

# ZÁKLADY ULTRAZVUKOVÉ DIAGNOSTIKY LEDVIN A DOLNÍCH MOČOVÝCH CEST – ZOBRAZENÍ V ŠEDÉ ŠKÁLE (B-MODE)

MUDr. Kamil Belej, FEBU

Urologická klinika LF a FN UP Olomouc

Ultrasonografie (US) je základní vyšetření, sloužící ke zobrazení anatomických struktur ledvin a morfologie močových cest. Má mnoho výhod, protože je nebolestivá, neinvazivní, lehce dostupná a bez ionizujícího záření. Poskytuje přesnou anatomickou informaci, kterou lze získat bez intravenózní aplikace kontrastních látek. Vývoj technologie zobrazení v šedé škále umožnil zobrazení detailní anatomie všech urologických orgánů. Kvalita zobrazení se zvýšila díky vývoji sond a tvorby ultrazvukového paprsku a přesnému zpracování obrazů ve stále rychlejších přístrojích. Článek obsahuje základní informaci o ultrazvukovém vyšetření ledvin a dolních močových cest. Klíčová slova: ultrasonografie, diagnostika, ledviny, močové cesty.

## BASICS OF ULTRASOUND DIAGNOSIS OF KIDNEYS AND LOWER URINARY TRACT – GREY-SCALE IMAGING (B-MODE)

Ultrasonography (US) is basic evaluation for imaging of anatomic structures and urinary tract morphology. US has many advantages because it is painless, noninvasive, easy available and without ionizing radiation. US provides accurate anatomic information obtained without the intravenous application of contrast agents. Development in gray-scale ultrasound technology has recently enabled the anatomy of all urological organs to be demonstrated with great detail. The image quality has greatly improved with advances of transducers and ultrasound beamformer, and sophisticated image processing in faster machines. This has resulted in an improvement of organ texture patterns and interfaces. There is basic information about renal and lower of urinary tract ultrasonography in following article.

Key words: ultrasonography, diagnosis, kidneys, urinary tract.

### Zobrazení pomocí ultrazvuku

Zdrojem ultrazvuku jsou látky s piezoelektrickými vlastnostmi. Piezoelektrický jev vzniká na povrchu krystalu oxidu křemičitého po přívodu elektrického proudu, kdy vzniká kmitání. Ultrazvukové vlny jsou mechanicko-elastické kmity, které se šíří ve hmotě. Ve vakuu se ultrazvuk nešíří. Vlnění má vyšší frekvenci než slyšitelný zvuk a pohybuje se v intervalu 20 kHz až 1 GHz. V klinické medicíně se používá jen část rozsahu – 2 až 20 MHz. Krystal přiložený na povrch lidské tkáně vytváří oblasti „zahuštění a zředění“ šířící se ve směru kmitů čímž vzniká podélné vlnění. Rychlost šíření ultrazvuku v jednotlivých tkáních je téměř stejná – kolem 1540 m/s.

Samotné zobrazení umožňuje interakce ultrazvukového vlnění a hmoty, kterou prochází. Interakce jsou zjednodušeně zobrazeny na obrázku 1.

Základem ultrazvukové diagnostiky je dvou-rozměrné zobrazení v tzv. B-mode – šedé škále. Zobrazení v rovině umožňuje stranová (osa x) a hloubková diferenciací (osa y) struktur. Krystaly ultrazvukové sondy vysílají vlnění a přijímají odrazy z vyšetřované tkáně. Podle intenzity přijímaného

signálu jsou jednotlivým bodům přiřazeny intenzity stupně šedi, které se zobrazí na ploše monitoru přístroje. Součet interakcí vlnění s tkáněmi relativně dobře koreluje s anatomickými strukturami a ultrazvukové zobrazení lze využít k zobrazení částí lidského těla v reálném čase. Sonografický obraz je v dalším textu popsán kurzívou.

### Sonografické vyšetření

#### Vyšetření ledvin u dospělých

Standardem je transabdominální vyšetření ultrazvukovou sondou v poloze vleže. *Echogenita* se srovnává s normálním parenchymem. Při oboustranném postižení se srovnává s játry. Používají se konvexní sondy 2,5–5 MHz.

### Normální anatomie

Ledviny se nachází v horní třetině retroperitonea. Pravá ledvina je o 2–4 cm níže než levá a obě se pohybují s dechem o 2–4 cm. Jejich podélná a příčná osa je rovnoběžná s povrchem musculus psoas major. Velikost ledvin závisí na habitu, ale za referenční hodnoty se považují: délka 9–14 cm, šířka 5–7 cm, tloušťka 3–5 cm.

