

Uroodynamické vyšetření – indikace, provedení, interpretace

MUDr. Roman Sobotka, FEBU, prof. MUDr. Tomáš Hanuš, DrSc.

Urologická klinika 1. LF UK a VFN, Praha

Článek stručně shrnuje neurourologickou regulaci dolních cest močových a rozčleňuje jednotlivé možné dysfunkce v souvislosti s úrovní poškození nervového systému. Dále se článek věnuje indikaci a provedení uroodynamického vyšetření včetně neinvazivní uroodynamiky. Současně rozebírá a vysvětluje jednotlivé metody uroodynamického vyšetření.

Klíčová slova: uroodynamické vyšetření, uroflowmetrie, plnicí cystometrie, PQ studie, profilometrie, pitná a mikční karta.

Urodynamic examination – indication, performance, interpretation

The article briefly summarizes the neurological regulation of the lower urinary tract and breaks down possible dysfunctions related to nervous system damage. Furthermore, the article deals with the indication and performance of urodynamic examination including noninvasive urodynamics. It also analyzes and explains individual methods of urodynamic examination.

Key words: urodynamic examination, uroflowmetry, filling cystometry, PQ study, profilometry, drinking and voiding card.

ÚVOD

Uroodynamické vyšetření je funkční vyšetření dolních močových cest. Inervace dolních močových cest je autonomní a měchýř se chová jako nízkotlaký rezervoár. Na základě místa léze v centrálním nebo periferním nervovém systému lze odhadovat očekávaný typ dysfunkce dolních močových cest. Tyto dysfunkce se mohou kombinovat, jednotlivé dysfunkce se klasifikují Madersbacherovou klasifikací. Mezi nejtěžší dysfunkce ohrožující funkci ledvin vysokotlakým refluxem patří zejména detruzorosfinkterická dyssynergie. U spinálních lézí nad úrovní Th12 je nutno počítat s rizikem autonomní dysreflexie.

S výjimkou uroflowmetrie se jedná o invazivní vyšetření, měly by se tedy indikovat obezřetně a jen v případě, pokud výsledek vyšetření změní strategii léčby pacienta. Od pacienta je vždy nutné odebrat kvalitní uroodynamickou anamnézu a provést pitný a mikční deník za 48–72 hodin. Pacient indikovaný k uroodynamickému vyšetření by měl mít provedeno již několik uroflowmetrických záznamů a změřeno opakovaně sonograficky postmikční reziduum. V rámci neurourologického vyšetření se ptáme na pravidelnost a charakter stolice a sexuální funkce. Při fyzikálním vyšetření vyšetřujeme i kožní citlivost v oblastech dermatomů S2–S5 a vyšetřujeme bulbokavernózní a anální reflex včetně tonusu a volní kontrakce análního svěrače. V případě potřeby vyšetřit jímající funkce volíme plnicí cystometrii, která je schopna ověřit senzitivitu, vyloučit hyperaktivitu detruzoru a stanovit compliance detruzoru a cystometrickou kapacitu měchýře. K vyšetření evakuační funkce a rozlišení mezi obstrukcí a hypoaktivitou detruzoru volíme mikční cystometrii neboli PQ studii. Klasické invazivní uroodynamické vyšetření se v poslední době více nahrazuje neinvazivní uroodynamikou, zahrnující odebrání kvalitní uroodynamické anamnézy, vyplnění pitného a mikčního deníku, opakované měření průtoku moče uroflowmetrií a opakované změření postmikčního rezidua sonograficky. Neinvazivní uroodynamické vyšetření se nehodí pro pacienty po spinálních lézích a pro dětské pacienty s neurogenním měchýřem.

Principy uroodynamického vyšetření

- Vysvětlení příčiny obtíží pacienta, korelace symptomů s UDN nálezy
- Vyšetření funkčního stavu detruzoru a uretrální jednotky
- Stanovení nejsignifikantnější abnormality ve vztahu k potížím
- Určení nejvhodnější terapie pro pacienta
- Predikce výsledků operační léčby a pooperačních komplikací
- Zhodnocení efektu léčby



KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Roman Sobotka, FEBU, roman.sobotka@vfn.cz

Urologická klinika 1. LF UK a VFN, Ke Karlovu 6, 128 00 Praha

Cit. zkr: Urol. praxi 2019; 20(4): 175–182

Článek přijat redakcí: 21. 2. 2019

Článek přijat k publikaci: 7. 6. 2019

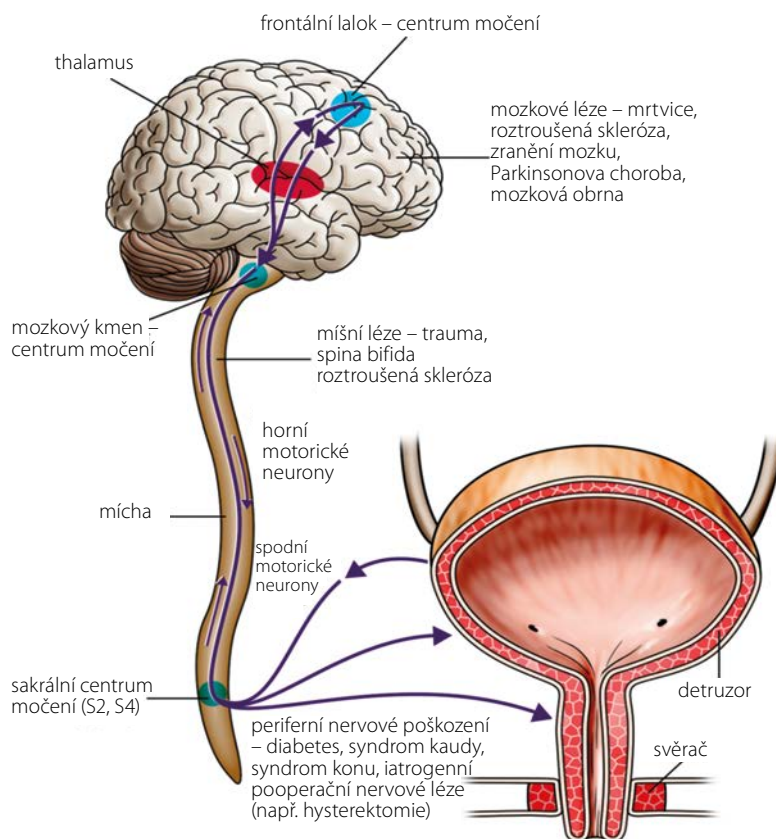
CNS KONTROLA MOČENÍ

Regulace močení je na autonomní úrovni s výjimkou ovládní rhabdomyosinkteru, který je inervován n. pudendus. Základní mikční reflex probíhá od volumreceptorů měchýře aferentními drahami k dolnímu mikčnímu centru, které je na úrovni S2–S4 míšního segmentu. Obratlově tato oblast odpovídá úrovni Th12–L1. V plnicí fázi převládá tonus sympatiku, jehož prostřednictvím jsou stimulována adrenergní zakončení v oblasti hrdla měchýře a beta-3-sympatomimetická zakončení v oblasti fundu měchýře. V mikční fázi převládá tonus parasympatiku se stimulací muskarinních zakončení v oblasti měchýře, vedoucí ke kontrakci detruzoru.

