T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÜROLOJİ ANABİLİM DALI

132430

UNİLATERAL ÜRETERAL OBSTRÜKSİYONDA DİÜRETİK RENOGRAFİ VE RENAL DOPPLER ULTRASONOGRAFİNİN TANI DEĞERİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Dr. Ali Fuat ATMACA

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Azam DEMİREL

Uzmanlık Tezi
ERZURUM 2003

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ÜROLOJİ ANABİLİM DALI

UNİLATERAL ÜRETERAL OBSTRÜKSİYONDA DİÜRETİK RENOGRAFİ VE RENAL DOPPLER ULTRASONOGRAFİNİN TANI DEĞERİ

Dr. Ali Fuat ATMACA

Uzmanlık Eğitimine Başlama Tarihi	:	07.07.1998
Uzmanlık Eğitimini Bitirme Tarihi	:	07.07.2002
Uzmanlık Sınavı Tarihi	:	05.11.2003
Tez danışmanı	:	Prof.Dr. Azam DEMİREL
Jüri Üyesi	:	Prof.Dr. Güray OKYAR
Jüri Üyesi	:	Doç.Dr. Özkan POLAT
Jüri Üyesi	:	Yrd.Doç.Dr. Fehmi ÇELEBİ
Jüri Üyesi	:	Yrd.Doç.Dr. Ramazan ÇETİNKAYA
Anabilim Dalı Başkanı	:	Prof.Dr. Güray OKYAR

Ekim 2003
ERZURUM

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İÇİNDEKİLER

ONAY..... ii
ÖZET..... iii
ABSTRACT..... iv
GİRİŞ..... 1
GENEL BİLGİLER..... 3
GEREÇ VE YÖNTEM..... 19
BULGULAR..... 21
TARTIŞMA..... 25
SONUÇ VE ÖNERİLER..... 34
KAYNAKLAR..... 35

ONAY

Üroloji Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Dr. Ali Fuat ATMACA' nın "Unilateral Üreteral Obstrüksiyonda Diüretik Renografi ve Renal Doppler Ultrasonografinin Tanı Değeri" konulu tez çalışması Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulunun 08.02.2002 tarih ve 30 nolu toplantısında ve Cerrahi Tıp Bilimleri Bölüm Kurulunun 19.03.2002 tarih ve 3 sayılı oturumunda uygun görülmüştür.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; unilateral üreteral obstrüksiyon tanısında noninvaziv yöntemler olan renal doppler ultrasonografi ve diüretik renografinin tanı değerini araştırmaktır.

Çalışmaya yaşları 6-78 arasında olan (ortalama: 39±18) 31'i erkek (%62) ve 19'u kadın (%38) 50 hasta alındı. Obstrüktif taraf, 27 hastada (%54) sağ, 23'ünde ise (%46) sol idi. Obstrüksiyon; hastaların 43'ünde (%86) taş, 4'ünde (%8) üreteral darlık, 1'inde (%2) mesane tümörü, 1'inde (%2) üreterosel ve 1'inde (%2) benign prostat hiperplazisine bağlı idi.

Bütün hastalara renal doppler ultrasonografi yapılarak her iki böbreğe ait rezistivite indeksi (Rİ) değerleri hesaplandı. Ayrıca tüm hastalara diüretik renografi çekilerek her iki böbreğin glomeruler filtrasyon hızları (GFR) ve radyoizotopik maddenin eliminasyon yarı ömrü ($T_{1/2}$) tesbit edildi.

Obstrüktif böbreklerin ortalama GFR değeri (32.94±13.6 ml/dk), nonobstrüktif böbreklerin ortalamasından (52.19±12.28 ml/dk) daha düşük idi ($p<0.001$). Obstrüktif böbreklerin ortalama $T_{1/2}$ değeri (33.99±13.53 dk), nonobstrüktif böbreklerin ortalamasından (13.08±6.27 dk) belirgin olarak yüksekti ($p<0.001$). Obstrüktif böbreklerin ortalama Rİ değeri de (0.70±0.06), nonobstrüktif böbreklerin ortalama Rİ değerinden (0.57±0.05) belirgin olarak yüksekti ($p<0.001$). Tüm bu bulgular istatistiksel olarak oldukça anlamlı idi.

Sonuç olarak; renal doppler ultrasonografi ve diüretik renografi kolay uygulanabilir ve noninvaziv olmaları nedeniyle unilateral üreteral obstrüksiyonda tercih edilebilecek tanısal yöntemlerdir.

Anahtar Kelimeler: üreteral obstrüksiyon, rezistivite indeksi, diüretik renografi

DIAGNOSTIC VALUE OF DIURETIC RENOGRAPHY AND RENAL DOPPLER ULTRASONOGRAPHY IN UNILATERAL URETERAL OBSTRUCTION

ABSTRACT

The purpose of this research is to investigate diagnostic value of diuretic renography and renal doppler ultrasonography, noninvasive methods in unilateral ureteral obstruction.

Fifty patients, 19 of them are female (38%) and 31 of them are male (62%), were included in the study. The age range of the patients was 6-78 years (mean: 39±18). Obstructive side was at the right in 27 patients (54%). It was at the left in 23 patients (46%). Obstruction was due to urolithiasis in 43 of the patients (86%), ureteral stricture in 4 of the patients (8%), bladder tumor in 1 of the patients (2%), ureterocele in 1 of the patients (2%), benign prostatic hyperplasia in 1 of the patients (2%).

Renal doppler ultrasonography was applied to all the patients and the values of resistive index (RI) belonging to both kidneys were calculated. In addition, by diuretic renography for all the patients, glomerular filtration rate (GFR) and half-time drainage ($T_{1/2}$) of both kidneys were detected.

The mean GFR value of the obstructive kidneys was lower than that of the nonobstructive kidneys (32.94±13.6 ml/min versus 52.19±12.28 ml/min, $p<0.001$). The mean $T_{1/2}$ value of the obstructive kidneys was significantly higher than that of the nonobstructive kidneys (33.99±13.53 min versus 13.08±6.27 min, $p<0.001$). The mean RI value of the obstructive kidneys was also significantly higher than that of the nonobstructive kidneys (0.70±0.06 versus 0.57±0.05, $p<0.001$). All these findings were statistically significant.

In conclusion, because of being readily applicable and noninvasive, renal doppler ultrasonography and diuretic renography are preferable diagnostic methods in unilateral ureteral obstruction.

Key Words: ureteral obstruction, resistive index, diuretic renography

GİRİŞ

Üreter obstrüksiyonu Üroloji'nin önemli problemlerinden biridir. Obstrüksiyon; proksimali etkileyerek üriner staz ve basınç yükselmesine neden olmakta, bu da böbrek kan akımını azaltıp hücresel atrofi ve nekroza yol açmaktadır. Sonuçta böbrek fonksiyonları progressif olarak azalmaktadır.[1]

Unilateral üreter obstrüksiyonundan 24 saat sonra obstrükte böbrekte Efektif Renal Plazma Akımı (ERPF) kontrol değerlerin % 55'i kadar bulunmaktadır.[2] İrreverzibl fonksiyon kaybı ise 7 gün kadar erken bir sürede başlamakta ve proksimal tubüllerde nekroz ve dilatasyonla karakterize bu durum zamanla progressif olarak artmaktadır.[3]

Karşı böbreğin normal olduğu unilateral obstrüksiyonlarda obstrüktif böbrekte hiç parankim kalmayıncaya kadar atrofi devam edebilmekte, içi sıvı ve cerahat dolu dev hidronefroz olarak adlandırılan bir kese halini alabilmektedir.[1-3]

Üriner trakt obstrüksiyonlarının tanısı oldukça zor bir problemdir. Pyelokaliektazi sadece obstrüksiyonda oluşmamakta; VUR, pyelonefrit veya obstrüksiyonun gerilemesinden sonra rezidüel dilatasyon gibi durumlarda da görülebilmektedir.[4] Ultrasonografi (US), renal toplayıcı sistem dilatasyonlarının tesbitinde noninvaziv ve sensitif bir yöntem olmakla beraber obstrüktif ve nonobstrüktif dilatasyonların ayrımında yetersizdir.[5] İntravenöz ürografi (IVU); normal renal fonksiyonlu, kontrast madde allerjisi olmayan ve hamile olmayan hastalarda üreter obstrüksiyonlarının tesbitinde gold standart'dır. IVU' ye alternatif olarak Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) de kullanılabilmektedir. Kontrastsız BT üreter taşı tesbitinde IVU'ye üstündür. MRG ise üreter taşı tesbitinde yetersizdir. Ayrıca maliyeti yüksek ve uygulama süresi uzundur.[2] Whitaker testi bazı yazarlar tarafından obstrüktif pyelokaliektaziyi tesbit etmede gold standart olarak kabul edilmekle birlikte invaziv olması nedeniyle yaygın kullanım alanı bulmamıştır.[4]

Diüretik renografi dilate toplayıcı sistemlerin değerlendirilmesinde son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Başlıca avantajları, noninvaziv yöntem olması, düşük radyasyon dozu ve kontrast materyale bağlı nefrotoksisite riskinin olmamasıdır. Radyoizotop maddenin eliminasyon yarı ömrü ($T_{1/2}$) hesaplanarak obstrüksiyon tanısı konulmaktadır. Bu yöntemle ayrıca her iki böbreğin glomerüler filtrasyon hızları (GFR) da tesbit edilebilmektedir.[1,2]

Üriner obstrüksiyona bağlı gelişen renal vasküler ve hemodinamik değişikliklerin ortaya konmasında renkli doppler ultrasonografi güncel tanı araçları arasına girmiştir. Obstrüktif ve nonobstrüktif dilatasyonların ayrımında renal arteryel direnç hakkında

önemli bilgiler veren rezistivite indeksi (Rİ) doppler US'nin saptadığı en değerli bulgulardandır. Ayrıca noninvaziv olması önemli bir avantajıdır.[1]

Biz bu çalışmamızda unilateral üreter obstrüksiyonu tanısında noninvaziv yöntemler olan diüretik renografi ve renal doppler US'nin tanı değerini araştırmayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

Böbrek Anatomi ve Histolojisi: Böbrekler retroperitoneumun en büyük organları olup 12. torakal ve 3. lomber vertebralar arasında yer alır. Sağ böbrek daha fazla olmak üzere solunumla hareketlidir. Bu mobilite zayıf kişilerde daha belirgindir.

Yeni doğanda böbrekler tüm gövde ağırlığının 1/80'ini, erişkinde 1/240'ını oluşturur. Ağırlığı yaklaşık olarak erkeklerde 150 gm, kadınlarda 135 gm.dır. Boyutları 12 x 6 x 3 cm olup sol böbrek biraz daha ince ve uzundur.

Böbrek, insan organizmasında topoğrafik olarak en iyi korunmuş organlardandır. Arkasında kalın sırt kasları, üstte ve yanda 11. ve 12. kostalar, önde ve yanda karın duvarı kaslarıyla çevrilmiştir. Arkada, 1. ve 2. lomber vertebra prosessus transversuslarından başlayıp 11. ve 12. kostalara yelpaze gibi dağılan fibröz Henle ligamenti bu dış koruma tabakasına katkıda bulunur. Bu kas tabakasının altında pararenal yağ dokusu yer alır. Kalın pararenal yağ dokusu altında renal fasia (gerota) bulunur. Gerota fasiası içinde bulunan perirenal yağ dokusu böbreğe fibröz uzantılar verir.

Renal pelvis 5-7 ml kapasiteli konik bir yapıdır. Pelvis, 2-3 ana major kalise, bunlar da papillalarda sonlanan bir çok kalisese ayrılır. Kalises boyunları infundibulum olarak adlandırılır. Pelvis bazen tümüyle böbrek sinüsünün içindedir (intrarenal), bazende kalislerin uzun olması sonucu tümüyle böbrek dışındadır (ekstrarenal). Böbreğe giren ana yapıların yer aldığı bölüm sinüs olarak adlandırılır ve burada arkadan öne doğru pelvis, arter ve ven bulunur.

Böbreğin dışını örten fibröz kapsül sinüs içine dönerek papillaya kadar uzanır ve apse, hematom gibi böbrek içi olaylarının dışa ya da dıştaki olayların içe yayılmasını önlemek üzere bariyer oluşturur.

