

# Badania urodynamiczne w praktyce ginekologicznej – wskazówki i uwagi krytyczne w interpretacji wyników

## Urodynamic study in gynecological practice – guidelines and critical comments during interpretation results

© GINEKOLOGIA I POŁOŻNICTWO 2 (8) 2008

Artykuł poglądowy/Review article

---

ANDRZEJ PRAJSNER

Ośrodek: Kliniczny Oddział Urologii, Śląskiego Uniwersytetu Medycznego  
w Katowicach

Kierownik: dr hab. n. med. A. Prajsner

---

Adres do korespondencji/Address for correspondence

Kliniczny Oddział Urologii, ŚUM w Katowicach, WSS 5 im. św. Barbary,  
ul. Medyków 1, 41-200 Sosnowiec, Poland

e-mail: aprajsner@dotcom-sc.com.pl

### Statystyka/Statistic

Liczba słów/Word count 3322/4086

Tabele/Tables 0

Ryciny/Figures 7

Piśmiennictwo/References 78

Received: 09.01.2008

Accepted: 13.02.2008

Published: 05.06.2008

### Streszczenie

Badanie urodynamiczne jest cennym narzędziem diagnostycznym oceniającym stan czynnościowy dolnych dróg moczowych. W pracy przedstawiono dane piśmiennictwa oraz własne doświadczenia. Omówiono podstawy fizjopatologii dolnych dróg moczowych, techniki badań urodynamicznych mających zastosowanie praktyczne w pracy ginekologa, najczęściej spotykane problemy techniczne w trakcie wykonywania poszczególnych badań oraz sposób ich uniknięcia. Znajomość anatomii i patofizjologii dolnych dróg moczowych, podstawowych zasad z biomechaniki i fizyki to mniej problemów z interpretacją wyników, a analiza prawidłowo wykonanego badania jest prostsza i łatwiejsza.

**Słowa kluczowe:** badanie urodynamiczne, cystometria, badanie ciśnieniowo-przepływowe, ciśnienie wycieku, pomiar ciśnienia cewkowego.

### Summary

Urodynamic study is valuable diagnostic tool evaluated functional state of lower urinary tract. The references from english PubMed and Mediline data as and own experiences are used. The paper presents basis of physiology lower urinary tract, techniques of urodynamic studies in gynecological practice. The most common technical problems and the way of their avoiding are discussed. A knowledge of anatomy and pathophysiology of lower urinary tract, basic principle of physics and biomechanics of fluids this is less problems with interpretation outcomes. Analysis of correct performed study is more simple and easier.

**Key words:** urodynamic study, cystometry, pressure-flow study, leak point pressure, urethral pressure measurement.

## WSTĘP

„Celem badań urodynamicznych jest odtworzenie ob-  
jawów podczas precyzyjnych pomiarów, dzięki którym  
można rozpoznać przyczynę ich występowania oraz  
ocenić ilościowo procesy patofizjologiczne” [cyt.za 1].

W praktyce ginekologicznej badanie urodynamiczne ma zastosowanie przede wszystkim w diagnostyce różnicowej nietrzymania moczu, pozwala wyznaczyć typ i stopień niedomogi mechanizmu zamykającego cewkę moczową w wysiłkowym nietrzymaniu moczu. Prawidłowa diagnostyka to wybór właściwej metody leczenia pacjentek z nietrzymaniem moczu. Nie tylko dobre przygotowanie teoretyczne z zakresu anatomii i fizjologii dolnych dróg moczowych, ale również znajomość podstaw z biomechaniki i fizyki jest niezbędna dla prawidłowego przeprowadzenia badania urodynamicznego i dokonania analizy uzyskanych wyników [1]. Wykonujący badania powinni znać fizyczne podstawy dokonywanych pomiarów, umieć kontrolować jakość uzyskiwanych i zapisywanych sygnałów, analizować uzyskane wyniki.

Pęcherz moczowy wraz z cewką moczową, a przede wszystkim z mechanizmem zwieraczowym, stanowi wspólną jednostkę czynnościową, odpowiedzialną za magazynowanie moczu, zapewniając jego trzymanie przez okres wielu godzin oraz świadomą kontrolę nad jego okresowym opróżnieniem [2-5]. Normalna mikcja wymaga kompleksowej interakcji pomiędzy wieloma anatomicznymi strukturami. Rozciągnięcie pęcherza w trakcie napełniania wyzwała niskiej częstotliwości stymulację dośrodkową (*włóknami dośrodkowymi*) biegnącymi poprzez rdzeń do ośrodka mostowego mikcji (*pontine micturition centre-PMC*) – części odpowiedzialnej za fazę magazynowania. Skąd aktywowane są drogą zstępującą włókna odśrodkowe stymulujące rdzeniowy ośrodek współczulny i somatyczny, wywołując relaksację wypieracza i skurcz mięśni cewki i mięśni dna miednicy. W miarę rozciągania pęcherza wzrasta aktywność mięśni cewki i dna miednicy, zapobiegając tym samym niekontrolowanemu wyciekowi moczu. Kiedy zaistnieją warunki dla świadomego, nieskrepowanego oddania moczu (np. dostęp do toalety) z kory mózgowej zostanie wysłany sygnał do „przełączenia” w obrębie PMC z fazy magazynowania do fazy opróżniania. Wyładowania w układzie współczulnym i somatycznym zanikną, a rolę aktywną przejmie układ przywspółczulny i dojdzie do relaksacji szyi, cewki i mięśni dna miednicy oraz skurczu wypieracza. Następnie występuje faza napełniania i cykl powtórzy się od początku [5].

Faza napełniania w warunkach prawidłowych charakteryzuje się znacznym przyrostem objętości przy niewielkim przyroście ciśnienia oraz pełną kontyngencją.

Niewielki **przyrost ciśnienia determinuje prawo Laplace’a**, według którego ciśnienie wypieracza jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu promienia pęcherza.

$$P_{ves} = T/R^2$$

## INTRODUCTION

“The aim of the urodynamic research is the symptoms reconstitution in course of performance of precise assays, owing to which the cause of the symptoms can be recognized and the pathophysiologic processes can be quantitatively assessed”.

In gynecological practice urodynamic assay can be applied mainly in differential diagnostics of urine incontinence; it can determine the type and the degree of insufficiency of the mechanism of urethra obliteration in the course of stress incontinence. The correct diagnostics means the selection of the appropriate treatment aimed at patients with incontinence of urine. Not only broad theoretical command of anatomy and physiology of low urinary tract is important but also basic command of biomechanics and physics is necessary for performing urodynamic assay and analysis of the obtained results. [1].

Personnel performing the tests should be acquainted with physical basics of the assays. They should know how to control quality of the recorded signals, and how to analyse the results.

Urinary bladder, urethra and above all the sphincter mechanism, constitute functional unit responsible for the urine collection, so it can be stored for many hours. It is also responsible for aware control of the periodical urine evacuation [2-5].

Regular miction requires complex interaction between two anatomic structures. Bladder extension in course of filling releases low frequency center stimulation (center fibers are involved), running through the core to the pontine micturition center - PMC- responsible for the storing phase. From the PMC center through the decent tract the fibers stimulating sympathetic and somatic cord center, relaxing detrusor and provoking urethral muscles and uterine fundus spasms are activated. The more bladder extends the more active urethral and uterine fundus muscles are, preventing uncontrolled urine leakage. When conditions for aware, free urination are available (toilet), signal from cerebral cortex will be sent generating a “click” in PMC from storing to evacuation phase. Flashing in sympathetic and somatic system fade and parasympathetic system takes over. Neck, urethra and uterine fundus muscles relax and detrusor cramps. Further, the phase of refilling follows and the whole cycle repeats all over again [5].

In normal conditions the phase of refilling is characteristic for its increase of volume, with small increase of pressure and full contingency.

Small increase of pressure is determined by Laplace law. According to the law detrusor pressure is conversely proportional to the square of the bladder radius.

$$P_{ves} = T/R^2$$

**Podatność pęcherza** (*compliance*–*C*), czyli zdolność pęcherza do rozciągania determinują właściwości elastyczne i lepkosprężyste ściany [6]. Wyznaczamy ją ze wzoru:

$$C = \Delta V / \Delta P$$

(czyli stosunku przyrostu objętości do przyrostu ciśnienia wypielacza).

Prawidłowa podatność pęcherza mieści się w przedziale 25-60 ml/cmH<sub>2</sub>O [7-10].

Krzywa hiperboliczna BOR (*Bladder Output Relation*) zgodnie z prawem Hilla, zaadaptowanym przez Griffiths'a dla dolnych dróg moczowych, jest odzwierciedleniem wzajemnych relacji pomiędzy siłą skurczu wypieracza (*Pdet, cmH<sub>2</sub>O*), a tempem opróżniania pęcherza (*Q, ml/s*), jako wyraz wydajności pęcherza. Wyższe tempo przepływu wymaga wygenerowania niższego ciśnienia przez wypieracza i odwrotnie, niższemu *Q* towarzyszy wyższe ciśnienie wypielacza. W pierwszym przypadku URR (*Ureteral Resistance Relation*) nie wskazuje na istnienie przeszkody podpęcherzowej – BOO (*Bladder outflow obstruction*), a w drugim sugeruje jej obecność [9,11].

