

# Benign Prostat Hiperplazisinde ürodinamik çalışmalar: kime ve ne zaman?

## Urodynamic studies in Benign Prostate Hyperplasia: whom and when?

Dr. Umut Gönülalan, Dr. Murat Koşan

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Konya Araştırma ve Uygulama Merkezi, Konya

### ÖZET

**Amaç:** Benign Prostat Hiperplazisi (BPH) bağlı oluşan mesane çıkım obstrüksiyonu işeme sırasındaki yüksek detrüör basıncı ve düşük idrar akım hızı ile belirlenir. Günümüzde BPH ile başvuran hastalarda ürodinamik çalışmalar gerek tanı gerekse takipte kullanılabilir. Biz alt üriner sistem semptomları olan BPH ve buna bağlı MÇO'lu hastalarda ürodinamik çalışmaların önemini araştırmayı amaçladık. Ayrıca bu derlemede ürodinamik değerlendirme yapılması gereken hastaların seçim kriterleri incelenmiştir.

**Yeni bulgular:** Bu derlemede konvansiyonel ürodinamik çalışmalar olan üroflowmetri, mesane dolum sistometrisi ve basınç-akım çalışmaları yanında özellikle son yıllarda daha çok kullanılmaya başlayan daha az invaziv ve kolay yöntemlerden mesane ve detrüör duvar kalınlığı/ağırlığı ölçümü ve isovolumetrik mesane içi basıncı ölçen kondom kateter metodu ve penil kelepçe testi gibi testler incelenmiştir.

**Sonuç:** Postvoiding rezidüel idrar tayini ve üroflowmetri BPH tanı ve tedavi takibinde halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak sistometri ve basınç-akım çalışması özellikle cerrahi planlanan hastalarda tanı doğrulamak amacıyla kullanılabilir. Günümüzde non-invaziv yöntemlerden mesane ve detrüör duvar kalınlığı/ağırlığı ölçümü, kondom kateter metodu ve penil kelepçe testi gibi testler invaziv ürodinamik çalışma kararı vermeden önce kullanılabilir. Bu testlerin standizasyonunda daha geniş hasta serisi olan çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar kelimeler:** Benign Prostat Hiperplazisi, mesane çıkım obstrüksiyonu, ürodinamik çalışmalar, kondom kateter metodu, penil kelepçe testi

### ABSTRACT

**Aim:** Increased detrusor pressure and low urine flow rate during voiding are seen in bladder outlet obstruction with benign prostatic hyperplasia (BPH). Urodynamic studies are used in both diagnosis and follow-up of patients. We aimed to evaluate the importance of urodynamic studies in patients with bladder outlet obstruction and lower urinary tract symptoms according to BPH. We also aimed to evaluate the selection criteria of patients that should be evaluated with urodynamic studies in this review.

**New findings:** We evaluated the conventional urodynamic studies as uroflowmetry, bladder filling cystometry and pressure-flow studies in this review. We also investigated the recent developments with easier and less invasive methods as bladder and detrusor wall thickness/weight, condom catheter method and penil cuff test for isovolumetric bladder pressure.

**Conclusion:** Postvoiding residual urine volume and uroflowmetry are used widely in both diagnosis and follow-up of BPH. Unfortunately, cystometry and pressure-flow studies could be used to correct the diagnosis of patients before surgical treatments. Recently, the non-invasive urodynamic studies as bladder and detrusor wall thickness/weight, condom catheter method and penil cuff test could be used before the invasive urodynamic studies. The standardization of these tests still needs studies with high number of cases.

**Key words:** Benign Prostatic Hyperplasia, bladder outlet obstruction, urodynamic studies, condom catheter method and penil cuff test

İletişim (✉): drugonulalan@yahoo.com

**B**enign Prostat Hiperplazisi (BPH) histolojik değişiklikler ile karakterize bir terimdir (1). Her zaman mesane çıkım obstrüksiyonu (MÇO) yapmamasına rağmen BPH'ya bağlı benign prostat büyümesinde (BPB) MÇO görülebilmektedir (2). MÇO işeme sırasındaki yüksek detrüör basıncı ve düşük idrar akım hızı ile belirlenir (1). Detrüör yetmezlik ile karışabilen MÇO tanısı basınç-akım çalışmaları (BAÇ) ile saptanır ve ayırıcı tanıda mesane boynu darlığı, üretral darlıklar ve üretral meatus dalığı göz önünde bulundurulmalıdır. Hald ve ark. MÇO, BPB ve alt üriner sistem semptomlarını (AÜSS) iç içe geçmiş daire yapılarıyla açıklamıştır (1,3,4).

