

Urodinamika i njezina klinička primjena

Urodynamics in clinical practice

Marin Trošelj*, Nino Rubinić, Ivan Vukelić, Dean Markić

Klinika za urologiju, KBC Rijeka, Rijeka

Sažetak. Urodinamika je metoda kojom se procjenjuje funkcija mokraćnoga sustava, najčešće njegovog donjeg dijela. Donji dio urinarnog sustava je funkcionalna cjelina koja se sastoji od mokraćnoga mjehura, sfinkterskoga mehanizma i mokraćne cijevi. Osnovna funkcija mu je punjenje i pražnjenje mjehura uz kontinenciju. Urodinamikom se mogu adekvatno evaluirati sve te funkcije. Urodinamika je indicirana kao nadopuna standardnim pretragama. Najčešće korištene metode su mikciometrija, cistometrija i profilometrija uretre. Mikciometrijom se određuje protok urina u jedinici vremena tijekom akta mikcije. Cistometrijom mjerimo tlakove u mjehuru tijekom njegova punjenja i pražnjenja. Profilometrijom uretre određujemo tlakove u uretri, a dobiveni podaci govore nam o kontinenciji ispitanika. U preglednom radu prikazat ćemo osnove urodinamskog ispitivanja s kliničkim primjerima.

Ključne riječi: cistometrija; mikciometrija; urodinamika

Abstract. Urodynamics is a method for evaluation of urinary tract function, specially lower urinary tract. Lower urinary tract is a unique functional entity consisted of urinary bladder, sphincteric mechanism and urethra. Their main function is storage of urine, voiding and continence. Urodynamics is used for evaluation of all this functions. Urodynamics is performed as adjunct to the basic clinical evaluation. The most frequently used methods are uroflow, cystometry, and urethral profilometry. Uroflow represent urinary flow during micturation. Cystometry is used for measurement of pressures during storage and expulsion of the urine. Urethral profilometry measured urethral pressure and show data about patient's continency. In this review article we present basic information about urodynamic tests with clinical examples.

Key words: cystometry; urodynamics; uroflow

***Dopisni autor:**

Marin Trošelj, dr. med.
Klinika za urologiju Medicinskog fakulteta
Sveučilišta u Rijeci
KBC Rijeka, Tome Stržića 3, 51 000 Rijeka
e-mail: marin_troselj@hotmail.com

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

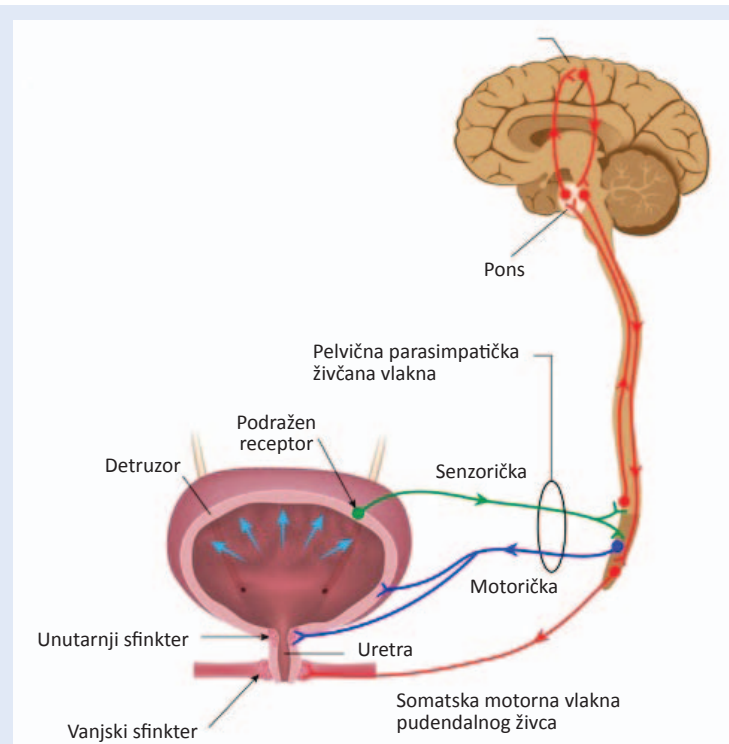
UVOD

Urodinamska evaluacija urološkog pacijenta sastoji se od više zasebnih specifičnih pretraga. Sagledane u cjelini, predstavljaju objektivizaciju smetnji pohrane ili izmokravanja mokraćne tekućine pomažu u postavljanju točne dijagnoze¹.