Przeszkoda w systemie transportującym płyn pojawia się wtedy, jeśli ciśnienie płynu w odcinku proksymalnym do najwyższego musi wzrosnąć, ażeby móc przetransportować płyn w odpowiednim tempie przez ten odcinek. Podczas mikcji, ciśnienie wypieracza (*Pdet*), zgodnie z równaniem Hilla jest odzwierciedleniem oporu podpęcherzowego [10]. Mięsień wypieracz może użyć energii w celu wygenerowania siły (napięcia) lub dla skrócenia długości włókien. Ponieważ pęcherz jest zbiornikiem, siła (generowane napięcie) zależy od ciśnienia, natomiast szybkość skracania się jego włókien, uzależniona jest od tempa w przepływie moczu (szybkości w opróżnianiu zbiornika). Pozwala to na wyznaczenie współczynnika oporu cewkowego [10,12]. Niskie ciśnienie wypieracza w trakcie mikcji, nie zawsze jest jednoznaczne z osłabieniem kurczliwości

**Bladder susceptibility** – *C* means bladder ability to extent. It is determined by the elastic and adhesive properties of the bladder walls [6] and calculated from the equation:

$$C = \Delta V / \Delta P$$

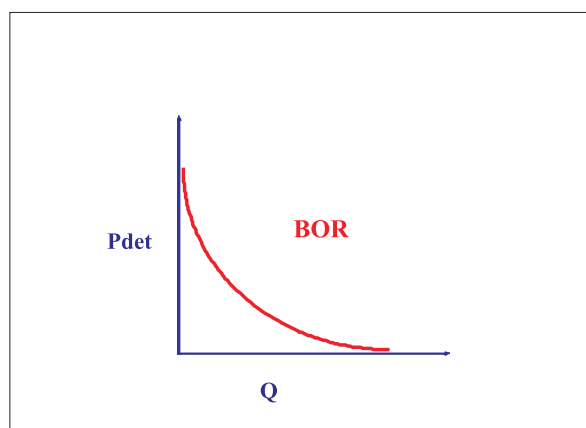
(it is a relation between increment of volume and increment of detrusor pressure).

The bladder compliance falls between 25-60 milliliters /centimeter H<sub>2</sub>O [7-10].

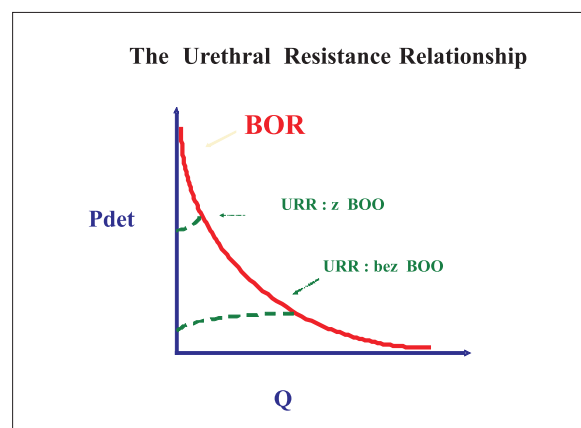
According to the Hill law, Bladder Output Relation (BOR), adapted by Griffith for the lower urinary tract, reflects mutual relations between force of detrusor spasm (*Pdet, cmH<sub>2</sub>O*) and the speed of the bladder evacuation (*Q, ml/s*), determining the bladder turnout. Higher flow speed requires lower detrusor pressure and vice versa, lower *Q* is accompanied by higher detrusor pressure.

In the first case URR (*Ureteral Resistance Relation*) doesn't indicate bladder outflow obstruction – BOO, in second case it suggests its presence. [9,11].

The obstruction in the fluid transportation system occurs when the fluid pressure in the proximal section has to increase in the narrowest section to transport fluid with appropriate speed through that section. During miction detrusor pressure (*Pdet*), according to the Hill equation, is reflected in bladder outflow obstruction [210]. The detrusor muscles can be forced to generate tension or to shorten the fibers' length. Since bladder is a container, the tension generation depends on the pressure, but the speed of its fibers' curtailment depends on the speed of urine flow (speed of the container evacuation). On this basis coefficient of urethral resistance can be determined [10,12]. Low detrusor pressure in course of miction is not always univocal with detrusor contractility impairment. It is sufficient if low *Pdet* is accompanied by high *Q*. When bladder neck and urethra open wide letting urine flow in high speed, detrusor has to make small effort only to evacuate the bladder. Example – miction in women [13].



Ryc. 1. Krzywa wydajności pęcherza  
Fig. 1. The Bladder Output Relation



Ryc. 2. Krzywe oporu cewkowego u pacjenta z i bez przeszkody podpęcherzowej  
Fig. 2. The Ureteral Resistance Relationship in patient with and without BOO

ści wypieracza. Będzie wystarczające, jeśli niskiemu Pdet towarzyszyć będzie wysokie Q. W sytuacji, kiedy szyja pęcherza i cewka moczowa otwiera się szeroko przepuszczając mocz z wysokim tempem, wówczas dla wykonania pracy niezbędnej do opróżnienia pęcherza wystarczy niewielkie ciśnienie wypieracza. Przykładem może być mikcja u kobiet [13].

Znajomość wartości odcinających dla poszczególnych parametrów urodynamicznych jest niezbędna dla przeprowadzenia właściwej interpretacji wyników. Wnioski ostateczne wyciągamy na podstawie oceny wywiadu, badania fizykalnego i wyniku badania urodynamicznego [14].

## TESTY URODYNAMICZNE

Testy urodynamiczne dzielimy na dwie grupy procedur: nieinwazyjne i inwazyjne. Do pierwszych zaliczamy prowadzenie dziennika mikcji, uroflowmetrię wolną z oceną zalegania moczu, EMG z elektrodą powierzchniową.

Procedury inwazyjne (wymagające wprowadzania cewników) to: cystometria z wyznaczeniem *Leak Point Pressure (LPP)*, badanie ciśnieniowo-przepływowe, profilometria cewkowa oraz EMG z użyciem elektrod igłowych.

Testy nieinwazyjne można wykonywać u każdego pacjenta z dolegliwościami ze strony dolnych dróg moczowych (LUTS). Wskazaniami bezwzględny dla testów inwazyjnych, są pacjenci ze schorzeniami neurogennymi, pacjentki z nietrzymaniem moczu o charakterze mieszanym [14].

## WYWIAD

W wywiadzie uwzględniamy dolegliwości ze strony dolnych dróg moczowych (LUTS), aktywność seksualną, czy dolegliwości związane są z wypadaniem narządów miednicy małej u kobiet. Wprowadzenie skali punktowej pozwala na zobiektywizowanie dolegliwości, wyznaczenie stopnia ich nasilenia. Dla kobiet, z dolegliwościami związanymi z układem moczowo-płciowym, wprowadzono kwestionariusze: *Urogenital Distres Inventory*, w wersji pełnej (UDI) i skróconej (UDI-6), a z nietrzymaniem moczu, *Incontinence Impact Questionnaire (IIQ-7)* określający wpływ nietrzymania moczu na jakość życia [15-17].

Czasami dominującym objawem, z jakim zgłaszają się do nas chorzy są dolegliwości bólowe narządu moczowo-płciowego, wśród których wyróżniamy:

- **Zespół bolesnego pęcherza** (*painful bladder syndrome*): dolegliwości bólowe w okolicy nadłonowej, którym towarzyszy częstomocz, bez oznak LUTI, ani innych patologii.
- **Zespół bolesnej cewki** (*urethral pain syndrome*): nawrotowe epizody bólu przede wszystkim w trakcie mikcji, z towarzyszącym częstomoczem.
- **Zespół bolesnego sromu** (*vulval pain syndrome*)
- **Zespół bolesnej pochwy** (*vaginal pain syndrome*)

Command of the cut off values for the specific urodynamic parameters is indispensable for the proper results interpretation. The final conclusions can be done on the basis of the medical history of patient, physical test and the result of the urodynamic assay [14].

## URODYNAMIC ASSAYS

Urodynamic assays can be divided in two procedure groups : non invasive and invasive tests.

Keeping records of the miction diary, free uroflowmetry with the assessment of the retained urine, EMG with surface electrode belong to the first group.

The invasive procedures (requiring catheter implementation) are: cystometry with determination of Leak Point Pressure (LPP), pressure-flow test, urethral profilometry and EMG with the needle electrodes application.

Non invasive tests can be performed in any patient with the low urine tracks obstruction (LUTS). Absolute indications for invasive tests performance are found in patients with neurogenic affliction, patients with incontinence of urine of mixed character [14].

## PATIENT' S MEDICAL HISTORY

In medical history the obstructions of the low urine tracks (LUTS), sexual activity, or the insufficiencies connected with small pelvis prolapsed organs in women should be considered. Introduction of the spot scale makes the ailments easier to evaluate in terms of the degree of their intensity. For women with ailments connected with uro-genital system, following questionnaires were prepared: Urogenital Distres Inventory in full version (UDI) and in short version (UDI-6), Incontinence Impact Questionnaire (IIQ-7) for patients with incontinence, which describe impact of the incontinence of urine on the quality of life [5-17].

Sometimes the dominating symptom which can be observed in patients visiting us are pains of uro-genital organs such as:

- Painful bladder syndrome: pain in the pubic region, accompanied by pollakiuria, without visible symptoms of LUTI or another pathologies.
- Urethral pain syndrome: recurrent episodes of pain, mostly in the course of miction with concomitant pollakiuria
- Vulval pain syndrome
- Vaginal pain syndrome
- Scrotal pain syndrome
- Perineal pain syndrome
- Pelvic pain syndrome



- **Zespół bolesnej moszny** (*scrotal pain syndrome*)
- **Zespół bolesnego krocza** (*perineal pain syndrome*)
- **Zespół bolesnej miednicy** (*pelvic pain syndrome*)  
 Ponadto dolegliwości mogą dotyczyć:
  - objawów związanych z aktywnością seksualną (bolesny stosunek płciowy, suchość w pochwie, nietrzymania moczu w trakcie aktu płciowego)
  - objawów związanych z wypadaniem narządów miednicy małej: (ból podbrzusza, ból okolicy krzyżowej, ociążałość, uczucie ciężkości, konieczność odprowadzenia manualnie wypadniętego narządu celem dokonania mikcji lub defekacji) [14].

### KARTA MIKCYJNA, DZIENNIK MIKCCJI

Na podstawie analiz karty mikcyjnej lub dziennika mikcji (wypełnianych przez pacjentów) można wyznaczyć rytm dobowy mikcji, średnią pojemność czynnościową dzienną i nocną. Karta mikcyjna, dziennik mikcji pozwalają odnotować takie incydenty jak: nietrzymanie moczu, parcia nagłace, ból lub inne odczucia oraz określić okoliczności w jakich występują. Diureza nocna powinna stanowić około 1/3 diurezy dobowej. Objętość porcji z nocy jest zwykle o 50% większa od porcji moczu oddawanego w ciągu dnia. Ilość mikcji dziennych nie powinna przekraczać 6-7, ze średnią objętością porcji ok. 250 ml [18-21].

