

Benign prostat hiperplazisi'nde ultrason takibinin rolü

Dr. Ayhan Dirim

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Ankara

ÖZET

Benign prostat hiperplazisi, yaşlanan erkeklerde alt üriner sistem semptomlarının da eşlik edebileceği progresif bir durumdur. BPH tanısında AÜSS varlığı ve üroflowmetri tek başına yetersiz kalmaktadır. Üroflowmetri kolayca uygulanabilen bir test olmasına karşın benign prostatik obstrüksiyonu detrüör hipoaktivitesinden ayırmada yetersizdir. Tanıda altın standart olarak kabul edilen basınç-akım çalışması ise invaziv ve yan etkileri olabilen bir yöntemdir. Bu nedenle son yıllarda ultrasonografik non-invaziv testler kullanılmaya başlanmıştır. Post voiding rezidüel idrar miktarı, prostat volümü, mesane duvar kalınlığı, rezistif indeks ve intravezikal prostatik protrüzyon gibi pek çok parametre bu amaçla araştırılmaya başlanmıştır.

ABSTRACT

Benign prostatic hyperplasia in the aging male is a progressive condition with or without lower urinary tract symptoms. Uroflowmetry and LUTS are not sufficient in the diagnosis of bladder outlet obstruction. Uroflowmetry is easy to perform in the clinic setting. However, it is unable to differentiate between BOO and detrusor under activity. The established gold standard for the diagnosis of BOO is the pressure-flow study. However, PFS is an invasive procedure with possible side effects. Thus, several non-invasive ultrasonographic diagnostic tests of BOO has been ongoing for many years. Many parameters including post-void residual volume, prostate volume, bladder wall thickness, resistive index, and intravesical prostatic protrusion have been investigated up to date.

Benign prostat hiperplazisi (BPH) yaşlanan erkekleri en sık etkileyen histopatolojik durumdur ve 60 yaş üzerindeki erkeklerde cerrahi girişim gerekliliğinin 2. en sık nedeni olabilmektedir (1). BPH normal günlük aktiviteyi ve uyku patternini değiştirerek yaşam kalitesini etkileyen alt üriner sistem semptomları (AÜSS) ile birliktelik gösterebilir (2). Bu semptomların varlığı yüksek olasılıkla BPH'yi düşündürmekle birlikte, semptomların şiddeti her zaman infravezikal obstrüksiyonun derecesiyle ilişki göstermez. Bu noktada klinisyenin yanıtlaması gereken en önemli soru AÜSS'u olan hastalara hangi tedavi modalitesinin (medikal ya da cerrahi) uygulanacağıdır. Pekçok çalışmada ifade edildiği gibi benign prostatik obstrüksiyon (BPO); miksiyon yakınmaları, rezidüel idrar miktarı ya da maksimum işeme hızı (Qmax) gibi tek bir faktör yardımıyla doğru olarak değerlendirilemez (3, 4). Bu nedenle semptomların irdelenmesi ve tedavi kararının verilmesi noktasında üroflowmetri, basınç-akım çalışması (BAÇ), uluslararası prostat semptom skoru (IPSS) gibi kombine değerlendirmelere sıklıkla başvurulmaktadır. Ancak son yıllarda BPO tanısında altın standart olarak kabul edilen BAÇ gibi invaziv, maliyetli ve zaman alıcı incelemeler yerine, kolay uygulanabilir, hızlı sonuç elde edilebilen, ucuz ve non-invaziv değerlendirmeler tanı ve takip amaçlı araştırılmaya başlanmıştır. Bu amaçla ultrasonografi (US) başta olmak üzere görüntüleme yöntemleri sıklıkla kullanılır hale gelmiştir. Görüntüleme yöntemleri sayesinde prostatı görüntülemek yanında, prostat patolojisi nedeniyle etkilenebilecek üst üriner sistemi değerlendirmek mümkün olabilmektedir.

Ultrasonografik Değerlendirme

BPH'ya yönelik US incelemesi bilindiği üzere 2 şekilde yapılabilir.

1. Transabdominal US: Bu yöntemle aşağıda özetlenen değerlendirmeleri yapmak olasıdır.
 - a) Prostat volümü ve ağırlığı
 - b) Rezidüel idrar miktarı
 - c) Mesane duvar kalınlığı ve ağırlığı
 - d) İntravezikal dolma defektleri (taş, tümör, üreterosel vb.)
 - e) Distal üreterik anatomi
 - f) Mesane divertikülü
 - g) İntravezikal prostatik protrüzyon
 - h) Perivezikal anatomi
 - i) Detrüör rezistif indeksi
2. Transrektal US: Transabdominal US'a göre daha detaylı bilgi verebilmektedir. Standart prostat biyopsisindeki önemi dışında renkli veya power Doppler US incelemeleri BPO'yu non-invaziv bir yöntemle tanımlayabilmek için sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Renkli Doppler US pekçok prostat patolojisini tanımlamada yararlı bulunmuştur (5, 6). Power Doppler US, renkli Doppler US'a göre 3-5 kat daha duyarlı bir şekilde organ kan akımını belirleyebilmektedir (7). Yine power Doppler US'un renkli Doppler incelemeden, gürültünün az olması, açıdan bağımsız olması ve solunum sırasında prostatın hareket etmesi nedeniyle oluşan "flash" artefaktının daha az olması gibi üstünlükleri de söz konusudur (7, 8).

“PVR’nin tek başına BPO’yu öngörmeye yetersiz olabileceği ve üroflovetri gibi diğer tanısai testlerle birlikte değeriendirilmesi gerekliliğı belirtilmiştir (14).”

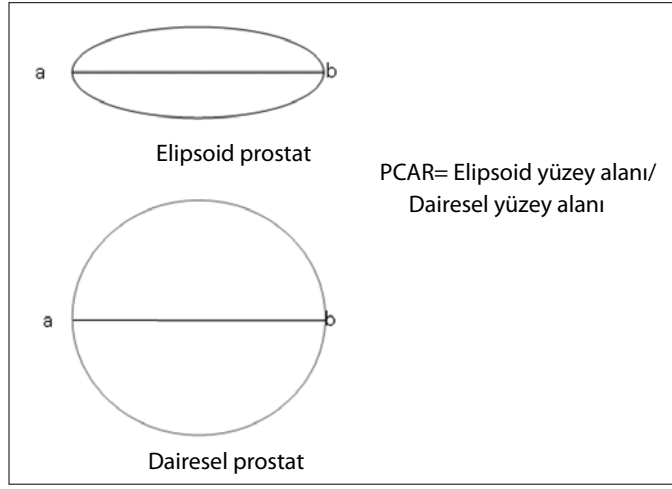
TRUS ile prostat boyutu, şekli, patolojileri dışında mesane boynu konfigürasyonu, posterior üretra ve periüretral patolojiler de değeriendirilebilmektedir. Yine son yıllarda sıklıkla intravezikal prostatik protrüzyon (IPP) ile kapsüler arter rezistif indeksinin (RI) BPO ile ilişkileri araştırılmaktadır.

Konunun bundan sonraki bölümünde BPH ile ilişkileri değeriendirilen aşağıdaki parametreler detaylıca ele alınacaktır.