No, one služe samo kao pomoć liječniku u evaluaciji poremećaja mokrenja, s obzirom na to da je za njihovu indikaciju i interpretaciju potrebno adekvatno znanje o urološkim bolestima i stanjima te znanjima iz drugih područja kliničke medicine.

Urodinamika je dijagnostička metoda koja se koristi u evaluaciji funkcije mokraćnoga sustava. Njome procjenjujemo punjenje i pražnjenje mokraćnoga mjehura i kontinenciju. Najčešće korištene urodinamske pretrage su mikciometrija i cistometrija.

Pri normalnoj funkciji pohrane urina i mokrenja sudjeluju mnoge strukture centralnog i perifernog živčanog sustava (slika 1). Njihova ozljeda ili disfunkcija dovode do različitih modaliteta poremećaja mokrenja^{2,3}.



Slika 1. Shematski prikaz somatske i vegetativne inervacije mokraćnog mjehura

Urodinamska ispitivanja moraju biti nadogradnja, posljednja skupina pretraga koju liječnik indicira, ako se točna dijagnoza ili stupanj funkcionalnog oštećenja urotrakta ne može postaviti osnovnim pretragama.

OSNOVNA EVALUACIJA PACIJENATA

Kao i u drugim poljima kliničke medicine, nužno je prije svega uzeti detaljne anamnestičke podatke. Detaljni opis smetnji mokrenja, bilo opstruktivnih (oslabljen ili isprekidan mlaz mokraćne, produljen akt mokrenja, osjećaj nepotpunog izmokravanja) ili iritativnih (učestalo mokrenje, nikturija, urgencija, urgentna inkontinencija) potrebno je dodatno objektivizirati vođenjem dnevnika mokrenja.

Stresna inkontinencija mokraćne tekućine može se evaluirati vaganjem uložaka promijenjenih u 24 h, te se time objektivnije može odrediti stupanj inkontinencije u pacijenta (engl. *pad testing*). Pacijent navedeno testiranje može učiniti kod kuće, mjereći težine uložaka promijenjenih u vremenu od 24 sata. Gornja granica težine uložaka (oduzevši težine suhih uložaka) iznosi 8 grama.

Neophodno je uzimanje podataka o ranijim bolestima – dijabetes, srčana insuficijencija, neurološke bolesti ili ozljede centralnog ili perifernog živčanog sustava, ginekološka anamneza (vaginalni porodi, opstetrička trauma) te drugim komorbiditetima.

Slijedi kompletan urološki fizikalni pregled. Kod žena se u ginekološkom položaju učini „stres-test“, te se vizualno i palpacijski utvrđuje moguć prolaps ginekoloških organa (cistocela, rektocela).

Potrebno je učiniti rutinske laboratorijske analize krvi i urina – kompletna krvna slika, parametri bubrežne funkcije, kompletan urin sa sedimentom te urinokultura.

Ultrazvučni pregled je neinvazivna dijagnostička metoda u urologiji kojom se dobivaju veoma važni podaci o bubrezima (veličina, položaj i morfologija, dilatacija pijelokalicealnog sustava, fokalne lezije, litijaza), retroperitoneumu, prostati (volumetrija) te mokraćnom mjehuru (fokalne lezije stijenke, debljina detruzora, rezidualni urin).

Radiološke pretrage (nativna snimka urotrakta, intravenska urografija, MSCT urografija, cistografija, mikcijska cistouretrografija) koriste se ako su indicirane.

Radionuklidne pretrage najčešće se koriste pri dokazivanju vezikoureteralnog refluksa te pri evaluaciji funkcijskog oštećenja bubrega.

Uretrocistoskopija se često izvodi kao metoda koja služi za morfološku evaluaciju donjeg dijela urotrakta. Promatra se postoji li suženje uretre, morfologija vrata mokraćnog mjehura, položaj i morfologija ureteralnih ušća, izgled sluznice mokraćnog mjehura te eventualne fokalne lezije.

URODINAMSKE PRETRAGE

Uzevši u obzir sva ranije navedena testiranja, kod pacijenata kod kojih se na osnovi testiranja ne može doći do točnog uzroka smetnji mokrenja primjenjujemo specifična urodinamska ispitivanja. Mikciometrija i cistometrija su urodinamske pretrage koje se najčešće izvode. Rjeđe izvođene pretrage su profilometrija uretre, videourodinamika, elektromiografija sfinktera te urodinamski testovi gornjeg urinarnog trakta⁴⁻⁶.