Böbrek parankimi, korteks ve medulla olmak üzere iki bölümdür. Medulla 8-18 adet, çizgili görünümlü pramidden oluşur. Piramidlerin tabanı kortekse bakar. Tepeleri papilla adını alır ve minör kalislere açılır. Papilla yüzeyine 7 ana kollektör kanal açılır (Bellini kanalları) ve bu görünüm nedeniyle area kribrosa adı verilir. Piramidler tabanlarından korteks içine doğru çizgiler uzatır (Stria medullaris kortisis-Ferrain uzantıları). Renal piramidlerin kesit yüzü, birbirine paralel seyreden Henle kolları, kollektör kanallar ve vaza rektalar nedeniyle çizgili görünümdedir.

Böbreklerin fonksiyon yapan en küçük ünitesi olan nefronlar bir böbrekte ortalama 1.5 milyon ve toplam 3 milyon kadardır. Nefron, 0.2 mm çaplı renal korpüskül (Malpighi cismi) ile başlar. Bu cisim, tek tabaka epitelden yapılmış Bowman kapsülüne invagine olmuş bir glomerül yumağından oluşur. Korpüsküle afferent arteriolün girip

efferent arteriolün çıktığı kutba vasküler kutup, Bowman kapsülünün proksimal tubulusa birleştiği boyna da üriner kutup adı verilir. Üriner kutupdan başlayan proksimal tubulus kıvrımlı ve düz parçalarıyla, firkete şeklinde seyreden Henle kulpu aracılığı ile distal tubulusa, bu da ara parçayla kollektör tubulusa bağlanır ve 7 adet ana kolektör kanal (Bellini kanalları), papillanın area kribroza adı verilen yüzeyine açılır.

Nefronlar histolojik olarak eş yapıda olmakla birlikte boyları farklıdır. Kısa olanların glomerülleri korteks yüzeyine yakın olup Henle kulpları ancak medulla yüzeyine kadar uzanır (kortikal nefron). Uzun nefronlar ise medullaya çok yakın başlarlar ve Henle kulpları medullanın derinliklerine hatta papillaya kadar uzanır (jukstamedüller nefron).[6]

Vasküler Yapı

Arter sistemi: Varyasyonların çokluğu nedeniyle renal vasküler yapıda kesin bir standart saptamak zordur. % 70 oranında aortadan tek sağ ve sol renal arter olarak çıkar ve sağın çıkışı biraz daha yukarıdandır. Böbreğe varmadan önce sağ renal arter inferior surrenal, küçük perinefrik, kapsüler, pelvik ve proksimal üreteral dallar verir. Aksesuar sağ renal arter olasılığı % 30'dur. Bunlar ana arterin alt ya da üstünde ve ona paralel olarak uzanarak hiluma girerler. Ancak bazı aksesuar arterler alt ya da daha sık olarak üst kutba doğrudan girebilir. Nadiren ve daha sıklıkla ektopik böbreklerde çöliak pleksus, superior mezenterik arter ve iliak arterden aksesuar dallar gelebilir. Alt kutba giren aksesuar arterler üreteropelvik bölgeyi çaprazlayarak doğmalık darlık izlenimi verirler, ancak çoğu hidronefroza neden olmaz.

Ana renal arter geniş ön ve daha dar arka dallara ayrılır. Ön dal pelvisle ven arasında seyreder. Posterior dal pelvis ya da üst infundibulumun arkasında yer alır. Bu arterlerden çıkan segmenter arterler, böbreği 5 vasküler bölüme ayırır. Bunlar, apikal, ön üst, ön arka, alt ve arka segmentlerdir. Segmenter arterler arasında anastomoz yoktur yani venaların aksine endarterdirler. Bir segmenter arterin tıkanması o segmentte enfarktüse yol açar. Bu segmenter dağılım, böbreğin posterolateral bölümünde avasküler bir çizgi oluşturur (Brodel hattı-Beyaz çizgi). Bu çizgi, dış yüzde pelvisin alt giriş noktasına döner ve Gilvernet genişletilmiş pyelonefrotomi girişimini sağlar. Bu eğik hat, alt segmentin üst kenarını oluşturur.

Klinik önemi olan diğer bir bölge, arter ve venlerin çaprazlaştığı üst kutup infundibulumudur. Ürogramlarda bu çapraz, dolma defekti görünümünü verir ve çok seyrek olarak üst kaliste dilatasyona yol açabilir (Superior infundibulum sendromu).

Segmenter arterler her piramid için bir lober arter olarak devam eder ve bunlar 2-3 interlober artere ayrılıp piramidler arasında kortekse doğru uzanırlar. Kortikomedüller bölgede interlober arterler, piramid tabanına paralel seyretmek üzere dönerek arkuat arter adını alırlar. Arkuat arterlerden bir çok interlobüler arter çıkar. Bir piramidin arkuat arteri ve interlober arteri ile diğer piramidinkiler arasında anastomoz yoktur. İnterlobüler arterler dik olarak kortekse doğru uzanır ve bir kısmı fibröz kapsülü delerek burada adrenal, frenik ve gonadal damarların yaptığı kapsüler pleksusa katılırlar. İnterlobüler arterlerin ana dalları afferent glomerüler arteriolü oluşturur ve bunlar bir ya da çok sayıda glomerüle dağılır. Glomerül kapiller yumağı oluştuktan sonra çıkan efferent arteriol, peritubuler kapiller ağ yaparak proksimal ve distal tubuli kontortiyi sarar. Bu kapiller pleksus venöz kapillerlerle birleşerek interlobüler venlere dökülür.

Medullanın beslenmesini vaza rektalar sağlar. Bunların çoğu jukstamedüller glomerülün efferent arteriolünden (vaza rekta spuriae) az bir kısmı ise arkuat ya da interlobuler arterlerden doğrudan çıkar (vaza rekta verae). Vaza rekta veraeler iskemik ve toksik olaylarda kısa devre yaparak medullayı korurlar. Vaza rektalar renal medullada aşağı doğru inerken Henle kulpuyla kollektör kanallar arasında oluşan pleksusa yan dallar verir. Bu pleksusun venöz sonu aynı şekilde yukarı çıkarak interlobüler ya da arkuat venlere dökülür. Vaza rektaların inen ve çıkan kollarıyla kanal sistemi arasındaki anatomik yakınlık Counter current sistemini oluşturur.[6]

Ven sistemi: İnterlobüler venler arkuat venlere dökülür. Arterlerin aksine arkuat venler komşu arkuat venlere anastomoz yaparlar. Arkuat venler interlober venlere açılır ve bunlar, ana dalları, sonuçta renal veni oluştururlar. Fibröz kapsülün hemen altında bir kapiller venöz pleksusu oluşur (satellit pleksus). Satellit venler bazı interlobüler venlerden gelir ve inferior frenik, adrenal, gonadal ve üreteral venlerle anastomoz yaparlar.

Sağ renal ven kısa olup doğrudan vena kavaya açılır. Kol sayısı azdır ve varsa yalnız aberan gonadal veni alır. Uzun olan sol renal vene inferior frenik, adrenal, gonadal ve 3. lomber ven açılır. Sağ renal ven çoğu kez tek, bazen iki ve çok seyrek olarak üç adet olabilir ve çapları eşittir. Sol ven ise sirkumaortik pleksusu adını alır, çünkü önce tekken aortaya yaklaştığında lomber venler, hemiazigos sistemi ve küçük paravertebral venlerle birleşir.[6]

Lenfatik sistem: Böbrek çevresinde 3 lenfatik sistem yer alır. Böbrek dokusundan kaynaklanan büyük pleksus renal tubuli arasında seyreder ve 4-5 geniş kanalla hiluma gelir, renal veni izleyerek lateral aortik nodüllere açılır. Subkapsüler

pleksus kapsül altı dokuları drene eder ve hilumda diğer pleksusla birleşir. Perinefrik pleksus ise subkapsüler pleksusla bağlantı kurar ancak bağımsız olarak küçük kanallarla lateral aortik nodüllere açılır. Lateral aortik nodüller büyük damarların iki tarafında ve m.psoas majorun ön medialinde yeralır. Sağda nodüller, vena kavanın hemen yanında ve renal vene yaklaştığında vena kavanın önündedir. Bu nodüller her iki tarafta lomber lenf trunkusunu oluşturup sisterna şiliye açılır. Sağ ve sol taraf arasında anastomozlar vardır.[6]

Üreter Anatomi ve Histolojisi: Üreterler pelvis renalisin tubuler bir uzantısı olup 28-30 cm boyundadır. Abdominal ve pelvik olmak üzere eşit uzunlukta iki parçaya ayrılarak incelenebilir.

Yukarıdan aşağıya doğru m. psoasın önünde ve peritona yapışık olarak seyreder. Kemik pelvise girerken internal spermatik arter ve venin arkasından geçer, ana iliak bifurkasyona yaklaşır. Daha aşağıda a. iliaka kommunisin önünden geçer ve mesane tabanına geldiğinde a.vezikalis superiorun arkasından geçer.

Üreter dışta fibröz, ortada müsküler ve içte mukozal tabakalardan yapılmıştır. Fibröz tabaka sinüste böbrek fibröz kapsülüyle, altta mesanenin üstünü kaplayan ince fibröz dokuyla devam eder. Müsküler tabaka sirküler ve longitudinal düzenlenmiş kas liflerinden oluşur. Sirküler lifler papilla çevresinde çok belirgindir ancak gerçek bir sfinkter oluşturmaz. Longitudinal lifler ise intramural üreterde belirginleşir. Mukoza transisyonel epitelden oluşur ve mesane içinde de aynen devam eder ancak böbrekte papillar üzerindeki kübik şekil alır. Mukozada uzunlamasına katlantılar vardır. Bunlar üreterin gerilmesiyle düzleşir.

Üreterin kalibresi uniform olmayıp üç fizyolojik darlık içerir. Birinci darlık üreteropelvik bileşke olup 2 mm (6 F) genişliğindedir. Burası üreterin en dar yeri olmakla birlikte kolayca dilate olabilir. Bunun altında kalan bölüm üreterin en geniş yeridir (10 mm-30 F). İkinci darlık iliak arterle çaprazlaştığı noktadır. (4 mm-12 F). Üçüncü darlık intramural üreterdir (3-4 mm, 9-12 F). Darlık bölgeleri üreter taşlarının takılma noktalarıdır. Güncel üreterorenoskopik çalışmalarda üreterin en zor dilate olan bölümü intramural üreterdir.[6]

Vasküler Yapı: Üreterin arterleri renal, abdominal aortik, gonadal, hipogastrik, vezikal ve uterin dallardan gelir. Üreterin renal arterden aldığı dallar seroza altından alt uca kadar uzanır. Bu nedenle transplantasyonlarda ve üreterin tüm boyunca diseke edildiği ameliyatlarda, serozayı bozmamak koşuluyla beslenmesini sürdürür.

Venöz drenaj arteryel dağılımın simetriğidir.

Lenfatikler üstte böbrek, ortada lateral aortik, altta internal iliak lenf nodlarına drene olurlar.[6]

Patofizyoloji: Renal fonksiyon üzerine zararlı etkilerinden dolayı, üriner obstrüksiyon ve staz en önemli ürolojik patolojilerdendir. Sonuçta hidronefrozise yol açmakta ve renal yetmezlikle sonuçlanan böbrek atrofisine veya tek taraflı ise organın komplet yıkımına neden olabilmektedir. Ayrıca, obstrüksiyon infeksiyona yol açmakta bu da organda ilave hasara neden olmaktadır.[3]

Üreteral obstrüksiyon ve bunu takip eden hidronefrozis sık bir klinik hadisedir. Genel otopsi serilerinde hidronefrozis insidansı % 3.1 oranındadır. Kadınlarda, gebelik veya uterin kanserlerin bir sonucu olarak obstrüksiyon daha erken yaşlarda ortaya çıkabilmektedir. Erkeklerde prostat hastalıkları hidronefrozisin major nedenidir.[2] Üreter obstrüksiyonu nedenleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Normal idrar akımı iki fizyolojik olaya bağlıdır;

