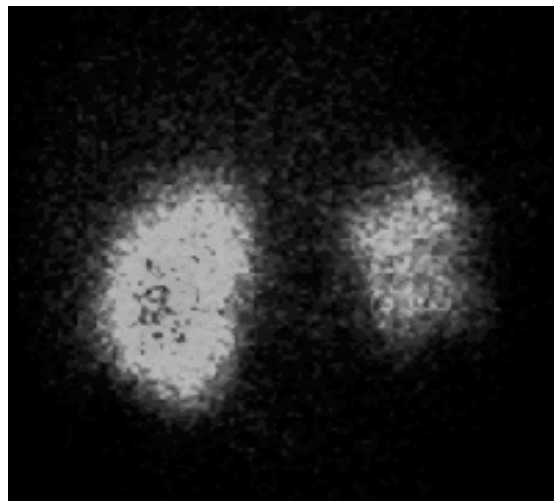




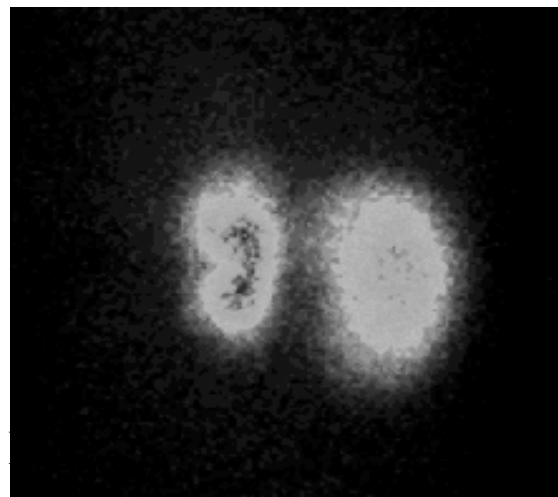
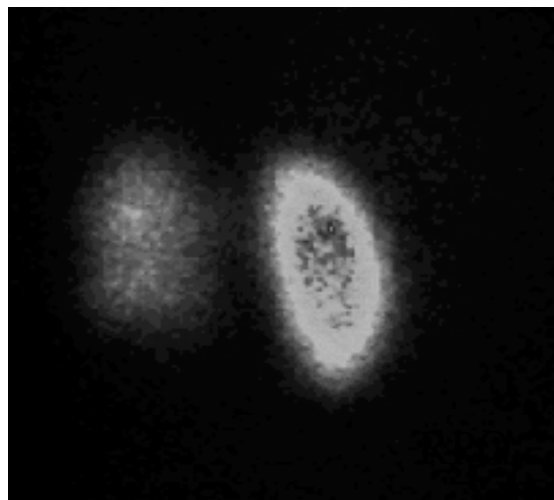


akutní pyelonefritis
(multifokální)