MIKCIOMETRIJA

Mikciometrija ili *uroflow* je jednostavno, neinvazivno ispitivanje koje se provodi u urodinamici, a kojim se prikazuje protok urina odnosno izmokreni volumen mokraće u jedinici vremena (ml/s). Izvodi se kao zasebna pretraga ili nakon cistometrije. Princip mikciometrije je jednostavan – uređaj „važe” izmokreni urin te na osnovi težine izmokrene mokraće u jedinici vremenu, izračunava i ispisuje krivulju mikcije. Na osnovi tog zapisa, urolog može saznati mnoge klinički važne podatke^{2,4}.

Mikciometrijski aparat sastoji se od mjernog uređaja i spremnika za urin (slika 2 i 3). Posebne pripreme za ovu pretragu nema, osim što pacijent mora imati pun mokraćni mjehur.

Protok urina ovisi o mnoštvo čimbenika: volumenu mokraće, psihološkom statusu, dobi i korištenju abdominalne muskulature za istiskivanje urina. Od svih njih najvažniji je volumen mokraće te tako minimalna količina mokraće za prihvatljivu interpretaciju rezultata ne smije biti manja od 150 ml, a poželjno je i postupak ponoviti nekoliko puta.

Normalan izgled krivulje mikcije ima oblik zvona (slika 4). Maksimalni protok urina (Q_{max}) razlikuje se između žena (30 – 35 ml/s) i muškaraca (25 ml/s). On se kod muškaraca fiziološki smanjuje usporo sa starenjem. Veoma je važno trajanje



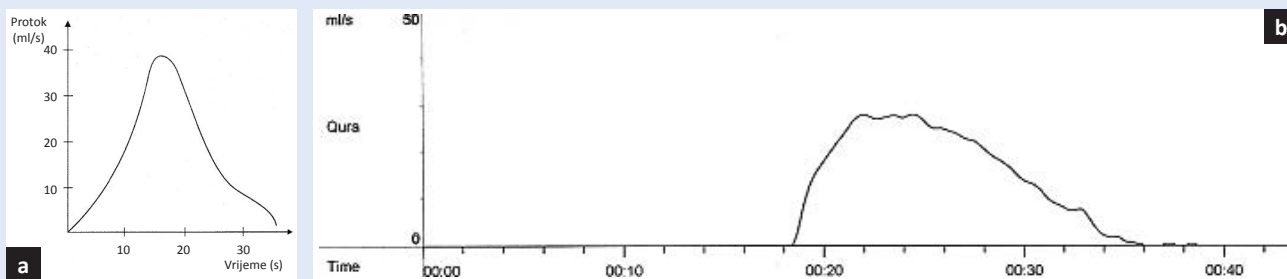
Slika 2. Aparat za urodinamski pregled



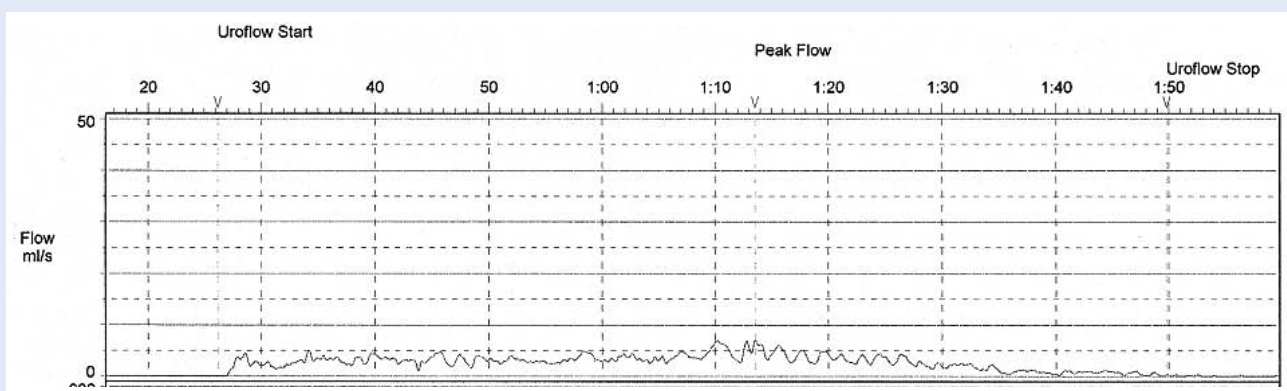
Slika 3. Stolica i spremnik za mikciometriju

mikcije te vrijeme potrebno do postizanja maksimalnog protoka mokraće. Posumnjati treba na moguću opstrukciju kod pacijenata s maksimalnim protokom manjim od 15 ml/s, dok u pacijenata s protokom urina manjim od 10 ml/s opstrukcija sigurno postoji.