1. Hidrostatik basınç
2. Üreteral peristaltizm

Üreter peristaltizmi, idrar bolusunun aşağı doğru iletilmesi gereken intraluminal basınçları sağlar. Üreterde fonksiyonu sirküler ve longitudinal adale lifleri sağlar. Longitudinal lifler peristaltik hareketlerle idrarın bolus tarzında aşağıya taşınmasını sağlarken, sirküler lifler ise üreterde oluşan yüksek basıncın böbreğe iletimini engeller. Üriner sistemin herhangi bir yerinde oluşan direnç artışı, obstrüksiyonun proksimalinde volüm ve basınç artışı ile sonuçlanır. Uzamış obstrüksiyonlarda sirküler kas liflerinin kontraksiyonu ve uyumu bozulduğundan yüksek intraluminal basınç böbreğe kadar iletilir. Akut komplet obstrüksiyondan sonra, obstrüksiyonun hemen üstünde ve pelviste gittikçe artan bir genişleme olur. Üreterin proksimali ve böbrek pelvisi adale yapısında hipertrofi ve hiperplazi meydana gelir. Daha sonra adalenin yerini kollajen ve elastik lifler alır ve myojenik impuls bozulur, peristaltik aktivite azalır. Obstrüksiyonun proksimalindeki üreter segmenti genişler. Olay kronik ve inkomplet seyirli olduğunda üreter uzar ve kıvrımlar meydana gelerek dekompanse döneme girer. Periüretral dokularda meydana gelen ödem ve konjesyon nedeniyle böbrek büyür. Yer yer nekroz ve infarkt alanları oluşur.[1]

Tablo 1: Üreter Obstrüksiyonu Nedenleri [1,2]

1. Konjenital
    a. Striktür
    b. Üreterosel
    c. Vezikoüreteral reflü
    d. Üreteral valv
    e. Ektopik böbrek
    f. Retrokaval üreter
    g. Prune-belly sendromu
    h. Komplet üreteral duplikasyon
    i. Üreterovezikal darlıklar
    j. Obstrüktif megaüreter
    k. İdiopatik megaüreter
    l. Retroiliak üreter
    m. Ovarian ven sendromu
    n. Üreteropelvik darlıklar
    o. Aberran damar çaprazı
    p. Yüksek insersiyon anomalisi
    q. Adinamik UP segmenti
2. Neoplastik
    a. Üreterin primer karsinomu
    b. Metastatik karsinoma
3. İnflamatuar
    a. Tüberkülozis
    b. Şistozomiazis
    c. Abse
    d. Üreteritis sistika
    e. Endometriozis
4. Diğer
    a. Üreter taşları
    b. Retroperitoneal fibrozis
    c. Pelvik lipomatozis
    d. Aort anevrizması
    e. Radyoterapi
    f. Lenfosel
    g. Travma
    h. Ürinoma
    i. Gebelik

Akut komplet obstrüksiyonlarda, ilk günlerde böbrekte bazen papilla harabiyeti, genellikle papillada silinme ve distal tubulide yaygın ve proksimal tubulideki geçici dilatasyon ile beraber böbreğin ağırlığı artar. Fakat 1. haftada kolektör kanallarda, 2. haftada proksimal tüpler dahil olmak üzere tüm tüplerde gittikçe artan dilatasyonla beraber atrofi teşekkül eder. Dördüncü haftada ise artan dilatasyon ve atrofiye bağlı olarak böbreğin ağırlığı azalır ve normalin % 50'sine iner. Proksimal tüplerdeki atrofi belirginleştikçe korteks ince bir kabuk halini alır ve 8. haftada bütün parankim 1 cm'lik fibrotik bir doku halini alır.[7]

Gerek parsiyel gerekse tam obstrükte olsun tüm pelvislerde, renal pelvis kapasitesi doluncaya kadar bir akomodasyon izlenir. Daha sonra pelvisin aşırı dilatasyonu; yani pelvik düz, elastik adaleler ve konnektif dokunun genişleme sınırına ulaştığında hızlı bir basınç artışı olur. Bu aşamada iki fizyolojik olay meydana gelir;

1. Renal pelvis kapasitesinde artma
2. Aşırı dilatasyonun sınırlanması

Bu fizyolojik etkileşimin sonunda da küçük pelvis veya intrarenal pelvisli böbreklerde daha çabuk yüksek intrapelvik basınçlar oluşurken, büyük ya da ekstrarenal pelvisli böbreklerde basınç daha geç yükselir ve böbrek fonksiyonu daha uzun süre korunur.

Dilatasyonun ilerlemesi dengeye erişip stabil hal alması bir çok fizyolojik faktöre bağlıdır;

1. İdrar miktarı ve akım hızı
2. Obstrüksiyonun komplet ya da inkomplet oluşu
3. Pelvisin anatomik konumu
4. Glomerüler ve tubuler fonksiyon
5. Renal pelvisin kompliansı

İntrapelvik basıncın normalde sıfıra yakın olduğu bildirilmişse de genelde intravezikal ve intraperitoneal basınçtan biraz yüksektir. Değişik ölçüm metodlarıyla 6-12 mmHg olarak tesbit edilmiştir. Ayakta iken 2-5 mmHg ilave artış gösterir. Akut komplet obstrüksiyonda 20-25 mmHg'ya ulaşan intrapelvik basınç kolik renal sırasında oluşan kuvvetli kontraksiyonlar neticesi 50-70 mmHg'ya yükselebilir.

Akut komplet obstrüksiyonda artmış pelvis içi basınç nedeniyle idrar sentezinin devamını sağlamaya yönelik basınç azaltıcı koruyucu mekanizmalar devreye girebilir. En çok görüleni, geri basınçla yırtılan papilla ve fornikslerden böbrek sinüsü ve perirenal alana idrarın geçmesi (pyelo-sinüs reflü) ve oradan da hem venöz yol hem de lenfatiklerle taşınmasıdır (pyelo-interstisyel reflü). İkinci derecede etkili olan yol pelvis

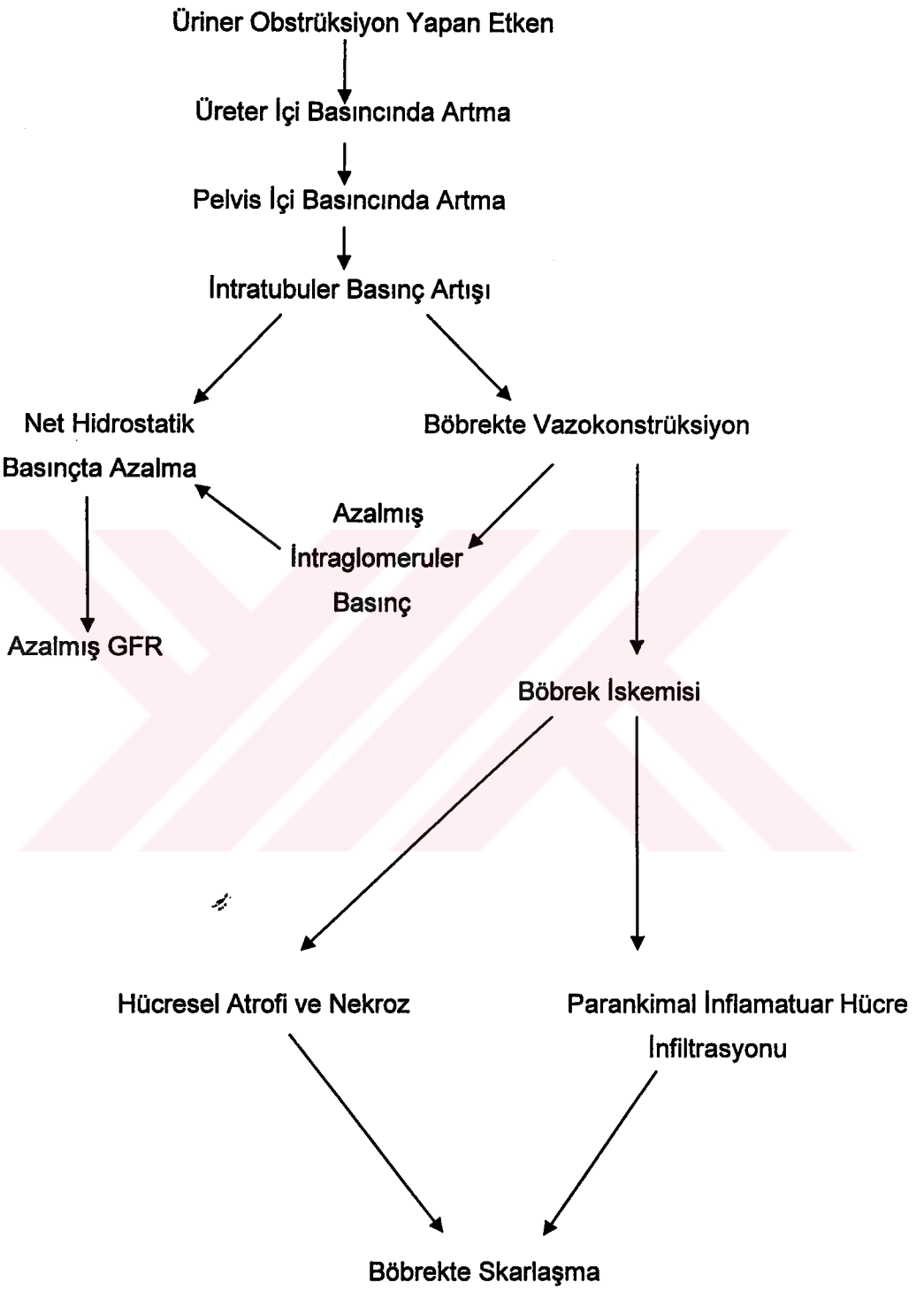
renalisten doğrudan lenfatiklere geçmesidir. Bu pyelo-lenfatik reflü olarak adlandırılır. En az etkili olan yol ise venalara direk dönüşümdür. Buna pyelo-venöz reflü denir.

Böbrek lenf sıvısı hiler ve kapsüler lenfatikler aracılığı ile drene olur. Böbrek lenfatik akımı yaklaşık idrar akımı kadardır ve üreter obstrüksiyonu, su diürezi gibi durumlarda artar. Akut komplet obstrüksiyonda başlangıçta sağlam lenfatik dönüşüm nedeniyle böbrek fonksiyonlarında bir bozukluk oluşmaz. Normal böbreklerde hiler ve kapsüler lenfatiklerden bir grubu bağlanırsa böbrek kan akımı, glomerüler filtrasyon oranı, glukoz ve paraamino hippürik asitin (PAH) tubuler maksimum absorbsiyonu değişmediği halde tubuli epitelinde meydana gelen hafif dejenerasyon sonucu, su, Na, ve Cl ekskresyonunda artış olur. Ancak akut komplet obstrüksiyonda lenf kanalları da beraber bağlanırsa böbrekte ödem, nekroz ve parankimal dejenerasyon birkaç gün gibi çok kısa bir sürede meydana gelir ve atrofi oluşur.[1,7]

Üreterde obstrüksiyon intratubuler basınçta artışa, bu da net hidrostatik basınçta düşmeğe sebep olur. Böbrek hasarı ilk aşamada artan üreteral basıncın etkisiyle başlarken daha sonra ortaya çıkan renal akımdaki azalmanın sonucu olarak doku iskemisi ve hücresel atrofi meydana gelir ve nekroz ile sonuçlanır. Ayrıca renal parankimde T-lenfosit ve makrofaj infiltrasyonu ile başlayan inflamasyon neticesi ileri dönemde gelişen fibrozis kalıcı bulgudur. Üst üriner obstrüksiyonlarda patofizyolojik seyir Tablo 2'de özetlenmiştir.[1]

Unilateral üreteral obstrüksiyonda anjiotensin II'nin inhibe edilmesiyle hem renal fonksiyonların hem de renal parankimin korunabildiği gösterilmiştir. Siklooksijenaz inhibitörleri ile prostoglandin-tromboksan sisteminin inhibe edilmesiyle ise sadece renal fonksiyonların bir miktar korunduğu ortaya çıkmıştır. Bunlara ek olarak obstrüksiyonun 4. saatinden itibaren böbrekte, prostaglandin E2 ve tromboksan A2 salgıladığına inanılan interstisyel fibroblast proliferasyonu ve mononükleer hücre infiltrasyonu başlar. Makrofajlardan ve lökositlerden de tromboksan B2 ve prostaglandin E2 salınımını artıran " platelet activated factor" denilen inflamatuar mediatör salındığı gösterilmiştir. [1]

Tablo 2: Üst Üriner Trakt Obstrüksiyonlarında Patofizyolojik Seyir



Üreterin akut komplet obstrüksiyonlarında üreter içi basıncı birkaç dakikada 50-70 mmHg'ya yükselir. Hatta diürez zorlamasıyla 100 mmHg'ya kadar çıkar. Glomerüler filtrasyon, glomerül kapiller arteri içindeki yaklaşık 60 mmHg'lık hidrostatik basınç ile 25-30 mmHg'lık kapiller onkotik basıncı arasındaki farkla oluşur. Buna filtrasyon basıncı adı verilir. Bowman kapsülü içindeki 15 mmHg'lık hidrostatik basınç da filtrasyon basıncını 15-20 mmHg'ya düşürür. Buna da net filtrasyon basıncı denir. Yükselen intratubuler basınç, önce net efektif filtrasyon basıncını düşürür, filtrasyon basıncı 15-20 mmHg'ya ulaşınca da akım durur. Buna "stop-flow" pressure denir. Bu dönemde ultrafitratın tubuler transit zamanı uzar ve tubuler reabsorbsiyon, özellikle sodyum ve su reabsorbsiyonu ileri derecede artar. Glomeruler filtrasyon ilk 4 saatte % 52'ye, 24 saatte % 4'e ve 48 saatte % 2'ye düşer.[1,7]

Semptomlar: Üriner trakt obstrüksiyonları, asemptomatikten klasik renal kolik tablosuna kadar değişkenlik gösteren semptomlarla sonuçlanabilir. Semptom kompleksi obstrüksiyonun akut veya kronik, unilateral veya bilateral, komplet veya parsiyel oluşu ile obstrüksiyon nedenine göre (intrinsik veya ekstrinsik) değişkenlik gösterir. Akut obstrüksiyonda sıklıkla aynı taraf uyluk veya kasığa doğru yayılım gösterebilen yan ağrısı mevcuttur. Ayrıca tabloya, bulantı, kusma ve üşüme-titreme gibi semptomlar da eşlik eder. Eğer etkilenen renal ünite enfekte ise yüksek ateş de eklenebilir. Unilateral üreteral obstrüksiyon uzun bir periyotda gelişebilir ve çoğu kez asemptomatiktir. Bu durumda tanı daha da güçleşir ve çoğunlukla insidental olarak tesbit edilir.