Badania urodynamiczne przeprowadzamy w dobrze zaprojektowanej i wyposażonej Pracowni Urodynamicznej przez wyszkolony personel. Należy pamiętać o prowadzeniu dokumentacji badań oraz profilaktyce zakażeń.

**Uroflowmetria** – badanie dokonujące pomiaru tempa przepływu cewkowego. Uroflowmetria może być wolna (naturalna), rejestrująca zewnętrzny strumień moczu (Qura, ml/s), lub jako składowa badania ciśnieniowo-przepływowego płynu użytego do wypełnienia pęcherza (Qurap, ml/s) [1]. Uroflowmetria wolna stanowi niezastąpiony test przesiewowy dla większości chorych z podejrzeniem zaburzeń czynności dolnych dróg moczowych [22]. Pomiaru dokonujemy w warunkach intymnych. Pacjentka powinna być poproszona o oddanie moczu przy uczuciu „normalnej” potrzeby mikcji. Badaną należy zapytać, czy mikcja przypominała tę przeciętną w domu, a uzyskaną opinię należy odnotować. Automatyczna analiza danych powinna być zweryfikowana przez wzrokową kontrolę krzywej, wyeliminowanie artefaktów i udokumentowanie przeprowadzonej weryfikacji.

Krzywa przepływu zwykle jest gładka i nie powinna wykazywać gwałtownych zmian w amplitudzie. Jeśli nie, to należy dokonać tzw. wygładzenia krzywej, uśredniając ją co 2s. Wygładzanie krzywej może być elektroniczne lub ręczne (ryc.3.).

Dokumentacja wyników uroflowmetrii zawiera:

- wartość maksymalnego przepływu cewkowego (wyrównanego  $Q_{max}$ ), zaokrąglona do najbliższej pełnej liczby (np.  $Q_{max}$  raw 29,2ml/s zapisujemy jako  $Q_{max}$  29ml/s),

Furthermore the ailments can concern:

- Symptoms related to the sexual activity (painful sexual intercourse), vagina dryness, incontinence of urine in course of the sexual intercourse)
- Symptoms related to small pelvis organs prolapse (pain in underbelly, low back pains, tardiness, heaviness, the need of manual introduction of a fallen out organ to perform miction or defecation) [14]

### MICTION CARD, MICTION DIARY

On the base of miction card or miction diary analysis (filled out by the patients) the day rhythm of miction and mean functional capacity for day and night can be determined. The miction card, miction diary can help to record such incidents as: incontinence of urine, vesical tenesmus, pain or another ailments and can help to describe the circumstances of the incidents. The nightly diuresis should consist around 1/3 part of the daily diuresis. The night urine volume is regularly 50% higher than the day urine portion. The number of day miction should not exceed 6-7, with mean volume of the portion of around 250 milliliters [18-21].

The urodynamic tests are performed by skilled and educated staff in a well designed and equipped Urodynamic Laboratory. We remember about the documentation supervision and infections prophylaxis.

**Uroflowmetry** – evaluation of the speed of the urethral flow. Uroflowmetry can be slow (natural), registering the outer urine stream (Qura, ml/s), or can serve as a part of the pressure-flow assay of the fluid used for the bladder filling (Qurap, ml/s) [1]. The slow uroflowmetry is an indispensable screening test for most of the patients suspected of low urinal tracks obstructions [22]. The test is performed in conditions of full intimacy. The patient should be asked to pass urine when she feels the need of “normal” miction. She should be asked if the miction is similar to the process of passing urine at home conditions and the obtained reply should be recorded. Automatic analyze of data should be verified by eye control of the curve, artefacts should be eliminated and reviews should be documented.

The flow curve usually is even and shouldn't show rapid changes in amplitude. If it is not, the smoothing of the curve should be done, and it should be averaged every 2 seconds. The curve smoothing can be done in an electronic way or manually (drawing 3).

Documentation of the uroflowmetry contains:

- value of the maximal urethral flow (smoothed  $Q_{max}$ ) rounded to the closest full number (ex.  $Q_{max}$  raw 29,2 milliliters /second is recorded as  $Q_{max}$  29 milliliters/second),

- objętość oddanego i zalegającego moczu po mikcji, zaokrąglona do najbliższych pełnych 10ml (355ml zapisujemy jako 350ml),

Wyniki zapisujemy w formie:

Mikcja: maksymalny przepływ cewkowy /objętość mikcji/ objętość moczu zalegającego po mikcji np. 28/350/20/.

Czasami rejestrujemy zmiany w amplitudzie tempa przepływu, które mogą mieć charakter fizjologiczny lub być artefaktami. Fizjologiczne najczęściej spowodowane są zmianą oporu cewkowego, np. przez zmienną aktywność zwieracza/mięśni dna miednicy/ lub wskutek zmiany w przenoszeniu energii (użycie tłoczni brzusznej). Nie należy wyciągać ostatecznych wniosków po wykonaniu tylko jednego pomiaru. Najlepiej wykonać przynajmniej 2-3 pomiary, niekoniecznie tego samego dnia. W ostatecznej analizie uwzględniamy wynik najlepszy.

### BADANIA CIŚNIENIOWE

Badania ciśnieniowe to *cystometria* oraz *badanie ciśnieniowo-przepływowe*. **Cystometria** w fazie napełniania ocenia relacje pomiędzy objętością a ciśnieniem. W fazie opróżniania uzupełniona uroflowmetrią wyznacza relacje pomiędzy przepływem a ciśnieniem. Cystometria wodna pozwala określić rodzaj czucia, maksymalną pojemność cystometryczną, aktywność wypieracza, wyznaczyć podatność ściany pęcherza na rozciąganie oraz ustalić wysokość ciśnienia wycieku moczu [24].

- Volume of the urinated and residual urine after miction, rounded to the closest full 10 milliliters (355 milliliters should be recorded as 350 milliliters).

The results are recorded as follows:

Miction: maximal urethral flow (the miction volume) urine volume remaining after miction ex.: 28/350/20/.

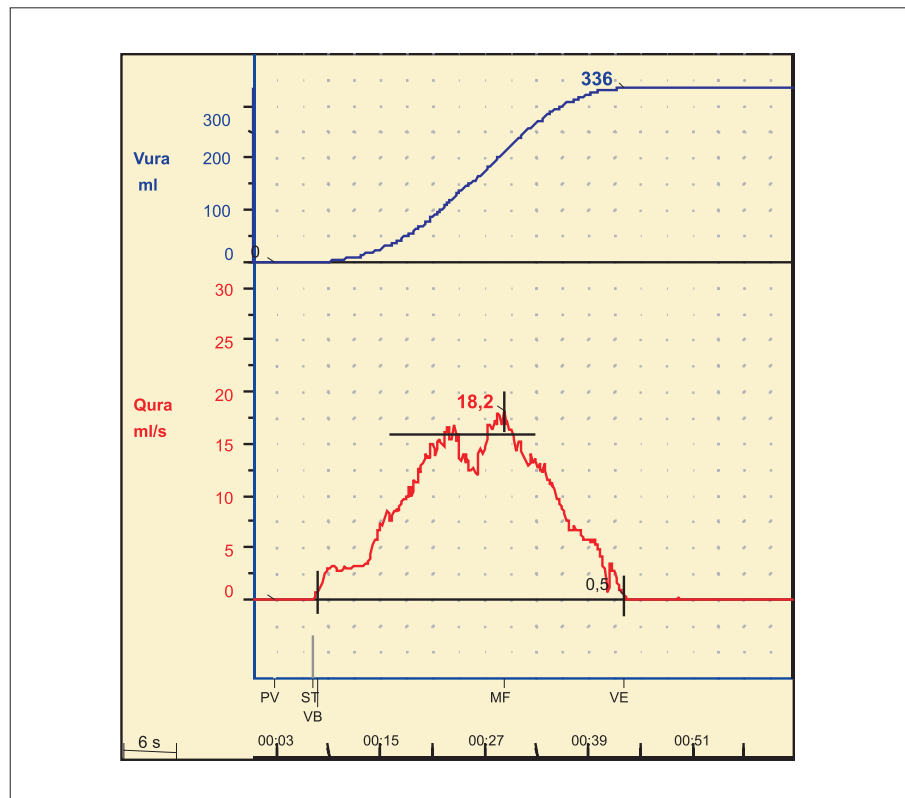
Sometimes in the amplitude of the flow speed some changes are recorded. These can be artefacts of physiological nature. In most cases physiological changes are caused by changes in the urethral resistance, like changeable activity of sphincter / muscles of uterine fundus or by changes in energy transfer (when abdominal pressing is used). The definitive conclusions should not be drawn after performing just one test. At least 2-3 tests should be performed, not necessarily on the same day. In the definitive conclusion the best result should be considered.

### THE PRESSURE ASSAYS

The pressure assays are: cystometry and pressure-flow test. **Cystometry** in the phase of filling evaluates relation between volume and pressure. In the phase of evacuation when completed with uroflowmetry, cystometry determines relations between flow and pressure. Water cystometry describes the type of the esthesia, maximal cystometric volume, detrusor activity. It can also show bladder walls susceptibility to extension and gives an answer what the degree of the urine leakage

Rys. 3. Krzywa mikcyjna z korekcją tempa przepływu (Qura)

Fig. 3. Uroflow trace with correction of flow rate (Qura)



Udział EMG w badaniu ciśnieniowo-przepływowym jest niezbędny dla oceny stopnia koordynacji pomiędzy wypieraczem a czynnością mięśnia zwieracza zewnętrznego cewki. Badania te mogą być wykonywane w sposób konwencjonalny, w pracowni urodynamicznej lub ambulatoryjnie, wykorzystując naturalne napełnianie pęcherza moczem.

Do pomiaru ciśnienia śródpęcherzowego najczęściej używamy cewnika dwukanałowego 6F, a do ciśnienia śródbrzusznego, do rektalnego cewnika balonowego 8F. Zapisu EMG z okolic zwieracza zewnętrznego odbytu dokonujemy elektrodami przyklepnymi lub gąbkowymi (dokanałowymi), wprowadzanymi na cewniku dorektalnym. Ten ostatni sposób jest wygodniejszy.