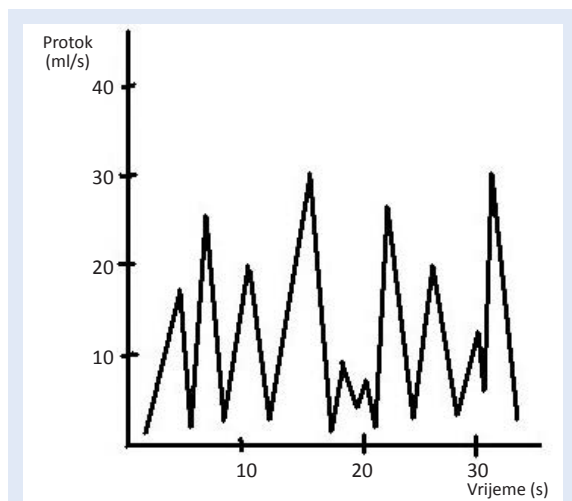
Pod abnormalnim oblikom krivulje protoka urina podrazumijeva se opstrukcijski protok i isprekidani protok. Opstrukcijski protok je karakteriziran niskim maksimalnim protokom uz produljeno vrije-



Slika 4. Normalna krivulja mikcije tipa „zvona“. Shematski prikaz (a) i prikaz kod 37-godišnjeg muškog ispitanika (b).



Slika 5. Opstruktivska krivulja mikcije pri subvezikalnoj opstrukciji. Daljnjom obradom je kod pacijenta kao uzrok oslabljenog mlaza pronađena striktura uretre.



Slika 6. Produljena krivulja s intermitentnim protokom mokraće pri korištenju abdominalne muskulature (engl. *abdominal straining*)

me mikcije, a sama krivulja gotovo je izravnata (slika 5). Takav oblik krivulje vidimo kod pacijenata sa strikturom uretre, benignom hiperplazijom prostate i sklerozom vrata mokraćnog mjehura^{2,4,7,8}. Isprekidani protok je karakteriziran krivuljom koja

je više puta isprekidana (slika 6). Ovakav oblik mokrenja vidi se u ljudi koji akt mokrenja podupiru svjesnom kontrakcijom trbušnih mišića ili isključivo mokre uz pomoć trbušne muskulature kao i u onih koji imaju detruzor-sfinkter disinergiju^{2,3}. Mikciometrijom možemo zaključiti je li obrazac mokrenja normalan, ali njome nije moguće točno odrediti uzrok poremećaja mokrenja. Samo na osnovi mikciometrije ne možemo zaključiti radi li se o mehaničkoj subvezikalnoj opstrukciji (benigna hiperplazija prostate, striktura uretre) ili pak o neurološkoj bolesti mokraćnoga mjehura. Iz toga razloga ona nam služi u probiru pacijenata koji zahtijevaju daljnju, složeniju urodinamsku obradu (najčešće cistometriju).

CISTOMETRIJA

Mokraćni mjehur služi kao niskotlačni rezervoar za mokraću, koji se u zdrave, odrasle osobe prazni u željenome trenutku. Punjenje mokraćnog mjehura urinom prati rastezanje njegove stijenke uz održavanje niskog intravezikalnog tlaka. Količina mokraće u mjehuru kod nastupa jačeg nagona za

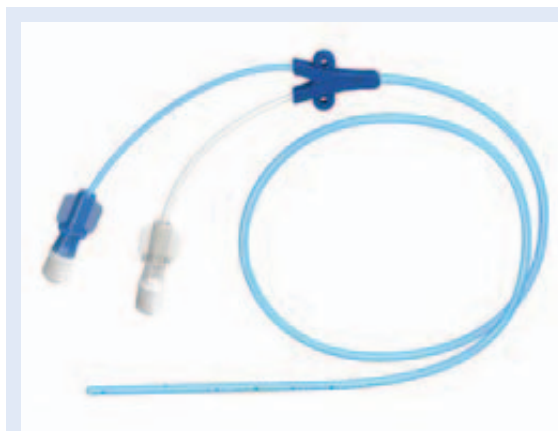
mokrenjem naziva se funkcionalni kapacitet mokraćnog mjehura te u zdrave osobe iznosi oko 400 ml.