1. Post voiding rezidüel idrar ölçümü
2. Prostat volümü, konfigürasyonu, morfolojisi
3. Mesane duvar kalınlığı ve ağırlığı
4. Detrüör rezistif indeksi
5. İntravezikal prostatik protrüzyon
6. Kapsüler arter rezistif indeks ve intraprostatik basınç ölçümü

1. Post voiding rezidüel (PVR) idrar ölçümü

AÜSS nedeniyle başvuran hastaların değeriendirilmesinde PVR ölçümü yararlı bir incelemedir. Artmış PVR klinisyeni bozulmuş miksiyon yönünde düşündürse de bu durumun patofizyolojisi yeterli bir şekilde anlaşılamamış, BPO ile detrüör kontraktilesi arasındaki etkileşimlerin sonucu gelişen kompleks bir durum olarak tanımlanmıştır (9). Dolayısıyla artmış PVR hastalığın tipini ve derecesini tanımlamakta yetersiz kalmaktadır. Birçok çalışmada PVR’nin değeriendirilmesi açısından 100 mL’nin altı ve üstündeki değerielerin dikate alınması gerektiğı vurgulanarak, 100 mL üzerindeki PVR’nin izole BPO lehine yorumlanması önerilmiştir (10-12). Chia ve ark. 100 mL üzerindeki PVR’nin BPO’yu belirlemedeki sensitivitesini %75, spesifitesini %91 olarak bildirmişlerdir (13). Detrüör kontraktilesi, BPO ve PVR etkileşimlerinin değeriendirildiğı bir çalışmada PVR ile BPO arasında zayıf bir ilişki olduğı, PVR’nin tek başına BPO’yu öngörmeye yetersiz olabileceğı ve üroflovetri gibi diğer tanısai testlerle birlikte değeriendirilmesi gerekliliğı belirtilmiştir (14). BPO’lu olguların üçte birinde önemli düzeyde PVR olmayabileceğı, cerrahi sonrası PVR’de azalma görülebileceğı de burada vurgulanmalıdır (15, 16).



Şekil 1. Presumed circle area ratio'nun hesaplanması.

2. Prostat volümü, konfigürasyonu, morfolojisi

Prostat volümünü (PV) tahmin etmede parmakla rektal muayene, TRUS ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Parmakla rektal muayenenin PV’yi belirlemedeki doğruluk oranı düşüktür (17). Volümü belirlemede TRUS en sık kullanılan yöntemdir. Bu amaçla prostatın transvers düzlemde genişliği (transvers çap) ve yüksekliği (anteroposterior çap) ile longitudinal kesitte uzunluğu (süperioinferior çap) ölçülerek $PV = 0.52 \times \text{transvers çap} \times \text{anteroposterior çap} \times \text{süperioinferior çap}$ ya da diğer bir formülle $PV = (\pi/6) \times \text{genişlik} \times \text{yükseklik} \times \text{uzunluk}$ PV hesaplanabilmektedir (7, 18). BPO klinik semptomlarının PV ile ilişkili olmadığı bilinen bir durumdur (19). Acaba BAÇ ile BPO tanısı konulmuş hastalarda PV tanısı öngörmeye ne kadar etkindir sorusuna yanıt arayan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Toplam 1046 hastayı kapsayan iki ayrı çalışmada BPO ile PV arasında nispeten zayıf ama istatistiksel olarak anlamlı ilişki ($r = 0.32, p < 0.001$) rapor edilmiştir (20, 21). PV 40 gr üzerinde iken BPO’yu belirlemedeki sensitivite ve spesifitesi sırasıyla %49 ve %32 olarak belirtilmiştir (20). Oysa Franco ve ark. çalışmasında ise PV ile BPO arasında ilişki olmadığı belirtilmektedir (22).

BPO’yu belirlemede PV’nin tek başına yetersiz kalması, prostat konfigürasyonu gibi diğer tanısai parametrelerin kullanılması gündeme getirmiştir (9). TRUS ile sadece PV değil aynı zamanda prostatın şekli de objektif ve kantitatif olarak belirlenebilmektedir (23). Prostat konfigürasyonu TRUS ile belirlenen “presumed circle area ratio” (PCAR) kullanılarak araştırılmıştır. Normalde prostat TRUS’da horizontal planda elipsoid şeklindedir. Elipsoid şekilde elde edilen maksimum horizontal çap ile bir daire oluşturulmaya çalışılırsa çapları eşit ancak yüzey alanları birbirinden farklı elipsoid ve dairesel

alanlar elde edilir (Şekil 1). PCAR; halihazırda mevcut olan elipsoid alanın yeni oluşturulan dairesel alana oranlanmasıyla elde edilen bir değerdir (24, 25). Oran 1’e ne kadar yakınsa prostat o kadar dairesel şekle yakın hal almış demektir. Klinik önemine gelince bu oran 1’e yaklaştığı oranda BPO progresyonuna artmış eğilim söz konusudur. Kojima ve ark. BPO tanısında PCAR’ın 0.8’in üzerinde olduğu olgularda %77 sensitivite, %75 spesifite bildirmişlerdir (24).

BPO’da infravezikal obstrüksiyonun hem büyümüş prostatın oluşturduğu mekanik obstrüksiyon (statik komponent) hem de düz kas tonusunun (dinamik komponent) kombine etkileriyle oluşturduğu kabul edilmektedir (26, 27). Statik komponente yönelik değeriendirmelerden sonra kısaca dinamik komponentle ilişkili çalışmalardan da bahsedilecektir. Zonal anatomi açısından santral, transizyonel ve periferik olmak üzere 3 farklı zon tanımlanmıştır (28). Transizyonel zon (TZ) BPH’nin geliştiğı majör zondur. Farklı prostat zonlarının tüm prostata oranlanmasıyla elde edilen indeksler BPO tanısında araştırılmıştır. TZ’nin tüm prostat volümüne oranlanmasıyla elde edilen TZ indeksinin (TZİ) araştırıldığı çalışmalarda farklı sonuçlar

“Geleneksel 2 boyutlu TRUS ile zonal anatomi ve histolojik komponentleri görüntülemeedeki yetersizlikler daha yüksek çözünürlüklü görüntü olanağı sağlayan 3 boyutlu (3D) US kullanılarak çözümlenmeye çalışılmıştır (32, 33).”

rapor edilmiştir. Kaplan ve ark. TZİ'nin tek başına PV'ye kıyasla semptomlar ve Qmax ile daha kuvvetli istatistiksel anlamlı ilişki gösterdiğini belirtmişlerdir (29). Ancak PV ve TZİ'nin karşılaştırıldığı diğer çalışmalarda BPO tanısında yetersiz oldukları ileri sürülmüştür (30, 31).

Histolojik olarak hiperplastik ve normal prostat dokusu stromal ve glandüler komponentlere ayrılmaktadır (7). Geleneksel 2 boyutlu TRUS ile zonal anatomi ve histolojik komponentleri görüntülemekteki yetersizlikler daha yüksek çözünürlüklü görüntü olanağı sağlayan 3 boyutlu (3D) US kullanılarak çözümlenmeye çalışılmıştır (32, 33). Prostatın yapısal değişikliklerine göre klinik parametrelerde anlamlı değişiklikler olduğu belirtilmektedir (34). Elwagdy ve ark. prospektif çalışmalarında 3D genişletilmiş US görüntüleme yöntemi kullanarak ürodinamik olarak BPO tanısı konulan ve transüretral prostat rezeksiyonu (TURP) yapılan toplam 113 hastayı histopatolojik özellikleri ve PVR'ye göre değerlendirmişlerdir. Hastalar 3 histolojik tip (stromal-dominant nodüler hiperplazi, glandüler-dominant hiperplazi ve mikst hiperplazi) ve 3 PVR grubuna (hafif rezidü grubu PVR<100 mL, orta rezidü grubu PVR>100 mL, ciddi rezidü veya retansiyon grubu PVR>250 mL) ayrılarak değerlendirilmiştir. Ciddi semptomu olan olguların (retansiyon grubu) histolojik tiplere göre dağılımı; stromal-dominant nodüler hiperplazi (%20.7), mikst grup (%20) glandüler-dominant hiperplazi (%2.5) olarak belirtilmektedir. Buradan hareketle histolojik tipin PVR miktarı ve semptom şiddetinden sorumlu olabileceği ileri sürülmektedir (35). Yine aynı çalışmada 3D US yardımıyla histopatolojik tipler %98.2 doğrulukla tanımlanabilmiştir (stromal-dominant %98.3, glandüler dominant %100, mikst grup %93.3).