Obstrüksiyon unilateral ve kronik olduğunda, hasta alkol alımından sonra olduğu gibi zorlu diürez periyotlarında ortaya çıkan intermitant yan ağrılarından şikayet eder. Hidronefrozis künt travmaya maruz kaldığında başvuru semptomu gros hematüri olabilir. Obstrüksiyonun ekstrinsik nedenleri genellikle daha sinsidir. Bu tür obstrüksiyonlar çoğunlukla insidental olarak primer hastalıkla ilgili rutin klinik çalışmalar sırasında teşhis edilir.

Hastanın işeme alışkanlıklarındaki değişiklikler de önemlidir. Bunlar; zayıf işeme, intermitant işeme, urgency, urge inkontinans, over flow inkontinas ve nokturi gibi çeşitli semptomlardır. Sonuçta zayıf renal konsantrasyon yeteneğine bağlı olarak, alınan sıvı ile orantısız bir şekilde idrar outputunda belirgin bir artış hasta tarafından fark edilebilir.[2]

Klinik ve Biyokimyasal Bulgular: Üriner trakt obstrüksiyonlarının kliniği oldukça nonspesifiktir. Obstrüksiyonda bazen fizik muayene sırasında palpe edilebilen bir kitle bulunabilir ve nadiren bu kitle gözle görülebilir. Hastalar ayrıca hipertansiyon,

pulmoner konjesyon, bipedal ödem gibi volüm yüklenmesi bulgularına sahip olabilirler. Laboratuar bulguları, mikroskobik ve/veya makroskobik hematüri, proteinüri, kristalüri, pyüri ve üriner silendirleri içerir. Kan üre nitrojeni ve kreatinin seviyelerinde yükselme, hiperkalemi ve asidozis tesbit edilebilir.

Eğer hastada obstrüksiyonla birlikte bakteriyel bir üriner enfeksiyon varsa, pyelonefrit veya sistemik sepsis bulguları görülebilir. İnfeksiyonun eşlik ettiği obstrüksiyon gerçek bir ürolojik acildir ve uygun görüntüleme teknikleri (IVU, renal US, retrograd pyelografi) acil olarak yapılmalıdır. Obstrüksiyon perkütan nefrostomi veya üreteral stent ile giderilmelidir.[2]

Tanı: Üst üriner trakt obstrüksiyonlarının tanısında değişik metodlar kullanılmaktadır. Bunlardan başlıcaları; US, IVU, diüretik renografi, retrograd veya antegrad pyelografi ile Whitaker testidir. Daha seyrek kullanılanlar ise MRG, BT gibi tekniklerdir.[8]

İntravenöz Ürografi (IVU): Ürologlar için IVU, normal renal fonksiyonlu, kontrast madde allerjisi olmayan ve gebe olmayan hastalarda üreteral obstrüksiyonlarının tesbitinde gold standart'dır. IVU hem anatomik hem de fonksiyonel bilgi vermekte ve US'ye göre daha fazla anatomik detay sağlamaktadır.

Akut üriner obstrüksiyonda IVU bulguları şu şekilde özetlenebilir;

1. Obstrüktif nefrogram
2. Toplayıcı sistemin kontrast madde ile dolumunda gecikme
3. Böbrek boyutlarında artışın eşlik edebileceği toplayıcı sistem dilatasyonu
4. Olası forniks rüptürü ve üriner ekstravazasyon

Kronik obstrüksiyonda genellikle üreteral dilatasyon, tortiozite ve üreterde obstrüksiyon seviyesinin üstünde kontrast materyalin birikmesi şeklinde bulgular ortaya çıkar.[2]

Kronik üriner obstrüksiyona bağlı böbrek fonksiyonlarında azalma olan olgularda IVU yeterli bilgi vermeyebilir. Özellikle 5 mg/dl'den fazla kreatinemi varlığında yeterli görüntü sağlanamaz.[1]

Ultrasonografi (US): Renal US, azotemili, kontrast madde alerjisi olan hastalar ile gebe ve pediatrik yaş grubunda renal üniteleri değerlendirmede iyi bir başlangıç noktasıdır. Radyasyon yayımı ve kontrast maddeye bağlı nefrotoksisite veya anaflaksi olmaksızın renal parankim ve toplayıcı sistemler hakkında anlamlı bilgi sağlanabilir.[2]

Geleneksel US obstrüksiyonla ilgili anatomik bilgiler verebilir. Bazı vak'alarda obstrüksiyonun seviyesi ve sebebi tesbit edilebilir. Obstrüksiyon tanısında US'nin kullanımını ile ilgili bir takım sınırlamalar da söz konusudur. Obstrüksiyondan ayrı

olarak renal dilatasyona sebep olabilen ve sonuçta false-pozitif sonuca yol açan durumlar vardır. Bunlar; ekstrarenal pelvis, parapelvik kist, vezikoüreteral reflü, distandü mesane ve artmış idrar akımı gibi durumlardır. Akut obstrüksiyon, intrarenal toplayıcı sistem, dehidratasyon ve kaliektazinin renal kortikal kist olarak yanlış yorumlanması false-negatiflik nedenidir. Bu nedenle, US şüpheli renal obstrüksiyon durumlarında başlangıç değerlendirmesi için mükemmel bir yöntem olmakla birlikte, dikkatli bir şekilde yorumlanmalı ve klinik tablo ile uyumlu olmalıdır. Başlangıç değerlendirmesi US ile yapılan ve obstrüksiyon tesbit edilmediği halde semptomları sebat eden hastalara IVU tatbik edilmelidir.[2,8]

Obstrüktif ve nonobstrüktif dilatasyonların ayrımında ultrasonografinin tanı değerini artırmak için bir takım seçenekler geliştirilmiştir. Bunlar diüretik US, doppler US ve ultrasonik multivaryete skorlama sisteminin kullanılmasıdır. Diüretik US'nin üst üriner trakt obstrüksiyonlarında kullanılması, diüretik enjeksiyonunu takiben pelvikalisiyel çaplardaki artışın ölçülmesi esasına dayanır. Objektif parametrelerin yetersizliği tetkikin kullanımını sınırlamaktadır.[8]

Obstrüktif ve nonobstrüktif dilatasyonların ayrımında multivaryete skor sistemi olarak adlandırılan belirleyiciler geliştirilmiştir. Artmış ekojenite, parankim kalınlığının 5 mm veya altında olması, kontrlateral hipertrofi, rezistivite indeks oranının (RIR) 1.10 veya üzerinde olması, diüretik enjeksiyonundan önce ve sonraki Rİ değerleri arasında %7 veya üzerinde farklılık olması, üreter çapının 10 mm veya üzerinde olması ve üreteral peristaltizmin yokluğu üriner trakt obstrüksiyonu tanısı için anlamlı belirleyiciler olarak tesbit edilmiştir.[9]

Antegrad Ürografi ve Whitaker Testi: Antegrad pyelografi, daha az invaziv radyolojik tetkiklerin varlığından dolayı nadir kullanılmaktadır. Bununla birlikte, herhangi bir endikasyon nedeniyle uygulanan her nefrostomi tüpünden sonra uygulanmalıdır. Antegrad pyelografi genellikle pelvik-üreterik rezistansı ölçmek için yapılan Whitaker testi ile birlikte yapılmaktadır.[8]

Whitaker testi üst üriner traktın mekanik obstrüksiyonlarında ürodinamik bulgular sağlamaktadır. Diüretik renogram ve yeni radyofarmasötik ajanların kullanıma girmesi ile bu testin yaygınlığı azalmıştır. Whitaker testinde hasta prone pozisyonunda flouroskopi masasına yatırılır. Pozisyondan önce mesaneye kateter yerleştirilir ve renal basınç değişiklikleri ile birlikte intravezikal basınçları monitorize edebilmek için basınç aygıtına bağlanır. Aynı şekilde bir renal kanül yerleştirilerek bu da basınç aygıtına bağlanır. İzotonik solüsyon ve kontrast madde kombinasyonu renal kanül yoluyla 10 ml/dk hızla verilir. Mesane basınçları prosedür süresince monitorize edilir ve renal

basınç değişiklikleri ile ilişkisi anlamlı bulgular verebilir. Ayrıca kontrast materyal sayesinde flouroskopide obstrüksiyonun anatomik lokalizasyonu da tesbit edilebilir.

Elde edilen sonuçlar 3 kategoriye ayrılır.

1. 15 cm H_2O'dan düşük basınç obstrüksiyonu ekarte eder.
2. 15-22 cm H_2O arası basınçlar ara değerlerdir.
3. 22 cm H_2O'nun üzeri değerler obstrüksiyon lehinedir.

Diüretik renografi; noninvaziv, kolay uygulanabilir olması ve düşük radyasyon etkisi ile birlikte split ve total renal fonksiyonların kantitatif değerlendirmesine olanak sağlaması nedeniyle klinik olarak Whitaker testinden daha kullanışlıdır. Bununla birlikte, yeterli düzeyde diüretik cevabı engelleyen renal fonksiyonlarda zayıflama ve/veya ileri derece de üst üriner trakt dilatasyonu olan hastalarda basınç akım çalışmasından klinik olarak halen yararlanılabilmektedir.[2]

Retrograd Ürografi: Retrograd ürografi kısmen invaziv bir yöntemdir ve sistoskopi ile üreteral kateterizasyon gerektirir. Noninvaziv diagnostik tekniklerin gelişmesi ile birlikte günümüzde daha az kullanılır hale gelmiştir. Başlıca endikasyonu IVU'nin kontrendike veya yetersiz olduğu durumlarda üreter ve renal toplayıcı sistemlerin görüntülenmesini sağlamaktır.[8]

BT ve MRG: BT, kontrast madde alerjisi ve serum BUN veya kreatinin düzeylerinde yükselme olan hastalarda IVU'ye alternatiftir. Kontrasız helikal BT, 5-10 mm kesit aralığı ile uygulanır ve tüm tetkik 5 dakikada tamamlanır. Üreter taşlarının tesbitinde IVU'ye göre daha sensitiftir. Ayrıca üreteral obstrüksiyonun ekstrinsik nedenleri ve diğer nonürolojik patolojiler de saptanabilmektedir.

Günümüzde bir çok klinikte, konvansiyonel BT'ye göre daha yaygın kullanılmaya ve kabul görmeye başlamıştır. Kompozisyonu ne olursa olsun tüm taşlar BT ile vizualize edilebilmektedir. Ayrıca taş tesbit edilemediği zaman obstrüksiyon tanısına yardımcı olabilecek sekonder BT bulguları da sözkonusudur. Bunlar; üreterik dilatasyon, intrarenal toplayıcı sistemde dilatasyon, böbrek boyutlarında büyüme gibi belirtilerdir. Temel dezavantajları ise, pahalı olması, üreter taşı izlenimi veren pelvik flebolitlerin değerlendirilmesi ve tekniğin deneyim gerektirmesidir.