Cistometrijom mjerimo tlakove u mokraćnom mjehuru i njegov odgovor na punjenje. Tijekom cistometrije bilježe se sljedeći podaci:

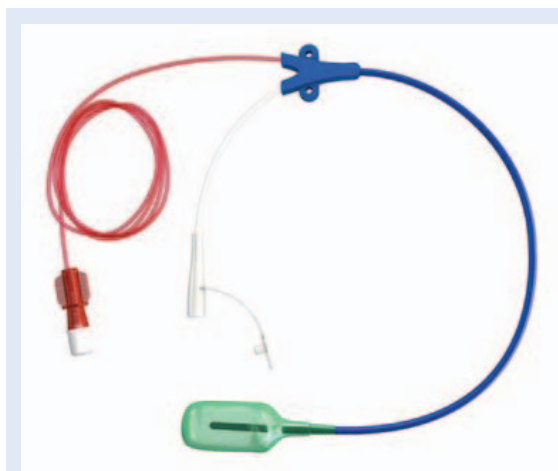
- tlakovi u mjehuru,
- senzacije tijekom punjenja,
- prisutnost nevoljnih kontrakcija detruzora,
- kapacitet mjehura⁴.

Kombinaciju cistometrije i mikciometrije s usporednim bilježenjem tlakova i volumena u mokraćnom mjehuru kao i krivulje protoka urina tijekom mokrenja zovemo mikcijska cistometrija. Mikcijskom cistometrijom se dodatno procjenjuju sljedeće funkcije mokraćnoga mjehura:

- kontraktilnost detruzora,
- odnos tlaka i protoka,
- pražnjenje mjehura.



Slika 7. Dvoluminalni kateter za urodinamski pregled



Slika 8. Rektalni kateter koji se koristi za mjerenje intraabdominalnog tlaka

Pretraga se izvodi u litotomijskom položaju. Na samom početku pretrage tankom iglicom ispita-mo senzibilitet perianalnog područja. Stavljanjem cistometrijskog katetera u mokraćni mjehur određujemo ostatni urin nakon prethodno učinjene mikcije. Cistometrijski kateter je širine 6 – 8 Ch i ima dva lumena (slika 7). Jedan lumen služi za punjenje mjehura, a drugi za mjerenje tlaka u mjehuru. Također, u rektum se postavlja posebni kateter koja mjeri intraabdominalni tlak (slika 8). Na perianalno područje postavljaju se elektrode

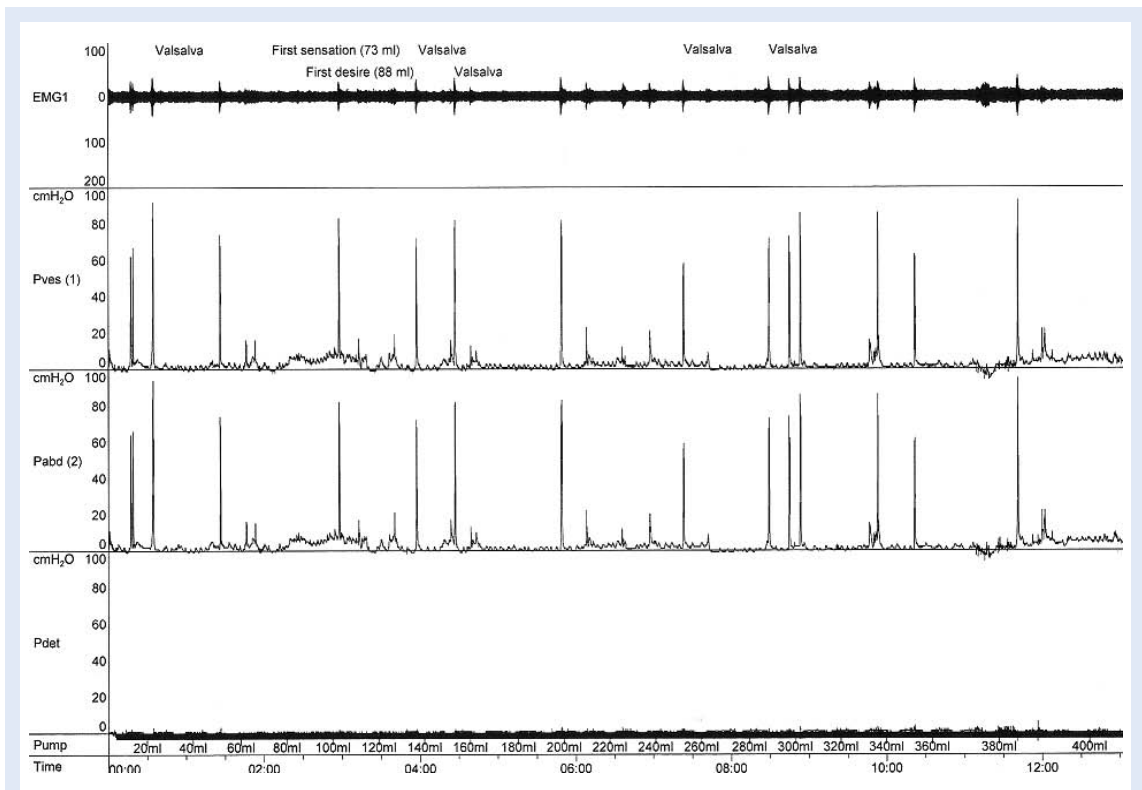
Mikciometrijom prikazujemo protok urina. Radi se o relativnoj jednostavnoj i neinvazivnoj metodi. Njome možemo zaključiti je li obrazac mokrenja normalan. U slučaju poremećaja mokrenja točan uzrok mora se odrediti drugim metodama.