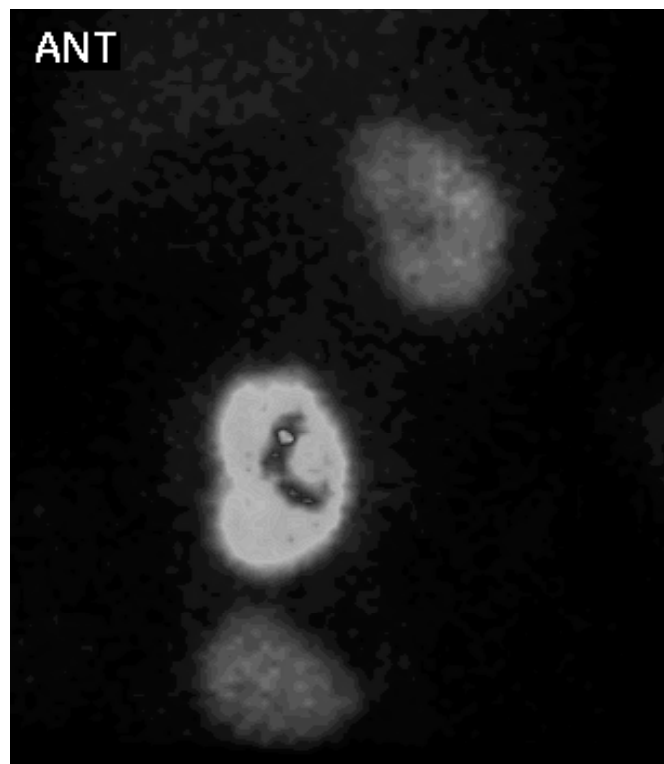


jizvení

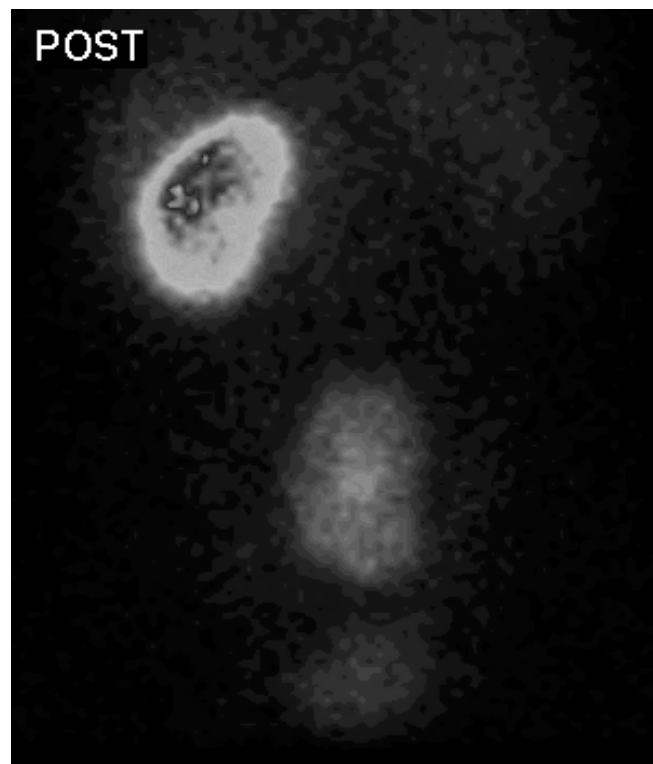


2-letá dívka po opakovaných IMC

- vrozené anomálie ledvin



ANT



POST

dystopie

Mikční radioizotopová cystografie

Přímá

Nepřímá

Mikční radioizotopová cystografie Přímá

Vyžaduje katetrizaci močového měchýře a instilaci radionuklidu a tekutiny do maximální kapacity močového měchýře

Formou dynamické scintigrafie dovoluje zobrazení jeho plnění, vyprazdňování a po vymočení objem rezidua

Indikátory **^{99m}Tc -značená radiofarmaka**

Příprava žádná

Doba vyšetření **1 hodina**

Mikční radioizotopová cystografie Přímá

Indikace u dětí

Průkaz vezikoureterálního refluxu a jeho stupně
screening a monitorování efektu léčby
diagnostika familiárního VUR

Srovnání s mikční cystoradiografií

- nižší radiační zátěž gonád (100-200x nižší než u MCG)
- stejná senzitivita pro detekci vezikouretrálního refluxu
- neposkytuje informaci o anatomických detailech jako mikční cystoradiografie

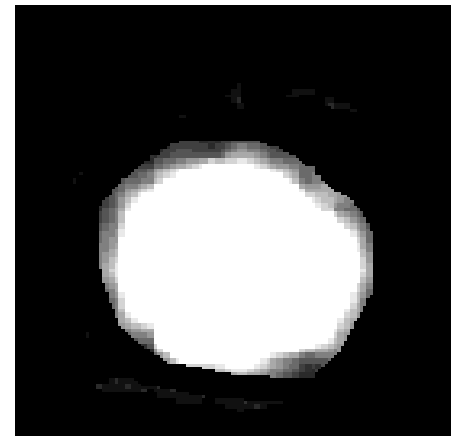
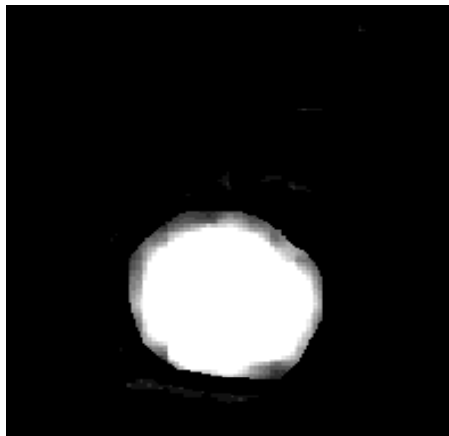
Mikční radioizotopová cystografie Přímá