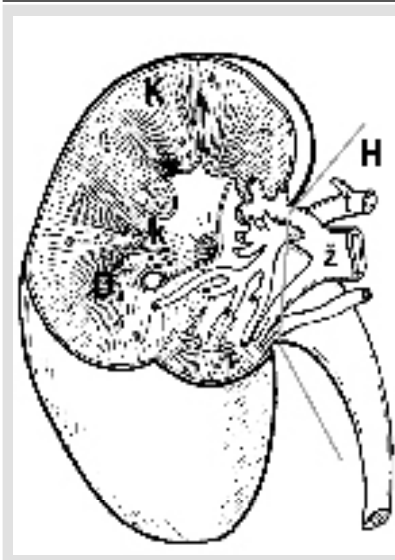
Na mediální straně ledviny se nachází zářez (hilus) obsahující ledvinou žílu, tepnu, lymfatické cévy, vegetativní nervy, tuk a renální pánvičku (obrázek 2). V sonografickém obraze v něm cévy tvoří *pruhovité anechogenní struktury* a hilus pokračuje do vnitřní části ledviny sonograficky viditelné jako *centrální echokomplex*. Ten obsahuje segmentární žíly, tepny, lymfatické cévy, vegetativní nervy, tuk a kalichy a má *hyperechogenní strukturu*. Parenchym má *homogenní strukturu*, je *hypoechoгенnější než játra* a má šířku 13–18 mm.

Každý kalich navazuje fornixem na papilla renalis. Pyramidy jsou obvykle *hypoechoгенnější* (díky vyššímu obsahu tekutin) než okolní parenchym a odpovídají sběrným kanálkům ve dření ledviny. Jsou viditelné zejména u mladých lidí. Perirenální tuk (capsula fibrosa renis) je *hyperechogenní*.

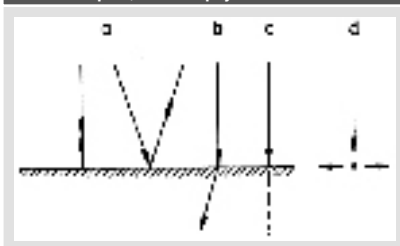
### Topografická anatomie

Ventromediálně od ledvin se nacházejí struktury tlustého (*nehomogenní hyperechogenní oválná* haustra naplněná vzduchem) a tenkého střeva (*pruhovité struktury* s peristaltikou a *nehomogenní náplní*). Laterálně, kaudálně a dorzálně od ledvi-

Obrázek 2. Normální anatomie ledviny. K – kůra, D – dřev, k – kalich, H – hilus, t – tepna, ž – žíla. Šedou čarou je označeno ohraničení hilu ledviny



Obrázek 1. Schéma interakcí ultrazvukového vlnění s tkáněmi. a – odraz, b – lom, c – absorpce, d – rozptyl



ny je *hyperechogenní* tuková tkáň retroperitonea. Dorzomediálně je *hypoechogenní* musculus psoas major s pruhovitou strukturou a mediálně lze vidět *anechogenní pruhovité struktury* velkých cév – dolní duté žíly vpravo a aorty vlevo. Kraniálně jsou základní orientační body – *hyperechogennější* parenchymatózní orgány – játra (vpravo), slezina (vlevo).

#### Indikace sonografie ledvin

##### Diagnostické:

- bolesti břicha nejasné etiologie
- bolesti dolní poloviny zad nejasné etiologie
- příznaky postižení horních močových cest
- cystické onemocnění ledvin
- renální insuficience
- kolísavá nebo nekorigovatelná arteriální hypertenze
- expanzivní procesy ledvin
- konkrementy močových cest
- poruchy drenáže moče
- hematurie
- doplněk k vyšetření močového měchýře, močové trubice a mužských pohlavních orgánů v rámci skriningu nádorových onemocnění ledvin
- biopsie.

##### Terapeutické:

- vyprázdnění cysty, abscesu, hematomu nebo urinomu
- perkutánní punkční nefrostomie
- perkutánní přístup při endoskopických operacích.

Vyšetření ledvin nemá žádné kontraindikace. Jako alternativa se provádí peroperační ultrazvukové vyšetření ledvin vysokofrekvenční lineární sondou nebo laparoskopickou konvexní sondou (7–12 MHz).

V rámci přípravy k vyšetření je potřeba se seznámit s anamnézou a provést klinické vyšetření pacienta. Lačnění není podmínkou vyšetření, ale ulehčuje hodnocení struktur nacházejících se mediálně od ledviny a kolem velkých cév.