Warunkiem niezbędnym dla osiągnięcia wysokiej jakości sygnałów ciśnieniowych jest ustalenie dla obu ciśnień, śródpęcherzowego i śródbrzusznego tego samego ciśnienia zerowego i poziomu referencyjnego. Wysoką jakość sygnałów należy uzyskać już przed napełnianiem oraz powinna być utrzymana podczas napełniania, mikcji i po jej zakończeniu. Dokładne odpowietrzenie systemu pomiarowego (czujniki ciśnieniowe, zestaw rurek) oraz prawidłowe położenie cewników pomiarowych są niezbędne. Cewnik dorektalny wprowadzamy do bańki odbytnicy przynajmniej na głębokość 10cm. Balonik wypełniamy minimalną ilością płynu. Najlepiej, jeśli bańka odbytnicy jest pusta, gdyż zalegające masy kałowe mogą mieć wpływ na odczyt ciśnienia.

Przed napełnianiem pęcherza należy go w pełni opróżnić, najlepiej cewnikiem. Odczyt wartości spoczynkowych, rejestrowanych po wprowadzeniu cewników pomiarowych przed rozpoczęciem podawania płynu pozwala na zorientowanie się, czy krzywe poszczególnych ciśnień (*pves*, *pabd* i *pdet*) znajdują się we właściwym zakresie. W pozycji leżącej *Pves* i *Pabd* w

pressure is [24]. EMG indispensably should be used in the pressure – flow test to evaluate the degree of the correlation between detrusor and the function of the muscle of the outer urethral sphincter. The tests can be performed in a conventional way in a urodynamic laboratory or in outpatient's utilizing natural way of filling the bladder with urine.

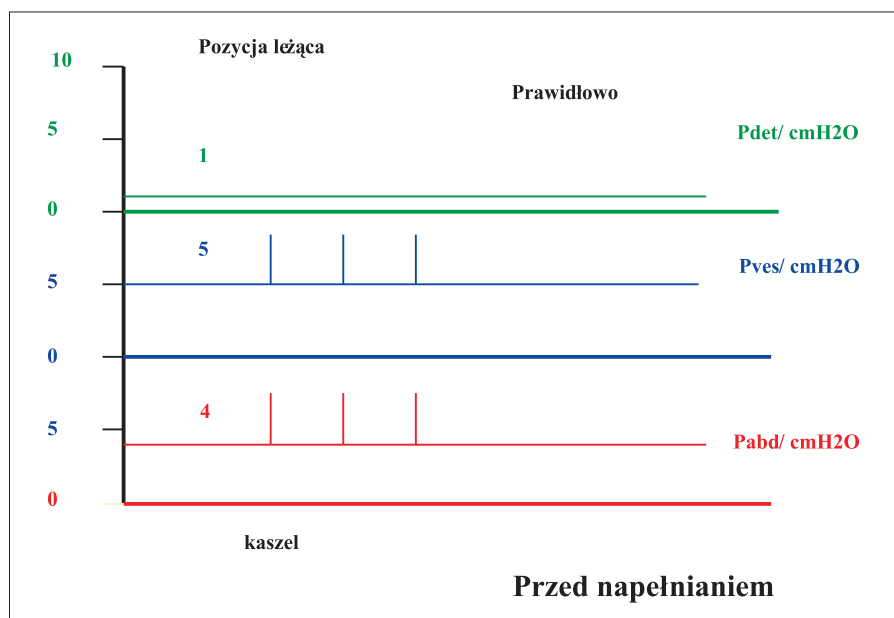
For intra-bladder pressure measurement, usually two canal catheter 6F is used while for intra-abdominal pressure, rectal balloon catheter 8F is applied. Record of EMG at the outer sphincter of rectum area is done with sticky or sponge electrodes (intra canal), introduced on the intra-rectal catheter. The latest is the most convenient way.

The indispensable condition to reach high quality pressure signals is establishing for both of the pressures – intra - bladder and intra- abdominal the same zero pressure and the reference level. High signal standards should be reached before filling and should be maintained in course of filling, miction and after it is completed. Exact venting of the testing system (pressure sensors, pipes set) and proper implementation of the measuring catheters is crucial. Intra rectal catheter should be introduced to the ampulla of the rectum at least to the depth of 10 centimeters. The balloon is filled with the minimal volume of fluid. Ampulla of the rectum should be empty since the remaining fecal masses can influence the record of pressure values.

Before the bladder is filled it should be emptied, and the best way is to use catheter. The records at rest registered after the catheters have been introduced but before fluids were administered let medical personnel find out if the curves of the individual pressures (*pves*, *pabd*, *pdet*) fall into the right range. In lying position *Pves* and *Pabd*, fall into range 5-20 centimeters H<sub>2</sub>O, in sitting position 15-40 centimeters H<sub>2</sub>O, in standing

**Ryc. 4.** Normalny zapis sygnałów ciśnień przed napełnieniem pęcherza w pozycji leżącej

**Fig. 4.** Normal signals of all pressures recorded before filling bladder in supine position



zakresie 5-20cmH<sub>2</sub>O, w pozycji siedzącej 15-40cmH<sub>2</sub>O, a w pozycji stojącej 30-50cmH<sub>2</sub>O [10,23]. Sprawdzamy, czy oba sygnały *pves*, *pabd* są „żywe” wykazując jedynie, jednoczesne niewielkie wahania związane z oddychaniem, czy mówieniem oraz czy są podobne do siebie. Wahań takich nie powinno się obserwować dla Pdet.

Prawidłową i jednoczesną reakcję zapisów ciśnień sprawdza się za pomocą próby kaszlowej przed rozpoczęciem napełniania, w trakcie (powtarzając, co 1 minutę lub co 50 ml) oraz po zakończeniu mikcji.

*Normalny zapis w pozycji leżącej:* oba sygnały ciśnieniowe prawidłowe pod względem jakościowym i ilościowym (prawidłowa reakcja na kaszel). Wartość ciśnienia śródbrzusznego i śródpęcherzowego w prawidłowym zakresie. Dopuszczalna wartość Pdet + 2cm H<sub>2</sub>O, o ile nie jest to pacjent z dysfunkcją neurogeną [14] (ryc. 4.).

Pęcherz napełniamy solą fizjologiczną, o temperaturze pokojowej, z szybkością 50ml/min. W przypadkach neurogenych, z nadaktywnością wypieracza tempo napełniania ograniczamy do 20ml/min. Należy pamiętać, że szybsze napełnianie u pacjentów bez zaburzeń neurogenych również może wyzwolić niekontrolowany skurcz wypieracza, zwłaszcza u tych z nadaktywnością pęcherza.

#### Artefakty spotykane w trakcie cystometrii:

- *skurcze odbytnicy*, które są typowym artefaktem fizjologicznym,

position 30-50 centimeters H<sub>2</sub>O [10,23]. We should check if both signals *pves*, *pabd* are “live” showing only simultaneous minute fluctuations connected with breathing or speaking, and check if they are similar. Such fluctuations shouldn’t be observed for Pdet.

Correct and simultaneous reaction of the pressures’ records is checked in coughing test before the beginning of filling, in the course ( repeated every 1 minute or every 50 milliliters) and after miction is terminated.

Regular record in lying position: both pressure signals correct in qualitative and quantitative sense (the proper reaction to coughing). The intra-abdominal and intra-vesicular pressure fall into correct range. Acceptable value Pdet + 2 centimeters H<sub>2</sub>O, if the patient doesn’t show neurogenic disfunction (drawing 4).

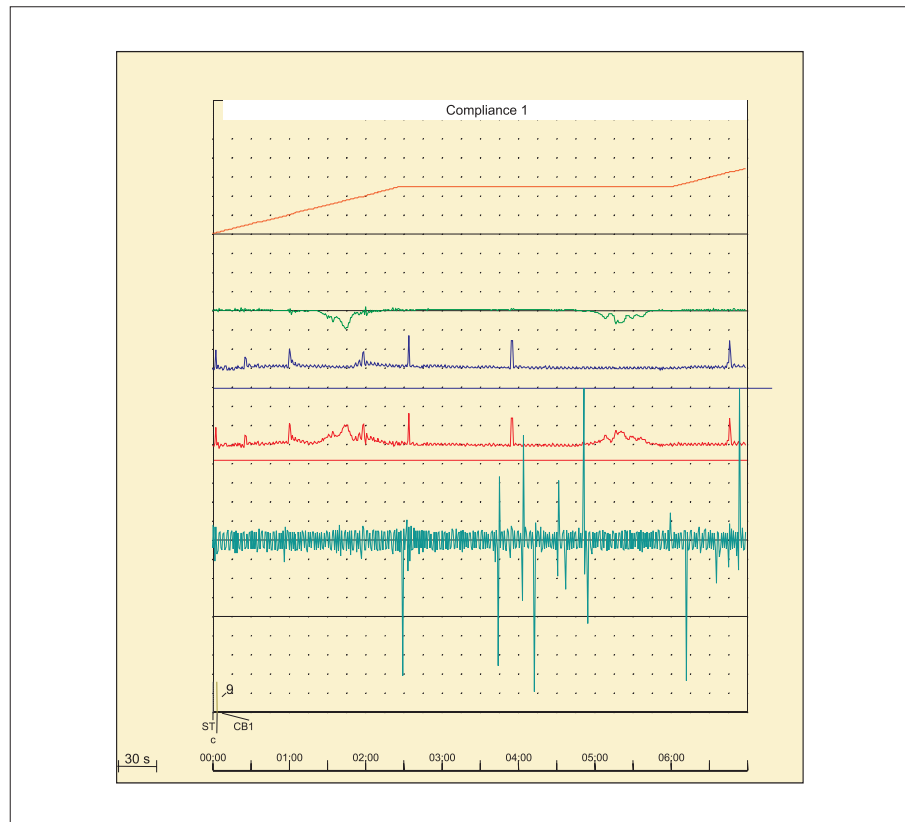
Urinary bladder is filled with normal saline of room temperature, with the speed of 50 milliliters/minute. In neurogenic patients with detrusor hyperactivity the speed of filling is restricted to 20 milliliters per minute. It should be remembered that faster filling in patients without any neurogenic disorders can initiate non controlled spasm of detrusor, especially in patients with hyperactivity of urinary bladder.