AÜSS için günümüzde kullanılan ürodinamik çalışmalar postvoiding rezidüel idrar tespiti, üroflowmetri, dolum sistometrisi, BAÇ ve videoürodinamik çalışmalardır (5). BPH'da konvansiyonel sistometri ve BAÇ'nin gerekliliği günümüzde sorgulanmaktadır (6). Makroskopik hematüri, idrar yolu enfeksiyonları, sepsis ve üriner retansiyon gibi komplikasyonları nedeniyle BPH'ya bağlı MÇO olan hastalarda BAÇ seçilmiş hasta gruplarında uygulanmaktadır (7).

Bu derlemede amaç AÜSS olan BPH ve buna bağlı MÇO'lu hastalarda ürodinamik çalışmaların önemini ve hangi hastalarda kullanılması gerektiğini incelemektir.

*“Amerikan Üroloji Derneği PVR'nin AÜSS'li hastalarda üriner retansiyonun dışlanması için gerek başlangıç gerekse takipte kullanılmasını önermektedir (5).”*

### **Postvoiding Rezidüel idrar tayini (PVR)**

PVR günümüzde üriner kataterizasyondaki potansiyel enfeksiyon ve üriner travma komplikasyonları nedeniyle ultrasonografi ile ucuz ve non-invaziv bir yöntem olarak uygulanabilmektedir. PVR gerek MÇO'da gerekse detrüsrör yetersizliğinde karşımıza çıkan non-spesifik bir mesane boşalma disfonksiyonu bulgusudur. Bu yüzden PVR obstrüksiyon varlığını tek başına gösteremez (8,9). Di Mare ve ark. sağlıklı erkeklerin %78'inde PVRdeğerinin 5 ml. altında, %100'ünde ise bu değer 12 ml. altında saptandığını bildirmişlerdir (10). PVR 50 ml. üzerinde klinik olarak anlamlı kabul edilmekle birlikte PVR'nin 50 ml. ve üzerinde olduğu hastalarda MÇO tanısı için sensitivitesi %69-72, spesifitesi %42-48 olarak bildirilmektedir (2,11,12). PVR'nin AÜSS'li hastalarda klinik önemi ile ilgili yeterli miktarda çalışma olmamasına rağmen artmış PVR bu hastalarda potansiyel morbidite ve üriner retansiyonla ilgili olabilir. Diğer taraftan PVR'nin zaman içerisinde değişiminin üriner retansiyon gelişme riski ile ilgili olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (2). Artmış PVR bu hastalarda tedaviye başlamada ve tedavinin ilerleyen dönemlerdeki takibinde kullanılabilir. Ancak bu kararlar tek bir PVR ölçümü ile alınmamalıdır (5).

Amerikan Üroloji Derneği PVR'nin AÜSS'li hastalarda üriner retansiyonun dışlanması için gerek başlangıç gerekse takipte kullanılmasını önermektedir (5).

### **Üroflowmetri**

Üroflowmetri mesane fonksiyonu ve çıkımı ile ilgili objektif veri sunan non-invaziv bir ürodinamik değerlendirmedir. Ancak üroflowmetrik değerlendirme hem MÇO'da hem de detrüsrör yetersizliğinde azalmakta ve ayırıcı tanıda kullanılamamaktadır. İşeme döngüsünün işeme fazındaki bozukluklarda üroflowmetrik bulgularda anormallikler saptanır ve işeme hacminden etkilenir (5,13-16).

Üroflowmetrideki bir başka problem ise maksimum akım hızı için ideal bir referans değer bulunmamasıdır (5).