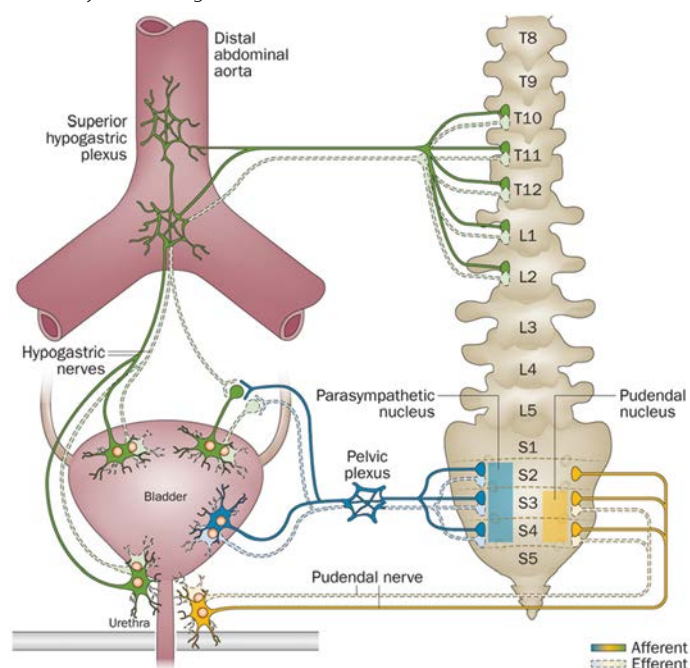
Koordinace mezi jímací a mikční fází, resp. synergie mezi kontrakcí detruzoru a relaxací svěrače, je závislá na dobré funkci horního mikčního centra v oblasti pontu a dobré funkci drah spojující obě mikční centra.

Tlumič funkci na sílící mikční signál dodávají podkorová centra mozku, sociální vnímání mikce pak zajišťuje frontální a prefrontální kortex (obrázky 1, 2, 3).

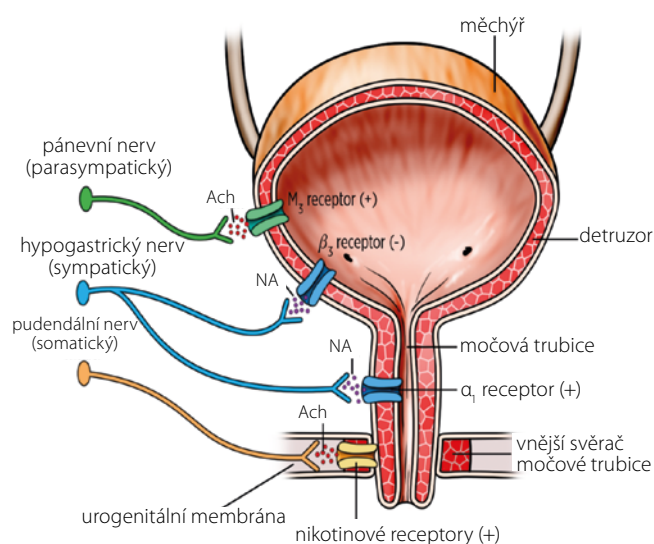
Obr. 1. Neurogenní kontrola mikčního reflexu



Obr. 2. Inervace dolních cest močových (Převzato z *Neural control and Neuromodulation of Lower Urinary Tract Function*, William C. de Groat, University of Pittsburgh)



Obr. 3. Receptory dolních cest močových (Převzato z *Neural control and Neuromodulation of Lower Urinary Tract Function*, William C. de Groat, University of Pittsburgh)



PATOFYZIOLOGIE NEUROGENNÍHO MĚCHÝŘE

Patofyziologie vzniku je závislá na lokalizaci poškození nervového systému

- korové struktury inhibují nižší centra
- pontinní mikční centrum přepíná mezi mikční a jímací fází
- sakrální mikční centrum zajišťuje bazální reflex

Jednotlivé úrovně poškození lze klasifikovat v závislosti ve vztahu k dolnímu a hornímu mikčnímu centru. Léze, které postihují periferní nervy, jsou lézí dolního motoneuronu, léze, které jsou lokalizovány mezi mikčními centry, jsou lézí horního motoneuronu (suprasakrální léze), poškození nad pontinním mikčním centrem jsou suprapontinní léze. Klinický obraz jednotlivých úrovní lézí je definován na obrázku 4.