MRG, iyonize radyasyon ve nefrotoksik kontrast madde olmaksızın, obstrüksiyonla ilgili yeterli anatomik ve fonksiyonel bilgi verir. Obstrüksiyon seviyesi ve obstrüksiyona neden olan intraluminal üreteral neoplazm ve üreteral striktür gibi patolojiler de tesbit edilebilir. Tekniğin dezavantajı ise, üreter taşlarını tanımada yetersizlik ile birlikte görüntüleme için uzun zaman gerektirmesi ve yüksek maliyetidir.[2,8]

Diüretik Renografi: Diüretik renografi, dilate toplayıcı sistemlerin değerlendirilmesinde IVU'den daha yaygın kullanılır hale gelmektedir. Noninvaziv bir yöntemdir ve IVU ile karşılaştırıldığında radyasyon dozu belirgin olarak düşüktür, ayrıca kontrast materyale bağlı nefrotoksisite riski yoktur. Furosemide verilmesi ile stimüle edilen yüksek bir endojen ürin akım hızı elde edilmesi temeline dayanır. Obstrüksiyon tanısı dilate toplayıcı sistemlerden radyoizotop maddenin anormal olarak yavaş atılması ile konur.

Bu amaçla en sık kullanılan radyofarmasötik ajanlar; ortoiodohippurate I-131 (^{131}I-OIH), technetium Tc 99m mercaptoacetyltriglycine (^{99m}Tc-MAG3) ve technetium Tc 99m dietylenetriaminepenta-acetic acid (^{99m}Tc-DTPA) dir. İlk iki madde tubuler sekresyonla ekskrete edilirken ^{99m}Tc-DTPA glomerüler filtrasyonla atılmaktadır. Glomerüler filtrasyonla atılma özelliği, ^{99m}Tc-DTPA'nın glomerüler filtrasyon hızının (GFR) ölçümünde kullanılmasını sağlamaktadır. ^{99m}Tc-DTPA'nın çok az bir kısmı proteine bağlanabilir, bu da klinik uygulamada problem doğurmamaktadır. Ekstraksiyon fraksiyonu yaklaşık olarak % 20'dir. Bu sebeple diğer radyofarmasötik ajanlara nazaran renal fonksiyonları bozulmuş hastalarda daha az kullanışlıdır. Total doz genelde 3-10 mCi olup bazı kliniklerde 5-10 mCi dozda kullanılmaktadır.[2,10,11,12,13]

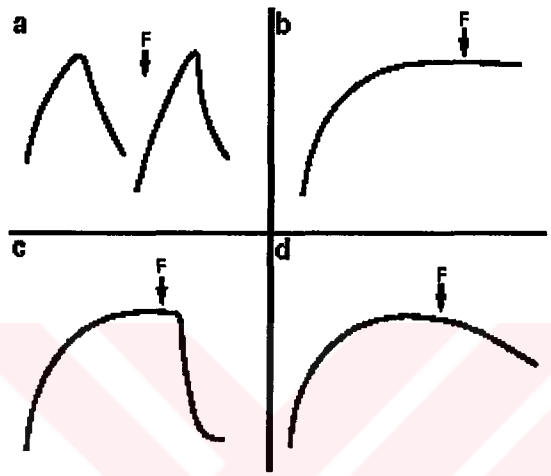
Her iki böbreğin nefronlarının tümünden dakikada oluşan glomerüler filtratın bütününe GFR denir. Normal değeri 120 ml/dk dır. Yani 24 saatte 180 litredir. Bu filtratın % 99'u tubullerden reabsorbe edilir ve geriye kalan 1200-1500 ml idrar olarak çıkarılır. Glomerüllerden filtre edilip tubuler reabsorbsiyona ve sekresyona uğramayan maddelerin klirensi GFR'ye eşittir. GFR'nin doğru bir şekilde ölçülebilmesi için kullanılan radyofarmasötik ajanın tamamı glomerüllerden filtre edilmeli, renal tubuler hücreler vasıtasıyla sentez, yıkım, reabsorbsiyon ve sekresyonu olmamalı, inert olmalı ve serum proteinlerine bağlanmamalıdır.[11,14]

^{14}C inülin, ^{51}Cr EDTA, ^{125}I iothalamate, ^{113m}In diethylenetriamine pentaacetic acit ve ^{99m}Tc DTPA gibi radyoizotop maddelerin GFR ölçümünde kullanışlı olduğu gösterilmiştir. ^{99m}Tc DTPA, glomerüllerden filtre edilmesi ve proteine bağlanma oranın düşük olması nedeniyle GFR tayininde tercih edilmektedir.[11,12]

GFR, enjeksiyon sonrası 1-2 veya 2-3 dakika içerisinde böbrekte toplanan net aktiviteden saptanabilir. Radyoizotop maddenin üreter veya mesaneye ekskrete olmasından önce renal aktivitenin hesaplanması her iki böbreğin ayrı ayrı GFR değerlerini ortaya koyar.[11]

Diretik renografiye hastanın hazırlanması ve diüretik maddenin verilme zamanı son derece önemlidir. Hasta tetkikten önce hidrate edilmelidir. Damar yolu hidrasyon

için kullanılabilir. Spontan diürezisi olan hastalarda mesane kateterizasyonu gereksizdir. Aksi durumda, yeterli mesane drenajı sağlamak, false-pozitif sonuçları azaltmak ve mesane ile gonadlar üzerindeki radyasyon dozunu düşürmek için mesane kateterizasyonu gerekir. Standart metodda radyofarmasötik ajan verildikten 20 dakika sonra furosemide enjekte edilir. Ardından radyoizotop maddenin eliminasyon yarı ömrü ($T_{1/2}$) hesaplanır. Standart diüretik renografide dört ayrı eliminasyon paterni tesbit edilir (Şekil 1).[2,8]



Şekil 1: Standart Diüretik Renografi'de Radyoizotop Maddenin Eliminasyon Paternleri
a.tip I (normal), **b:**tip II (obstrükte), **c:** tip IIIa (dilate nonobstrükte), **d:** tip IIIb (şüpheli), F:furosemide

Diüretik renografiden elde edilen $T_{1/2}$ değerleri, kullanılan radyoizotopik maddeye, hidrasyon durumuna, diüretik maddenin dozu ve veriliş zamanına, hastanın renal fonksiyonlarına, toplayıcı sistemin kompliansı ile volümüne ve mesane kateterizasyonuna bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. $T_{1/2}$ değeri 10 dakikanın altında ise normal kabul edilir. Bazı otörler tarafından 15 dakikanın altı normal kabul edilmektedir. 15-20 dakika arası şüpheli değerlerdir. 20 dakikanın üzeri kesin obstrüksiyonu gösterir.[2,8,10,11,12,13]

Renal Doppler Ultrasonografi: Platt ve ark. 1989'da renal doppler US ile obstrüktif dilatasyonların nonobstrüktif dilatasyonlardan ayırt edilebileceğini göstermişlerdir.[15]

Obstrüktif üropatili hastaların tanısında Rİ değerinin renal doppler US ile ölçümü, tekniğin noninvaziv olması dolayısıyla oldukça cazip gözükmektedir.

Rİ; Peak sistolic velocity- Lowest diastolic velocity / Peak sistolic velocity formülüne göre hesaplanmaktadır. Obstrüktif üropatide artmış renovasküler rezistans ve azalmış kan akımı Rİ 'in temelini oluşturmaktadır. Diastolik kan akımındaki azalma her zaman sistolik akımdaki azalmadan fazla olmaktadır. Aradaki fark arttıkça Rİ değeri

de orantılı olarak yükselmektedir. Doppler dalgaları genelde arkuat ve interlober arterlerden sağlanmaktadır.[4,8,15]

Rİ değerinin 0.70 in üzerinde olması veya obstrüktif ve nonobstrüktif böbreklerin Rİ değerleri arasındaki farkın (ΔRİ) 0.1'den fazla olması obstrüksiyon tanısında kullanılmaktadır. Adult böbreği için normal Rİ aralığı 0.57-0.64 arası olmakla beraber üst limit 0.70 olarak kabul edilir. Çocuklarda Rİ değeri yaşa bağlı olarak ve özellikle infantlarda olmak üzere daha yüksektir. Sağlıklı çocuklarda hayatın ilk yılında sağlıklı adult değerinden daha yüksek bir Rİ değeri vardır. Bu değer yaş ile azalma eğiliminde olup 4 yaş ve üzerinde normal adult ortalaması ile aynıdır.[2,4,16]

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı polikliniğine müracaat eden veya klinikte yatarak tedavi gören unilateral üreter obstrüksiyonlu ve karşı böbreği normal olan 50 hasta alındı. Hastaların 31'i erkek (%62) ve 19'u kadın (%38) idi. Hastaların detaylı klinik değerlendirmesi yapıldıktan sonra çalışma hakkında bilgilendirildi ve onayları alındı. Ayrıca, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu onayı ile çalışmaya başlandı.

Renal Doppler Ultrasonografi: Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda Siemens Omnia ve Siemens SONOLINE Elegra 3.75-5 mHz prob kullanılarak Renal Doppler US yapıldı. Her iki böbrekte interlober veya arkuat artelerden Rİ ölçümleri yapıldı. En az üç ölçüm yapılarak ortalama değerler alındı. Obstrüktif ve nonobstrüktif böbreklerin Rİ farkları hesaplanarak ΔRİ değerleri bulundu.

Diüretik Renografi: Aynı hastalara Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda diüretik renografi çekildi. Uygulanacak yöntem ile ilgili yazılı bir doküman ile hasta ve/veya hasta yakınları bilgilendirildi. Hasta hidrasyon konusunda da bilgilendirilerek, hidrasyon için 15-30 dakika önce 500 ml sıvı alması sağlandı. Hastanın alacağı radyasyon dozunun azaltılması için hastaya sintigrafiden sonra mesanesini boşaltılması söylendi. Hastanın sondası varsa çalışmadan önce açık olması sağlandı.

Farmasötik ajan olarak DTPA kullanıldı. Bu amaçla ^{99m}Tc-DTPA 70-200 MBq (2-10 mCi) dozunda İ.V. bolus tarzında verildi. Erişkinlerde 40 mg, 1-16 yaş arasında 0.5 mg/kg olacak şekilde Furosemide (lasix) dozu ayarlandı. Standart diüretik renogramında diüretik 20. dakikada enjekte edildi (F+20 protokolu).

Diüretikli dinamik böbrek sintigrafisinde; 2 sn'lik 30 frame (total 60 sn), 15 sn'lik 97 frame (1455 sn) ve 60 sn'lik 20 frame (1200 sn) olmak üzere yaklaşık 44 dk'lık görüntüler alındı. Gama kameranın enerjisi 140 KeV ve %20'lik enerji penceresine ayarlandı. Görüntüleme için genel amaçlı, geniş görüş açılı, düşük enerjili, paralel delikli kolimatör takılı gama kameralar kullanıldı. Görüntüler iki ayrı gama kamerada (General Elektrik 3200 XR/T ve General Elektrik 4000 C/T) alındı. Görüntüleme posterior projeksiyondan hastanın sırt üstü yatar durumda olması sağlanarak yapıldı. Böbrekler için zemin aktivite düzeltilmesi yapılarak renogram eğrileri elde edildi.

Elde edilen görüntüler ve renogram eğrileri görsel olarak değerlendirildi. Böbreklerin morfolojisi (hidronefroz, çift toplayıcı sistem, kortikal atrofi, pelvik dilatasyon), radyoaktif madde tutulum miktarı, ekskresyonun başlama zamanı, pelvis

ve üreterlerin görünümü, drenajın görsel olarak miktarı, mesanenin görünümü, diüretik sonrasında izlenen drenaj, miksiyon sonrasında izlenen drenaj, mesaneden reflü olup olmadığına dikkat edildi. Elde edilen görüntülerin 'sine' modunda da izlenmesi yapılarak uygulama sırasında hasta hareketi olup olmadığı, vezikoüreteral reflü veya çift toplayıcı sistem gibi ek patolojilerin olup olmadığı da ayrıca değerlendirildi.

Kantitatif değerlendirmede, perfüzyon safhası için ilk 30-60 sn böbreklerin ve abdominal aortanın zaman aktivite eğrileri elde edildi. Bu eğriler görsel olarak değerlendirildi. Yine aynı şekilde uptake ve ekskresyon safhalarından da yararlanılarak elde edilen zaman aktivite eğrileri kullanılarak; $T_{1/2}$ değerleri elde edildi. $T_{1/2}$ değerleri kullanılan yönteme, hastanın hidrasyon durumuna, renal fonksiyon düzeyine, renal pelvisin kapasitesi ve esnekliğine, diüretik enjeksiyonu zamanına, mesanenin durumuna bağlı olarak değişebilir. Bu nedenlerden dolayı hastaların bu değerleri de hesaplandı. Aynı zamanda da GFR gama-kamera yöntemi ile ölçüldü ve her hastaya ait değerler kaydedildi.