Üroflowmetrideki bu sorunlara rağmen bu test işeme disfonksiyonunun değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle tedaviye yanıtın ve AÜSS'nin objektif değerlendirmesinde faydalıdır (5). Ancak gerek ortalama gerekse maksimum akım hızlarının idrar miktarından etkilenmesi nedeniyle ortaya çıkan yanlış pozitif veya negatif sonuçlar uygunsuz tedavi verilmesine neden olmaktadır (5). Üroflowmetrik değerlendirmede en ideal olan yöntem tekrarlayan birbirine benzer üroflowmetri sonuçlarını incelemek ve bunun semptomlarla korelasyonunu sağlamaktır (5).

Günümüzde bu bilgiler ışığında üroflowmetrinin AÜSS'li erkeklerde işeme ve boşaltma disfonksiyonu varlığında ilk tanı ve takipte kullanılması önerilmektedir.

### **Mesane dolun sistometrisi**

Mesane dolun sistometrisi AÜSS ile beraber görülebilen detrüsrör aşırı aktivitesi gibi patolojiler tanısında kullanılan standart yöntemdir (5). Ancak sistometri semptomların açıklanmasında yetersiz kalabilmekte ve aynı hastada farklı zamanlardaki testlerde dahi farklılık gösterebilmektedir (17-19). AÜSS'li hastalarda tedavi sonrası prognozun belirlenmesinde kullanılmasını öneren çalışmalar mevcuttur (20,21). Böbrek yetmezliği gelişen hastalarda mesane içi basıncın böbrek yetmezliği gelişmemiş hastalardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir (22). Ayrıca azalmış mesane kompliyansı olan hastalarda böbrek yetmezliği gelişme riski %78 iken normal mesane kompliyansı olanlarda bu oran %36'dır (23). Benign prostatik obstrüksiyonlu hastalarda mesane kompliyansı 23 ml/cm<sup>2</sup>H<sub>2</sub>O saptanırken benign prostatik obstrüksiyonu olmayanlarda 39 ml/cm<sup>2</sup>H<sub>2</sub>O saptanmaktadır (24). Pekçok ürolog için detrüsrör aşırı aktivitesi veya azalmış kompliyansı AÜSS'li hastaların tedavisinin düzenlenmesinde önemli olduğundan tedavi öncesinde uygulanabilir (5).

Mesane dolun sistometrisi ile değerlendirme, AÜSS ve detrüsrör aşırı aktivitesi gibi mesane dolun/depolama fonksiyon bozukluğu semptomları olan hastalara invaziv, morbidite riski olan ve irreversible tedavi öncesi uygulanmalıdır.

*“BAÇ invaziv, morbidite riski olan ve irreversible tedaviler planlanan AÜSS'li erkeklere ürodinamik obstrüksiyonun gösterilmesi amacıyla uygulanabilir.”*

### **Basınç-Akım Çalışması (BAÇ)**

MÇO erkeklerde ürodinamik bir tanı olduğundan işeme BAÇ günümüzde erkek MÇO'larının tanısında standart yöntemdir (25-27). Pekçok çalışma erkeklerde MÇO'nun cerrahi tedavisinin başarısını belirlemede BAÇ'nin yararlı olduğunu belirtmektedir (28-31). BAÇ ile obstrüksiyon tanısı alan erkeklerde cerrahi tedavinin başarısı obstrüksiyonsuz hastalara göre daha fazladır (5). AÜSS'li hastaların değerlendirmesinde önerilmesine rağmen invaziv tedavi öncesi ürodinamik obstrüksiyonun gösterilmesi her zaman gerekmez (5). BAÇ uygulanması planlanan AÜSS'li hastalara hematüri, üriner sistem enfeksiyonu ve disüri gibi komplikasyonları hakkında bilgi verilmelidir (5).

BAÇ invaziv, morbidite riski olan ve irreversible tedaviler planlanan AÜSS'li erkeklere ürodinamik obstrüksiyonun gösterilmesi amacıyla uygulanabilir.