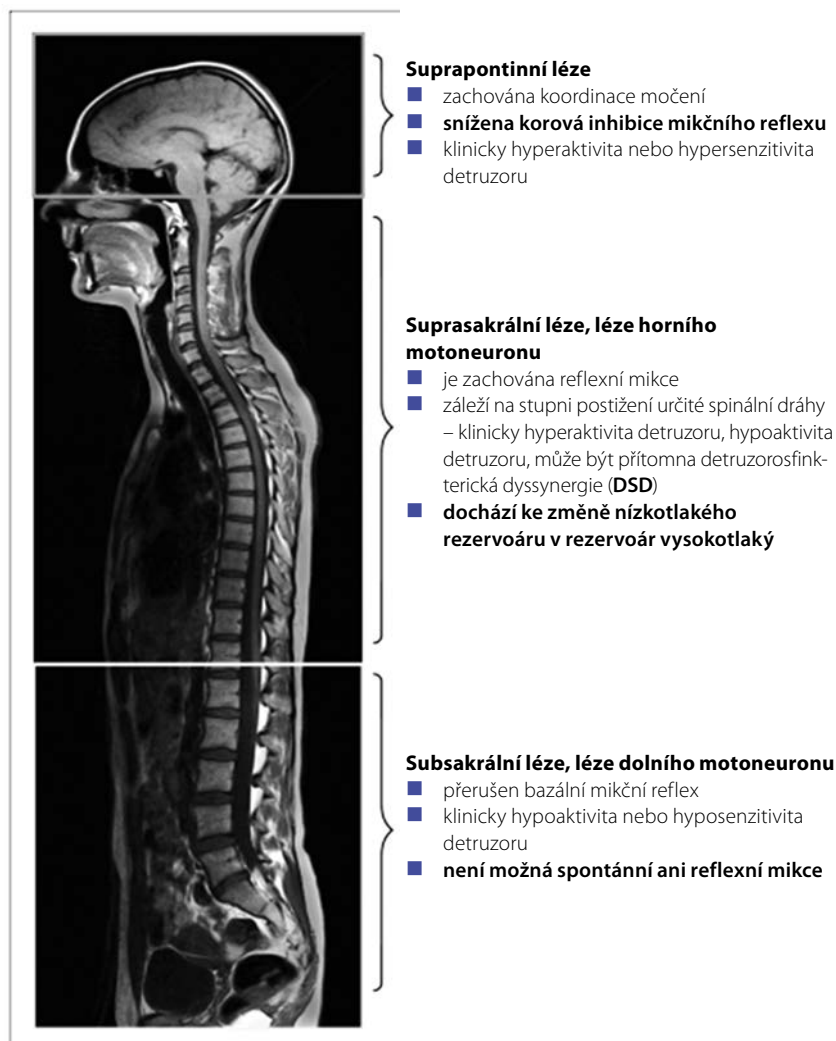
PROVEDENÍ URODYNAMICKÉHO VYŠETŘENÍ

Základem vyšetření je kvalitně odebraná podrobná urodynamická anamnéza, dotazujeme se na přítomnost a kvalitu erekce a ejakulace, hodnotíme frekvenci a charakter stolice, ptáme se na psychiatrickou anamnézu a medikaci.

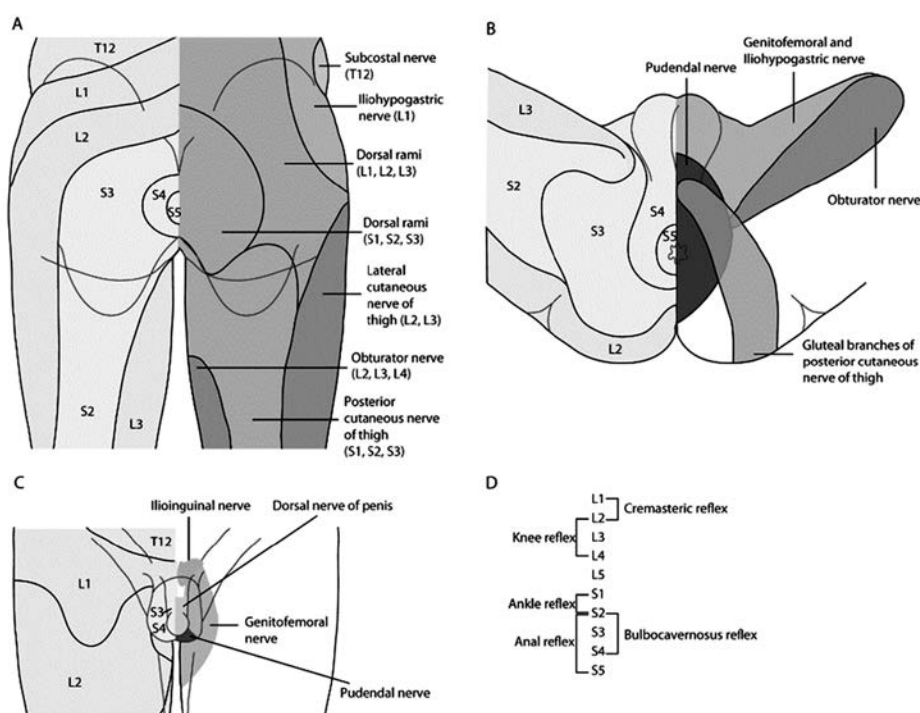
V rámci fyzikálního vyšetření stanovujeme symetričnost a kvalitu kožní citlivosti v dermatomech S2–S5, vybavujeme reflexy (bulbokavernózní, anální), hodnotíme tonus svěrače a schopnost volní kontrakce svěrače (obrázek 5). V rámci základního neuroulogického vyšetření se informace z anamnézy doplňují o vyplnění pitné a mikční karty za 48–72 hodin. Podmínkou provedení urodynamického vyšetření je nepřítomnost infekce močových cest s výsledkem negativní kultivace moče. Pokud byla přítomná infekce moče, musí být vždy přeléčená dle citlivosti s negativní kultivací moče, u pacientů s derivací moče a kolonizací vždy přeléčení infekce dle citlivosti. Pacienti, kteří mají permanentní močový kátr (PMK) z důvodu, že nemohli močit, musí být převedeni z PMK na tenkou epicystostomii 10 ch, aby alespoň několik dnů před vyšetřením měli volnou uretru. Provedení urodynamického vyšetření ihned po extrakci PMK může zkreslit výpočty pasivní uretrální rezistence, a tedy celý výsledek vyšetření. Užívaná medikace – otázka vysadit/nevysadit? Vždy záleží, zda vyšetřuji základní neuroulogický status pacienta, nebo zda vyšetřuji kompenzaci na léčbě s návrhem event. změny/navýšení terapie. Dle toho užíváním medikací vysazují alespoň týden před vyšetřením nebo ponechávám. Zásadní je zaznamenat, zda vypouštím či ponechávám postmikční reziduum před začátkem urodynamického vyšetření. Obojí je možné, jen musí být jasné, zda plnicí cystometrie začíná od prázdného měchýře nebo od rezidia.

Rychlost plnění by měla dosahovat maximálně 10 % kapacity měchýře za minutu a plnicí roztok by měl být isotonický a ohřátý na 37 °Celsia.