koje mjere električnu aktivnost poprečno-pruga-ste muskulature zdjeličnog dna (tzv. vanjski sfinkter mokraćnog mjehura). Slijedi punjenje mokraćnog mjehura fiziološkom otopinom ugrijanom na temperaturu tijela. Veoma je važno da punjenje mjehura bude što sličnije njegovom fiziološkom punjenju te se ono u većine pacijenata provodi brzinom 30 – 50 ml/s. Tijekom punjenja uređaj registrira i zapisuje intravezikalni tlak, intraabdominalni tlak, aktivnost vanjskog sfinktera mokraćnog mjehura mjerene elektromiografijom te registrira eventualne nevoljne kontrakcije detruzora (slika 9). Iz intravezikalnog i intraabdominalnog tlaka automatski se izračunava tlak detruzora (slika 10).

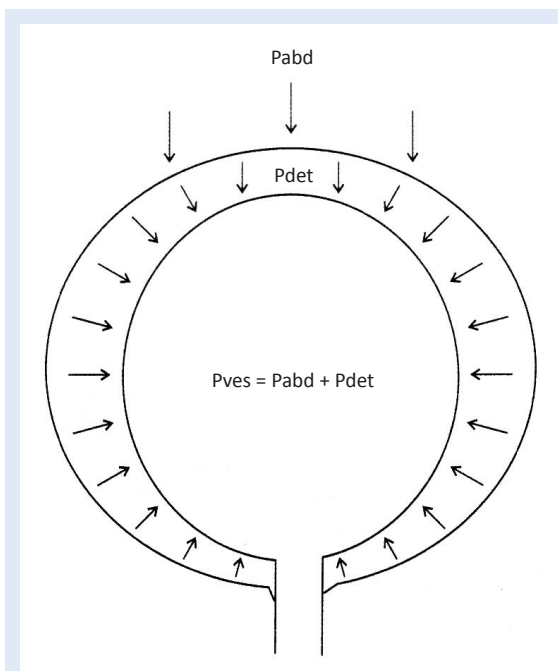
Pri punjenju mokraćnog mjehura liječnik ispituje pacijenta o senzacijama pri punjenju, te zapisuje pri kojem se one volumenu javljaju:

- prvi osjet punjenja mjehura,
- prvi nagon na mokrenje,
- normalni nagon na mokrenje,
- snažni nagon na mokrenje,
- urgencija.