Vezikoureterální reflux

Interpretační kritéria

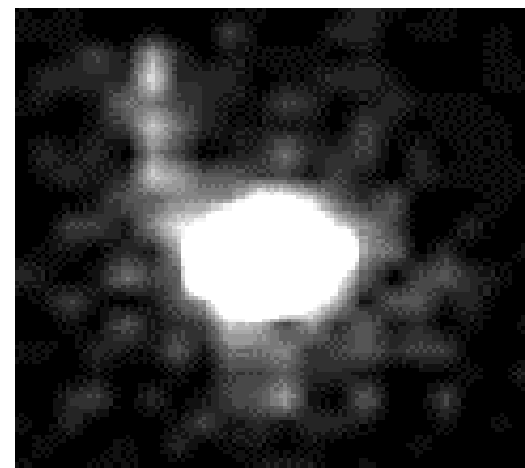
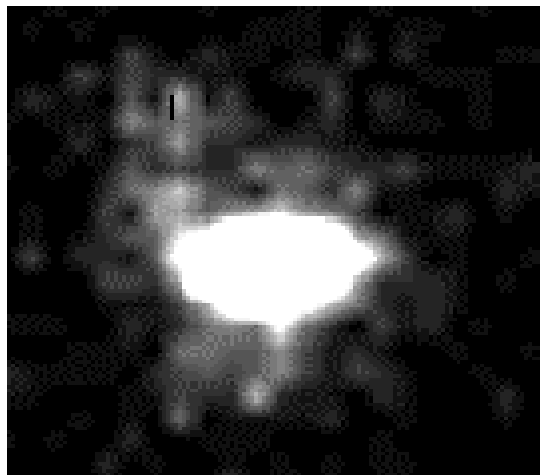
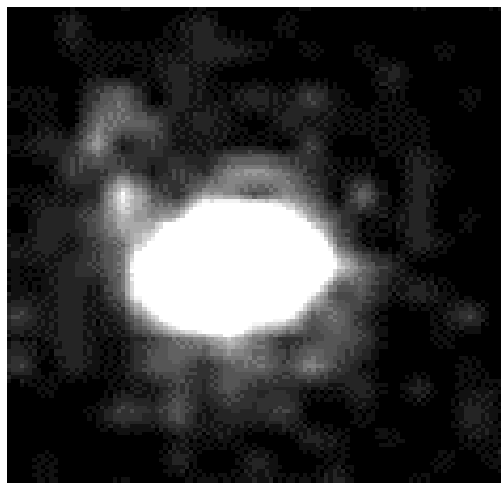
Stupeň	Reflux	
I.	Malý	přítomnost diagnostika v ureteru
II.	Střední	akumulace radiofarmaka v nedilatovaném dutém systému a ureteru
III.	Závažný	dilatace ureteru a dutého systému

