Ledviny	
1	**Princip, radiofarmaka a indikace**
1. *Vysvětlit, jaké informace NM o ledvinách poskytuje. Vyjmenovat používaná radiofarmaka, jak souvisí jejich zobrazení s funkcemi ledvin*	**Mechanismus zobrazení** • **renální scintigrafie** hodnotí perfuzi, parenchymovou funkci, drenáž dutého systému a relativní podíl funkce obou ledvin. • existují nezobrazovací metody ke stanovení GFR a EPFR. • dynamické vyšetření sleduje průchod radiofarmaka ledvinou v čase: cévní fázi, vychytání tubuly nebo filtraci glomeruly a následné vylučování do pánvičky a ureteru. • statická scintigrafie zobrazuje funkční korovou tkáň ledvin a umožňuje posoudit jizvy, ložiskové defekty a relativní funkci. • **radiofarmaka:** ○ **^{99m}Tc-MAG3** se vylučuje převážně tubulární sekrecí; je vhodné pro dynamickou nefrografii, drenáž a posouzení funkce i při snížené GFR. ○ **^{99m}Tc-DTPA** se vylučuje glomerulární filtrací; používá se pro dynamické vyšetření a odhad GFR, ale má horší obrazovou kvalitu při nízké funkci. ○ **^{99m}Tc-DMSA** se váže v proximálních tubulech kůry; slouží ke statickému zobrazení kortikální funkce a parenchymových defektů.
2. *Vyjmenovat hlavní indikace scintigrafického vyšetření ledvin*	**Hlavní indikace** • **dynamická scintigrafie ledvin (DSL)** ○ podezření na obstrukci močových cest ○ stanovení relativní funkce pravé a levé ledviny ○ vyšetření renovaskulární hypertenze (kaptoprilový test) ○ hodnocení transplantované ledviny: rejekce x akutní tubulární nekróza • **statická (DMSA) scintigrafie):** ○ poměr funkce ledvin ○ podezření na korové jizvy, postpyelonefritické změny nebo vrozené anomálie parenchymu • **radionuklidová cystografie** ○ slouží hlavně k průkazu a sledování vezikoureterálního refluxu; • **stanovení GFR** (clearance) vzorkovou metodou
Shrnutí	**NM zobrazuje funkci ledvin: MAG3 ukazuje tubulární sekreci a drenáž, DTPA glomerulární filtraci a umožňuje vzorkové stanovení GFR, DMSA zobrazuje funkční kortex a radionuklidová cystografie vezikoureterální reflux.**

Ledviny	
2	**Příprava pacienta a provedení vyšetření**
3. Popsat přípravu pacienta před scintigrafií ledvin.	**Příprava pacienta:** • pacient nemusí být nalačno; důležitá je dobrá hydratace před vyšetřením, pokud není klinicky kontraindikována. • před dynamickou scintigrafií je vhodné vyprázdnit močový měchýř, aby větší náplň nebránila odtoku z horních močových cest. • u kaptoprilového testu se ověřuje indikace k vyš. renovaskulární hypertenze, kontroluje krevní tlak, hydratace a podle lokálního protokolu i úprava antihypertenzní medikace.
4. Vysvětlit průběh vyšetření.	**Provedení vyšetření** • u **dynamické scintigrafie** se radiofarmakum aplikuje intravenózně vleže pod kamerou a ihned se snímá perfuzní a funkční fáze. ○ vzniká křivka aktivity vybraných ROI (nad ledvinami) v čase. ○ při podezření na obstrukci se podává diuretikum a hodnotí se, zda retence v dutém systému po podání diuretika zůstává či mizí. ○ kaptoprilový test porovnává renální funkci po podání ACE inhibitoru s bazálním stavem; stenóza renální arterie se může projevit poklesem funkce postižené ledviny a zpomalením exkrece. • DMSA scintigrafie se snímá **staticky** s odstupem po aplikaci, kdy je radiofarmakum navázáno v kortexu ledvin. • **radionuklidová cystografie** – reflux se sleduje během plnění měchýře a/nebo mikce: ○ **přímá** cystografie: radiofarmakum se aplikuje katétrem přímo do močového měchýře; sleduje se reflux při plnění a mikci, metoda je citlivá, ale invazivní. ○ **nepřímá** cystografie: provádí se po dynamické scintigrafii ledvin, kdy se radiofarmakum fyziologicky vyloučí do měchýře; reflux se hodnotí při mikci, bez katetrizace. • **stanovení GFR vzorkovou metodou:** ○ po i.v. aplikaci 99mTc-DTPA se v definovaných časech odeberou krevní vzorky, změří se pokles aktivity v plazmě a vypočítá se celková glomerulární filtrace.