İstatistiksel Analiz: GFR, $T_{1/2}$ ve Rİ ortalama değerleri karşılaştırılırken ve ΔRİ hesaplanırken student t testi kullanıldı. $P<0.05$ olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Rİ ve $T_{1/2}$ değerleri ayrı ayrı, ikisinden herhangi birinin varlığı veya ikisinin bir arada olması durumunda obstrüksiyonu göstermedeki sensitivite ve spesifiteler hesaplandı.

BULGULAR

Çalışmaya yaşları 6-78 arasında olan (ortalama: 39±18) 31'i erkek (%62) ve 19'u kadın (%38) 50 hasta alındı. Obstrüktif taraf, 27 hastada (%54) sağ, 23'ünde ise (%46) sol idi. Obstrüksiyon; hastaların 43'ünde (%86) taş, 4'ünde (%8) üreteral darlık, 1'inde (%2) mesane tümörü, 1'inde (%2) üreterosel ve 1'inde (%2) benign prostat hiperplazisine (BPH) bağlı idi (Tablo 3,4).

Tablo 3: Hasta Bilgileri

		Sayı	%
Cinsiyet	Erkek	31	62
	Kadın	19	38
Obstrüktif taraf	Sağ	27	54
	Sol	23	46
Toplam		50	100

Tablo 4: Obstrüksiyon Nedenleri

Obstrüksiyon nedeni	Sayı	%
Taş	43	86
Üreteral darlık	4	8
Mesane tümörü	1	2
Üreterosel	1	2
BPH	1	2
Toplam	50	100

Obstrüktif böbreklerin ortalama GFR değeri (32.94±13.6 ml/dk), nonobstrüktif böbreklerin ortalamasından (52.19±12.28 ml/dk) daha düşük idi ($p<0.001$). Obstrüktif böbreklerin ortalama $T_{1/2}$ değeri (33.99±13.53 dk), nonobstrüktif böbreklerin ortalamasından (13.08±6.27 dk) belirgin olarak yüksekti ($p<0.001$). Obstrüktif böbreklerin ortalama Rİ değeri de (0.70±0.06), nonobstrüktif böbreklerin ortalama Rİ değerinden (0.57±0.05) belirgin olarak yüksekti ($p<0.001$). Tüm bu bulgular istatistiksel olarak oldukça anlamlı idi (Tablo 5).

Tablo 5: Bulguların İstatistiksel Analizi

		Ortalama±Standart Sapma	P değeri
GFR (ml/dk)	Obstrüktif	32.94±13.6	p<0.001
	Nonobstrüktif	52.19±12.28	
$T_{1/2}$ (dk)	Obstrüktif	33.99±13.53	p<0.001
	Nonobstrüktif	13.08±6.27	
Rİ	Obstrüktif	0.70±0.06	p<0.001
	Nonobstrüktif	0.57±0.05	

50 obstrüktif böbreğin 32 'sinde (% 64) Rİ ≥ 0.70 idi. Rİ'in 0.70'in altında olduğu 18 vak'anın 8'inde ise ΔRİ ≥ 0.1 idi. 38 obstrüktif böbrekte (% 76) $T_{1/2}$ > 20 dk tesbit edildi.

Rİ ≥ 0.70 eşik değer olarak alındığında sensitivite % 64, spesifite % 100 ve genel doğruluk oranı % 82 olarak hesaplandı.

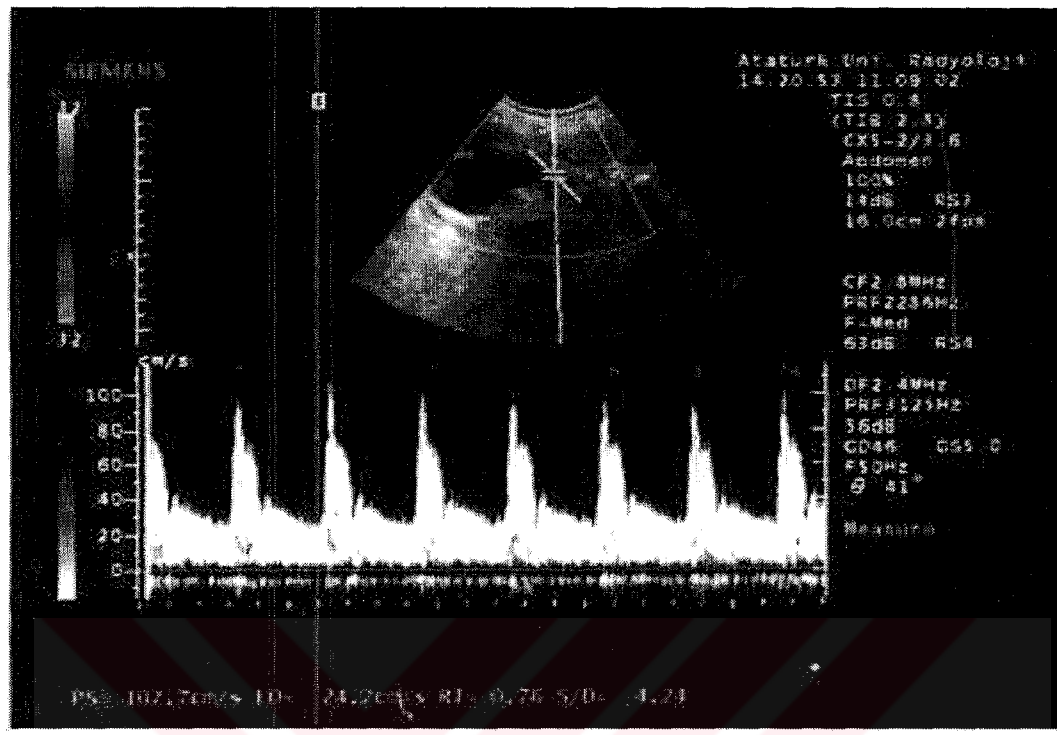
Aynı şekilde $T_{1/2}$ için 20 dk'nın üzeri eşik değer olarak alındığında % 76 sensitivite, % 94 spesifite ve % 85'lik bir genel doğruluk oranı saptandı.

Rİ ≥ 0.70 veya $T_{1/2}$ > 20 dk değerlerinden herhangi birinin varlığında sırasıyla %86, % 94 ve % 90'lık sensitivite, spesifite ve genel doğruluk oranları bulunurken, her ikisinin bir arada bulunması durumunda bu değerler sırasıyla % 50, % 100 ve % 79 olarak tesbit edildi (Tablo 6).

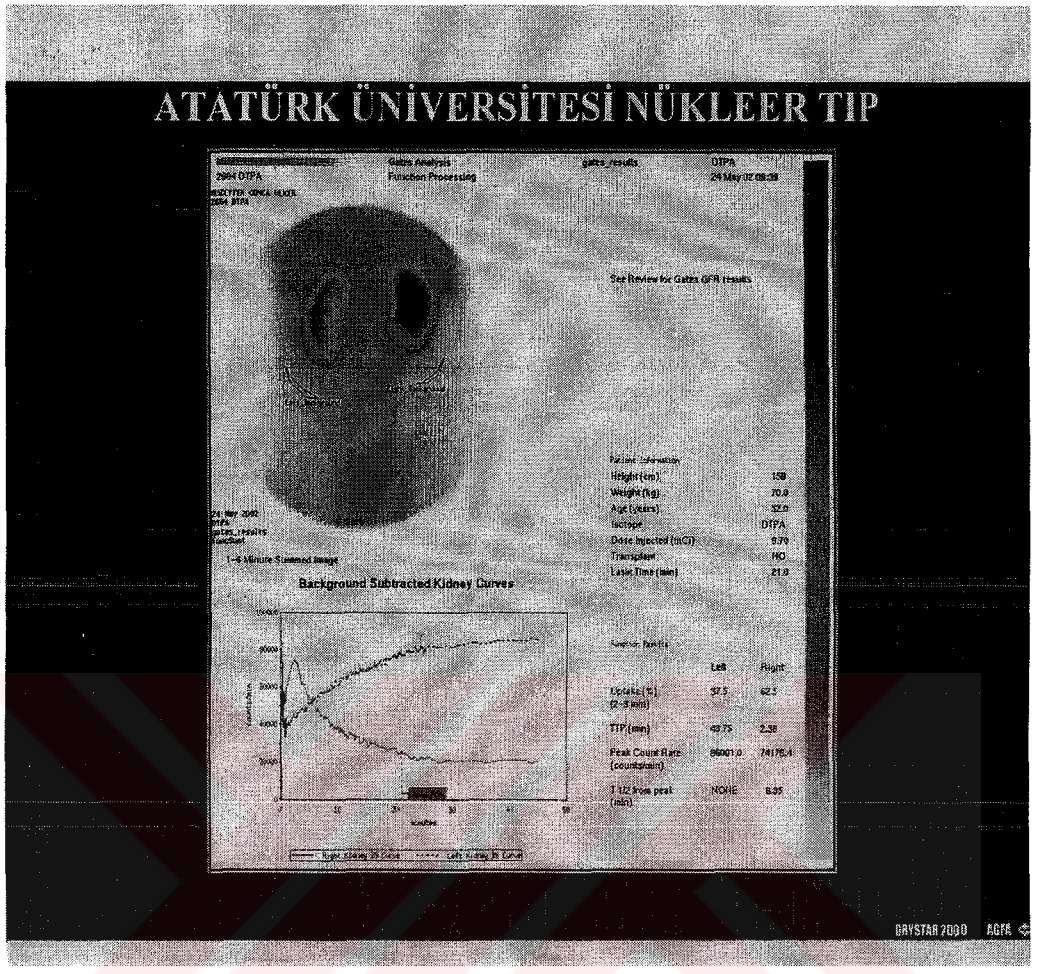
ΔRİ değerlerinin ortalaması 0.14 ± 0,067 idi.

Tablo 6: Renal Doppler US ve Diüretik Renografi'nin Tanısal Değeri

(%)	Rİ ≥0.70	$T_{1/2}$ >20	Rİ ≥ 0.70 veya $T_{1/2}$ >20	Rİ ≥0.70 ve $T_{1/2}$ >20
Sensitivite	64	76	86	50
Spesifite	100	94	94	100
Genel doğruluk	82	85	90	79



Resim 1: Obstrüktif Patolojili Bir Hastada Belirgin Rİ Artımı Gösteren Doppler Bulgusu (Rİ:0.76)



Resim 2: Sol Üreterde Obstrüksiyonu Olan Bir Hastaya Ait Diüretik Renogram Eğrisi

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TARTIŞMA

Üriner trakt obstrüksiyonlarının tanısı, özellikle çocuklarda olmak üzere oldukça zor ve karışık bir problemdir. Pyelokaliektazi sadece obstrüksiyonda değil, aynı zamanda obstrüksiyonların giderilmesinin ardından görülen rezidüel dilatasyon ve vezikoüreteral reflü gibi durumlarda da ortaya çıkmaktadır.[4] Konvansiyonel US renal toplayıcı sistem dilatasyonlarının değerlendirilmesinde sensitif ve noninvaziv bir yöntemdir. Bununla birlikte obstrüktif ve nonobstrüktif dilatasyonların ayrımında sıklıkla yetersiz kalmaktadır.[5] Bu yüzden tanıda daha invaziv yöntemlere baş vurma gereği ortaya çıkmaktadır. Ultrasonografinin obstrüktif üropatilerdeki tanı değerini artırmak için bir takım yöntemler geliştirilmiştir. Bunlarda biri de doppler US ile Rİ tayinidir.[8]

Normal renal vasküler yatak kan akımına karşı düşük direnç gösterir. Diastolde dahi ileri doğru devamlı bir akım söz konusudur.[4] Obstrüksiyonda kan akımına karşı oluşan direnç diastolik akımda sistolik akımdan daha fazla azalmaya neden olmaktadır. Bu farklılık da Rİ değerini artımaktadır.[15]