BPH'nın semptomatolojisinde etkin dinamik obstrüksiyona yönelik yaklaşımlar özellikle alfa-bloker ilaçların sıklıkla kullanımını gündeme getirmiştir. Noradrenerjik sinirler primer olarak prostatik hiperplazinin stromal komponentinde (36), adrenerjik sinirler sporadik olarak prostatik adenom nodüllerinde lokalizedir (36, 37). Prostatadaki norepinefrin düzeyi ile BPH dokusundaki düz kas miktarı ilişkili olduğu için (38) BPH semptomlarının alfa-bloker tedaviye yanıt vermeleri prostatik düz kas yoğunluğuna bağlıdır (39). Bu nedenle düz kas miktarını belirlemek alfa-bloker tedavi etkinliğini tahmin etmede önemli olmaktadır (7). Normal prostatta düz kas miktarı %45 iken, hiperplastik prostatta bu oran daha yüksek olup %60 düzeylerine ulaşmaktadır (40). Yapılan çalışmalar prostatik kapsülün alfa-adrenerjik

“Transabdominal US (TAUS) yardımı ile hesaplanan detrüsrör veya mesane duvar kalınlığı (MDK) BPO tanısında kullanılan non-invaziv bir değerlendirme yöntemidir (45, 46).”

uyarıya son derece duyarlı olduğunu göstermiştir. Nedeni kapsüler dokunun kas yapısından oldukça zengin olmasındandır. Bu nedenle alfa-bloker tedaviye yanıt kapsüler dokuda adenomatöz prostat dokusuna kıyasla daha fazla olmaktadır (26, 41). Alfa-bloker tedaviye yanıt düz kas yoğunluğu ile ilişkili iken, anti-androjenik tedaviye yanıt prostatik epitelyum düzeyiyle ilişkili bulunmuştur (42, 43). Buradan hareketle prostatta ki yoğun glandüler yapının antiandrojenik tedaviye iyi yanıtıtan sorumlu olduğu kabul edilmektedir (7). Nitekim Kurita ve ark. alfa-bloker tedavi etkinliğinin TZİ ile birlikte azalma gösterirken, aksine antiandrojen tedavi etkinliğinin TZİ ile birlikte artış gösterdiğini ileri sürmüşlerdir (44).

3. Mesane duvar kalınlığı ve ağırlığı

Transabdominal US (TAUS) yardımı ile hesaplanan detrüsrör veya mesane duvar kalınlığı (MDK) BPO tanısında kullanılan non-invaziv bir değerlendirme yöntemidir (45, 46). Bu parametreyi kullanmanın mantığı bazı morfolojik çalışmalarda da gösterildiği gibi (47) artmış prostatik obstrüksiyonun detrüsrör hipertrofisine, oluşan hipertrofinin de MDK'da artışa neden olmasıdır (9). Ancak MDK'daki artış sadece düz kas hipertrofisine bağlı olarak değil aynı zamanda yaşlanma ile ortaya çıkan fibröz doku ve kollajen artımıyla da gerçekleşmektedir (48, 49). Deneysel hayvan modellerinde obstrüksiyonun giderilmesi ile artmış detrüsrör hipertrofisinin azaldığı gösterilmiş olsa bile (50) MDK'daki artışın tek başına BPO'dan ziyade yaş ve detrüsrör aşırı aktivitesine de bağlı olabileceği unutulmamalıdır (9). Bir diğer sorun da MDK ölçümlerinin mesane volümünden belirgin olarak etkilenmesidir. Mesane volümü artarken mesane duvarı gerilmekte ve MDK azalmış olarak ölçülmektedir (9). Bu sorunun üstesinden gelmek için farklı ölçüm yöntemleri tanımlanmıştır. Oelke ve ark. BAÇ sırasında MDK'nın maksimum sistometrik kapasitenin %50'sine ulaşınca kadar progresif olarak azaldığını, ancak sonrasında

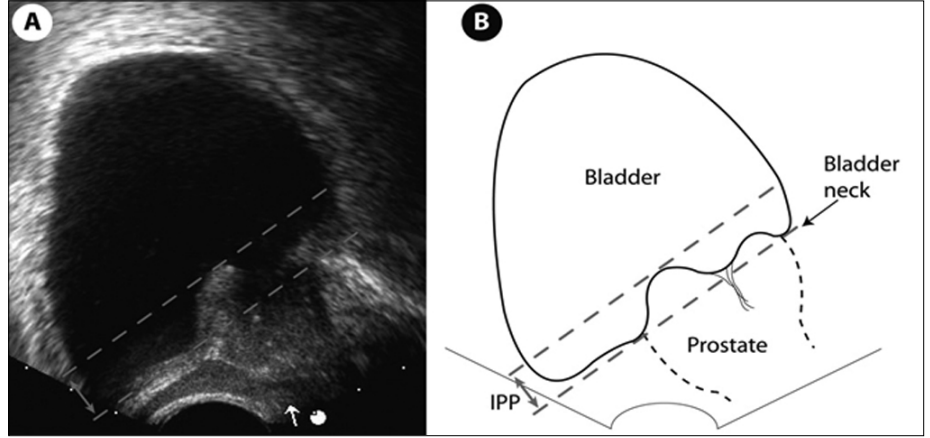
duvar kalınlığının sabit kaldığını belirtmişlerdir (46). Yani ölçümün 150-200 mL düzeyinde yapılması mantıklı gibi görünmektedir. Ancak obstrükte ve non-obstrükte olgular arasında maksimum sistometrik kapasite açısından belirgin farklılık olduğu ve bunun artmış detrüsrör kalınlığına etki edebileceği, ayrıca geniş bir hasta serisinde obstrükte ve non-obstrükte olgularda benzer MDK'larının rapor edildiği ileri sürülmektedir (51). Mesane duvarı US'da 3 tabaka şeklinde izlenmektedir. Detrüsrör hipoekojen bir yapı olarak hiperekojen tabakalar olan mukoza ve seroza arasında yer almaktadır (51). Bazı araştırmacılar 3 tabakanın ölçümüyle MDK'yı belirlerken (45), bazıları sadece ortadaki detrüsrörün ölçüm için yeterli olduğunu ileri sürmektedirler (46, 51). Ancak en dıştaki hiperekojen tabakanın perivezikal yağ dokudan ayrımının güç olabileceği, en içteki mukoza tabakasının ise enfeksiyon ve mesane kanseri gibi artefaktlardan etkilenebileceği söylenmektedir (51). Yine çoğu çalışmada ölçüm anterior duvardan yapılmakta iken, TRUS yardımıyla posterior duvardan ölçüm yapılabileceğini ileri süren çalışmalar da bulunmaktadır (52). Çalışmalar, ölçüm mesanenin hangi duvarından yapılırsa yapılsın MDK'nın değişmediğini göstermektedir (53, 54). Manieri ve ark. BAÇ sırasında 150 mL mesane volümünde 3 farklı alandan (anterior ve lateral duvarlar) yaptıkları ölçümde MDK'nın 5 mm üzerinde olduğu olgularda BPO tanısındaki spesifisiteyi %92, sensitiviteyi %54 olarak rapor etmişlerdir (45). MDK'nın PV, prostat ağırlığı, Qmax, IPSS gibi parametrelerle karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada MDK cut-off değeri 6 mm olarak alındığı taktirde BPO için %73 sensitivite, %82 spesifisite rapor edilmiştir. MDK ile IPSS arasında ilişki saptanmaz iken, Qmax ile ters yönde olmak üzere PV ve prostat ağırlığı ile anlamlı ilişki olduğu belirtilmiştir (22). Kessler ve ark. MDK 2.9 mm veya üzerinde iken %100 spesifisite, %43 sensitivite oranları bildirmişlerdir. Aynı çalışmada pozitif prediktif değer %100, negatif prediktif değer %54 olarak verilmektedir (51). Mesane dairesel alanı ile MDK arasındaki ters yöndeki ilişki sorununu çözümlemek için Kaefer ve ark. tarafından da mesane kalınlık indeksi tanımlanmıştır (55). Bu yöntemde ölçüm 4 farklı bölgeden (kubbe, taban, lateral duvarlar) yapılmakta, elde edilen ölçümler sferik (dairesel) modelde hesaplanan mesane volümüne oranlanmaktadır. Toplam 25 çocuğun dahil edildiği (15'i posterior üretral valv'li, 10'u normal) çalışma %100 sensitivite, %90 spesifisite oranları sunmaktadır. MDK ile ilgili bir diğer sorun da klinik pratikteki uygulamaya zorluğudur. Çünkü her hastanın mesanesini