Shrnutí	**Pacient před scintigrafií ledvin nemusí být nalačno, má být dobře hydratovaný a před dynamickým vyšetřením má mít vyprázdněný močový měchýř. Při dynamickém vyšetření se sleduje ihned po podání RF perfuze, funkce a odtok RF z každé ledviny, podle indikace také odpověď na diuretikum. Statické zobrazení se snímá s časovým odstupem, hodnotí zejm. kortex ledvin. Reflux se při radionuklidové cystografii vyšetřuje metodou přímou nebo nepřímou GFR se stanovuje z krevních odběrů v čase; je přesnější než výpočet z kreatininu a méně závislá na spolupráci pacienta než sběr moči.**

Ledviny	
3	**Interpretace vyšetření, alternativy**
5. Shrnout interpretaci vyšetření. Popsat renografickou křivku, osy, její fáze. *6. Vysvětlit diuretickou scintigrafii a její význam.* *7. Vysvětlit indikaci a princip kaptoprilového testu.* *8. Vyjmenovat alternativy scintigrafie, popsat stručně výhody a nevýhody.*	**Interpretace** • vizuální – obraz ledvin, dynamika pohybu moči, městnání • **renografická křivka** zachycuje změnu aktivity nad ledvinou v čase, základní fáze jsou ○ **perfuzní** – rychlý vzestup ○ **parenchymová** – mírné zpomalení, odráží vychytání radiofarmaka v nefronech ○ **exkreční** – odtok do dutého systému a močovodu. • hodnotí se relativní funkce obou ledvin, rychlost nástupu aktivity, čas maxima, tvar křivky a ústup aktivity po spontánní drenáži nebo po diuretiku. • **diuretická scintigrafie** pomáhá odlišit dilatovaný systém od funkčně významné obstrukce. Podává se furosemid i.v. během snímání. ○ **dilatace** -- po furosemidu aktivita dutého systému klesá – moč odtéká ○ **obstrukce** -- retence aktivity bez dostatečné odpovědi na diuretikum • **kaptoprilový test** se používá při podezření na renovaskulární hypertenzi. Srovnává se studie bez a po podání ACEi. ACEi vede k poklesu filtračního tlaku v glomerulu, při významné stenóze a. renalis klesá perfúze a tedy i funkce ledviny. **Alternativy scintigrafie ledvin** • ultrazvuk je první volba pro anatomii, dilataci dutého systému, a kontrolu transplantátu; nehodnotí spolehlivě separovanou funkci. • CT vylučovací urografie (IVU) dobře zobrazí anatomii, konkrementy a úroveň obstrukce, ale je spojena s radiační zátěží as podáním jodové k.l. i.v. • MR urografie může hodnotit anatomii i drenáž bez ionizujícího záření, je však méně dostupná, delší a závislá na spolupráci pacienta, téměř se neprovádí • laboratorní vyšetření kreatininu a eGFR popisuje celkovou funkci ledvin, nikoli separovanou funkci pravé a levé ledviny. • mikční cystouretrografie detailně zobrazí anatomii refluxu a uretery, ale má vyšší radiační zátěž než radionuklidová cystografie. • clearance se stanoví výpočtem z hladiny kreatininu nebo sběrem moči, výhodou je přesnější měření skutečné clearance než výpočet z kreatininu; oproti sběru moči není závislé na úplnosti sběru a je méně zatížené chybou pacienta.
Shrnutí	**Interpretace scintigrafie ledvin vychází z obrazu a renografické křivky: hodnotí se perfuze, funkce parenchymu a exkrece, relativní funkce a odpověď na diuretikum. Kaptoprilový test slouží k průkazu stenozy a. renalis. Alternativy jako ultrazvuk, CT, MR, laboratorní funkce a mikční cystouretrografie doplňují anatomii nebo celkovou funkci, ale nenahrazují plně separované funkční hodnocení ledvin.**