

F. Zátura, A. Herout, J. Křen,
J. Rosenberg, M. Rosenberg

Urologická klinika FN Olomouc
EF VUT Brno
Západočeská univerzita Plzeň

3D REKONSTRUKCE LUMINA DUTÝCH ORGÁNŮ - ORIGINÁLNÍ DIAGNOSTICKÁ SESTAVA

KLÍČOVÁ SLOVA:

Endoluminální ultrasonografie
Uretra, 3D analýza
Prostorová rekonstrukce

SOUHRN:

Autoři využili intraluminálního ultrasonografického zobrazení uretry k rekonstrukci jejího lumen v podobě trojrozměrného modelu s možností podrobné analýzy délky, tvaru a průsvitu uretry. Po ověření metody byl vytvořen univerzální počítačový program, který umožňuje nejen analýzu uretry, ale i dalších dutin, jako je pánvička, močovod i močový měchýř.

Práce byla vypracována s podporou grantu GAČR č.13301101.

KEY WORDS:

Endoluminal ultrasonography
Urethra
3D analysis
Spatial reconstruction

SUMMARY:

3D RECONSTRUCTION OF HOLLOW ORGANS - ORIGINAL DIAGNOSTIC SET

Intraluminal ultrasonographic imaging of urethra was used for the lumina reconstruction giving a three-dimensional model enabling a detailed analysis of the length, shape and lumen of the urethra. After verifying the method, a universal computer program was developed enabling not only the analysis of urethra but also analysis of other cavities, such as renal pelvis, ureter and urinary bladder.

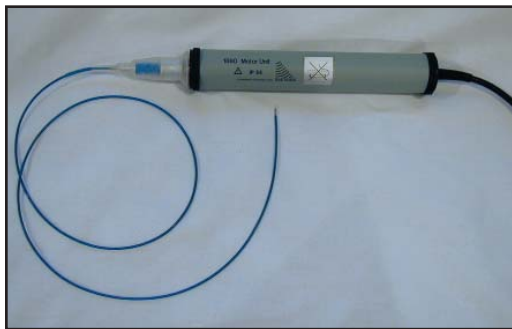
ÚVOD:

Standardní endoskopická vyšetření dolních a horních močových cest poskytují poměrně dokonalou vizuální informaci povrchu sliznice, ale endoskopické nástroje při zavádění dilatují a deformují lumen vyšetřovaného orgánu. Také při radiologickém zobrazení je měření délky i průměru močové trubice nebo močovodu obtížnější a nelze snadno posoudit ani rozdíl ve tvaru v klidu a při definované hydraulické dilataci.

Pro posouzení hydrodynamiky průtoku moči uretrou zejména při strikturách jsme potřebovali doplnit urodynamické vyšetření biometrickou analýzou průměru a délky močové trubice. Určitou možnost nabízí intraluminální ultrasonografické vyšetření.

MATERIÁL A METODY:

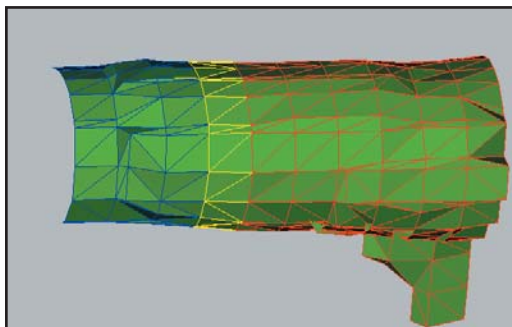
V rámci řešení grantu GAČR č.13301101 jsme sestavili aparaturu pro biometrii uretry. K intraluminálnímu vyšetření jsme použili rotační jednotku BK Medical 1880 s výměnnými intraluminálními sondami (Boston scientific) o průměru 6,2F a s frekvencí 12 Mhz (obr. 1). Signál byl snímán ultrasonografem BK Medical 3535, zaznamenan v digitální formě ve formátu TIF a uchován na disku počítače pro další zpracování. V další fázi jsme intraluminální snímač vytahovali definovanou rychlostí (1 mm/sec) pomocí profilometrického extraktoru videourodynamické aparatury (Uromic 6 Condata), jednotlivé obrazy jsme uchovávali videourodynamickou aparaturou v digitální formě. Originálním software vyvinutým během řešení grantu jsme pak v jednotlivých řezech identifikovali hypoechogenní lumen s hyperechogenním okrajem stěny uretry. Program rekonstruuje vnitřní plochu lumena ve tvaru drátěného modelu nebo jako válec (obr. 2, 3).