#### Artefacts recorded during cystometry:

- Rectum spasms – typical physiological artefact.

**Rys. 5.** Skurcze odbytnicy zmieniające wartość ciśnienia śródbrzusznego i wypieracza

**Fig. 5.** Contractions of the rectum changing value of intraabdominal pressure and detrusor pressure





- dwufazowe skoki ciśnienia w odpowiedzi na kaszel,
- brak zmiany sygnału (sygnał martwy),
- schodkowe zmiany ciśnienia,
- ciśnienia ujemne, które często są trudne do usunięcia lub mogą być poprawione jedynie spekulując na temat ich przyczyn.

Jeśli pojawiają się takie artefakty badanie powinno zostać powtórzone.

## BADANIE CIŚNIENIOWO-PRZEPŁYWOWE

Cystometria w fazie opróżniania z jednoczesnym pomiarem przepływu cewkowego ( $Q_{maxp}$ ) i aktywności zwieraczy pozwala ocenić: stopień koordynacji pomiędzy wypielaczem, a zwieraczami, stopień rozwarcia szyi i cewki moczowej (stopień oporu podpęcherzowego) oraz adekwatność wypieracza.

Bezpośrednio przed rozpoczęciem mikcji (o ile jest ona świadoma) należy sprawdzić jakość sygnałów ciśnieniowych i EMG. Dobra ich jakość jest warunkiem podstawowym dla wyznaczenia rzeczywistego oporu cewkowego, oceny koordynacji wypieraczowo-zwieraczowej i siły wypieracza.

Wartość  $Q_{maxp}$  zwykle jest niższa od wyniku  $Q_{max}$  uzyskanego w uroflowmetrii wolnej zarówno u mężczyzn, jak i u kobiet. Wydaje się, że nie tylko obecność cewnika pomiarowego w cewce moczowej ma bezpośredni wpływ na obniżenie tempa przepływu. Niższe wartości uzyskiwano również, kiedy pomiaru dokonywano z dostępu nadłonowego [25-27].

Brak pełnej relaksacji zwieracza zewnętrznego podczas mikcji w niektórych przypadkach można tłumaczyć utrzymującą się somatyczną stymulacją dośrodkową nerwu sromowego przez obecność cewnika [28]. Uwzględniając wyniki badania ciśnieniowo-przepływowego można wyróżnić **trzy typy mikcji**:

- **Typ I** – mikcja z podwyższonym  $P_{det}$  bez zwiększenia  $P_{abd}$ , przy pełnej relaksacji cewki moczowej.
- **Typ II** – mikcja przy pełnej relaksacji cewki przy nieobecnych skurczu wypieracza i bez udziału tłoczni brzusznej.
- **Typ III** – mikcja z relaksacją cewki przy nieobecnych skurczu wypieracza i przy udziale tłoczni brzusznej (wzroście  $P_{abd}$ ).

Najczęściej spotykamy typ I. Typ II dość często obserwujemy u kobiet z wysiłkowym nietrzymaniem moczu (SUI), kiedy opór cewkowy jest szczególnie niski [11,29].

*Jeśli wynik  $Q_{max}$  mieści się w granicach normy, to należy przyjąć, że nieprawidłowy przepływ podczas badania ciśnieniowo-przepływowego spowodowany został czynnikami zewnętrznymi, jak obecność cewnika pomiarowego w cewce, niewygodna pozycja w czasie mikcji.*

Najkorzystniej wykonywać tę fazę badania urodynamicznego w pozycji siedzącej, posługując się specjalnym krzesłem, a nie na fotelu ginekologicznym. Na podstawie wzajemnych relacji pomiędzy  $Q_{max}$  i ciśnieniem wypieracza ( $P_{det}Q_{max}$ ) można wyznaczyć stopień oporu cewkowego. Aktualnie dostępne na rynku

- Two-phase leap of pressure in response to coughing
- Lack of change in signal (dead signal)
- Stepped changes in pressure
- Negative pressures, usually difficult to remove or such which can be corrected without knowledge what was their cause.

If such artefacts are recorded, the whole test should be repeated.

## PRESSURE-FLOW TEST

Cystometry in the phase of evacuation with simultaneous urethral flow measurement ( $Q_{maxp}$ ) and sphincter muscles activity allows evaluation of: the degree of coordination between detrusor and sphincters; the degree of urethral neck opening ( the degree of bladder outflow obstruction) and appropriate activity of detrusor.

Just before miction ( if action is aware) the quality of pressure signals and EMG should be checked. Their good quality is the basic condition to determine the actual urethral obstruction, evaluation of detrusor-sphincter coordination and detrusor force.

The  $Q_{maxp}$  value is usually lower than  $Q_{max}$  obtained in slow uroflowmetry assay both in men and women. It seems that not just presence of catheter located in the urethra has direct influence on the flow speed reduction. Lower values were also recorded when the measurement was performed through hyperpubic approach [25-27].

Lack of full relaxation of the outer sphincter during miction, in some cases can be explained as maintained afferent somatic stimulation of the vulva nerv in the presence of catheter.

Taking into consideration results of the pressure-flow test, **three types of miction** can be distinguished:

- **Type I** – miction with increased  $P_{det}$  and non increased  $P_{abd}$ , with full urethral relaxation.
- **Type II** – miction with full urethral relaxation, without detrusor spasm and without participation of abdomen press
- **Type II** – miction with urethral relaxation, no detrusor spasms and with participation of abdomen press (increase of  $P_{abd}$ ).

The most frequently observed is the type I. Type II is often recorded in women with stress urine incontinence (SUI), when the urethral resistance is particularly low [11,29].

If the  $Q_{max}$  value falls within normal range it should be accepted that irregular flow measured during pressure-flow test was caused by the external factors, such as presence of measuring catheter in urethra or inconvenient position during miction.

Sitting position is the most convenient position for urodynamic test performance. A special chair can be used but not a gynecological one. On the base of mutual relations between  $Q_{max}$  and detrusor pressure ( $P_{det}Q_{max}$ ) degree of the urethral resistance can be determined. At present apparatus for urodynamic assays

aparaty do badań urodynamicznych posiadają oprogramowanie pozwalające w sposób automatyczny wyznaczyć ten opór. Wzrost oporu cewkowego jest miernikiem przeszkody podpęcherzowej (*bladder outflow obstruction – BOO*). Charakteryzuje się obniżonym tempem przepływu z jednoczesnym wzrostem ciśnienia wypieracza. W użyciu są nomogramy Schafera, wyznaczający jednocześnie współczynnik biernego oporu cewkowego (*Passive Urethral Resistance Relation – PURR*) z oceną wydajności wypieracza oraz rekomendowany przez *International Continence Society – ICS* własny, tymczasowy nomogram, będący modyfikacją nomogramu Abramsa–Griffiths’a, pozwalający jedynie na zakwalifikowanie badanego do jednej z trzech grup; bez cech BOO, z BOO lub strefy dwuznaczonej.

Powyższymi nomogramami posługujemy się jedynie u mężczyzn i nie mają one zastosowania u kobiet [11,25]. Podjęto próbę wyznaczenia stopnia przeszkody podpęcherzowej również u kobiet. Żaden z dotychczas zaproponowanych nomogramów nie zyskał jednak akceptacji przez ICS. Wydaje się, że nomogram Blaivas’a i Groutz’a, uwzględniający wartość *Pdetmax* lub *PdetQmax* oraz *Qmaxp* (z badania ciśnieniowo-przepływowego) lub (z uroflowmetrii naturalnej), w sposób właściwy pozwala zakwalifikować pacjentkę do jednej z czterech grup, sugerujących obecność i stopień przeszkody podpęcherzowej [13,30,31]. Czułość i specyficzność metody zmienia się w zależności od przyjętych wartości odcinających pojedynczego parametru lub w ich połączeniu. Di Grazia i wsp. zaproponowali wartości odcinające dla *Qmax* z uroflowmetrii naturalnej i *pdet* z badania ciśnieniowo-przepływowego na =13 ml/s i =22 cmH<sub>2</sub>O, których przekroczenie pozwala na rozpoznanie BOO. Czułość testu przy tych wartościach oceniono na 55,8%, a specyficzność na 96,3% [32].

Uzupełnienie badania urodynamicznego jest jedną z metod obrazowania dolnych dróg moczowych, wykonywanych w trakcie mkcji, zwiększa czułość i swoistość rozpoznawania przeszkody podpęcherzowej, pozwala na ocenę ruchomości dolnych dróg moczowych. Są niezbędne dla określenia typu nietrzymania moczu [33].

## WYKAZANIE WYCIEKU

Wprawdzie nie ustalono jeszcze standardów dla obiektywnego jakościowego i ilościowego wykazania wycieku to w użyciu są testy podpaskowe jednogodzinne i 24 godzinne, metoda elektryczna (pomiar przewodnictwa lub zmiany oporu używając specjalnych wkładek), fluoroskopowa, uroflowmetryczna lub test posługujący się papierowym ręcznikiem w ciemnym kolorze. Wymienione testy są metodami półilościowymi, pozwalającymi w przybliżeniu obliczyć ilość wyciekającego moczu [34-36].

## LEAK POINT PRESSURE (LPP)

U pacjentów z nietrzymaniem moczu powinniśmy wyznaczyć *Leak Point Pressure (LPP)*, czyli najniższą

available on the market have programs allowing to determine resistance automatically. Increase in urethral resistance measures the bladder outflow obstruction – BOO. It is characteristic for its low flow speed and simultaneous increase in detrusor pressure. In use are: Schafer’s nomograms determining simultaneously Passive Urethral Resistance Relation-PURP with evaluation of detrusor capacity; Recommended by International Continence Society (ICS), temporary nomogram which is a modification of Abrams-Griffiths’s nomogram, allowing to qualify the tested patient to one of the three groups; no BOO features; with BOO or the ambiguous sphere.