Obr. 4. Úrovně postižení centrálního nervového systému ve vztahu k poruchám mikce (převzato z Guidelines European association of Urology 2019 – kapitola Neuro-urology)



Obr. 5. Vyšetření kožních dermatomů (Převzato z Guidelines European association of Urology 2019 – kapitola Neuro-urology)



Urodynamické vyšetření indikují s dotazem

1. Co chci daným vyšetřením vyloučit – dle toho volím metodu

Jímací funkce: plnicí cystometrie (k vyloučení hyperaktivity, hyposenzitivity detruzoru, stanovení cystometrické kapacity)

Evakuační funkce: PQ studie = mikční cystometrie (rozlišení obstrukce a hypoaktivity detruzoru)

2. Změní výsledek vyšetření postup nebo léčbu?

V rámci neurourologického a urodynamického vyšetření je třeba postupovat od méně invazivních metod k invazivnějším. Velký posun lze dosáhnout v diagnostice založené na neinvazivním urodynamickém vyšetření. Toto vyšetření zahrnuje kvalitní odběr anamnézy, vyplnění dotazníků, pitného a mikčního deníku, provedení opakovaného záznamu uroflowmetrie a opakovaného sonografického vyšetření postmikčního rezidua (reziduální profil). Takto kvalitní vyšetření může v řadě případů u pacientů s netraumatickým neurogenním měchýřem nebo LUTS přinést stejné informace neinvazivním způsobem jako kompletní UDN vyšetření. Příklad rozlišení souboru symptomů neinvazivním způsobem je uveden v tabulce 1 – subjektivně frekventní, někdy i náhlá nutnost mikce, nykturie 3x.

Tab. 1. Příklad neinvazivní diagnostiky dysfunkcí dolních cest močových na základě symptomatologie

	Hyperaktivita	Obstrukce/hypokontraktilita s PMR	Hyposenzitivita	Noční polyurie
P + M deník	13x d, objemy 50–130 ml, nykturie 3x, 100–180 ml	13x d, objemy 100–200 ml, nykturie 3x do 200 ml	8x d, 300–400 ml, nykturie 0	8x d 300 ml, nykturie 3x po 300–400 ml
UFM	120 ml Qmax 16	150 ml Qmax 7,5	350 ml Qmax 15	350 ml Qmax 15
PMR	0 ml	200 ml	0–150 ml	0 ml

JEDNOTLIVÉ URODYNAMICKÉ METODY

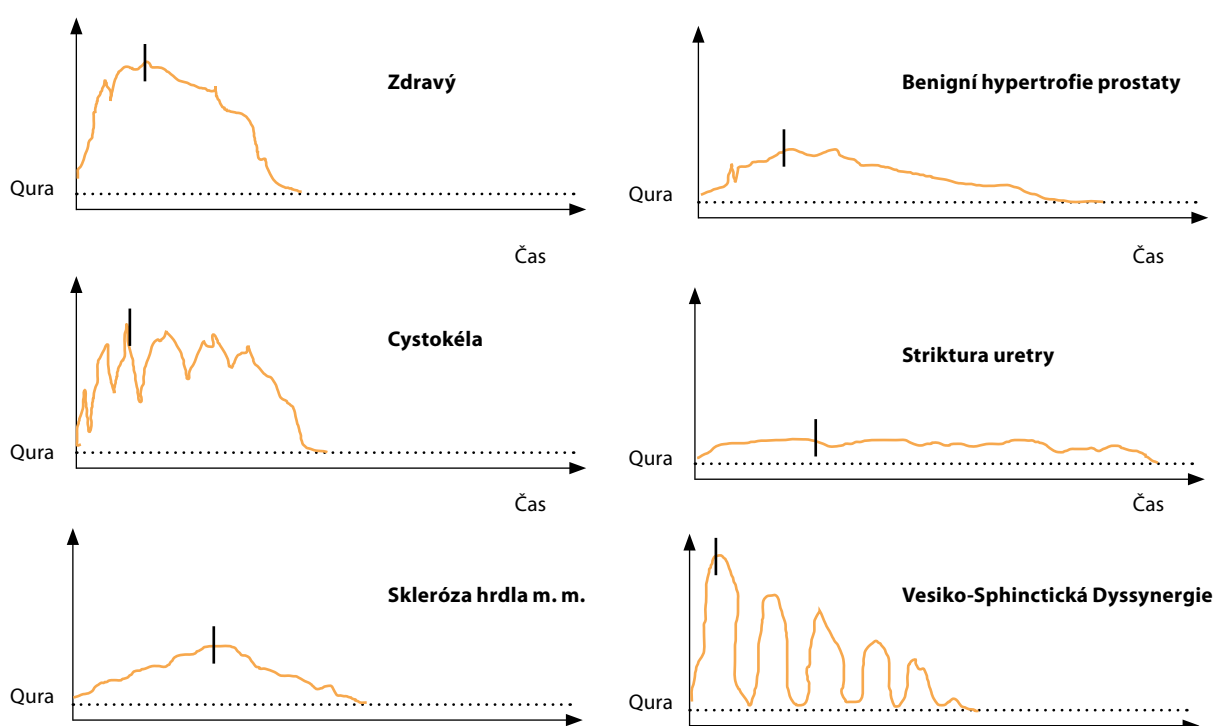
Uroflowmetrie

Metoda slouží k měření množství moče za časovou jednotku (= průtok). Záznam průtoku by měl mít tvar sinusoidy. Tvary křivek možných příčin změny průtoku jsou zakresleny na obr. 6. Normální hodnoty průtoku jsou uvedeny níže.

- Ženy pod 50 let normální průtok > 25 ml/sec
- Ženy nad 50 let normální průtok > 18 ml/sec
- Muži Qmax > 15 ml/sec, Qave > 10 ml/sec

Podmínkou provedení je klidné prostředí vyšetření, soukromí pacienta, je třeba dbát na nepřeplnění měchýře před vyšetřením, zároveň je ale nutné, aby pacient měl pocit nucení na močení; pacient by měl močit v době, kdy má ideální pocit náplně měchýře. Minimální mikční objem by měl dosahovat 150 ml, měření alespoň 3x v čase opakovat.

Obr. 6. Typické křivky uroflowmetrie při jednotlivých patologických nálezech



Plnicí cystometrie

Jedná se o metodu měření detruzorového tlaku (Pdet) v průběhu plnění měchýře isotonickou ohřátou tekutinou pomalou rychlostí

- **Rychlost plnění:** nejvýše 1/10 kapacity měchýře/minutu
- Pdet je **vypočítaná hodnota** z reálně měřených tlaků $P_{det} = P_{ves} - P_{abd}$, při špatné kalibraci systému může docházet ke vzniku artefaktů

Metoda slouží k průkazu hyperaktivity detruzoru, hypo/hypersenzitivity detruzoru, stanovení compliance detruzoru a cystometrické kapacity měchýře. Plnicí cystometrie nikdy neprokáže hypoaktivitu, protože měchýř je za normálních okolností nízkotlaký rezervoár! Tedy fyziologicky je detruzorový tlak od začátku do konce plnění stejný, normální hodnoty detruzorového tlaku jsou mezi 10–15 cm H₂O (obrázek 7).