Normal adult böbreği için Rİ aralığı 0.57-0.64 olarak kabul edilmekle birlikte üst sınır olarak 0.70 değeri alınmaktadır.[4] Eşik değer olarak 0.70 alındığında adult populasyonda obstrüktif ve nonobstrüktif dilatasyonların ayrımında % 92 sensitivite, % 88 spesifite ve % 90'lık bir genel doğruluk oranı söz konusudur.[17] Çocuklarda eşik değer olarak 0.70 alındığında ise % 82 sensitivite, % 63 spesifite ve % 76'lık bir genel doğruluk oranı saptanmaktadır.[18]

Normal adult populasyonu için 0.70 değeri üst limit olarak alınmakla birlikte normal ve anormal pediatrik populasyon için Rİ standardizasyonu daha fazla çalışmaya ihtiyaç göstermektedir.[4] Rİ değerlerinin özellikle infantlarda olmak üzere yaşa bağlı değişiklikler gösterdiği saptanmıştır. Sağlıklı çocuklarda hayatın ilk yılında Rİ 0.70'in üzerindedir. Bu yaşla birlikte azalma eğilimi göstermektedir. İlk 6 ayda Rİ değerlerinde bireysel farklılık çok belirgindir. Bunların % 51'inde Rİ adult standartlarına göre anormaldir.[16] İnfant böbreğinde azalmış total kan akımı ve artmış vasküler rezistans ile bu artış açıklanabilir.[19] Dört yaş ve üzerinde ise erişkin Rİ değeri kriter olarak alınabilir.[16]

Akut tubuler nekroz, interstisyel nefrit ve hemolitik üremik sendrom gibi renal medikal hastalıklarda da Rİ sıklıkla 0.70'in üzerindedir.[18] Patriquin ve arkadaşları hemolitik üremik sendromun neden olduğu akut renal yetmezlikli 17 çocukta hastalığın anürik ve oligürik fazında artmış Rİ değerleri saptamışlardır.[20] Renal medikal hastalığı olan 50 vak'alık bir seride de hastaların yarısında yüksek Rİ tesbit edilmiştir.[17]

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Kan basıncı ve kalp hızındaki değişiklikler de Rİ üzerine etkili olabilmektedir. Belirgin hipotansiyon ve düşük kalp hızı, gerçek bir renal vasküler direnç olmadan Rİ'de artışa sebep olmaktadır.[21]

Dehidratasyon da Rİ üzerine artırıcı etki yapabilmektedir. Hidrasyondan sonra ise normal değere geri dönmektedir. Dolayısıyla bu bulgu doppler öncesi hidrasyonun önemine işaret etmektedir.[22]

Akut üreteral obstrüksiyonların doppler US ile değerlendirilmesi tartışmalı bir konudur. Doppler US'nin akut renal kolikte sensitif olmadığını ileri süren çalışmalar da vardır. [23] Obstrüksiyondan hemen sonra artan üreterik basınca cevap olarak renal kan akımı da artar. Bu vasküler cevap 1.5-2 saatten az sürer ve preglomerüler vazodilatasyona bağlı olduğu düşünülür. Takip eden 2-4 saatte pelvik ve üreterik basınçta devamlı artma ile birlikte renal kan akımında dereceli bir azalma sözkonusudur. Bu da tahminen postglomerüler vazodilatasyona bağlıdır. Daha uzun süreli (3-5 saatten fazla) obstrüksiyonlarda üçüncü ve kronik faz gelişir. Bu fazda renal kan akımı bazal seviyelere geriler ve düzenli olarak düşmeğe devam eder. Bu vasküler cevap preglomerüler vazokonstrüksiyonun neden olduğu üreterik ve intrapelvik basınçlarda azalma ile birliktedir. Vazodilatörler (prostaglandinler) ve vazokonstriktör maddeler (tromboksan, renin-angiotensin sistemi ve endotelin) ile yapılan eksperimental çalışmalarda, bu renovasküler cevabın kesin nedeni ve mekanizması tanımlanamamıştır. Obstrüksiyonun erken dönemlerinde vazoaktif peptidler glomerüler vasküler ağacın değişik segmentlerinde farklı etkiler (konstrüksiyon, dilatasyon) oluşturarak renal kan akımında değişikliklere neden olurlar. Dolayısıyla obstrüksiyon kronik ve devamlı faza erişmeden yapılan Rİ ölçümleri bu değişiklikleri, farklı yansıtabilir ve bu safhada Rİ obstrüksiyon için diagnostik değildir.[4,24]

Bir çok araştırmacı belirgin parsiyel üreterik obstrüksiyonun intravasküler rezistansı artırdığını ve bunun da Rİ'de artışa neden olduğunu kabul etmektedir. Hafif obstrüksiyonlarda renal vasküler rezistans artışı hala tartışmalı bir konudur. Sonuçlardaki farklılıklar hafif obstrüksiyonun tanımındaki farklılıktan kaynaklanabilir. Normal doppler bulguları ile belirgin obstrüksiyonlar dışlanabiliyor olmasına rağmen, üreterin tamamen açık olduğunu veya minimal bir darlık mevcudiyetini gösteremez.[4,8]

Platt ve ark. obstrükte ve belirgin hidronefrotik 38 böbreğin 3'ünde Rİ değerini 0.70'in altında bulmuşlardır.[17] Bu durum, minimal fonksiyone renal korteks veya oldukça dilate toplayıcı sisteme bağlı azalmış filtrasyon basıncının eşlik ettiği kronik yüksek grade'li obstrüksiyonlarda mutlak kan akımında belirgin azalmaya bağlı olabilir.[24]

Rİ'in diagnostik değerini artırmak için birkaç değişik metod geliştirilmiştir. Unilateral obstrüksiyonlarda sıvı ve furosemide infüzyonunun obstrüktif böbreklerde Rİ'i artırdığı, nonobstrüktif böbreklerde ise belirgin olarak azalttığı gösterilmiştir. Obstrükte ve nonobstrükte böbreklerde sırasıyla bazal Rİ değerleri 0.75 ± 0.06 ve 0.66 ± 0.04 iken sıvı infüzyonu ve furosemide enjeksiyonunu takiben bu değerler sırasıyla 0.79 ± 0.06 ve 0.60 ± 0.05 olarak tesbit edilmiştir. Eşik değer olarak 0.70 alındığında sensitivite, spesifite ve genel doğruluk oranları ise sırasıyla % 82 'ye karşı % 100, % 63'e karşı % 94 ve % 76'ya karşı % 98 olarak hesaplanmıştır.[18] Ordorica ve ark. furosemide enjeksiyonu sonrası Rİ'de % 15 veya daha fazla bir artışın obstrüksiyon için tanısal olduğunu göstermişlerdir.[25]

Obstrüktif ve nonobstrüktif böbrekler arasındaki Rİ farkı ve obstrüktif ve nonobstrükrtif böbrek Rİ oranları da tanıya katkıda bulunurlar. ΔRİ > 0.06 - 0.1, RIR > 1.10 - 1.15 ve diüretik öncesi ve sonrası Rİ farkının % 7 ve daha fazla olması obstrüksiyon için tanısal kabul edilir.[8,9]

Platt ve ark. 36 saat ve daha az süreli unilateral obstrüksiyonu olan 23 hasta üzerinde yaptıkları bir çalışmada; hastaların sağlam ve obstrükte böbreklerinden elde ettikleri Rİ değerlerinin ortalaması sırasıyla 0.60'a karşın 0.77 idi. Obstrükte böbreklerin 3'ünde Rİ 0.70'in altında idi. Bunlardan 2'sinde pyelosinüs ekstravazasyon mevcuttu. Diğerinde ise obstrüksiyon süresi 4-5 saatin altında idi. Unilateral obstrüksiyonlarda vazokonstrüksiyon 5-6 saat sonra oluştuğundan Rİ en az 5-6 saat yükselmeyebilmektedir. Platt ve ark. doppler US ile Rİ tayininin akut renal kolikli ve IVU'nin uygun olmadığı hastalarda (hamileler ve kontrast materyal allerjisi gibi) renal obstrüksiyon tanısı için rutin US'nin tanısal doğruluğunu artırıcı etkisi olduğu kararına varmışlardır.[26]

Tublin ve ark. akut renal kolikli 32 hastayı değerlendirmişlerdir. Obstrükte böbreği olan 12 hastada Rİ 0.70'in altında iken, nonobstrükte böbreği olan 7 hastada 0.70'in üzerinde idi. 0.70'in üzeri eşik değer olarak alındığında sırasıyla % 37 ve % 84'lük sensitivite ve spesifite elde etmişlerdir. Obstrükte ve sağlam böbrekler arasında 0.1'den büyük Rİ farkı kullanıldığında ise sırasıyla % 37 ve %100'lük bir sensitivite ve spesifite saptamışlardır.[23]

Bu iki çalışmanın klinik bulgularındaki farklılık;

1. Doppler analizine ve kalitesine
2. Obstrüksiyonun süresine
3. Forniks rüptürü ve ekstravazasyonun varlığına
4. Obstrüksiyonun derecesine bağlıdır.[2]

Chen ve ark. obstrüksiyonun derecesinin renal Rİ'i etkilediğini göstermişlerdir. Çalışmaya göre, hafif derecede obstrüksiyon gösteren böbreklerde ortalama Rİ 0.64 iken ileri derecede obstrükte böbreklerde bu değer 0.74 idi. Belirgin obstrüksiyonu olan böbreklerin % 93.3'ünde Rİ ≥0.70 idi. Obstrüksiyonun ortadan kaldırılmasından önce Rİ değeri 0.70'in üzerinde olan 5 böbrekten 3'ünde , obstrüksiyon giderildikten sonra üç gün içinde 0.70'in altına düştü. Rİ değeri 0.70'in altında olan 2 böbrekte ise obstrüksiyon giderildikten sonra aynı şekilde 0.70'in altında kaldı. Bu sonuçlar obstrüktif böbreklerin cerrahi müdahaleden fayda görüp görmeyeceği kararını vermede, Rİ'in klinik olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.[27]

Fung ve ark. artmış intrarenal Rİ ile artmış intrapelvik basınçlar arasında ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Bir yaşın altında 9 çocukta hidronefrozis değerlendirmesi için perkütan basınç-akım çalışması ve beraberinde intrarenal Rİ ölçümleri yapmışlardır. Bu çalışmada, perkütan olarak yapılan infüzyonla intrapelvik basıncın artırılmasının intrarenal Rİ'de yükselme yaptığını tesbit ettiler. Perkütan infüzyon sırasında pelvik basınç düşük kaldığında aynı şekilde Rİ'de düşük seyrediyordu. Buna göre intrarenal Rİ, renal pelvik basınçtaki dinamik yükselmeleri yansıtabilmektedir ve üst üriner trakt obstrüksiyonlarını nonobstrüktif dilatasyonlardan ayırt edebilmektedir. [28]

Shokeir ve ark. renal kolik şüphesi olan 117 hastayı IVU ve doppler US ile değerlendirdiler. IVU' ile 68 hastada unilateral üreteral obstrüksiyon tesbit edilirken 49 hastanın her iki böbreği normal olarak değerlendirildi. Obstrüktif 68 böbrekte ortalama Rİ 0.73 iken 166 sağlam böbreğin Rİ ortalaması 0.64 olarak bulundu. Unilateral obstrüksiyonu olan hastaların ΔRİ değerleri de her iki böbreği normal olanlardan belirgin olarak yüksekti. Rİ ve ΔRİ için sırasıyla ≥0.70 ve ≥0.06 eşik değer olarak alındığında, sensitivite ve spesifite oranları sırasıyla Rİ için % 77, % 83 iken ΔRİ için bu değerler % 88 ve % 98 olarak hesaplandı. Aynı zamanda ΔRİ daha iyi bir tanısal doğruluk oranına sahipti. Aynı çalışmada unilateral üreterik obstrüksiyonu olan hastalar IVU'da pelvikalisiyel sistemin kontrast madde ile dolumunda gecikme olup olmamasına göre de iki gruba ayrıldılar. Kontrast madde ile pelvikalisiyel sistemin dolumunda gecikme olan 42 hastada komplet obstrüksiyon, gecikme olmayan 26 hastada ise parsiyel obstrüksiyon varlığı kabul edildi. Komplet obstrüksiyon olan grupta ortalama Rİ ve ΔRİ değerleri sırasıyla 0.75 ve 0.11 iken, parsiyel obstrüksiyonu olan grupta bu değerleri sırasıyla 0.70 ve 0.07 idi. Rİ ve ΔRİ pyelogramda gecikme olan grupta daha sensitif idi (% 86 ve % 95'e karşılık % 62 ve % 77).[29]