The above nomograms can be applied in men only, they cannot be used in women. [11,25]. A trial to determine degree of bladder outflow obstruction in women was also undertaken. None of the so far recommended nomograms was accepted by ICS.

It seems that Blaivas’ and Groutz’s nomogram taking into account values such as *Pdetmax* or *PdetQmax* and *Qmaxp* (pressure-flow test) or (natural uroflowmetry) qualifies patients in the right way to one of the four groups, suggesting presence and the degree of the bladder outflow obstruction [13,30,31]. The sensitivity and specificity of the method fluctuates according to accepted cut off values of a single or all parameters. Di Grazia and associates proposed cut off values for *Qmax* recorded in course of natural uroflowmetry test and *pdet* recorded in course of pressure-flow assay. The values are =13 milliliters/second and =22 cmH<sub>2</sub>O; the exceeded values allow to recognize BOO. 55,8% was the test sensitivity and 96,3% the test specificity when it was performed within above test conditions. [32].

Completion of the urodynamic test is one of the methods of depicting of the low urinary track, performed during miction; it increases sensitivity and specificity of recognizing bladder outflow obstruction and allows assessment of the low urine tracks mobility. It is indispensable for determining the incontinence type [33]

## LEAKAGE DEFINING

Though standards for objective qualitative and quantitative defining of urine leakage haven’t been determined yet there are one-hour and 24 hours sanitary towel tests in use, electric method (measurement of the conductivity or changes in resistance with the use of special inserts), fluoroscopy, uroflowmetry, or dark color paper towel test. The mentioned tests belong to semi quantitative methods, they allow to evaluate approximately the volume of the leaking urine. [34-36].

## LEAK POINT PRESSURE (LPP)

In patients with incontinence of urine Leak Point Pressure (LPP) should be determined. LPP is the lowest intra bladder pressure measured in cmH<sub>2</sub>O, which make urine to leak in the presence of a catheter. If the leak-

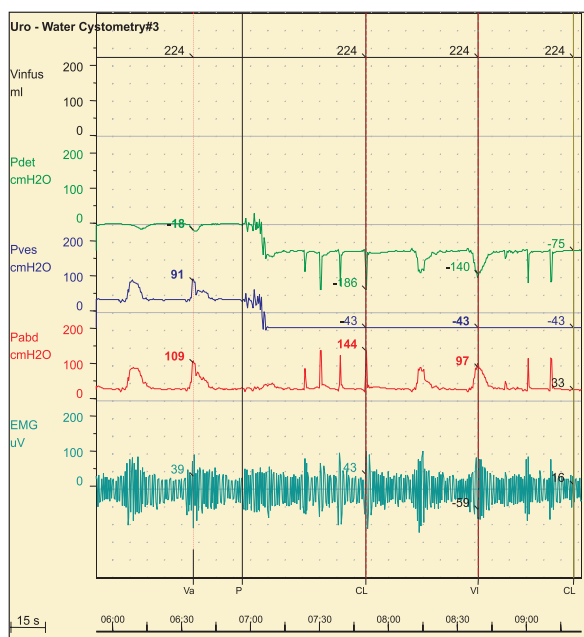
wysokość ciśnienia śródpecherzowego w  $\text{cmH}_2\text{O}$ , przy którym następuje wyciek moczu obok cewnika. Jeśli wyciek spowodowany jest niekontrolowanym skurczem wypieracza, bez udziału ciśnienia śródbrzusznego mówimy o *Detrusor Leak Point Pressure – DLPP*. Wyciek moczu spowodowany wzrostem ciśnienia śródbrzusznego, bez udziału wypieracza to *Stress Leak Point Pressure – SLPP*. Wyznaczamy go podczas kaszlu (*Cough Leak Point Pressure – CLPP*) lub próby Valsalvy (*Valsalva Leak Point Pressure – VLPP*), po napełnieniu pęcherza 200ml i po osiągnięciu pojemności odpowiadającej normalnej potrzebie oddania moczu [37]. Test powtarzamy po usunięciu cewnika z pęcherza, wyznaczając ALPP (*Abdominal Leak Point Pressure*). Zawsze, kiedy wcześniej nie wykazaliśmy wycieku. Obecność cewnika w cewce moczowej u kobiet, w odróżnieniu od mężczyzn, nie ma wpływu na wynik testu [38]. Dotychczas brak jest standaryzacji zarówno dla techniki, jak i interpretacji wyników. Przyjęto wprawdzie, że ALPP  $<60\text{cm H}_2\text{O}$  przemawia za niedomogą mechanizmu zamykającego cewkę moczową, a  $>90\text{cm H}_2\text{O}$  sugeruje nadmierną ruchomość cewki moczowej [37]. Natomiast DLPP  $>40\text{cm H}_2\text{O}$  zwiększa ryzyko uszkodzenia górnych dróg moczowych [39]. Należy pamiętać, że niższe wartości SLPP odnotowujemy przy większych pojemnościach.

Liczne doniesienia piśmiennictwa wskazują na brak lub słabą korelację SLPP z innymi parametrami urodynamicznymi [40]. Dużych rozmiarów cystocele absorbuje ciśnienie lub zwiększa opór cewkowy (przemieszczenie i ucisk) prowadząc do fałszywie wysokiego wyniku, sugerując mniejszy stopień niedomogi mechanizmu zamykającego cewkę moczową, niż jest w rze-

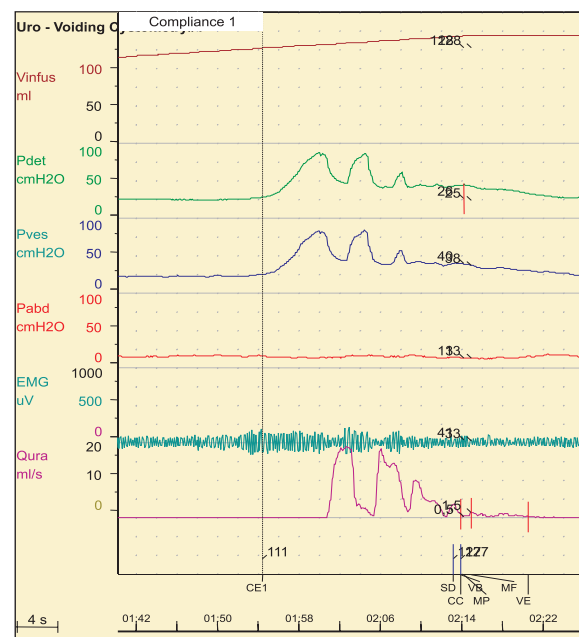
age is caused by non controlled detrusor spasm without participation of intra abdominal pressure it can be described as Detrusor Leak Point Pressure – DLPP. Urine leakage caused by the increase of intra-abdominal pressure without detrusor participation is defined as Stress Leak Point Pressure –SLPP. It is determined during coughing attack – (Cough Leak Point Pressure-CLPP) or during Valsalva test (Valsalva Leak Point Pressure-VLPP), after filling the bladder with 200 milliliters and after the fluid volume correspondent to normal need of miction is reached [37]. The test is repeated after catheter has been removed from the bladder, and ALPP (Abdominal Leak Point Pressure) is determined. Always if the leakage wasn't revealed. The presence of catheter in urethra in women in contrary to men, has no influence on the test results. So far there is no standardization available neither for technical procedures nor for results' interpretation. It was though accepted that ALPP  $<60$  centimeters H<sub>2</sub>O suggests insufficiency of the mechanism of urethral obliteration and  $>90$  centimeters H<sub>2</sub>O suggests extensive urethral mobility [37].

On the other hand DLPP  $> 40$  centimeters H<sub>2</sub>O increases the risk of impairment of upper urine tracks [39]. It should be remembered that lower SLPP values are recorded together with higher volumes.

Many reports indicate lack or small correlation between SLPP and other urodynamic parameters [40]. Severe cystocele absorbs pressure or increases urethral resistance (relocation and pressure) showing falsely high results and suggesting smaller impairment of the urethral obliteration than it in fact is.



Ryc. 6. Wysiłkowe nietrzymanie moczu – VLPP i CLPP  
Fig. 6. Stress incontinence – VLPP i CLPP test



Ryc. 7. Nietrzymanie moczu z udziałem niekontrolowanego skurczu wypieracza  
Fig. 7. Urinary incontinence with uncontrolled overactive detrusor



czywistości. Podczas kaszlu odnotowujemy jednoczesny skurcz mięśnia zwieracza (zwłaszcza u kobiet z wysiłkowym nietrzymaniem moczu), co może również dać wynik fałszywie wysoki [41]. Ryciny 6 i 7 przedstawiają kolejno wyciek podczas próby wysiłkowej u pacjentki z wysiłkowym nietrzymaniem moczu oraz wskutek niekontrolowanego skurczu wypieracza u pacjentki z nadaktywnym wypieraczem.

Niestety nadal wyniki testu są interpretowane w sposób dowolny, różnie dokonywane są odczyty ciśnienia śródpecherzowego. Nie ma zgodności, co do tego czy ma to być rzeczywista wartość Pves, liczona od rzeczywistej wartości zerowej, czy pomniejszona o wartość Pves spoczynkową, przed napełnieniem pęcherza (np. Pves 30cmH<sub>2</sub>O w pozycji stojącej), czy pomniejszona o wartość Pves tuż przed wykonywaną próbą wysiłkową (najczęściej po napełnieniu do objętości 200 lub 300 ml). ICS rekomenduje posługiwanie się wartościami rzeczywistymi (absolutnymi), a nie tymi wynikającymi z przyrostu ciśnienia [38].

Przy wyznaczaniu DLPP, czyli „najniższego ciśnienia wypieracza, przy którym występuje wyciek bez wzrostu ciśnienia śródbrzusznego „często mylnie odczytujemy amplitudę niekontrolowanego skurczu. Definicji tej nie można zastosować dla pęcherza o małej podatności, dlatego proponuje się uzupełnienie o „...wskutek albo zmniejszonej podatności lub nadaktywności wypieracza”.