Volumen mokraće prilikom urgencije naziva se maksimalnim cistometrijskim kapacitetom mokraćnog mjehura. On je kod zdravih osoba između 300 – 500 ml. Kada mokraćni mjehur dostigne svoj kapacitet prekida se punjenje mjehura te slijedi faza mikcijske cistometrije. Pacijent se u



Slika 9. Cistometrija s elektromiografijom: normalan nalaz. Sinkrono mjerenje intravezikalnog tlaka (Pves), intraabdominalnog tlaka (Pabd), tlaka detruzora (Pdet) i aktivnosti sfinktera mjerene elektromiografijom (EMG) tijekom punjenja mjehura pokazuje minimalni porast tlaka detruzora uz kapacitet mjehura od preko 400 ml. Tijekom punjenja ne bilježe se nevoljne kontrakcije detruzora, a sfinkterska aktivnost je koordinirana s porastom intravezikalnog tlaka izazvanog pokusom po Valsalvi.

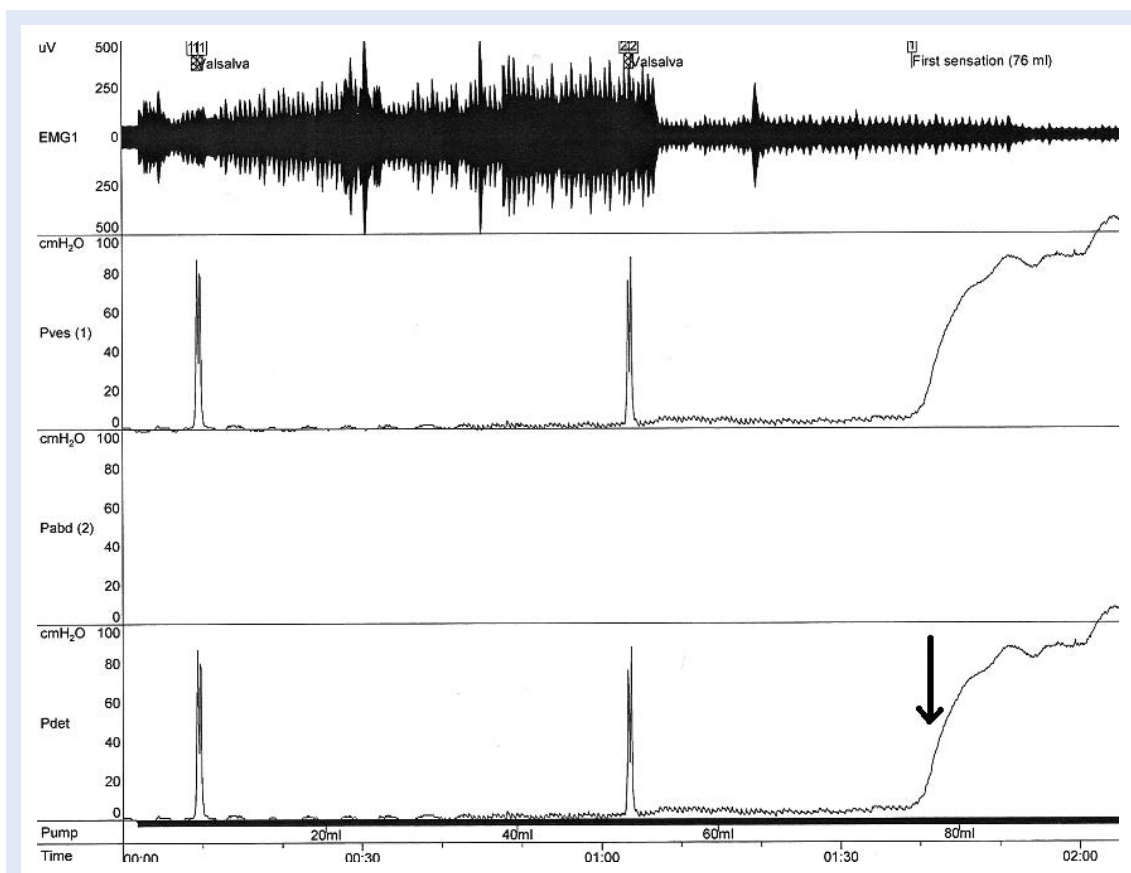


Slika 10. Shematski prikaz – intravezikalni tlak (Pves) jednak je zbroju abdominalnog tlaka (Pabd) te tlaka detruzora (Pdet).

istom položaju pomokri te se bilježe tlakovi i protok urina tijekom mikcije.