### **Videoürodinamik çalışmalar**

Videoürodinamik çalışmalara şüpheli MÇO olan hastalarda primer mesane boynu darlığının gösterilmesinde kullanılmaktadır. Primer mesane boynu darlığı detrüsrör kontraksiyonu sırasında artmış detrüsrör basıncı, azalmış idrar akım hızı ve mesane boynu açılmasında gecikme veya yetersizlik ile karakterizedir (5). Videoürodinamik çalışmalar sayesinde hem basınç-akım parametrelerinin hem de mesane boynundaki fonksiyonel obstrüksiyonun birlikte incelenebilmektedir. Ancak bu tetkik sayesinde primer mesane boynu darlığı tedavisinde avantaj sağlayıp sağlamadığı bilinmemektedir. Bu yüzden videoürodinamik çalışmalar primer mesane boynu obstrüksiyonu şüphesi olan sınırlı sayıda genç erkekte kullanılabilir (5). İnvaziv bir değerlendirme olmasından kaynaklanan nedenlerle BAÇ gibi bu çalışmaların da benzer komplikasyon ve radyasyon maruziyeti riski vardır (5).

*“Günümüzde videoürodinamik çalışmalar primer mesane boynu darlığı gibi obstrüksiyon seviyesinin belirlenmesi gereken sınırlı sayıda hastada uygulanabilir.”*

Günümüzde videoürodinamik çalışmalar primer mesane boynu darlığı gibi obstrüksiyon seviyesinin belirlenmesi gereken sınırlı sayıda hastada uygulanabilir.

Bütün bu testlerin dışında MÇO tanısında daha ucuz ve daha az invaziv test araştırmaları devam etmektedir. Bunların arasında Mesane ve Detrüör Duvar Kalınlığı/Ağırlığı Ölçümü ve isovolümetrik mesane içi basıncı ölçen Kondom Kateter Metodu ve Penil Kelepçe Testi gibi testlerde vardır (32,33).

### **Mesane ve detrüör duvar kalınlığı/ağırlığı ölçümü**

Detrüör duvar kalınlığı (DDK), Mesane duvar kalınlığı (MDK) ve mesane ağırlığında artış MÇO'nun erken dönemlerinde ortaya çıkar (34,35). MDK ölçümünde ultrasonografik olarak hiperekojenik mukoz ile hiperekojenik adventisya arası ölçülürken DDK için sadece hiperekojenik adventisya ile mukoz arasındaki hipoekojenik detrüör ölçülür (32). Mesanenin tüm duvarlarına oluşan bu kalınlaşma hayvan deneylerinde parsiyel obstrüksiyonun ilk günlerinde ortaya çıkmakla birlikte insanlardaki süresi net değildir (35). DDK ve MDK herhangi bir duvar veya trigon ölçümü ile yapılabilir (36,37).

Hem DDK hem de MDK mesane doluluğundan etkilenir. DDK mesane doluluğunda hızla düşmekle birlikte mesane 250 ml. kadar dolduktan sonra stabil bir seyir izler (38). Manieri ve ark. MDK'nın MÇO'lu hastalarda anlamlı bir şekilde arttığını ve 5 mm. kalınlığın sınır değer olduğunu göstermişlerdir (39). Oelke ve ark. ise benzer bir çalışmada DDK'nın MÇO'lu hastalarda arttığını ve sınır değerinin 2 mm. olduğunu bildirmişlerdir (40). Bu sınır değer 2,9 mm.'ye kadar çıkabilmektedir (41). Işıkyay ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise üroflowmetrik

değerlendirmede maksimum idrar akış hızı 10 ml/sn altında olan hastalarda MDK'nın anlamlı olarak arttığı gösterilmiştir (42). Diğer taraftan MDK'nın gerek transvezikal prostatektomi gerekse alfa-1 antagonist tedavi sırasında azaldığını bildiren çalışmalar mevcuttur (43,44).

Ultrasonografi yardımıyla mesane ağırlığı ölçümü ise bir başka değerlendirme metodudur. Ultrasonografik olarak dolu mesanede duvar kalınlığı ve mesane içi idrar hacmi ölçümünden yararlanarak mesane ağırlığı hesaplanır (45). Mesane ağırlığının BAÇ ile korelasyonunu araştıran çalışmalarda sınırlı değer olarak 35 g bildirilmiştir (46-48). Bu çalışmalarda bu değer MÇO ve akut üriner retansiyon riskinin belirlenmesinde etkili olduğu saptanmıştır (46,47). Mesane ağırlığı da MDK gibi prostat ameliyatı sonrasında düzelmekte ve mesane ağırlığı prostatektomili hastalarda azalmaktadır (49). Ancak mesane ağırlığı vücut yüzey alanı ve boydan etkilendiğinden vücut yüzey alanı hesaplanıp düzeltme yapılarak kullanılması önerilmektedir (50,51).