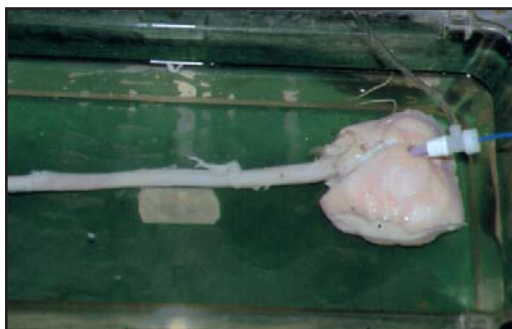
Obr. 1: Jednotka andoluminálního snímače (rotační jednotka s endoluminálním UZ katetrem)



Obr. 2: Prostorová rekonstrukce lumina uretry - síť zobrazuje prostatickou uretru s hrdlem měchýře



Obr. 3: Prostorová rekonstrukce lumina uretry - zobrazení stěny



Obr. 4: Experimentální model uretry s využitím uretry vepře

Měření jsme prováděli nejprve na modelu, zhotoveném zalitím uretry vepře do gelu (obr. 4). Navlečením pružných gumových proužků jsme simulovali strikturu uretry. Vzhledem k množství rušivých odrazů při prvních vyšetřeních jsme se pokusili nalézt vhodnou metodu k získání kvalitního ultrasonografického obrazu uretry. Vyzkoušeli jsme kontinuální irigaci cévkou, paralelně spoje-

nou s ultrasonografickým snímačem (obr. 5), kdy jsme prováděli i současné vyhodnocení profilometrie. Pro standardní vyšetření se nám pak nejlépe osvědčila náplň uretry gelem (Instilagel).

Při měření na modelu jsme získali obraz intraluminálního obrazu uretry, na kterém bylo možno hodnotit tvar a průměr uretry v jednotlivých řezech. Irigace dilatovala uretru pouze v místech, kde byly naloženy kroužky, imitující strikturu uretry. Proto považujeme zúžení profilu uretry, rozepjaté dilatací gelovou náplní nebo ascendentní irigací, za známku striktury. Citlivost vyšetření byla větší při irigaci uretry, gelová náplň rozšířila lumen uretry méně a vlastní striktura byla méně patrná.

Po laboratorním ověření metody jsme endoskopické vyšetření nemocných se strikturou doplnili rutinně intraluminální ultrasonografií uretry sterilním intraluminálním snímačem. Z uložených obrazů uretry jsme rekonstruovali prostorovou analýzou vnitřní stěny snímaného lumina. Hodnotili jsme tvar dutiny, její průměr i její délku a srovnávali s rtg uretrografií a endoskopickým nálezem.

VÝSLEDKY:

Při měření na experimentálním modelu uretry se podařilo prokázat všechny simulované striktury na správných místech a korektně změřit nejen délku uretry, ale i její průměr. Synchronní profilometrie neodpovídala skutečnosti, což pravděpodobně způsobil tvar soustavy měřeného katetru spleného s ultrasonografickým snímačem, který neměl ideální kruhový profil (obr. 5). Proto jsme synchronní profilometrii do klinické praxe nezaváděli.

Vyšetřili jsme 17 nemocných s uretrograficky i endoskopicky prokázanou strikturou uretry, umístěnou periferně od svěrače, a výsledky srovnali s nálezy mikční cystourethrografie, plnicí cystografie a s endoskopickým i peroperačním nálezem. U 2 nemocných jsme endosonograficky strikturu neprokázali, pravděpodobně proto, že se nepodařilo dostatečně distendovat zdravou část uretry. U těchto nemocných jsme zjistili, že uretra s uretrograficky prokázanou krátkou strikturou jeví při operaci v širším okolí vlastní striktury známky ischemie a spongiofibrózy (změny barvy sliznice, histologické změny), i když je dosud vlastní lumen zachováno. U 15 nemocných vyšetření ukázalo nejen strikturu ve shodné lokalizaci, ale navíc i změny profilu uretry charakteru fausse route (obr. 6). U 2 nemocných jsme měli možnost provést i 3D rekonstrukci okolí uretry (Aparatura 3D CUBE Life Imaging), kde bylo možné posuzovat i kvalitu tkání sousedících s uretrou.