maksimum sistometrik kapasitenin %50'sinden daha fazla doldurması gerekmektedir. Kessler ve ark. bu dolun aşamasındaki zaman kaybı sorununun önüne geçmek için AÜSS yakınımasıyla başvuran tüm hastalara üroflovetri yapılmadan hemen önce suprapubik yolla MDK ölçümünün yapılmasını önermektedirler (51). Sonuç olarak daha geniş hasta serileri ile MDK için bir cut-off değeri belirlenmesi gerekliliği aşikardır ve bu haliyle MDK ölçümlerinin BAÇ'ın yerine kullanımı mümkün görünmemektedir.

Mesane ağırlığının (MA) BPO'yu öngörmedeki etkinliği ilk kez Kojima ve ark. tarafından araştırılmıştır (53). Bu amaçla yüksek frekanslı 7.5 MHz US probu kullanılarak mesane anterior duvarından MDK hesaplanmıştır. Bu noktada US görüntülemenin US dalgalarının frekansına bağlı olduğu, daha yüksek frekanslarda (7.5 MHz ve üzeri) daha iyi görüntü rezolüsyonu elde edilse bile beraberinde penetrasyon derinliğinin daha az olabileceği hatırlanmalıdır (56). Yüksek frekans US ile MDK hesaplandıktan sonra kateterizasyon yardımıyla intravezikal volüm (IVV) hesaplanmış, sonrasında aşağıdaki basamaklar kullanılarak MA hesaplanmıştır.

1. Bilinen IVV kullanılarak sferik (daireysel) modelde mesanenin olası iç daireysel alanı hesaplanır
2. Daha önce hesaplanan MDK, iç daireysel alana eklenerek dış daireysel alan bulunur
3. Dış daireysel alan kullanılarak olası total vezikal volüm (TVV) hesaplanır.
4. TTV ile IVV farkından mesane duvar volümü elde edilir.
5. Sonuçta mesane dokusunun spesifik gravitesi mesane duvar volümü ile çarpılarak MA elde edilir.

Mesane duvarının spesifik gravitesi (0.957 ± 0.026) olarak hesaplanmış olup bu değer 1'e yuvarlanarak çarpım işlemi gerçekleştirilir. Kadavra çalışmalarında sferik ve elipsoid modellerde hesaplanan MA'nın benzer sonuçlar gösterdiği ve gerçek MA ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (53). Farklı mesane volümlerinde (100 mL'den 300 mL'ye değişen) 5 gr'lık bir varyasyon bildirilmişse de çalışmaya dahil edilen hasta sayısının çok az olduğunu vurgulamak gerekir (53). Toplam 36 hastanın dahil edildiği bir çalışmada ilk ve ikinci ölçümler arasında istatistiksel anlamlı fark olmadığı belirtilmektedir (57). MA cut-off değeri 35 gr üzerinde iken BPO tanısında sensitivitesi %85, spesifitesi %87 olarak verilmektedir (58). Medikal ve cerrahi tedaviler sonrası MA'nın azaldığını bildiren çalışmalar söz konusudur. Cerrahi tedavi uygulanan çalışmada 12 hafta sonra ortalama mesane ağırlığı 52.9 gr'dan 31.6 gr'a gerilemiştir (59).



Şekil 2. İntraprostatik protrüzyonun (IPP) ölçülmesi.

A. IPP'nin TRUS sagittal düzlemdeki görüntüsü B. Aynı görüntünün figürize edilmiş hali [Mariappan P. ve ark çalışmasından alınmıştır (68)].

Sironi ve ark. Tamsulosin ile yapılmış çift kör olmayan çalışmalarında tedavinin 1. ayında MA'da istatistiksel anlamlı azalma (64.1 gr'dan 55.9 gr'a düşüş) rapor etmişlerse de (60), çok merkezli, çift kör, randomize, plasebo kontrollü bir çalışmada 12 haftalık tedavi sonrasında MA'daki azalma Tamsulosin ve plasebo grupları arasında istatistiksel anlamlı düzeye ulaşmamıştır (61).

Kojima ve ark. tanımladığı, pek çok çalışmada kullanılan ölçüm tekniğinde en büyük sorun ölçümlerin manuel olarak yapılmasıdır. Ölçümlerin otomatik olarak yapıldığı, 3D US bilgilerinin bilgisayar ortamına aktarıldığı yeni yöntemler (BladderScan® BVM 6500, Verathon Medical, Bothell, USA) tanımlanmıştır (62). Bu yöntemde mesane ve mesane duvarı görüntüleri TAUS kullanılarak otomatik olarak elde edilir. Mesane iç yüzeyi bilgisayar ortamında 3 boyutlu olarak resmedilir ve mesane yüzey alanı (MYA) hesaplanır. Anterior duvardan otomatik olarak MDK hesaplanır. MYA x MDK x spesifik gravite formülünden MA hesaplanır. Otomatize edilmiş sistemin avantajları; 2D US yerine 3D US kullanılması ve hesaplamanın tahmini daireysel modele göre değil gerçek yüzey alanına göre yapılabilmesidir. Otomatize sistemle ölçülen MA, Kojima ve ark. ölçümüne oranla daha fazla (42 gr'a karşın 29.3 gr) bulunmuştur (48, 62). Bu durum daireysel modelin daha az yüzey alanına sahip olması, mesane şeklinin daima sferik yapıda olmaması, dolayısıyla gerçek yüzey alanı kullanılarak elde edilen ağırlığın daha fazla olabileceği gerçeğiyle açıklanmaktadır (62).