Indikace plnicí cystometrie:

- Traumatické léze míšň
- Pacienti s neurologickým onemocněním a BHP před operací (roztroušená skleróza, m. Parkinson)
- Vrozené dysrafie, nádory mozku a míchy, postischemické stavy
- Inkontinence moče před chirurgickou léčbou s příznaky smíšené inkontinence
- Hyperaktivní měchýř nereagující na léčbu I. linie
- Nemožnost dosáhnout mikčního objemu na UFM alespoň 150 ml

Hyperaktivita detruzoru se projevuje:

- netlumenými kontrakcemi detruzoru = náhlé přechodné vzestupy detruzorového tlaku, které jsou vnímány jako nucení na močení (fázické, terminální) (obrázky 8 a 9)
- sníženou compliance detruzoru, tedy poddajnost stěny močového měchýře v průběhu plnění. Poddajnost je vyjádřena vztahem změny detruzorového tlaku a změny intravezikálního objemu. Nízkocompliantní detruzor je zobrazen na obrázku 10.

DLPP = detrusor leak point pressure = detruzorový tlak, při kterém dochází k úniku moče při plnicí cystometrii po vzniku netlumených kontrakcí – nebezpečná hodnota pro horní cesty močové je > 40 cm H₂O

Tlakově průtoková studie = PQ studie = mikční cystometrie

Metoda spočívá v současném měření detruzorového tlaku a průtoku močení (uroflowmetrie) v rámci multikanálového záznamu měření (obrázek 11). Zásadní parametry, které jsou vyhodnocovány, jsou následující:

- **P det open** – detruzorový tlak v době zahájení mikce
- **P det Q max** – detruzorový tlak v době maximálního průtoku moče
- **P det max** – nejvyšší dosažený detruzorový tlak nezávisle na průtoku moče

Normální Pdet Q max u mužů je přibližně 50–60 cm H₂O.

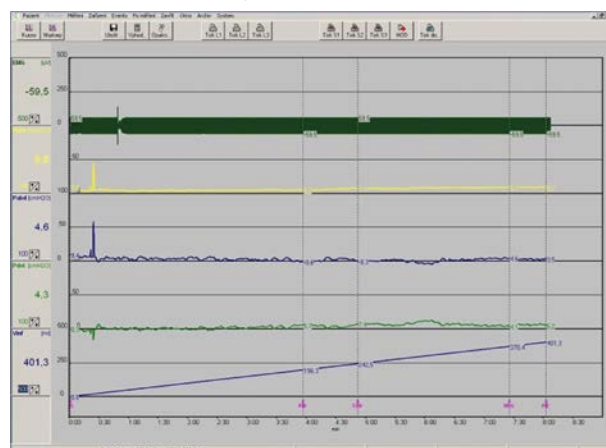
Indikace mikční cystometrie: rozlišení obstrukce a hypoaktivity detruzoru

- selhání (chirurgické) léčby pacienta (retence po operaci, trvalý vysoký PMR)
- před chirurgickou intervencí:
 - věk pod 50 let (k vyloučení sklerózy hrdla a high flow obstrukce)
 - vysoký věk (k vyloučení hypokontraktility detruzoru)

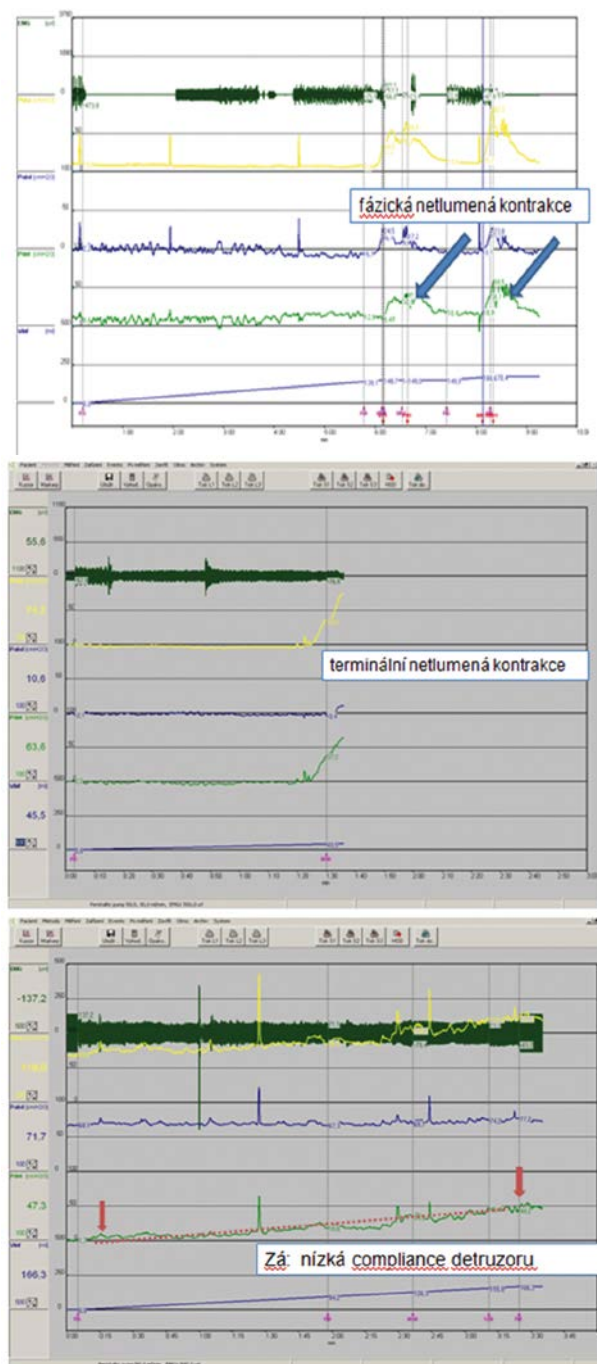
Základní principy PQ studie

- Vysoký detruzorový tlak + nízký průtok = **obstrukce**
- Nízký detruzorový tlak + nízký průtok = **hypoaktivita**