Normální nále



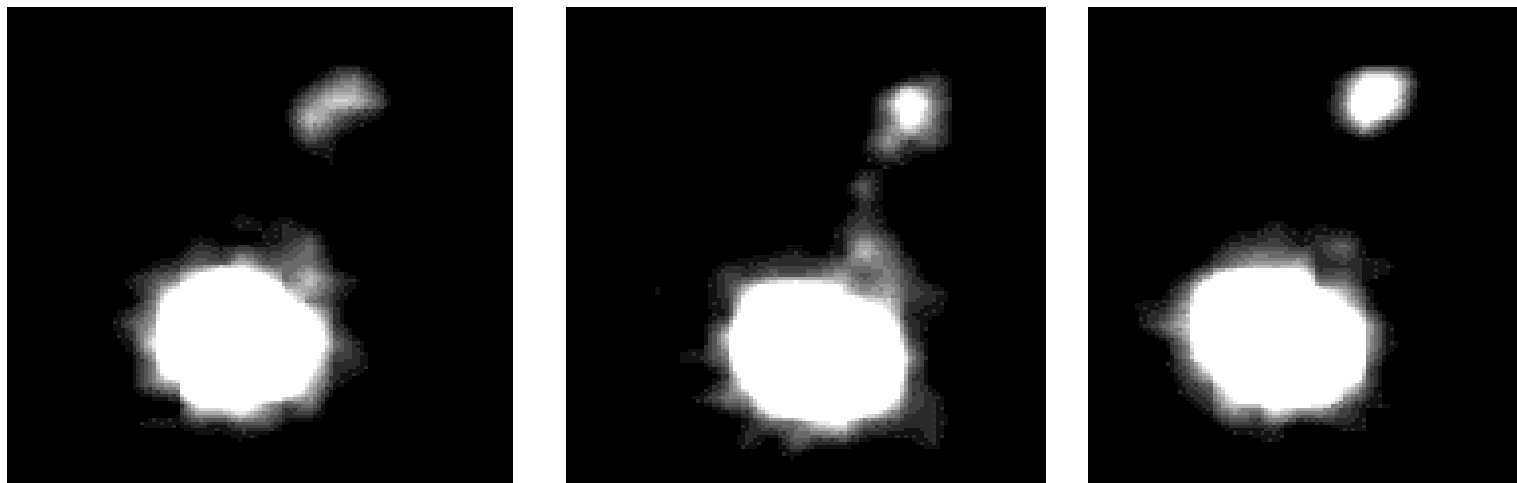
Vizuální hodnocení

VUR grade I (do ureteru)



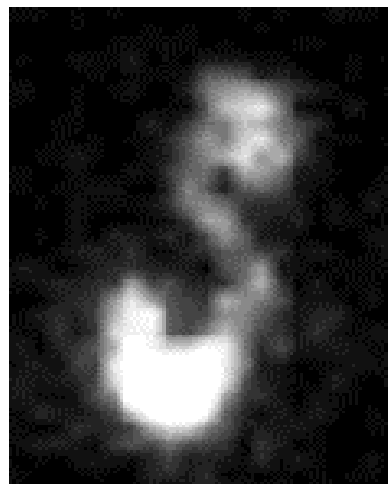
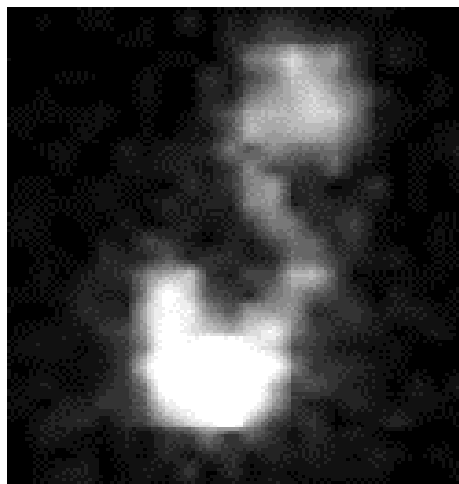
Vizuální hodnocení

VUR grade II. (do KPS a nedilatovaného ureteru)



Vizuální hodnocení

VUR grade III. (do dilatovaného ureteru a KPS)



Mikční radioizotopová cystografie

Nepřímá

V návaznosti na DSL

Nevyžaduje katetrizaci močového měchýře

Po i. v. injekci radiofarmaka dovoluje zhodnocení renálních funkcí, drenáže moči a detekci vezikoureterálního refluxu

Indikátory **^{99m}Tc -MAG 3**

Příprava zvýšený příjem tekutin před vyšetřením

Doba vyšetření **1 hodina**

Mikční radioizotopová cystografie Nepřímá

Nevýhoda pro diagnostiku vezikoureterálního refluxu

1. a 2. stupeň je obtížné detekovat
asi 41 % případů je falešně negativních

Metoda je doporučována jen pro případy, kdy je
nemožné provést katetrizaci močového měchýře

Clearancové techniky

Princip

Renální clearance je nahrazena clearancí plazmatickou

**Sledování úniku indikátoru z plazmy
po jeho jednorázovém podání**

Clearancové techniky

Glomerulární filtrace $^{51}\text{Cr-EDTA}$, $^{99\text{m}}\text{TcDTPA}$

nejpřesnější stanovení GF

Indikace

Úprava dávek cytostatik vylučovaných GF v dětské onkologii

Pro posudkové účely při předpokládané diskrétní redukci GF
k rozhodnutí, zda jsou renální funkce porušeny či ještě v normě

V rutinní klinické praxi malý význam
stanovuje se clearance endogenního kreatininu

Glomerulární filtrace $^{51}\text{Cr-EDTA}$, $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$

Provedení

1. I.v. aplikace RF o známém objemu a aktivitě
2. Odběry krve - 2 vzorky za 2 a 3 hodiny
3. Změření aktivity plazmy
spektrometrickou aparaturou se studnovým detektorem
4. Výpočet metodou kompartmentové analýzy - „in slope“