## POMIAR CIŚNIENIA CEWKOWEGO

Zgodnie z definicją zaproponowaną przez Griffiths'a ciśnienie śródcewkowe to „ciśnienie płynu niezbędne dla otwarcia zamkniętej (zapadniętej) cewki „Przyjęto założenie, że jest to typowe ciśnienie płynu, słuszne wtedy kiedy przyjmie się, że cewka jest przewodem elastycznym, w pełni rozciągliwym, a przy zamknięciu jej powierzchnia przekroju równa się zeru. Cewnik pomiarowy typu tip-transducer i fibro-optic, nie dokonują bezpośredniego pomiaru ciśnienia płynu, jak w metodzie infuzyjnej, ale mierzą siłę nacisku ściany w miejscu przylegania czujnika. Rzadziej stosowane są cewniki balonowe. Pomiarów dokonujemy w określonym punkcie cewki lub na całej jej długości, przy różnych pojemnościach pęcherza i w różnych pozycjach, w spoczynku lub podczas wysiłku, w fazie magazynowania, jak i opróżniania. Jednoczesny pomiar ciśnienia śródpecherzowego i śródcewkowego pozwala na wyznaczenie ciśnienia zamykającego cewkę. W raporcie, podając wyniki należy uwzględnić:

- typ badania (pomiar punktowy lub profilometria cewkowa),
- rodzaj cewnika (rozmiar, materiał z jakiego został wykonany),
- przestrzenną orientację cewnika,
- pozycję, w jakiej dokonywany jest zabieg,
- objętość pęcherza podczas pomiaru,
- czynności wysiłkowe (kaszel, valsalva),
- szybkość wyciągania cewnika,

During cough attack sphincter muscle spasm is recorded simultaneously (especially in women with stress incontinence), which makes the result falsely high [41]. Drawings 6 and 7 show successively urine leakage in course of the stress test in a patient with stress incontinence and in a patient with hyperactive detrusor measured in course of non controlled detrusor spasm.

Unfortunately the test results are interpreted optionally. The intra-bladder pressure is measured and interpreted at will. There is no agreement if the real Pves value should be counted from the real zero value or should it be reduced by Pves measured at rest before bladder filling ( for example Pves 30 cmH<sub>2</sub>O recorded at standing position), or should it be reduced by the Pves value measured just before the stress test is performed ( in most cases after filling to the volume of 200 or 300 milliliters). ICS recommends using the real values (absolute values), and not to take into account these which result from the pressure increment [38].

When DLPP is determined “ the lowest detrusor pressure with a leakage without increase of the intra-abdominal pressure” the amplitude of non controlled spasm is often wrongly recorded. This definition cannot be applied to bladder of small susceptibility, therefore a completion of the definition should be done: “ ....under either reduced susceptibility or detrusor hyperactivity.....”.

## MEASUREMENT OF URETHRAL PRESSURE

According to definition proposed by Griffiths, intra-urethral pressure is “fluidal pressure indispensable to open the obliterated (collapsed) urethra. It is assumed that it is typical fluidal pressure, but the assumption is only correct together with another assumption: urethra is an elastic pipe, totally tensile with section surface equal to zero when it is obliterated. Tip-transducer and fibro-optic catheters cannot be used to measure direct fluid pressure as it is possible in infusion method, they are just used to measure wall pressure force in the site of the sensor adhesion. Balloon sensors are rarely used. The measurements are performed at the particular urethral site or along its whole length for different bladder volumes and with various positions taken, at rest or in stress, in the phase of storing or evacuation. Simultaneous measurement of the intra-bladder and intra-urethral pressure determines urethral obliterating pressure. In the report together with the results, the following issues should be taken into account:

- Type of the test ( point measurement or urethral profilometry)
- Catheter type (dimensions, material it has been made of)
- Catheter spatial orientation
- Patient position in which test is performed
- The bladder volume during testing
- Stress activities (cough, valsalva)
- The speed of the catheter removal

- szybkość przyrostu ciśnienia, kiedy jest utrzymywany przepływ pomimo przytkania otworu (dla metody infuzyjnej w cmH<sub>2</sub>O/s),
- maksymalny gradient przyrostu ciśnienia w cmH<sub>2</sub>O/mm [42,43].

W warunkach prawidłowych przyrostowi ciśnienia śródbrzusznego w czasie wysiłku (tym samym i śródpełcherzowego) odpowiada równoczesny wzrost ciśnienia śródcewkowego, co sprawia, że ciśnienie zamykające ma wartość dodatnią. Wartość prawidłowa maksymalnego ciśnienia zamknięcia cewki w spoczynku wynosi u kobiet od 40 do 70 cmH<sub>2</sub>O. Obniżenie wartości poniżej 30 cmH<sub>2</sub>O u kobiet wskazuje na znacznego stopnia uszkodzenie mechanizmu zwieraczowego. Długość czynnościowa cewki moczowej u kobiet wynosi od 2.5 do 4.5cm [44]. Pomiar ciśnienia cewkowego nadal jest przede wszystkim narzędziem w badaniach naukowych, nie jest powszechnie używany w praktyce klinicznej.

Liczne prace wskazują, że Pure nie koreluje z stopniem ruchomości i intensywności wycieku. Wprawdzie wykazano, że chore z bardzo niskim Pure mogą trzymać moc, ale jednocześnie stwierdza się, że Pure <20cmH<sub>2</sub>O po leczeniu chirurgicznym źle rokują [45-48]. Należy pamiętać, że prawidłową interpretację badania można uzyskać po dokonaniu przynajmniej trzech pomiarów, zwracając uwagę na powtarzalność wyników. Podstawowym wskazaniem do wykonania profilometrii cewkowej są przypadki niepowodzenia zabiegowego leczenia wysiłkowego nietrzymania moczu.

## PODSUMOWANIE

Wykonujący badania urodynamiczne, zwłaszcza u pacjentów neurogennych muszą się liczyć z możliwością wystąpienia w trakcie badania objawów dysrefleksji autonomicznej.

Dysrefleksja autonomiczna jest odpowiedzią układu współczulnego na stymulację ze strony trzewi u chorych po urazie rdzenia kręgowego powyżej Th6 (ośrodka współczulnego). Wyzwalają ją takie czynniki jak: rozdęcie jelit, przepełnienie pęcherza moczowego, manipulacje instrumentalne w drogach moczowych, zapalenie dróg moczowych, kamica pęcherza moczowego, wrastający paznokieć palucha.

Odruchowe pobudzenie układu współczulnego prowadzi do odruchowego skurczu naczyń i wzrostu ciśnienia tętniczego krwi. Postępowaniem z wyboru jest usunięcie szkodliwych bodźców, podanie dożylnie regityny w dawce 5mg lub 10mg nifedipiny podjęzykowo. Znajomość aparatury, podstaw wykonywanych badań, więcej cierpliwości w przygotowaniu badania, to mniej problemów w trakcie jego wykonywania. Należy zwrócić szczególną uwagę na poprawność rejestracji czujników ciśnieniowych i zapisu elektromiograficznego, sprawdzając ją nie tylko przed rozpoczęciem badania, ale również w jego trakcie. Niektóre procedury wymagają kilkakrotnego powtórzenia.

- The speed of the pressure increase while the flow is maintained in spite of the outlet obliteration (for the infusion methods in cmH<sub>2</sub>O/s),
- Maximum gradient of the pressure increment in cmH<sub>2</sub>O/s [42,43].

In the regular conditions the intra - abdominal pressure increment in course of stress ( and intra -bladder as well) corresponds to simultaneous increase of intra - urethral pressure, what gives the obliterating pressure positive value. The correct maximum pressure value which allows urethra to obliterate in women at rest equals from 40 to 70 cmH<sub>2</sub>O. Decrease to the value lower than 30 cmH<sub>2</sub>O in women shows a considerable impairment of the sphincter mechanism. The functional urethral length in women is from 2,5 to 4,5 centimeters [44]. Measurement of the urethral pressure is still just a tool used in the scientific research and is not commonly used in clinical practice.

Reports show that Pure does not correlate with the mobility degree and the intensity of leakage. It has been proved that patients with very low Pure can hold urine, but simultaneously it was proved that patients with Pure < 20 cmH<sub>2</sub>O after the surgery, showed bad prognosis [45-48]. It should be remembered that the right interpretation of the test can be achieved when at least three measurement are performed and attention should be paid to the repeatability of the results. The primary indication for urethral profilometry is lack of success in operative treatment in patients with stress incontinence.

## CONCLUSIONS

The personnel performing urodynamic test especially in neurogenic patients has to take into account a possibility of occurring symptoms of autonomic dysreflexion in course of the test. Autonomous dysreflexion is a response of the sympathetic system to the stimulation coming from viscera in patients with impairment of the upper part of spiral cord (Th6) (sympathetic center) . It is released by: dilation of the intestines, urea bladder overfilling, instruments' handling in the urinary track, urinary track inflammation, cystolithiasis ingrowing nail.

Reflex stimulation of sympathetic system leads to reflex spasm of vessels and increase of the arterial blood pressure. Elimination of the harmful stimulus, intravenous administration of 5 milligrams of regitine or 10 milligrams of nifedipine sublingually is a procedure of choice. The command of medical apparatus , basic knowledge of the performed assays, more patience for test handling, makes the assay less difficult. Special attention should be paid to the proper registration process of pressure sensors and electromyographic records which should be checked not only before the beginning of the test but also in the course of its performance. Some procedures require several repetitions.



Znajomość anatomii i patofizjologii dolnych dróg moczowych, podstawowych zasad z biomechaniki i fizyki – to z kolei mniej problemów z interpretacją wyników, a analiza prawidłowo wykonanego badania jest prostsza i łatwiejsza. Nie zapominajmy o przestrzeganiu standardów badania, takich jak: uzyskiwanie zgody na przeprowadzone badanie, zapewnienie prywatności w trakcie badania, przestrzeganie bezpieczeństwa używanej aparatury, zapobieganie zakażeniom, używanie terminologii zgodnej z zaleceniami i z rekomendacjami ICS.