4. Detrüsör rezistif indeksi (DetRi)

Detrüsör kasının obstrüksiyona yanıtı kas kütlesinde artış (hipertrofi), düz kas liflerinin proliferasyonu (hiperplazi) ve mesane ağırlığındaki artış şeklindeki morfolojik değişikliklerdir. Bu patofizyolojik olaylara

kompensatuvar vasküler proliferasyon eşlik etmediği için mesane kan akımında azalma ortaya çıkabilmektedir (63). Hayvan çalışmalarında obstrükte olgularda olmayanlara kıyasla detrüsör kan akımında (DKA) azalma olduğu belirtilmektedir (64). DKA'nın renkli doppler US ile değerlendirildiği klinik bir çalışmada DetRi açısından obstrükte ve nonobstrükte olgular arasında istatistiksel anlamlı farklılık rapor edilmiştir. DetRi = $V_{max} - V_{min} / V_{max}$ formülüyle hesaplanmıştır. V_{max} ; maksimum hızı, V_{min} ; minimum hızı göstermektedir. Bu çalışmada DetRi'nin BPO'yu öngörmedeki pozitif prediktif değeri %95, negatif prediktif değeri %57 olarak belirtilmektedir (65). Ölçümün mesanenin 3 farklı bölgesinden yapılmasının, tek bölgeden yapılmasına kıyasla tüm detrüsör kasının DetRi'yi daha doğru olarak saptayabilme avantajı sağladığı belirtilmektedir (66). BPO dışında ateroskleroz, yaş ve detrüsör aşırı aktivitesinin de DetRi'yi etkileyebileceği ve DetRi'nin BPO tanısında yardımcı olmakla birlikte tek başına kullanılamayacağı vurgulanmaktadır (9, 65).

5. İntravezikal prostatik protrüzyon (IPP)

IPP; prostatik büyüme sürecinde prostatın mesane içerisine protrüde olmasıyla karakterize, artmış üretral rezistans ile ilişkili morfolojik bir değişikliktir (13, 67). IPP; sagittal düzlemde mesane boynu ile IPP'nin tepesi arasındaki çap olarak tanımlanmıştır ve mm cinsinden ölçülmektedir (68) (Şekil 2). Büyümüş lateral ve medyan loblar ball valve tipi obstrüksiyona ve işeme sırasında mesane boynu huni etkisinin inhibisyonuna bağlı olarak miksiyon sırasında diskinetik mesane hareketine neden olmaktadır (67, 69). Chia ve ark. güçlü mesane kasılmalarının lateral loblar arasındaki kanalı zorlayarak açabileceğini ancak IPP'deki ball valve

“İlk kez Kojima ve ark. Rİ ile BPH arasında bir ilişki tanımlamış, normal prostat dokusuna kıyasla BPH’da Rİ’nin daha yüksek olduğunu bu sayede bu iki durumun ayırıcı tanısının yapılabileceğini ileri sürmüşlerdir (74).”

etkisiyle zorlanma potansiyelinin daha da artabileceğini ileri sürerek BPO’nun tek başına lateral lobların büyümesinden veya protrüzyon olmaksızın prostat büyümesinden ziyade IPP tarafından indüklendiğini belirtmişlerdir (13). Özellikle medyan lob varlığında ball valve tipinde obstrüksiyon tipik iken, lateral lobların olası obstrüktif etkileri ile ilgili detaylı bilgi bulunmamaktadır (22). Franco ve ark. ball valve tipi obstrüksiyondan farklı olarak lateral lobların dome-like protrüzyonunun belirgin bir obstrüktif etkiye neden olduğunu ileri sürmektedir (22). IPP için cerrahi sırasında tanımlanmış 2 paternden söz edilebilir. TZ’nin büyüyerek mesaneye protrüde olduğu “bilober adenom”, hem santral hemde TZ’nin birlikte protrüde olduğu “trilober adenom” (34). IPP sıklıkla medyan lobun eşlik ettiği “trilober adenom” paterninde izlenmektedir (18). IPP sıklıkla TAUS yardımıyla ölçülmektedir. Ancak Mariappan ve ark. TAUS yerine TRUS ile IPP belirlemenin üstünlüklerini şu şekilde sıralamıştır (68):

1. TAUS için mesanenin 150-200 mL’ye kadar dolu olması gerekmektedir. Bu durum hastada rahatsızlığa ve zaman kaybına neden olabilmektedir.
2. Hekimler klinik kullanımda TRUS’a daha aşinadır.
3. Klinik pratikte TRUS ile belirlenen IPP, BPO’yu kusursuz bir şekilde öngörebilir.

Tan ve Foo, IPP’yi 3 grade’e ayırarak (grade I= IPP< 5mm, grade II=IPP 5-10 mm arasında, grade III= IPP> 10 mm) değerlendirmeyi önermişlerdir (70). Mesane volümünün IPP ölçümü üzerine olan etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmada mesane volümü 400 mL’den 100 mL’ye azaltıldığında ortalama IPP ölçümünde %80’lik bir artış (ortalama

4 mm) olduğu belirtilerek ideal IPP ölçümü için mesane volümünün 100-200 mL arasında olması önerilmiştir (71).

Klinik çalışmalarda IPP’nin BPO’yu öngörmeye etkin bir parametre olduğu belirtilmektedir (13, 72). Ürodinamik olarak BPO tanısı konulmuş 200 olgunun değerlendirildiği bir çalışmada IPP grade’i arttıkça BPO şiddetinin arttığı belirtilmektedir. Aynı çalışmada IPP grade’lerine göre BPO için sensitivite ve spesifisite oranları sırasıyla grade I için %7 ve %56, grade II için %17 ve %53, grade III için %76 ve %92 olarak rapor edilmiştir (13). IPP için cut-off değer 12 mm olarak belirlendiğinde %65 sensitivite, %77 spesifisite ve %88 pozitif prediktif değer öngörülmektedir (22). Akut üriner retansiyon nedeniyle kateterize edilen hastaların kateteri çekildikten sonra “katetersiz izlem” sonuçları IPP grade’leri ile doğru orantılı bir ilişki göstermektedir. “Katetersiz izlem” başarısızlık oranları grade I’den III’e doğru sırasıyla %36, %58 ve %67 olarak verilmektedir (70). IPP’nin MDK ile kombine edildiği bir çalışmada bu parametrelerin tek başına kullanımına göre kombinasyon ile tanısallık doğruluk oranının arttığı iddia edilmektedir (22). Yine her iki testin TAUS yardımıyla kolayca uygulanabileceği de vurgulanmaktadır. Diğer tanısal parametrelerde de belirtildiği gibi IPP içinde daha fazla prospektif ve geniş serili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. Kapsüler arter rezistif indeks ve intraprostatik basınç ölçümü

Doppler US ile elde edilen rezistif indeksin (Rİ) kan akımı ve vasküler rezistans ile ilişkili olduğu bilinen bir durumdur (73). İlk kez Kojima ve ark. Rİ ile BPH arasında bir ilişki tanımlamış, normal prostat dokusuna kıyasla BPH’da Rİ’nin daha yüksek olduğunu bu sayede bu iki durumun ayırıcı tanısının yapılabileceğini ileri sürmüşlerdir (74). TRUS ile Rİ hesaplanarak intraprostatik basıncı öngörmek mümkün olabilmektedir. Prostat içe doğru büyürken iç glandı saran cerrahi kapsülü dışa doğru iter ve bu durum intraprostatik basıncı artırır (75). Artmış intraprostatik basıncın belirlenmesi, prostatik üretra da obstrüksiyona neden olması bakımından önemlidir. Yine artmış intraprostatik basınç, prostatı besleyen damarları da komprese ederek vasküler rezistansla artışa yol açabilmektedir (7, 74). Rİ prostatın her bölgesinde