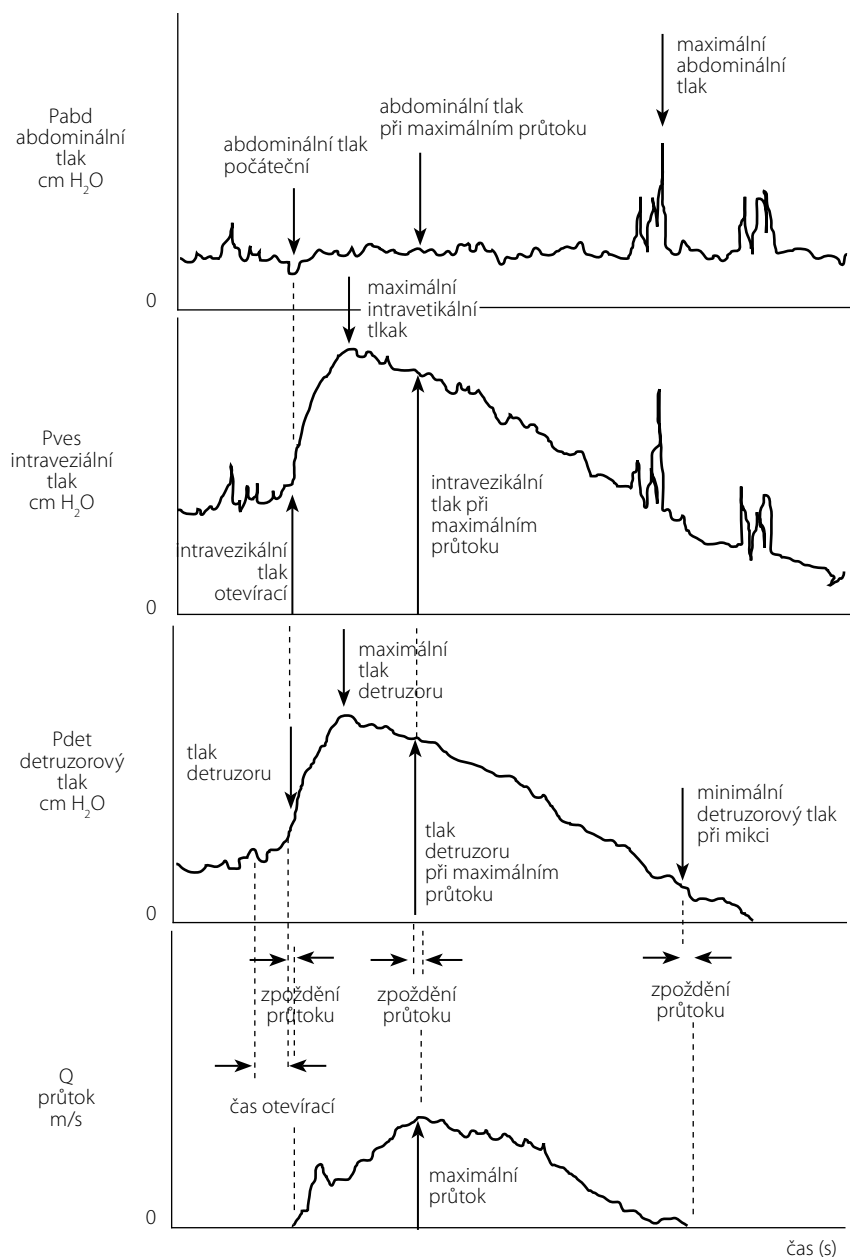
Obr. 7. Normální plnicí cystometrie



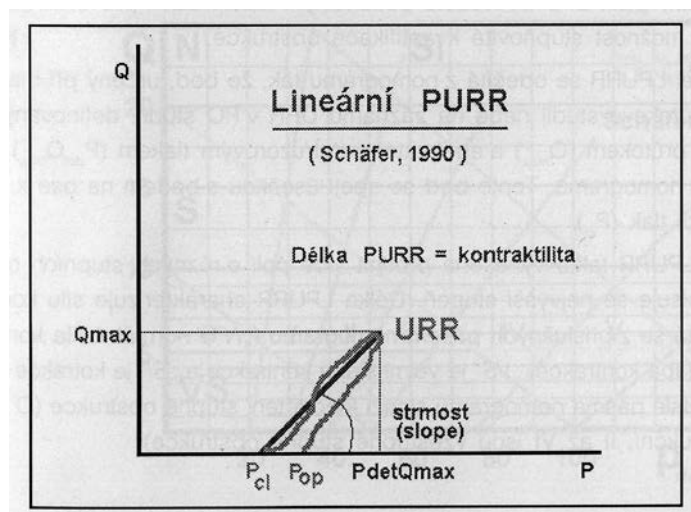
Obr. 8, 9, 10. Plnicí cystometrie: hyperaktivní detruzor



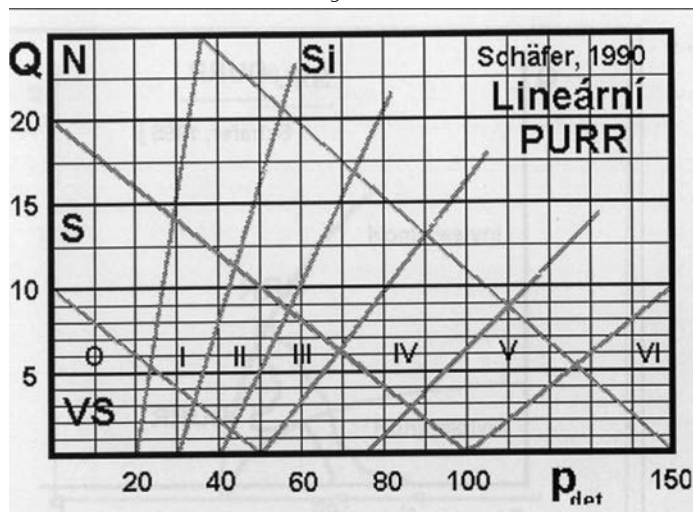
Obr. 11. Schéma multikanálového záznamu při PQ studii



Obr. 12. Schématické zobrazení lineární pasivní uretrální rezistence



Obr. 13. LPURR (Schäferův nomogram)



Vyhodnocení PQ studie

Výpočty, vzorce:

BOOI (bladder outlet obstruction index) =
 $P_{det} Q_{max} - 2 \times Q_{max}$ (norma 20–40)

BCI (bladder contractility index) =
 $P_{det} Q_{max} + 5 \times Q_{max}$ (norma 100–150)

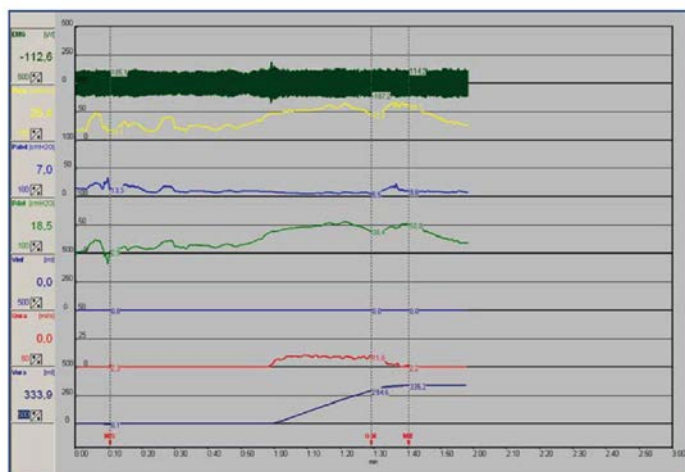
Nomogramy

Lineární PURR = Schäferův nomogram

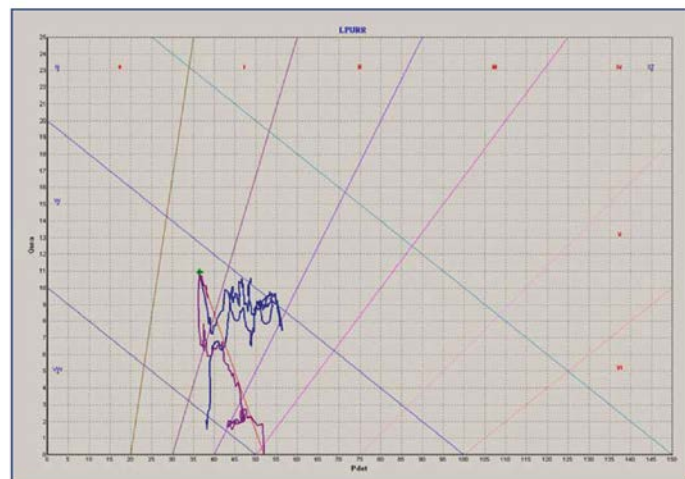
- zjednodušený přístup k určení pasivní uretrální rezistence (tj. určení nejnižší hodnoty detruzorového tlaku potřebné k dosažení daného průtoku)
- vztah mezi tlakem a průtokem v období nejnižší uretrální rezistence (PURR) (obrázek 12)
- strmost úsečky udává míru obstrukce (pásmo 0–II je neobstrukční zóna, pásmo III je přechodná zóna, pásmo IV–VI je zóna obstrukce) (obrázek 13)
- délka úsečky udává kontraktilitu (VS = zóna velmi slabé kontraktility, S = zóna slabé kontraktility, N = normokontraktilní zóna, Si = zóna silné kontraktility) (obrázek 13)
- nejdůležitějším bodem hodnocení je okamžik detruzorového tlaku při maximálním proudu moče ($P_{det} Q_{max}$)

Praktické provedení PQ studie ve formě UDN záznamu tlaku a průtoku a LPURR nomogramu je ve vzorových případech pro hypoaktivitu detruzoru zobrazeno na obr. 14 a) a b), pro nález obstrukce na obrázku 15 a) a b).

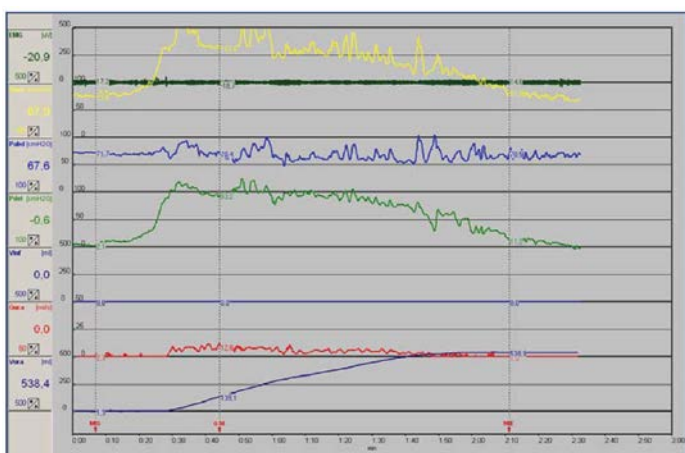
Obr. 14a. UDN záznam PQ studie u pacienta s hypoaktivitou detruzoru



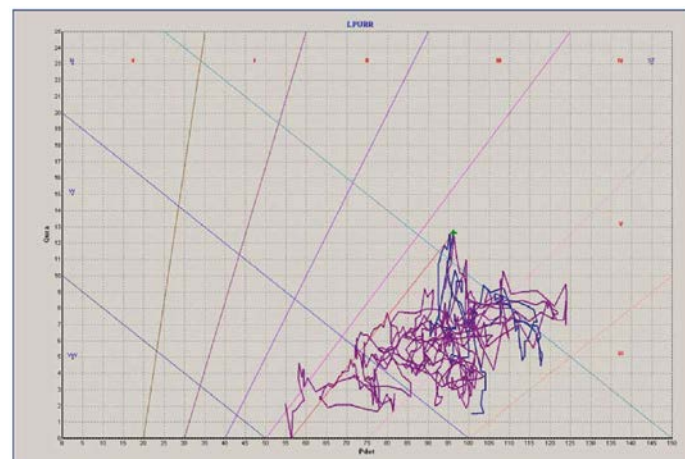
Obr. 14b. LPURR nomogram u pacienta s hypoaktivitou detruzoru