Command of anatomy and pathophysiology of the lower urinary tracks, basic knowledge of biomechanics and physics – this means less problems with the results interpretation while the analysis of the well performed assay is easier and more simple. We shouldn't forget about following the standards such as: getting agreement for the test performance, ensure intimacy during the test performance, using the laboratory equipment according to the safety procedures, infections' prophylaxis, using terminology recommended by ICS.

#### Piśmiennictwo / References:

1. **Schafer W, Abrams P, Liao L, Mattiasson A et al.** International Continence Society. Good urodynamic practices: uroflowmetry, filling cystometry, and pressure-flow studies. *Neurourol Urodyn* 2002; 21: 261-274.
2. **De Groat WC.** Anatomy and physiology of the lower urinary tract. *Urol Clin North Am* 1993; 20(3): 383-401.
3. **Elbadawi A.** Functional anatomy of the organs of micturition. *Urol Clin North Am* 1996; 23(2):177-210.
4. **Morrison J, Steers W, Brading A, Blok B, Fry C, De Groat W, Kazizaki H, Levin R, Thor K.** Neurophysiology and Neuropharmacology. W: Abrams P, Cardozo L, Khoury S, Wein A. eds. Incontinence. Plymouth: Plymbridge Distributors Ltd. 2002; Chapt.2; pp 83-163.
5. **Bannowsky A, Juenemann K-P.** Innervation and function of the female urinary bladder and urethra. *EUA Update Series* 2003;1:120-127.
6. **Susset JG, Regnier CH.** Viscoelastic properties of the bladder and urethra. W: Neurourology and urodynamics. Principles and practice. Yalla SV, McGuire EJ, Elbadawi A, Blaivas JG, New York, Macmillan 1988; pp106-121.
7. **Coolsaet B.** Bladder compliance and detrusor activity during the collection phase. *Neurourol Urodyn* 1985; 4: 263-273.
8. **Schäfer W.** The biomechanics of micturition and concepts of urodynamic analysis. Advanced urodynamics. *A.U.A. Annual Meeting* New Orleans 1990; May 12-17: 18- 28.
9. **Griffiths DJ.** Mechanics of micturition. W: Neurology and Urodynamics. Principles and practice Yalla SV, McGuire EJ, Elbdawi A, Blaivas JG. New York, Mcmillan, 1988; pp 96-105.
10. **Griffiths DJ.** Principles of advanced urodynamics. *A.U.A. Annual Meeting*, New Orleans 1990; May 12-17: 1-18.
11. **Griffiths D, Hofner K, van Mastrigt R et al.** Standardisation of terminology of lower urinary tract function: Pressure-flow studies of voiding, urethral resistance and urethral obstruction. *Neurourol Urodyn* 1997; 16: 1-18.
12. **Abrams P.** Bladder outlet obstruction index, bladder contractility index and bladder voiding efficiency: three simple indices to define bladder voiding function. *BJU Int* 1999; Jul.,84(1):14-5.
13. **Grouz A, Blaivas JG, Chaikin DC.** Bladder outlet obstruction in women: definition and characteristics. *Neurourol Urodyn* 2000; 19(3): 213-220.
14. **Abrams P, Cardozo L, Fall M et al.** The standardisation of Terminology of Lower Urinary Tract Function: Report from the Standardization Sub-committee of the International: Continence Society. *Am J Obstet Gynecol* 2002; 187: 116-126.
15. **Van der Vaart CH, de Leeuw J, Roovers JP, Heintz AP.** Measuring health-related quality of life in women with urogenital dysfunction: the urogenital distress inventory and incontinence impact questionnaire revisited. *Neurourol Urodyn* 2003; 22: 97-104.
16. **Hagen S, Hanley J, Capawell A.** Test-retest reliability, validity and sensitivity to change the urogenital distress inventory and the incontinence impact questionnaire. *Neurourol Urodyn* 2002; 21(6): 534-539.
17. **Murphy M, Culligan PJ, Aree CM et al.** Construct validity of the incontinence severity index. *Neurourol Urodyn* 2006; 25(5): 418-423.
18. **Abrams P, Klevmark B.** Frequency volume charts: an indispensable part of lower urinary tract assessment. *Scand J Urol Nephrol Suppl* 1996;179: 47-53.
19. **van Melick HH, Gisolf KW, Eckhardt MD et al.** One 24-hour frequency-volume chart in a woman with objective urinary motor urge incontinence is sufficient. *Urology* 2001; 58(2):188-92.
20. **Van Kerrebroek P, Abrams P, Chaikin D et al.** The standardisation of terminology In nocturia: report from the standardization sub-committee of the international continence society. *Neurourol Urodyn* 2002; 21: 179-183.
21. **De Wachter S, Wyndaele JJ.** Frequency-volume charts: a tool to evaluate bladder sensation. *Neurourol Urodyn* 2003; 22: 638-642.
22. **Haylen BT, Ashby D, Suthers JR et al.** Maximum and average urine flow rates in normal male and female populations the Liverpool nomograms. *Br J Urol* 1989; 64:30-38.
23. **Schafer W, Rosette JJ, Hofner K et al.** The ICS-BPH study The ICS-BPH Study pressure flow studies, quality control and initial analysis. *Neurourol Urodyn* 1994;13: 491-492.
24. **Wyndaele JJ.** The normal pattern of perception of bladder filling during cystometry studied in 38 young healthy volunteers. *J Urol* 1998; Aug.160(2): 479-81.
25. **Schafer W, Langen PH, Thorner M.** The real pressure/flow relation during obstructed voiding. *Neurourol Urodyn* 1990; 9: 423- 425.
26. **Reynard JM, Lim C, Swami S, Abrams P.** The obstructive effect of a urethral catheter *J Urol* 1996;155(3): 901-903.

27. **Baseman AG, Baseman JG, Zimmern PE, Lemack GE.** Effect of 6F urethral catheterization on urinary flow rates during repeated pressure-flow studies in healthy female volunteers. *Urology* 2002; Jun. 59(6): 843-6.
28. **Groutz A, Blaivas JG, Sassone AM.** Detrusor pressure uroflowmetry studies in women: effect of a 7Fr transurethral catheter. *J Urol* 2000; Jul. 164(1): 109-114.
29. **Homma Y, Batista J, Bauer S et al.** Urodynamics. In: 2<sup>nd</sup> International Consultation on Incontinence 2<sup>nd</sup> ed Ed. P. Abrams Health Publication Ltd 2002; pp-317- 372.
30. **Blaivas J, Groutz A.** Bladder outlet obstruction nomogram for women with urinary tract symptomatology. *Neurourol Urodyn* 2000;19(5):53-564.
31. **Defreitas GA, Zimmen PhE, Lemack G, Shariat SF.** Refining diagnosis of anatomic female bladder outlet obstruction:coomparison of pressure-flow study parameters in clinically obstructed woemen with those of normal control. *Urology* 2004; 64: 675-681.
32. **Di Grazia E, Troyo Sanroman R, Aceves JG.** Proposed urodynamic pressure-flow nomogram to diagnose female bladder outlet obstruction. *Arch Ital Urol Androl.* 2004; 76: 9-65.
33. **McGuire EJ, Cespedes RD, Cross CA et al.** Videourodynamic studies. *Urol Clin North Am* 1996; 23: 309-321.
34. **Frazer MI, Haylen B.T, Suthers JR.** The severity of urinary incontinence in women, comparison of subjective and objective tests. *Br J Urol* 1998.
35. **Miller JM, Ashton-Miller J, Delancey IO.** Quantification of cough-related urine loss using the paper towel test. *Obstet Gynecol* 1998; 91: 705-709.
36. **Prajsner A, Radziszewski P.** Diagnostyka ambulatoryjna nietrzymania moczu u kobiet rola jednogodzinnego testu wkładkowego. *Wiad Lek* 1998; LI, 5-6: 254-259.
37. **Summit RL, Sipes DR, Bent AE, Ostergard DR.** Evaluation of pressure transmission ratios in women with genuine stress incontinence and low urethral pressure: a comparative study. *Obstet Gynecol* 1994; 83: 984-988.
38. **Bump RC, Elsner DM, Theofrastous JP et al.** Valsalva leak point pressures in women with genuine stress incontinence: reproducibility, effect of catheter caliber and correlation with other measures of urethral resistance. Continence Program for Women Research Group. *Am J Obstet Gynecol* 1995;173-551.
39. **Stohrer M, Goepel M, Kondo A et al.** The standardisation of terminology in neurogenic lower urinary tract dysfunction: with suggestions for diagnostic procedures. International Continence Society Standardization Committee. *Neurourol Urodyn* 1999;18: 139-146.
40. **Swift SE, Ostergrad DR.** A comparison of stress-leak point pressure and maximal urethral closure pressure in patients with genuine stress incontinence. *Obstet Gynecol J* 1995; 85: 839-842.
41. **Gillera JP, Lemack GE, Zimmern P.** Reduction of moderate to large cystocele during urodynamic evaluation using a vaginal gauze pack: 8 year experience. *BJU Int* 2006; 97: 292-295.
42. **Brown M, Wickham JEA.** The urethral pressure profile. *Brit J Urol* 1969; 41: 211-217.
43. **Thind P, Vers E.** Standardization of urethral pressure measurement. Report from the Standardization Sub-Committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodyn* 2002; 21: 58-260.
44. **Lose G.** Urethral pressure measurement. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1997; 166 supp: 39-42.
45. **Prajsner A, Radziszewski P, Szewczyk W.** Przydatność diagnostyczna profilometrii cewkowej w nietrzymaniu moczu u kobiet. *Urol Pol* 1998; 51, 1: 33-44.
46. **Du Beau CE, Sullivan MP, Venegas JG et al.** Correlation between pressure-flow and micturitional urethral pressure profile. *J Urol* 1994;151,324A
47. **Meyer S, de Grandi P, Schmidt N et al.** Urodynamic parameters in patients with slight and severe genuine stress incontinence: is the stress profile useful? *Neurourol Urodyn* 1994;13, 21-28parameters. *J Urol* 1994;151, 324A.
48. **Nitti VW, Combs AJ.** Correlation of Valsalva leak point pressure with objective degree of stress urinary incontinence in women. *J Urol* 1996;155: 281-285.