aynı değerlerde ölçülmekle birlikte, prostat daha da büyüdükçe TZ ve PZ arasındaki kan damarlarını komprese ederek kapsüler arter Rİ’lerinde daha belirgin bir artışa yol açmaktadır (7, 76, 77). Yapılan çalışmalarda yaş, ateroskleroz ve hipertansiyon ile Rİ’nin arttığı, dolayısıyla indeksteki artışın tek başına vasküler rezistansa bağlı olmadığı belirtilmektedir (75, 76, 78). Yine tartışmalı bir diğer konuda ölçümlerin sıklıkla istirahat halindeyken yapılmasıdır. Oysa işleme sırasında, işleme ile birlikte Rİ’de anlamlı bir düşme olması testin güvenilirliğini tartışılır hale getirmiştir (79). Kojima ve ark. 140 hastayı kapsayan çalışmalarında, Rİ BPH’lı olgularda (0.72 ± 0.06), normal prostatlı olgularda (0.64 ± 0.04), cut-off değeri de 0.7 olarak verilmektedir (75). Kapsüler arter Rİ’nin IPSS, Qmax ve PV gibi diğer parametrelerle ilişkili olduğu gösterilmiştir (75, 76, 80). Akut üriner retansiyon için bir risk faktörü olduğu da belirtilmektedir (81). Yine Hayami ve ark. azalmış stromal, artmış glandüler komponentin artmış Rİ’ye eşlik ettiğini belirtmektedir (7). Prostatik Rİ’nin prostatın gladüler kısmındaki epitelyum/düz kas oranını belirlemede iyi bir gösterge olduğu ve bu sayede alfa-bloker ilaçların etkinliklerinin öngörülmesinde etkili olabileceği ileri sürülmektedir (7). Alfa-bloker ilaçlar adreno-reseptörleri bloke ederek prostatın damarsal yapısındaki baskıyı ortadan kaldırmakta ve sonuç olarak intraprostatik basınçta düşmeye yol açmaktadır (7). Cerrahi (82-84) ve medikal tedavilerden (85-87) sonra Rİ değerinin düşmesi bu parametreyi sadece tanısal bir test olarak değil aynı zamanda tedavi etkinliğini değerlendirme noktasında da kullanılabilmektedir.

Sonuç

BPO tanısında kullanılan parametrelerin hiçbirisi BAÇ kadar etkili görünmemekle birlikte diğer tanısal parametrelerle kombine kullanılarak etkinlikleri artırılabilir. Bahsedilen testlerden bazılarının TRUS veya TAUS gibi farklı yöntemlerle belirlenmesi uygulamaların standardize edilmesini gerekli kılmaktadır. Ayrıca kabul edilmiş ortak bir cut-off değerlerinin olmaması, her bir parametreye ait özel dezavantajların yanında, yeterli sayıda prospektif çalışmanın bulunmaması bu testlerin kullanımını kısıtlayan etkenler olarak dikkati çekmektedir.