Bütün bu bilgiler, gerek mesane ağırlığının gerekse MDK ve DDK ölçümlerinin, invaziv metodlar istemeyen hastalarda tanı ve tedavinin takibinde kullanılabileceğini düşündürmektedir.

### **Kondom Kateter Metodu (KKM)**

Bu test penis üzerine giydirilen ve basınç çölçer ile modifiye edilmiş bir kılıfla isovolümetrik mesane içi basıncı ölçümüdür. Bu yöntemde hastaya idrar yapması söylenir ve kondomdaki akım kapaklar yardımıyla defalarca kesilerek maksimum intravezikal basınç belirlenir (32,33). KKM ile ölçülen mesane içi basıncın MÇO'lu hastaları belirlemede kullanılan BAÇ ile korelasyonu bildirilmiştir (52). Bu yöntemle MÇO olmayan hastalarda basınçlar yüksek saptansa da KKM'de mesane hacminin 247 ml. üzerinde olması ve idrar akım hızı 5,4 ml/sn üzerinde olması gerekliliği gibi sınırlayıcı faktörler vardır (52-55). KKM invaziv bir metod olmamasına rağmen peniste rahatsızlık hissi (%10), makroskopik hematüri (%7), mesane ağrısı ve peniste hematoma, akut üriner retansiyon ve idrar yolu enfeksiyonu gibi komplikasyonları vardır (32). Bu dezavantajlara rağmen KKM, MÇO'lu hasta ayırıcı tanısında başarılı bir yöntemdir (52).

*“Yeni ve daha geniş çalışmalara ihtiyaç duyulmakla birlikte gerek KKM gerekse PKT hızla invaziv ürodinamik testlere alternatif olabilmekte ve invaziv yöntemler öncesinde seçilmiş hastalara uygulanabilmektedir.”*

### **Penil Kelepçe Testi (PKT)**

Bu test için hava dolu bir kelepçe penis çevresine sarılır ve idrar akımının kesilmesi için saniyede 10 cm H<sub>2</sub>O hızında şişirilir. Üretra içindeki sıvı basıncı sıvı mesaneyle devamlılık gösterdiğinde mesane içi basınca eşittir (32,33). Bu yöntemde kelepçe mesane düzeyinin altında kaldığından mesane içi basıncı normalden yaklaşık 15-16 cmH<sub>2</sub>O kadar yüksek ölçülür (56,57). Bu yöntemde de tekrarlayan ölçümlere ihtiyaç vardır ve idrar miktarı 150 ml. üzerinde olmalıdır (56,58). Bu yöntemle bulunan basınçların değerlendirilmesi bazı nomogramlarla yapılmakta ve gerek MÇO tanısında gerekse tedavi başarısını öngörmede oldukça faydalı olmaktadır (32,59,60). PKT ile bazı hastalarda peniste rahatsızlık hissi ve üretral kanama bildirilmiştir (60). BAÇ ile korelasyonu gösterilemeyen PKT bazı teknik sınırlamalara rağmen üroflowmetrik değerlendirmede maksimum idrar akış hızından daha kuvvetli bir metottur (32,33,61).

Yeni ve daha geniş çalışmalara ihtiyaç duyulmakla birlikte gerek KKM gerekse PKT hızla invaziv ürodinamik testlere alternatif olabilmekte ve invaziv yöntemler öncesinde seçilmiş hastalara uygulanabilmektedir.

### **Sonuç**

BPH nedeniyle oluşan MÇO'lu hastalarda ürodinamik değerlendirme kısıtlı hasta grubunda uygulanmaktadır. Özellikle non-invaziv metodlar daha ön planda ve hem tanı hem de tedavi sırasında takip amaçlı kullanılmakla birlikte tanısı şüpheli hastalarda veya tedaviden fayda görmeyen hasta gruplarında sistometri, BAÇ gibi daha invaziv ürodinamik çalışmalar önerilmektedir.