Vyšetření začíná uložením pacienta do polohy vleže. Následuje vyšetření obou ledvin ve standardních rovinách (longitudinální, koronární, transverzální). Jako výchozí polohy sondy se doporučují standardní polohy v parasagitálních rovinách v horní třetině břicha, tzn. v medioklavikulární čáře, zadní axilární čáře nebo v kostovertebrálním úhlu v poloze na boku nebo na břiše. Vyšetření a sklon sondy musí respektovat sklon dlouhé osy ledviny. Při popisu nálezu se zaznamenává uložení ledvin, jejich velikost, tvar, ohraničení, pohyblivost při dýchání. Dále se hodnotí echogenita a homogenita parenchymu a centrálního echokomplexu, doplněná o vyšetření okolí ledviny. Při nálezu patologického útvaru se popisuje jeho uložení v ledvině, velikost, tvar, echogenita, vztah k vnějšímu ohraničení ledviny a vztah k okolí. Při patologickém nálezu v oblasti centrálního echokomplexu

se popisuje případná přítomnost rozšíření dutého systému s kvantifikací (průměr kalichů a páničky), zhodnocení echogenity náplně dutého systému, posouzení zobrazení proximálního močového s kvantifikací (průměr).

#### Vyšetření močového měchýře

Standardem je transabdominální vyšetření ultrazvukovou sondou v poloze vleže. Používají se konvexní sondy 2,5–5 MHz.

#### Anatomie

Močový měchýř je vakovitý, relativně tenkostěnný orgán uložený na spodině malé pánve. Normální objem se pohybuje mezi 250 a 450 ml. Horní třetina měchýře je kryta pobřišnicí.

Stěna obsahuje sliznici, svalovinu a adventicii, kterou lze na novějších přístrojích rozeznat v horní čtvrtině až třetině obrazu. Šířka stěny při normální náplni je 2–4 mm. Ventrálně je ve spodní části měchýře nálevkovité ústí močové trubice, které u muže obklopuje prostata a po stranách spodiny jsou ústí močovodů.

#### Topografická anatomie

Ventrálně od měchýře je *hyperechogenní oválná kontura s akustickým stínem* kosti (os pubis). Laterálně jsou *pruhovité anechogenní struktury* pánevních cév (vasa iliaca) a stěna pánve. Dorzokaudálně se u ženy nachází *hypoechogenní pruh* pochvy a dorzokraniálně oválná *izoechogenní* děloha s *hypoechogenní vrstvou endometria*. U muže je dorzálně viditelný *hyperechogenní vakovitý konečník* s nehomogenním obsahem. Kraniálně zakrývají část měchýře kličky tenkého střeva (*pruhovité struktury* s peristaltikou a *nehomogenní náplní*). Ty znemožňují vyšetření při nedostatečně naplněném močovém měchýři.

#### Indikace

##### Diagnostické:

- bolesti břicha nejasné etiologie
- příznaky postižení dolních močových cest
- konkrementy močových cest
- poruchy drenáže moče
- expanzivní procesy v oblasti malé pánve
- vyšetření objemu reziduální moče
- hematurie
- doplněk k vyšetření ledvin a mužských pohlavních orgánů.

##### Terapeutické:

- perkutánní epicystostomie
- perkutánní přístup při endoskopických operacích.

Relativní kontraindikací je neschopnost udržet náplň močového měchýře nebo ruptura močového měchýře. Mezi alternativní metody patří stejně jako u ledvin peroperační vyšetření vysokofrekvenční lineární sondou nebo laparoskopickou konvexní sondou (7–12 MHz). U obou pohlaví

lze provést transrektální vyšetření, ovšem u žen je obvyklejší vyšetření introitální nebo transvaginální. Nejpreciznější je endovezikální vyšetření rotační sondou s analgezií nebo anestézií.

V rámci přípravy na vyšetření je potřeba se seznámit s anamnézou a provést klinické vyšetření pacienta. Další podmínkou je dostatečná náplň močového měchýře.

Vyšetření začíná uložením pacienta do polohy vleže. Následuje vyšetření obou ledvin ve standardních rovinách (longitudinální, transverzální). Jako výchozí poloha sondy se doporučuje uložení v hypogastriu nad symfýzou v sagitální rovině. Při popisu se zaznamenává uložení měchýře, jeho velikost, tvar, ohraničení, homogenita náplně, tloušťka stěny. Dle potřeby se provádí měření náplně měchýře (rotační elipsoid, výpočetem – výška × šířka × hloubka × 0,523) nebo orientační vyšetření prostaty u mužů. Při nálezu defektu v náplni se hodnotí jeho poloha, echogenita, pohyblivost při změně polohy nemocného, rozměry, maximální tloušťka stěny v oblasti defektu a vztah rozšíření stěny k okolním orgánům a strukturám. Při nálezu anechogenního nebo hypoechogenního útvaru v okolí močového měchýře se popisuje jeho umístění, tvar, velikost, případná komunikace s močovým měchýřem a vyšetření útvaru po vyprázdnění močového měchýře.