DISKUSE:

Základním vyšetřením pro posouzení průsvitu uretry je RTG uretrografie s velkou sensitivitou i specificitou. Jejímí limity jsou radiační zátěž, nemožnost posoudit spongiofibrózu i riziko překrytí defektu či výchlípku kontrastní látkou při určité projekci. Ultrasonografie uretry zevní sondou vyžaduje poměrně velkou zkušenost, ale poskytuje informaci i o spongiofibróze (1, 2, 3, 4). Ke korektnímu provedení je třeba při distenzi zdravého úseku uretry nalézt vlastní strikturu, což nebývá vždy snadné. Endoluminální ultrasonografie umožňuje snadno vyšetřit uretru v celé délce. Lze použít i k hodnocení extraluminálních tkání, jako je svěrač (5, 6). Při analýze lumina 3D rekonstrukcí je posuzování nálezu jednodušší, i když se zatím používaly k rekonstrukci obrazy získané zevním snímačem (7). Uvedený poloautomatický postup 3D intraluminální ultrasonografie s využitím originální kombinace přístrojů a software vyšetření zrychluje a do určité míry jej činí

i reprodukovatelným. Autoři dosud nemají konečný názor na to, jakým objemem a jakou rychlostí je třeba retrográdně plnit uretru, aby bylo možné spolehlivě distendovat strikturou nepoškozené úseky, a zvýšit tak citlivost metody.



Obr. 5: Experimentální snímač pro synchronní měření profilometrie



Obr. 6: 3D analýza endoluminální sonografie uretry - fausse route

ZÁVĚR:

První zkušenosti s ultrasonografickou 3D rekonstrukcí stěny uretry ukazují na to, že jde o metodu s minimální invazivitou, která je velmi dobře snášena. Umožňuje vyšetřit uretru v celé délce a posoudit přítomnost striktury, výchlípek uretry i její biometrii. Originální software je levnou možností analýzy, která je navíc názornější než velmi ekonomicky náročná klasická 3D analýza ve stupních šedi. V budoucnosti zřejmě převáží úplná 3D analýza s možností rekonstrukce - renderingu povrchu vnitřní uretry.

LITERATURA:

- 1) Beckert R., Gilbert P., Kreutzig TH.: Spongiosonography: a valuable adjunct to the diagnosis of urethral stricture. J. Urol., 1991, 146, s.993-996.
- 2) Mc Aninch, J.W., Laing F.C., Jeffrey R.B.: Sonourethrography in the evaluation of urethral stricture: a preliminary report. J. Urol., 1988 140, s.1410 - 1411.
- 3) Morey A.F., Mc Aninch, J.W.: Ultrasound evaluation of the male urethra for assessment of urethral stricture. J. Clin. Ultrasound, 1996, 24, s.473-9.
- 4) Heidenreich, A., Derschum, W., Bonfig, R., Wilbert D.M.: Ultrasound in the evaluation of urethral stricture disease: a prospective study in 175 patients. Br. J. Urol., 1994, 74, s.93-98.
- 5) Kirschner-Hermans R., Klein H.M., Muller U., Schafer W., Jakse G.: Intra-urethral ultrasound in women stress incontinence. Br. J. Urol., 1994, 74, s. 315 - 318.
- 6) Chancellor M.M., Liu J.B., Rivas D.A., et al: Intraoperative endoluminal ultrasound evaluation of urethral diverticula. J. Urol., 1995, 153, s.72-75.
- 7) Gardener, J.E., Rickards, D., Lees, W.R. and Milroy E.J.G.: Three-dimensional imaging of the prostatic urethra - an exciting new tool. Br. J. Urol., 1994, 74, s.604 - 608.

doc. MUDr. František Zátura
Urologická klinika FNO
I. P. Pavlova 6
775 20 OLOMOUC
Česká republika