## Kaynaklar

- 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):167-78.
- Oelke M, Kirschner-Hermanns R, Thiruchelvam N, Heesakkers J. Can we identify men who will have complications from benign prostatic obstruction (BPO)? ICI-RS 2011. *Neurourol Urodyn*. 2012; 31(3):322-6.
- Abrams P. Bladder outlet obstruction index, bladder contractility index and bladder voiding efficiency: three simple indices to define bladder voiding function. *BJU Int* 1999; 84(1):14-5.
- Hald T. Urodynamics in benign prostatic hyperplasia: A survey. *Prostate Suppl* 1989; 2:69-77.
- Winters JC, Dmochowski RR, Goldman HB, et al; American Urological Association; Society of Urodynamics, Female Pelvic Medicine & Urogenital Reconstruction. Urodynamic studies in adults: AUA/SUFU guideline. *J Urol* 2012;188(6 Suppl):2464-72.
- Rischmann P. Urodynamics prior to prostatectomy: con. *Eur Urol* 2004; 45(5):561-3.
- Klingler HC, Madersbacher S, Djavan B, et al. Morbidity of the evaluation of the lower urinary tract with transurethral multichannel pressure-flow studies. *J Urol* 1998;159(1):191-4.
- Sakakibara R, Hattori T, Uchiyama T et al: Videourodynamic and sphincter motor unit potential analyses in Parkinson's disease and multiple system atrophy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001; 71(5): 600-6.
- Light JK, Beric A and Petronic I: Detrusor function with lesions of the cauda equina, with special emphasis on the bladder neck. *J Urol* 1993; 149(3): 53-42.
- Di Mare JR, Fish S, Harper JM, et al. Residual urine in normal male subjects. *J Urol* 1963;96:180-1.
- Oelke M, Höfner K, Jonas U, et al. Diagnostic accuracy of non-invasive tests to evaluate bladder outlet obstruction in men: detrusor wall thickness, uroflowmetry, post-void residual urine, and prostate volume. *Eur Urol* 2007; 52(3): 827-34.
- Abrams PH, Griffiths DJ. The assessment of prostatic obstruction from urodynamic measurements and from residual urine. *Br J Urol* 1979; 51(2):129-34.
- Aganovic D: The role of uroflowmetry in diagnosis of infravesical obstruction in the patients with benign prostatic enlargement. *Med Arh* 2004; 58 (1 Suppl 2): 109-11.
- Kuo HC: Clinical prostate score for diagnosis of bladder outlet obstruction by prostate measurements and uroflowmetry. *Urology* 1999; 54(1):90-6.
- Ku JH, Cho SY and Oh SJ: Residual fraction as a parameter to predict bladder outlet obstruction in men with lower urinary tract symptoms. *Int J Urol* 16(9):739-44.
- Reynard JM, Yang Q, Donovan JL et al: The ICS-'BPH' Study: uroflowmetry, lower urinary tract symptoms and bladder outlet obstruction. *Br J Urol* 198; 82(5):619-23.
- Digesu GA, Basra R, Khullar V et al: Bladder sensations during filling cystometry are different according to urodynamic diagnosis. *Neurourol Urodyn* 2009; 28(3):191-6.
- Homma Y, Kondo Y, Takahashi S et al: Reproducibility of cystometry in overactive detrusor. *Eur Urol* 2000; 38(6):681-5.
- Ockrim J, Laniado ME, Khoubehi B et al: Variability of detrusor overactivity on repeated filling cystometry in men with urge symptoms: comparison with spinal cord injury patients. *BJU Int* 95(4):587-90.
- Malone-Lee J, Henshaw DJ and Cummings K: Urodynamic verification of an overactive bladder is not a prerequisite for antimuscarinic treatment response. *BJU Int* 2003; 92(4):415-7.
- Cho MC, Kim HS, Lee CJ et al: Influence of detrusor overactivity on storage symptoms following potassium-titanyl-phosphate photoselective vaporization of the prostate. *Urology* 2010; 75(6):1460-6.
- Ghobish AG. Storage detrusor pressure in bilateral hydroureteronephrosis. *Eur Urol* 2001; 39(5):571-4.
- Comiter CV, Sullivan M, Schacterle RS, et al. Urodynamic risk factors for renal dysfunction in men with obstructive and nonobstructive voiding dysfunction. *J Urol* 1997; 158(1):181-5.
- Madersbacher S, Pycha A, Klingler CH, et al. Interrelationships of bladder compliance with age, detrusor instability, and obstruction in elderly men with lower urinary tract symptoms. *Neurourol Urodyn* 1999; 18(1):3-15.
- Griffiths CJ, Harding C, Blake C et al: A nomogram to classify men with lower urinary tract symptoms using urine flow and noninvasive measurement of bladder pressure. *J Urol* 2005; 174(4 Pt 1):1323-6; discussion 1326.
- Pel JJ, Bosch JL, Blom JH et al: Development of a non-invasive strategy to classify bladder outlet obstruction in male patients with LUTS. *Neurourol Urodyn* 2002; 21(2):117-25.