Nevoljne kontrakcije detruzora zabilježene tijekom cistometrije predstavljaju važan patološki znak (slika 11). Naime, kod normalnog mokraćnog mjehura tijekom njegova punjenja porast intravezikalnog tlaka je minimalan. Intravezikalni tlak povećava se samo tijekom voljnog akta mikcije. No, kod određenih patoloških promjena dolazi do pojave nekontroliranih, nevoljnih kontrakcija detruzora⁷⁻¹⁰. One se tijekom cistometrije bilježe kao nagli porast intravezikalnog tlaka, često popraćen aktom mokrenja. Nevoljne kontrakcije detruzora dijele se na:

- a) nestabilni detruzor (nije posljedica neurološkog oštećenja, a uzrok može biti idiopatski, upala ili subvezikalna opstrukcija),
- b) hiperrefleksija detruzora (posljedica je neurološkog oštećenja, najčešće oštećenja gornjeg motoričkog neurona, multiple skleroze ili cerebrovaskularnog infulta).



Slika 11. Cistometrija s elektromiografijom kod pacijenta s neurogenim mjehurom. Pri punjenju mjehura, kod kapaciteta mjehura od 80 ml, dolazi do nevoljne kontrakcije detruzora (strjelica) s aktom mokrenja.

Kapacitet mokraćnoga mjehura je smanjen kod upala mokraćnog mjehura, kontraktura mjehura kao posljedica fibroze mjehura (tuberkuloza, intersticijski cistitis), oštećenja gornjeg motoričkog neurona te kod pacijenata u uremiji. Povećani kapacitet mjehura nalazimo u senzoričkih neuroloških oštećenja, oštećenja donjeg motoričkog neurona i nekih kongenitalnih oštećenja.

PROFILOMETRIJA URETRJE

Profilometrija uretre je tehnika kojom mjerimo tlak u uretri kod mokraćnog mjehura u mirovanju, tijekom stresnih radnji i samog akta mokrenja^{2,4,6}. Osnovna joj je namjena ispitivanje sfinkterskoga mehanizma. Pri pregledu koristi se specijalni kateter koji se malom brzinom povlači od vrata mjehura prema distalno uz kontinuirano bilježenje intrauretralnoga tlaka. Klinički je najvažnije odrediti intrauretralni tlak od visine vrata mokraćnoga mjehura do ispod vanjskoga sfinktera. Također je bitno odrediti funkcijsku du-

liniju sfinkterskoga segmenta (funkcijska duljina uretre). Funkcijska duljina uretre je duljina uretre u kojoj uretralni tlak prelazi intravezikalni tlak. Ako je funkcijska duljina uretre nedostatna za održavanje kontinencije, dolazi do inkontinencije različitog stupnja.

Profilometrija uretre koristi se u dijagnostici stresne inkontinencije, urgentne inkontinencije, inkontinencije nakon prostatektomije i disinergije detruzor-sfinkter.

Izjava o sukobu interesa: autori izjavljuju da ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

1. Chapple CR, MacDiarmid SA. Urodynamics made easy. 2nd edition. London: Churchill Livingstone, 2000.
2. Tanagho EA. Urodynamics studies. In: Tanagho EA, McAninch JW (eds). Smith's general urology. 15th edition. New York: Lange medical books, 2000;516-37.
3. Wein AJ. Neuromuscular dysfunction of the lower urinary tract and its management. In: Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, Wein AJ (eds). Campbell's urology. 8th edition. Philadelphia: WB Saunders, 2002;2876-919.

4. Markić D, Valenčić M. Urodinamika. *In*: Fučkar Ž, Španjol J (eds). Urologija I (opći dio). Rijeka: Digital point, 2013; 121-35.
5. Nitti VW. Practical Urodynamics. Philadelphia: WB Saunders, 1998.
6. Mozetič V, Sotošek S, Ružić B, Grubišić I. Urološka propeutika i dijagnostički postupci u urologiji – urodinamika. *In*: Kvesić A, Paladino J (eds). Kirurgija. Zagreb: Medicinska naklada 2016;713-4.
7. Nitti VW. Primary bladder neck obstruction in men and women. *Rev Urol* 2005;7 Suppl 8:12-7.
8. Markić D, Maričić A, Oguić R, Španjol J, Rahelić D, Rubinić N et al. Transurethral bladder neck incision in women with primary bladder neck obstruction. *Wien Klin Wochenschr* 2014;126:217-22.
9. Yande S, Joshi M. Bladder outlet obstruction. *J Midlife Health* 2011;2:11-17.
10. Abrams P, Cardozo L, Fall M. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: report from the standardisation Sub-Committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodyn* 2002;21: 167-78.