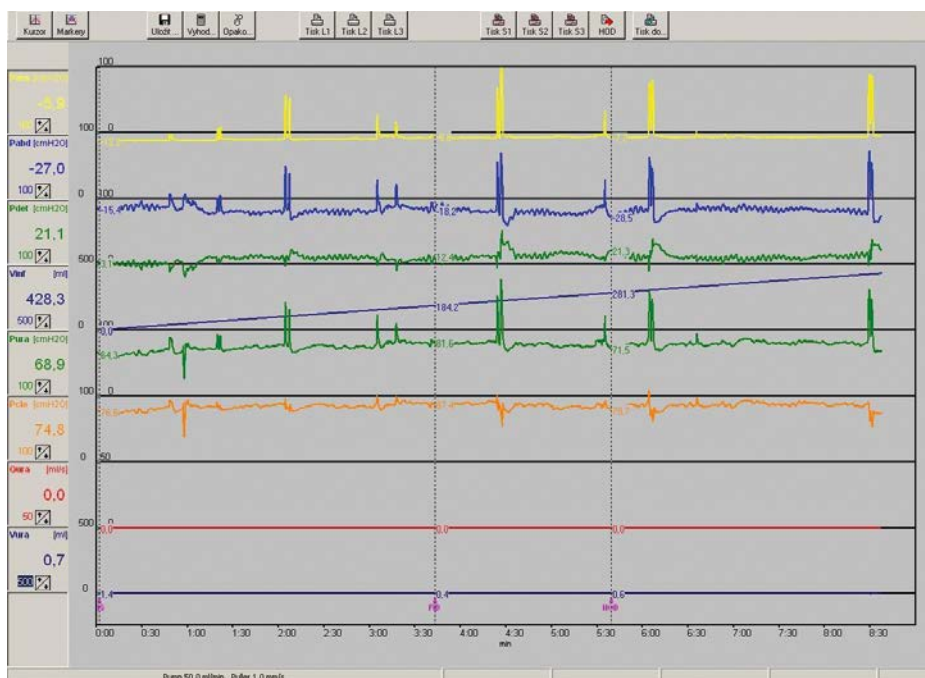
Obr. 15a. UDN záznam PQ studie u pacienta s obstrukcí



Obr. 15b. LPURR nomogram u pacienta s obstrukcí



Obr. 16. Dynamická profilometrie: kontinentní pacientka



Profilometrie

Metoda vyšetření stresové inkontinence u žen

Statická – vytahování cévky pullerem uretrou a měření odporu tkání v okolí. V současnosti již obsolentní metoda, neměla by se provádět.

Dynamická – měření uretrálního uzavíracího tlaku v průběhu plnicí cystometrie při kašli. V průběhu plnicí cystometrie se plní měchýř dvoubalonkovým katétre. První balonek měří intravezikální tlak, druhý balonek se ukládá do místa největšího tlaku v uretře, tedy oblasti svěrače uretry. V průběhu plnění měchýře pacientka po 100 ml náplně prudce kašle, vzestup intraabdominálního tlaku se přenáší na intravezikální tlak, měří se dosažený kompenzační tlak v oblasti svěrače uretry.

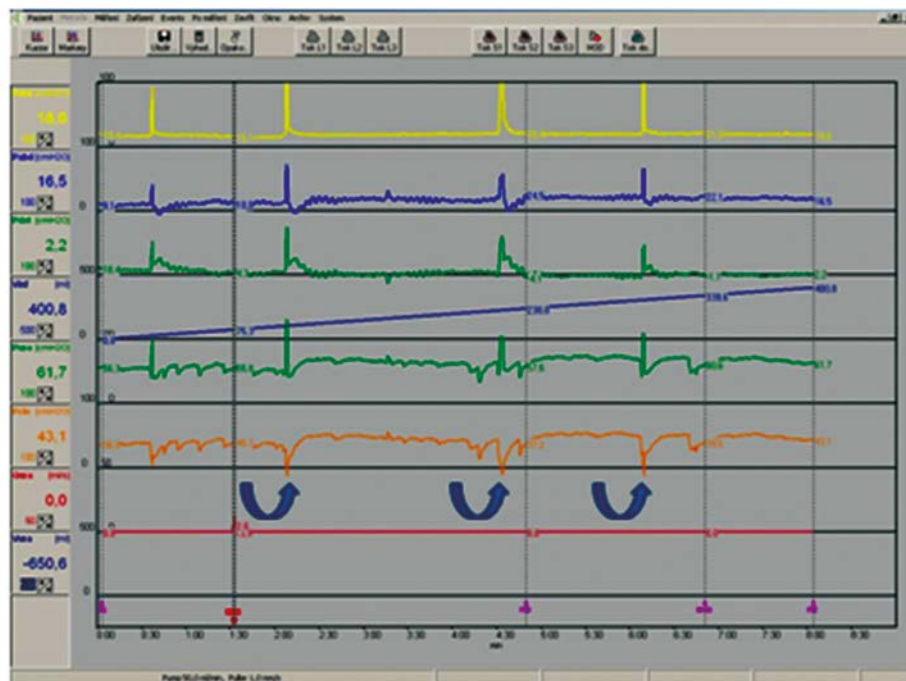
Uretrální uzavírací tlak (Pura closure) = Pura - Pves

Záznam kontinentní pacientky je na obrázku 16, kde oranžová křivka tlaku při kašli neklesá. Pacientka se stresovou inkontinencí je zobrazena na obrázku 17, kde je patrný pokles uretrálního uzavíracího tlaku v době kašle (oranžová křivka) do negativních hodnot. ALPP – abdominal leak point pressure – intraabdominální tlak, při kterém vestoje při kašli dojde k úniku moče.

LITERATURA

1. Schafer W, Abrams P, Liao L, et al. Good urodynamic practices: uroflowmetry, filling cystometry, and pressure-flow studies. *Neurourol Urodyn*, 2002. 21(3): 261–274.
2. Abrams P, Cardozo L, Fall M, et al. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: report from the Standardisation Sub-committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodyn*, 2002. 21(2): 167–178.
3. Gammie A, Clarkson B, Constantinou C, et al. International Continence Society guidelines on urodynamic equipment performance. *Neurourol Urodyn*, 2014. 33(4): 370–379.
4. Guidelines European Association of Urology, 2019, chapter Neuro-urology. [online]. Dostupné z: <https://uroweb.org/guideline/neuro-urology/>
5. Abrams P. *Urodynamics*. Springer-Verlag London 2006.

Obr. 17. Dynamická profilometrie: Stresová inkontinence - negativizace Pura closure



6. Homma Y, Batista J, Bauer S. Chapter 7: Urodynamics. In: Abrams P, Cardozo L, Khoury S, Wien A. *Incontinence*. 2002. Dostupné z: https://www.ics.org/Publications/ICI_2/chap-

7. Oh S-J. *Interpretation of Urodynamic Studies*. Springer Singapore 2018.