- Chung DE, Lee RK, Kaplan SA et al: Concordance of near infrared spectroscopy with pressure flow studies in men with lower urinary tract symptoms. *J Urol* 2010; 184(6):2434-9.
- Tanaka Y, Masumori N, Itoh N et al: Is the short-term outcome of transurethral resection of the prostate affected by preoperative degree of bladder outlet obstruction, status of detrusor contractility or detrusor overactivity? *Int J Urol* 2006; 13(11):1398-404.
- Van Venrooij GE, Van Melick HH, Eckhardt MD et al: Correlations of urodynamic changes with changes in symptoms and well-being after transurethral resection of the prostate. *J Urol* 2002; 168(2):605-9.
- van Venrooij GEP, Van Melick HHE and Boon TA: Comparison of outcomes of transurethral prostate resection in urodynamically obstructed versus selected urodynamically unobstructed or equivocal men. *Urology* 2003; 62(4):672-6.
- Kanik EA, Erdem E, Abidinoglu D et al: Can the outcome of transurethral resection of the prostate be predicted preoperatively. *Urology* 2004; 64(2):302-5.
- Arnolds M, Oelke M. Positioning invasive versus noninvasive urodynamics in the assessment of bladder outlet obstruction. *Curr Opin Urol* 2009;19(1):55-62.
- Mangera A, Chapple C. Modern evaluation of lower urinary tract symptoms in 2014. *Curr Opin Urol*. 2014; 24(1):15-20.
- Elbadawi A, Yalla SV, Resnick NM. Structural basis of geriatric voiding dysfunction. IV: Bladder outlet obstruction. *J Urol* 1993; 150(5 Pt 2):1681-95.
- Levin RM, Haugaard N, O'Connor L, et al. Obstructive response of human bladder to BPH vs. rabbit bladder response to partial outlet obstruction: a direct comparison. *Neurourol Urodyn* 2000; 19(5):609-29.
- Kojima M, Inui E, Ochiai A, et al. Ultrasonic estimation of bladder weight as a measure of bladder hypertrophy in men with infravesical obstruction: a preliminary report. *Urology* 1996; 47(6):942-7.
- Kojima M, Inui E, Ochiai A, et al. Noninvasive quantitative estimation of infravesical obstruction using ultrasonic measurement of bladder weight. *J Urol* 1997; 157(2):476-9.
- Oelke M, Höfner K, Jonas U, et al. Ultrasound measurement of detrusor wall thickness in healthy adults. *Neurourol Urodyn* 2006; 25(4):308-17; discussion 318.
- Manieri C, Carter SS, Romano G, et al. The diagnosis of bladder outlet obstruction in men by ultrasound measurement of bladder wall thickness. *J Urol* 1998; 159(3):761-5.
- Oelke M, Höfner K, Wiese B, et al. Increase in detrusor wall thickness indicates bladder outlet obstruction (BOO) in men. *World J Urol* 2002; 19(6):443-52.
- Kessler TM, Gerber R, Burkhard FC, et al. Ultrasound assessment of detrusor thickness in men: can it predict bladder outlet obstruction and replace pressure flow study? *J Urol* 2006; 175(6):2170-3.
- Isikay L, Turgay Akgu' I T, Nuhoglu B, et al. Lower urinary tract symptoms, prostate volume, uroflowmetry, residual urine volume and bladder wall thickness in Turkish men: a comparative analysis. *Int Urol Nephrol* 2007; 2007;39(4):1131-5.
- Tubaro A, Carter S, Hind A, et al. A prospective study of the safety and efficacy of suprapubic transvesical prostatectomy in patients with benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2001; 166(1):172-6.
- Egilmez T, Pourbagher MA, Guvel S, et al. Effects of selective alpha-1-adrenergic receptor blockers on bladder weight. *Urol Int* 2006; 76(1):42-50.
- Kojima M, Inui E, Ochiai A, et al. Ultrasonic estimation of bladder weight as a measure of bladder hypertrophy in men with infravesical obstruction: a preliminary report. *Urology* 1996; 47(6):942-7.
- Kojima M, Inui E, Ochiai A, et al. Noninvasive quantitative estimation of infravesical obstruction using ultrasonic measurement of bladder weight. *J Urol* 1997; 157(2):476-9.
- Miyashita H, Kojima M, Miki T. Ultrasonic measurement of bladder weight as a possible predictor of acute urinary retention in men with lower urinary tract symptoms suggestive of benign prostatic hyperplasia. *Ultrasound Med Biol* 2002; 28(8):985-90.
- Akino H, Maekawa M, Nakai M, et al. Ultrasound-estimated bladder weight predicts risk of surgery for benign prostatic hyperplasia in men using alphaadrenoceptor blocker for LUTS. *Urology* 2008; 72(4):817-20.
- Kojima M, Inui E, Ochiai A, et al. Reversible change of bladder hypertrophy due to benign prostatic hyperplasia after surgical relief of obstruction. *J Urol* 1997; 158(1):89-93.