Kaynaklar

- Poulsen AL, Schou J, Puggaard L, Torp-Pedersen S, Nordling J. Prostatic enlargement, symptomatology and pressure/flow evaluation: interrelations in patients with symptomatic BPH. *Scand J Urol Nephrol*. 1994; 157(suppl): 67-73.
- O'Leary MP. Tamsulosin: current clinical experience. *Urology* 2001; 58: 42-8.
- Rosier PF, de Wildt MJ, Wijkstra H, Debruyne FF, de la Rosette JJ. Clinical diagnosis of bladder outlet obstruction in patients with benign prostatic enlargement and lower urinary tract symptoms: development and urodynamic validation of a clinical prostate score for the objective diagnosis of bladder outlet obstruction. *J Urol*. 1996; 155(5): 1649-54.
- el Din KE, Kiemeny LA, de Wildt MJ, Rosier PF, Debruyne FM, de la Rosette JJ. The correlation between bladder outlet obstruction and lower urinary tract symptoms as measured by the international prostate symptom score. *J Urol*. 1996; 156 (3): 1020-5.
- Cornud F, Belin X, Piron D, Chrétien Y, Flam T, Casanova JM, Hélénou O, Méjean A, Thiounn N, Moreau JF. Color Doppler-guided prostate biopsies in 591 patients with an elevated serum PSA level: impact on Gleason score for nonpalpable lesions. *Urology*. 1997; 49 (5): 709-15.
- Rifkin MD, Sudakoff GS, Alexander AA. Prostate: techniques, results, and potential applications of color Doppler US scanning. *Radiology*. 1993; 186 (2): 509-13.
- Hayami S, Ushiyama T, Kurita Y, Kageyama S, Suzuki K, Fujita K. The value of power Doppler imaging to predict the histologic components of benign prostatic hyperplasia. *Prostate*. 2002; 53(2) : 168-74.
- Clautice-Engle T, Jeffrey RB Jr, Li KC, Barth RA. Power Doppler imaging of focal lesions of the gastrointestinal tract: comparison with conventional color Doppler imaging. *J Ultrasound Med* 1996; 15: 63-66.
- Belal M, Abrams P. Noninvasive methods of diagnosing bladder outlet obstruction in men. Part 1: Nonurodynamic approach. *J Urol*. 2006; 176(1): 22-8. Review.
- Beekman M, Merrick GS, Butler WM, Wallner KE, Allen ZA, Galbreath RW. Selecting patients with pretreatment postvoid residual urine volume less than 100 mL may favorably influence brachytherapy-related urinary morbidity. *Urology*. 2005; 66(6): 1266-70.
- Managadze M, Tchanturaia Z. Trabeculation of urinary bladder by ultrasound in patients with benign prostatic hyperplasia. *Georgian Med News*. 2006; 137: 16-8.
- Grossfeld GD, Coakley FV. Benign prostatic hyperplasia: clinical overview and value of diagnostic imaging. *Radiol Clin North Am*. 2000; 38(1): 31-47.
- Chia SJ, Heng CT, Chan SP, Foo KT. Correlation of intravesical prostatic protrusion with bladder outlet obstruction. *BJU Int*. 2003; 91(4): 371-4.
- Kranse R, van Mastrigt R. Weak correlation between bladder outlet obstruction and probability to void to completion. *Urology*. 2003; 62(4): 667-71.
- Turner-Warwick R, Whiteside CG, Worth PH, Milroy EJ, Bates CP. A urodynamic view of the clinical problems associated with bladder neck dysfunction and its treatment by endoscopic incision and trans-trigonal posterior prostatectomy. *Br J Urol*. 1973; 45(1): 44-59.
- Neal DE, Ramsden PD, Sharples L, Smith A, Powell PH, Styles RA, Webb RJ. Outcome of elective prostatectomy. *BMJ*. 1989; 299(6702): 762-7.
- Meyhoff HH, Ingemann L, Nordling J, Hald T. Accuracy in preoperative estimation of prostatic size. A comparative evaluation of rectal palpation, intravenous pyelography, urethral closure pressure profile recording and cystourethroscopy. *Scand J Urol Nephrol*. 1981; 15(1): 45-51.
- Lee SW, Cho JM, Kang JY, Yoo TK. Clinical and urodynamic significance of morphological differences in intravesical prostatic protrusion. *Korean J Urol*. 2010 Oct;51(10):694-9.
- Appell RA, England HR, Hussell AR, McGuire EJ. The effects of epidural anesthesia on the urethral closure pressure profile in patients with prostatic enlargement. *J Urol*. 1980; 124(3): 410-1.
- Rosier PF, de la Rosette JJ. Is there a correlation between prostate size and bladder-outlet obstruction? *World J Urol*. 1995; 13(1): 9-13
- Eckhardt MD, van Venrooij GE, Boon TA. Interactions between prostate volume, filling cystometric estimated parameters, and data from pressure-flow studies in 565 men with lower urinary tract symptoms suggestive of benign prostatic hyperplasia. *Neurourol Urodyn*. 2001; 20(5): 579-90.
- Franco G, De Nunzio C, Leonardo C, Tubaro A, Ciccariello M, De Dominicis C, Miano L, Laurenti C. Ultrasound assessment of intravesical prostatic protrusion and detrusor wall thickness--new standards for noninvasive bladder outlet obstruction diagnosis? *J Urol*. 2010; 183(6): 2270-4.
- Watanabe H, Igari D, Tanahashi Y, Harada K, Saitoh M. Transrectal ultrasonotomography of the prostate. *J Urol*. 1975; 114(5): 734-9.
- Kojima M, Ochiai A, Naya Y, Ukimura O, Watanabe M, Watanabe H. Correlation of presumed circle area ratio with intravesical obstruction in men with lower urinary tract symptoms. *Urology*. 1997; 50(4): 548-55.
- Kojima M, Naya Y, Inoue W, Ukimura O, Watanabe M, Saitoh M, Watanabe H. The American Urological Association symptom index for benign prostatic hyperplasia as a function of age, volume and ultrasonic appearance of the prostate. *J Urol*. 1997; 157(6): 2160-5.
- Caine M. The present role of alpha-adrenergic blockers in the treatment of benign prostatic hypertrophy. *J Urol*. 1986; 136(1): 1-4.
- Kondo A, Narita H, Otani T, Takita T, Kobayashi M, Mitsuya H. Weight estimation of benign prostatic adenoma with urethral pressure profile. *Br J Urol*. 1979; 51(4): 290-4.
- McNeal JE. Normal histology of the prostate. *Am J Surg Pathol*. 1988; 12(8): 619-33.
- Kaplan SA, Te AE, Pressler LB, Olsson CA. Transition zone index as a method of assessing benign prostatic hyperplasia: correlation with symptoms, urine flow and detrusor pressure. *J Urol*. 1995; 154(5): 1764-9.
- Witjes WP, Aarnink RG, Ezz-el-Din K, Wijkstra H, Debruyne EM, de la Rosette JJ. The correlation between prostate volume, transition zone volume, transition zone index and clinical and urodynamic investigations in patients with lower urinary tract symptoms. *Br J Urol*. 1997; 80(1): 84-90.
- Lepor H, Nieder A, Feser J, O'Connell C, Dixon C. Total prostate and transition zone volumes, and transition zone index are poorly correlated with objective measures of clinical benign prostatic hyperplasia. *J Urol*. 1997; 158(1): 85-8.
- Kanao K, Kikuchi E, Nakashima J, Horiguchi Y, Nakagawa K, Oya M, Ohigashi T, Marumo K, Murai M. Three-dimensional ultrasonography in evaluation of benign prostatic hyperplasia. *Int J Urol*. 2004; 11(12): 1087-91.
- Kaplan SA. Three-dimensional ultrasonography in evaluation of benign prostatic hyperplasia. *J Urol*. 2005; 174(5): 1904.
- Doo CK, Uh HS. Anatomic configuration of prostate obtained by noninvasive ultrasonography can predict clinical voiding parameters for determining BOO in men with LUTS. *Urology*. 2009; 73(2): 232-6.
- Elwagdy S, Samy E, Sayed M, Gamal AH. Benign prostatic hyperplasia: clinical benefits on Three-Dimensional Ultrasound eXtended Imaging (3D-XI). *Int J Urol*. 2008; 15(4): 332-9.
- Vaalisti A, Hervonen A. Autonomic innervation of the human prostate. *Invest Urol*. 1980; 17(4): 293-7.
- Baumgarten HG, Falck B, Holstein AF, Owman C, Owman T. Adrenergic innervation of the human testis, epididymis, ductus deferens and prostate: a fluorescence microscopic and fluorimetric study. *Z Zellforsch Mikrosk Anat*. 1968; 90(1): 81-95.
- Ishigooka M, Hashimoto T, Hayami S, Suzuki Y, Sasagawa I, Nakada T. Correlation between morphometric differences and norepinephrine content in benign prostatic hyperplasia. *Prostate*. 1996; 28(6) :385-91.
- Shapiro E, Hartanto V, Lepor H. The response to alpha blockade in benign prostatic hyperplasia is related to the percent area density of prostate smooth muscle. *Prostate*. 1992; 21(4): 297-307.
- Shapiro E, Becich MJ, Hartanto V, Lepor H. The relative proportion of stromal and epithelial hyperplasia is related to the development of symptomatic benign prostate hyperplasia. *J Urol*. 1992;147(5): 1293-7.
- Caine M, Raz S, Zeigler M. Adrenergic and cholinergic receptors in the human prostate, prostatic capsule and bladder neck. *Br J Urol*. 1975; 47(2): 193-202.
- Marks LS, Partin AW, Dorey FJ, Gormley GJ, Epstein JI, Garris JB, Macairan ML, Shery ED, Santos PB, Stoner E, deKernion JB. Long-term effects of finasteride on prostate tissue composition. *Urology*. 1999; 53(3): 574-80.
- Robert M, Costa P, Bressolle F, Mottet N, Navratil H. Percentage area density of epithelial and mesenchymal components in benign prostatic hyperplasia: comparison of results between single biopsy, multiple biopsies and multiple tissue specimens. *Br J Urol*. 1995; 75(3): 317-24.
- Kurita Y, Masuda H, Suzuki K, Fujita K, Kawabe K. Transition zone ratio and prostate-specific antigen density as predictors of the response of benign prostatic hypertrophy to alpha blocker and anti-androgen therapy. *Br J Urol*. 1997; 80(1): 78-83.
- Manieri C, Carter SS, Romano G, Trucchi A, Valenti M, Tubaro A. 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, Grünwald V, Jonas U. Increase in detrusor wall thickness indicates bladder outlet obstruction (BOO) in men. *World J Urol*. 2002; 19(6): 443-52.
- Elbadawi A, Yalla SV, Resnick NM. Structural basis of geriatric voiding dysfunction. I. Methods of a prospective ultrastructural/ urodynamic study and an overview of the findings. *J Urol*. 1993; 150: 1650-6.
- Inui E, Ochiai A, Naya Y, Ukimura O, Kojima M. Comparative morphometric study of bladder detrusor between patients with benign prostatic hyperplasia and controls. *J Urol*. 1999; 161(3): 827-30.
- Elbadawi A, Yalla SV, Resnick NM. Structural basis of geriatric voiding dysfunction. IV. Bladder outlet obstruction. *J Urol*. 1993; 150: 1681-95.