#### Vyšetření mužské močové trubice

##### Definice

Standardem vyšetření kavernózní části uretry je extraluminální vyšetření ultrazvukovou sondou v poloze vleže na zádech s abdukci dolních končetin pokrčených v kolenou. Používají se lineární sondy 7,5–12 MHz. Prostatická a membranózní část se vyšetřuje transrektální sondou.

#### Anatomie

Prostatická uretra se zobrazuje při transrektálním vyšetření v sagitální rovině v podobě *hypoechogenního* podélného pruhu v dorzální polovině prostaty s dorzálním ohybem u colliculus seminalis. Plynule a bez jasné anatomické hranice přechází v membranózní uretru, což je pruhovitá struktura obklopená *hypoechogenním* musculus transversus perinei profundus a musculus pubourethralis. Kavernózní část tvoří po naplnění fyziologickým roztokem *anechogenní* pruhovitou strukturu obklopenou zejména z dorzální strany *izoechogenním* corpus spongiosum. Ventrálně se nachází *hyperechogenní* tunica albuginea oddělující corpus spongiosum od *hypoechogenních* corpora cavernosa s *hyperechogennějšími* trabekulami sinusů. Ve stěně lze diferencovat sliznici a adventicii. Normální tloušťka stěny je 1–2 mm.

##### Indikace:

- subvezikální obstrukce po vyloučení překážky v oblasti hrdla močového měchýře a prostaty

- divertikl močové trubice
- úraz
- expanzivní proces
- cizí těleso
- striktura.

Ke kontraindikacím patří těžké kožní afekce nebo traumata v oblasti penisu. Relativní kontraindikací náplně uretry je neléčená těžká infekce dolních močových cest. Mezi alternativní metody patří intraluminální ultrazvukové vyšetření rotační sondou.

V rámci přípravy na vyšetření je potřeba se seznámit s anamnézou a provést klinické vyšetření nemocného. Další podmínkou vyšetření kavernózní části uretry je dostatečná náplň fyziologickým roztokem. Provádí se stejným způsobem jako retrogradní uretrografie.

Vyšetření začíná uložením pacienta do polohy vleže na zádech s abdukci dolních končetin. Následuje naplnění močové trubice sterilním fyziologickým roztokem pomocí cévky s olivkou.

Standardní poloha sondy je na ventrální straně penisu a na hrázi v příčných a podélných řezech. Při popisu nálezu se zaznamenává hranice močové trubice, homogenita náplně a tloušťka stěny. Při nálezu defektu v náplni nebo

ložiska ve stěně se popisuje jeho uložení, tvar, velikost a vztah k okolí močové trubice.

#### Vyšetření ženské močové trubice

Extraluminální vyšetření močové trubice u žen se standardně provádí v poloze vleže na zádech s abdukci dolních končetin pokrčených v kolenou. Používají se lineární nebo konvexní sondy s frekvencí 7,5–12 MHz.

#### Anatomie

Pánevní část ženské uretry se v sagitální rovině zobrazuje v podobě podélného *hypoechogenního* pruhu ventrálně od pochvy. Membranózní část tvoří pruhovitou strukturu obklopenou *hypoechogenním pruhovitým* musculus transversus perinei profundus a musculus pubourethralis. Ve stěně lze diferencovat sliznici a adventicii. Má šířku 1–2 mm.

#### Topografická anatomie

Ventrálně se nachází *hyperechogenní oválná kontura s akustickým stínem* kosti (symphysis pubis). Laterálně se zobrazují *pruhovité hypoechogenní struktury* pánevních svalů a *hyperechogenní stěna pánve*. Dorzokaudálně je *hypoechogenní pruh* pochvy a dorzokraniálně oválná *izoechogenní* děloha s *hypoechogenní vrstvou endometria*.

#### Indikace:

- subvezikální obstrukce po vyloučení překážky v oblasti hrdla močového měchýře
- divertikl močové trubice
- úraz
- expanzivní proces
- cizí těleso.

Ke kontraindikacím patří těžké zánětlivé afekce nebo traumata v oblasti zevního genitálu. Relativní kontraindikací je neléčená těžká infekce dolních močových cest. Mezi alternativní metody patří vaginální nebo intraluminální ultrazvukové vyšetření.

V rámci přípravy na vyšetření je potřeba se seznámit s anamnézou a provést klinické vyšetření pacientky. Po uložení nemocné do polohy vleže na zádech s roztažením dolních končetin se obvykle neprovádí naplnění močové trubice. V případě potřeby lze zavést polotuhý katétr 10–14 Charr. Následuje vyšetření močové trubice v příčných a podélných řezech se standardní polohou sondy v oblasti introitus vaginalis a na perineu v příčných a podélných řezech. Při popisu se zaznamenává hranice močové trubice a tloušťka stěny. Při nálezu ložiska se hodnotí jeho uložení, tvar, velikost a vztah k okolí močové trubice.

#### Literatura u autora.