50. Morris V, Steventon N, Hazbun S, Wagg A. A cross-sectional study of ultrasound estimated bladder weight in a sample of men and women without lower urinary tract symptoms. *Neurourol Urodyn* 2009; 28(8):995-7.
51. Han DH, Lee HW, Sung HH, et al. The diagnostic efficacy of 3-dimensional ultrasound estimated bladder weight corrected for body surface area as an alternative nonurodynamic parameter of bladder outlet obstruction. *J Urol* 2011; 185(3):964-9.
52. Pel JJ, Bosch JL, Blom JH, et al. Development of a noninvasive strategy to classify bladder outlet obstruction in male patients with LUTS. *Neurourol Urodyn* 2002; 21(2):117-25.
53. Pel JJ, van Mastrigt R. Noninvasive measurement of bladder pressure using an external catheter. *Neurourol Urodyn* 1999; 18(5):455-69; discussion 469-75.
54. van MR, Huang Foen Chung JW. Bladder volume sensitivity of isovolumetric intravesical pressure. *Neurourol Urodyn* 2006; 25(7):744-51.
55. Mastrigt R, Huang Foen Chung JW. Comparison of repeatability of noninvasive and invasive urodynamics. *Neurourol Urodyn* 2004; 23(4):317-21.
56. McIntosh SL, Drinnan MJ, Griffiths CJ, et al. Noninvasive assessment of bladder contractility in men. *J Urol* 2004; 172(4 Pt 1):1394-8.
57. Drinnan MJ, Pickard RS, Ramsden PD, Griffiths CJ. Assessment of prostatic obstruction: a cuff may be enough. *Neurourol Urodyn* 2003; 22(1):40-4.
58. Drinnan MJ, McIntosh SL, Robson WA, et al. Inter-observer agreement in the estimation of bladder pressure using a penile cuff. *Neurourol Urodyn* 2003; 22(4):296-300.
59. Borrini L, Lukacs B, Ciofu C, et al. Predictive value of the penile cuff-test for the assessment of bladder outlet obstruction in men. *Prog Urol* 2012; 22(11):657-64.
60. Harding C, Robson W, Drinnan M, et al. Predicting the outcome of prostatectomy using noninvasive bladder pressure and urine flow measurements. *Eur Urol* 2007; 52(1):186-92.
61. Homma Y. Pressure-flow studies in benign prostatic hyperplasia: to do or not to do for the patient. *BJU Int* 2001; 87(1):19-23.