50. Saito M, Ohmura M, Kondo A. Effects of long-term partial outflow obstruction on bladder function in the rat. *Neurourol Urodyn*. 1996; 15(2): 157-65.
51. Kessler TM, Gerber R, Burkhard FC, Studer UE, Danuser H. 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.
52. Khullar V, Salvatore S, Cardozo L, Bourne TH, Abbott D, Kelleher C. A novel technique for measuring bladder wall thickness in women using transvaginal ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1994; 4: 220-3.
53. Kojima M, Inui E, Ochiai A, Naya Y, Ukimura O, Watanabe H. 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.
54. Kuzmic AC, Brkljacic B, Ivankovic D. Sonographic measurement of detrusor muscle thickness in healthy children. *Pediatr Nephrol*. 2001; 16: 1122-5.
55. Kaefer M, Barnewolt C, Retik AB, Peters CA. The sonographic diagnosis of infravesical obstruction in children: evaluation of bladder wall thickness indexed to bladder filling. *J Urol*. 1997; 157(3): 989-91.
56. Harris RA, Follett DH, Halliwell M, Wells PN. Ultimate limits in ultrasonic imaging resolution. *Ultrasound Med Biol*. 1991; 17: 547-58.
57. Naya Y, Kojima M, Honjo H, Ochiai A, Ukimura O, Watanabe H. Intraobserver and interobserver variance in the measurement of ultrasound-estimated bladder weight. *Ultrasound Med Biol*. 1998; 24: 771-3.
58. Kojima M, Inui E, Ochiai A, Naya Y, Ukimura O, Watanabe H. Noninvasive quantitative estimation of infravesical obstruction using ultrasonic measurement of bladder weight. *J Urol*. 1997; 157: 476-9.
59. Kojima M, Inui E, Ochiai A, Naya Y, Kamoi K, Ukimura O, et al. Reversible change of bladder hypertrophy due to benign prostatic hyperplasia after surgical relief of obstruction. *J Urol*. 1997; 158: 89-93.
60. Sironi D, Levorato CA, Deiana G, Borgonovo G, Belussi D, Ranieri A, et al. Decrease of ultrasound estimated bladder weight during tamsulosin treatment in patients with benign prostatic enlargement. *Arch Ital Urol Androl*. 2002; 74: 90-4.
61. Tubaro A, Anthonijs G, Avis MW, Snijder R. Effect of tamsulosin on bladder wall hypertrophy in patients with lower urinary tract symptoms suggestive of bladder outlet obstruction: Results of a multicentre, placebo-controlled trial. *J Urol*. 2003; 169(suppl): 330 [abstract 1798].
62. Chalana V, Dudycha S, Yuk JT, Mcmorrow G. Automatic measurement of Ultrasound-Estimated Bladder Weight (UEBW) from three-dimensional ultrasound. *Rev Urol*. 2005; 7: S22-8.
63. Levin RM, Monson FC, Haugaard N, Buttyan R, Hudson A, Roelofs M, Sartore S, Wein AJ. Genetic and cellular characteristics of bladder outlet obstruction. *Urol Clin North Am*. 1995; 22(2): 263-83. Review.
64. Lin AT, Chen MT, Yang CH, Chang LS. Blood flow of the urinary bladder: effects of outlet obstruction and correlation with bioenergetic metabolism. *Neurourol Urodyn*. 1995; 14(3): 285-92.
65. Belenky A, Abarbanel Y, Cohen M, Yossepowitch O, Livne PM, Bachar GN. Detrusor resistive index evaluated by Doppler ultrasonography as a potential indicator of bladder outlet obstruction. *Urology*. 2003; 62(4): 647-50.
66. Mitterberger M, Pallwein L, Gradl J, Frauscher F, Neuwirt H, Leunhartsberger N, Strasser H, Bartsch G, Pinggera GM. Persistent detrusor overactivity after transurethral resection of the prostate is associated with reduced perfusion of the urinary bladder. *BJU Int*. 2007; 99(4): 831-5.
67. Keqin Z, Zhishun X, Jing Z, Haixin W, Dongqing Z, Benkang S. Clinical significance of intravesical prostatic protrusion in patients with benign prostatic enlargement. *Urology*. 2007; 70(6): 1096-9.
68. Mariappan P, Brown DJ, McNeill AS. Intravesical prostatic protrusion is better than prostate volume in predicting the outcome of trial without catheter in white men presenting with acute urinary retention: a prospective clinical study. *J Urol*. 2007; 178(2): 573-7.
69. Kuo HC. Clinical prostate score for diagnosis of bladder outlet obstruction by prostate measurements and uroflowmetry. *Urology*. 1999; 54(1): 90-6.
70. Tan YH, Foo KT. Intravesical prostatic protrusion predicts the outcome of a trial without catheter following acute urine retention. *J Urol*. 2003; 170(6 Pt 1): 2339-41.
71. Yuen JS, Ngai JT, Cheng CW, Foo KT. Effects of bladder volume on transabdominal ultrasound measurements of intravesical prostatic protrusion and volume. *Int J Urol*. 2002; 9(4): 225-9.
72. Nose H, Foo KT, Lim KB, Yokoyama T, Ozawa H, Kumon H. Accuracy of two noninvasive methods of diagnosing bladder outlet obstruction using ultrasonography: intravesical prostatic protrusion and velocity-flow video urodynamics. *Urology*. 2005; 65(3): 493-7.
73. Nelson TR, Pretorius DH. The Doppler signal: where does it come from and what does it mean? *AJR Am J Roentgenol*. 1988; 151(3): 439-47. Review.
74. Kojima M, Watanabe H, Watanabe M, Okihara K, Naya Y, Ukimura O. Preliminary results of power Doppler imaging in benign prostatic hyperplasia. *Ultrasound Med Biol*. 1997; 23(9): 1305-9.
75. Kojima M, Ochiai A, Naya Y, Okihara K, Ukimura O, Miki T. Doppler resistive index in benign prostatic hyperplasia: correlation with ultrasonic appearance of the prostate and infravesical obstruction. *Eur Urol*. 2000; 37(4): 436-42.
76. Ozdemir H, Onur R, Bozgeyik Z, Orhan I, Ogras MS, Ogur E. Measuring resistance index in patients with BPH and lower urinary tract symptoms. *J Clin Ultrasound*. 2005; 33(4): 176-80.
77. Neumaier CE, Martinoli C, Derchi LE, Silvestri E, Rosenberg I. Normal prostate gland: examination with color Doppler US. *Radiology*. 1995; 196(2): 453-7.
78. Berger AP, Horninger W, Bektic J, Pelzer A, Spranger R, Bartsch G, Frauscher F. Vascular resistance in the prostate evaluated by colour Doppler ultrasonography: is benign prostatic hyperplasia a vascular disease? *BJU Int*. 2006; 98(3): 587-90.
79. Inui E, Inaba M, Iwata K, et al: Non-invasive monitoring of intraprostatic pressure during voiding phase using Doppler resistive index of prostatic vessels. *Neurourol Urodyn*. 1998; 17: 376-377.
80. Tsuru N, Kurita Y, Masuda H, Suzuki K, Fujita K. Role of Doppler ultrasound and resistive index in benign prostatic hypertrophy. *Int J Urol*. 2002; 9(8): 427-30.
81. Shinbo H, Kurita Y, Takada S, Imanishi T, Otsuka A, Furuse H, Nakanishi T, Mugiya S, Ozono S. Resistive Index as Risk Factor for Acute Urinary Retention in Patients With Benign Prostatic Hyperplasia. *Urology*. 2010 Jun 19. [Epub ahead of print]
82. Tsuru N, Kurita Y, Suzuki K, Fujita K. Resistance index in benign prostatic hyperplasia using power Doppler imaging and clinical outcomes after transurethral vaporization of the prostate. *Int J Urol*. 2005; 12(3): 264-9.
83. Shinbo H, Kurita Y, Nakanishi T, Imanishi T, Otsuka A, Furuse H, Mugiya S, Ozono S. Resistive index: a newly identified predictor of outcome of transurethral prostatectomy in patients with benign prostatic hyperplasia. *Urology*. 2010; 75(1): 143-7.
84. Ozden C, Gunay I, Deren T, Bulut S, Ozdal OL, Koparal S, Memis A. Effect of transurethral resection of prostate on prostatic resistive index. *Urol Int*. 2010; 84(2): 191-3.
85. Ozden C, Gunay I, Deren T, Bulut S, Koparal S, Memis A. Effect of Doxazosin on prostatic resistive index in patients with benign prostatic hyperplasia. *Firat Tıp Dergisi*. 2009; 14(3): 171-174.
86. Dündar M, Koçak İ, Taşkın F, Beder N, Karaman C. Benin (selim) prostat hiperplazisinde alfuzosinin dinamik komponent üzerine etkinliğinin transrektal doppler ultrasonografisi ile değerlendirilmesi. *Türk Üroloji Dergisi*. 2001; 27(3): 345-349.
87. Karaköse A, Alp T, Güner ND, Aras B, Aydın A, Aydın S. Doppler ultrasonografi ve rezistif indeksi iyi huylu prostat büyümesinin tanı ve tedavisindeki rolü. *Turkish Journal of Urology*. 2010; 36(3): 292-297.