Toledo ve ark. 121 renal kolikli ve 70 sağlıklı birey üzerinde yaptıkları çalışmada 382 böbreği doppler US ile inceleyerek ortalama Rİ değerleri ve ΔRİ değerlerini hesapladılar. Bunlardan 64 hastada ortalama Rİ ve ΔRİ değerlerini IVU bulgulara ile karşılaştırdılar. Sağlıklı 70 bireyde Rİ 0.62 ± 0.045 ve ΔRİ 0.018 ± 0.01 idi. Renal kolikli 121 hastada ise Rİ 0.71 ± 0.06, ΔRİ ise 0.09 ± 0.055 bulundu. Bu değerler sağlıklı bireylerdeki değerlerden belirgin olarak yüksekti. IVU ve doppler US bulguları karşılaştırılan 64 hasta IVU'de pyelogramda gecikme olup olmamasına göre iki gruba ayrıldı. Bu hastaların 37'sinde pyelogramda gecikme varken 27 hastada gecikme tesbit edilmedi. Rİ ≥0.70 ve ΔRİ ≥ 0.06 eşik değer olarak kabul edildiğinde ve her iki değerin kombinasyonu ele alındığında pyelogramda gecikme olan grupta % 91.8 sensitivite ve % 92 spesifite hesaplandı. Pyelogramda gecikme olmayan grupta ise aynı şartlarda sensitivite %48.1 ve spesifite ise % 92 idi.[30]

Bu iki çalışmanın sonuçları bir arada yorumlandığında doppler US'nin komplet obstrüksiyonların tanısında parsiyel obstrüksiyondan daha belirgin sensitivite gösterdiği sonucu çıkarılabilir.[29,30]

Shokeir ve ark'nın yaptığı çalışmada üreterik obstrüksiyonu olan hastalarda ağrı süresinin 8 saat ile 4 gün arasında olmasının Rİ ile belirgin korelasyon göstermediği tesbit edilmiştir. Aynı zamanda Rİ üreterik obstrüksiyonun seviyesi ile de değişiklik göstermiyordu.[29]

Bizim çalışmamızda; obstrüktif taraftaki Rİ değeri (ortalama: 0.70±0.06), nonobstrüktif taraftaki Rİ değerinden (ortalama: 0.57±0.05) belirgin olarak yüksekti ($p<0.001$). Rİ ≥ 0.70 eşik değer olarak alındığında sensitivite % 64, spesifite % 100 ve genel doğruluk oranı % 82 olarak hesaplandı. ΔRİ değerlerinin ortalaması 0.14 ± 0,067 olarak hesaplandı. Bizim elde ettiğimiz Rİ sensitivitesinin genel literatürden düşük olması, sağlıklı kontrol grubu çalışmadığımız için Rİ ve ΔRİ kombinasyonunu kullanamamıza ve parsiyel - total obstrüksiyon ayrımı yapmamamıza bağlı olabilir.

Doppler US'nin akut renal kolik tanısında kullanılmasını sınırlayan önemli etkenlerden biri de, medikal tedavinin renal arteryel rezistans üzerine oluşturabileceği etkilerdir. Renal kolik tedavisinde nonsteroidal antiinflamatuar ilaçların (NSAİİ) kullanılması Rİ üzerine etkili olabilmektedir.[31]

NSAİİ'ın akut unilateral obstrüksiyon tanısında doppler US bulguları üzerine etkisini incelemek için diclofenac sodium alan hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, ilacın obstrükte böbreklerde Rİ değerinde belirgin azalmaya ve dolayısıyla doppler US'nin akut renal obstrüksiyon tanısındaki sensitivitesinde belirgin düşüşe yol açtığı

ortaya konmuştur. Bu sebeple akut bel ağrıların değerlendirilmesinin ağrı anında ve NSAİİ alımından önce yapılması önerilmektedir.[32]

Renal kolikli gebe kadınlarda Rİ'in tanı değeri araştırılmış ve eşik değer olarak Rİ ≥ 0.70 ve ΔRİ ≥ 0.04 alındığında Rİ için % 45 sensitivite, % 91 spesifite, ve % 87 doğruluk oranları, ΔRİ için ise sırasıyla % 95, % 100 ve % 99 bulunmuştur. Bu değerler ΔRİ'nin akut unilateral üreteral obstrüksiyonu olan gebe kadınlarda IVU'nin yerini tutabilecek sensitivite ve spesifiteye sahip olduğunu göstermektedir.[33]

Akut komplet renal obstrüksiyon durumunda Rİ ile serum kreatinin değeri arasında pozitif bir korelasyon vardır. Renal fonksiyonların geri dönüp dönmeyeceği obstrüksiyonun giderilmesinden önceki Rİ değişikliklerinden tahmin edilemez. Ancak daha önce yükselmiş Rİ değerlerinin obstrüksiyon giderildikten sonra tersine dönmesi renal fonksiyonların geri dönüşünü gösteren erken bir gösterge olabilir. Eğer bu düşünce kronik obstrüksiyonlu hastalarda da doğru kabul edilirse, Rİ cerrahi müdahale ile obstrüksiyonun giderilmesinden fayda görecek hastaları belirlemede kullanılabilir.[34]

Diüretik renografi, furosemide stimülasyonu ile yüksek endojen idrar akımı elde edilmesi temeline dayanan noninvaziv bir testtir. İntrapelvik basıncın ölçülmesi yerine, radyofarmasötik maddenin toplayıcı sistemden boşalma hızı hesaplanır. Konvansiyonel olarak uygulanan testte radyofarmasötik maddenin büyük bir yüzdesi, furosemide enjekte edileceği zaman renal pelvis, kaliksler veya üreterlerde olmalıdır. Eğer verilen radyoaktivitenin önemli bir kısmı dolaşımda ise, bu böbrekten atılan radyofarmasötik maddeyi parsiyel olarak replase ederek ara değerlere veya yanlış pozitif değerlere sebep olacaktır. Benzer şekilde furosemide verildiği zaman radyofarmasötik madde pelvis veya kalikslerde mevcut değilse atılım hızının uzamasına ve obstrüksiyonun yokluğunda dahi $T_{1/2}$'de uzamaya neden olacaktır.

Diüretik renografi, dilate toplayıcı sistemlerin değerlendirilmesinde IVU'ye tercih edilmektedir. Çünkü bu test ile klinisyen, dilate sistemden radyofarmasötik maddenin atılımı ve relatif renal fonksiyonların ölçümü sayesinde anatomik anomalinin fizyolojik önemini değerlendirebilir. Kontrast materyal gerektirmez ve kemik iliği ile overler üzerine radyasyon dozu düşüktür. Kemik iliği üzerine radyasyon dozu IVU'de 0.12 rad (1.2 mGy) iken 10 mCi ^{99m}Tc DTPA için bu doz 0.045 rad (0.45 mGy) dir. Aynı zamanda ^{99m}Tc DTPA'nın dozu azaltılarak radyasyon dozu daha da azaltılabilir.[10]

Diüretik renografiden önce hasta iyice hidrate edilmelidir. Hasta departmana ulaştığında 300-500 ml su içirilmelidir. Hidrasyon yetersiz ise IV sıvı verilmelidir. Testten önce 360 ml/m^2 % 0.9 sodium chloride verilmesi false pozitif sonuçlarda belirgin azalmaya sebep olmaktadır.[10,35]

Standart renografik çalışmanın sonunda toplayıcı sistemde hala büyük miktarlarda radyofarmasötik varsa hastanın idrar yapması sağlanır. Toplayıcı sistemden radyofarmasötik maddenin hızla atılması furosemide verilmesini engeller. Dolu mesane ise üst üriner trakttan drenajı yavaşlatır. Bu sebeple, furosemide verilmeden önce hastanın mesanesi mutlaka boş olmalıdır. Mesanesini boşaltamayan hastalarda kateter takılması false-pozitif sonuçları oldukça azaltır.[10,36]

Çalışmadan elde edilen $T_{1/2}$ değeri, kullanılan radyofarmasötik ajana, radyofarmasötik ve furosemide verilmesi arasındaki sürede gecikme olup olmamasına, hidrasyon metoduna, mesane kateterinin olup olmamasına, furosemide dozuna ve ölçüm için kullanılan intervale bağlıdır.

Bu çalışmaların yaklaşık % 10-15'ini ara değerlerden dolayı yorumlamak zordur. Klinik açıdan anormal diüretik cevaba sebep olan obstrüksiyon dışındaki durumları tanımak ve bu tür sonuçları azaltmak önemlidir. Şüpheli veya false- pozitif sonuçlar, böbreğin diüretiğe cevap vermemesi durumunda, ileri derecede dilate toplayıcı sistemlerden radyofarmasötik maddenin yavaş atılımına ve mesane distansiyonuna bağlı olabilir. İleri derecede dilate toplayıcı sistem, azalmış renal fonksiyondan daha önemli bir problemdir. Renal pelvisin çapı arttıkça obstrüksiyon olmasa dahi radyofarmasötik maddenin atılımı azalır ve $T_{1/2}$ uzar.[10]

Bazen optimal tekniğe rağmen ara değerler elde edilebilir. Şüpheli vak'alarda bazı otörler F-15 renogramı tavsiye etmektedirler. Bu yöntemde furosemide, radyofarmasötikten 15 dakika önce verilir. Böylece hasta radyofarmasötik verildiği zaman maksimum diürez durumundadır. Seçilmiş vak'alarda şüpheli bir çalışma normal hale dönüşebilmektedir.[37]

Gilbert ve ark. hidronefrotik böbreğe sahip infant ve çocuklarda doppler US bulguları ile diüretik renografi bulguları arasında yakın korelasyon tesbit etmişlerdir.[19] Başka bir çalışmada; obstrükte böbrekte nonobstrükte böbrek ile karşılaştırıldığında, belirgin derecede düşük GFR, daha yüksek bir $T_{1/2}$ ve Rİ değerleri bulunmuştur. Bütün renal ünitelerde $T_{1/2}$ ve Rİ arasında pozitif korelasyon varken GFR ve Rİ arasında ters korelasyon izlenmiştir.[18]

Shokeir ve ark. farklı derecelerde parsiyel üreteral obstrüksiyonların düzeltilmesinden önce ve sonra renal fonksiyon ve Rİ değişikliklerini eksperimental olarak incelemişlerdir. Hafif ve orta-ileri derece obstrüksiyon olmak üzere iki grup oluşturduktan sonra her iki grupta obstrüksiyon öncesi, sonrası ve obstrüksiyon giderildikten sonra IVU, ^{99m}Tc-MAG3, diüretik renografi ve bilateral renal doppler US uygulanıp ERPF, Rİ ve $T_{1/2}$ değerlerini ölçmüşlerdir. Her iki grupta da üreteral

obstrüksiyon oluşturulduktan sonra ERPF'de dramatik bir azalma, Rİ ve $T_{1/2}$ 'de artış tesbit etmişlerdir. Obstrüksiyon giderildikten sonra ise $T_{1/2}$ ve Rİ düzelmiş, ERPF ise bazal değerlere yaklaşmıştır. Çalışmanın sonuçları şu şekilde yorumlanmıştır;

1. Unilateral obstrüksiyon etkilenen böbrekte Rİ ve $T_{1/2}$ de artmaya, ERPF'de ise düşüşe yol açar.
2. Obstrüksiyon giderildikten sonra Rİ'de düzelme ile birlikte renal fonksiyonlar yeniden kazanılır.
3. Rİ, $T_{1/2}$ ve ERPF gibi fonksiyonel parametreler ile obstrüksiyon giderildikten sonra ERPF'de düzelme olup olmayacağı tahmin edilemez.
4. Obstrüksiyon giderildikten sonra, önceden yükselmiş Rİ'de hızlı bir düşüş renal fonksiyonların geri dönüşünü gösteren erken bir göstergedir.[38]

Başka bir çalışmada da, unilateral parsiyel üreterik obstrüksiyonun Rİ ve $T_{1/2}$ de artmaya, ERPF'de azalmaya neden olduğu, karşı böbrekte ise Rİ de azalmaya ve ERPF'de artışa sebep olduğu gösterilmiştir. Daha ileri obstrüksiyon mevcudiyetinde Rİ ve $T_{1/2}$ de daha fazla artış ile ERPF'de daha fazla düşme olmaktadır. Obstrüksiyon stabilize olduktan sonra Rİ ve $T_{1/2}$ pozitif olarak koreledir.[39]

Patti ve ark. obstrükte ve nonobstrükte böbreklerin ortalama RIR ve $T_{1/2}$ değerleri arasında belirgin bir fark bulmuşlardır. Aynı zamanda RIR'nun unilateral hidronefrozisli çocuklarda iyi bir obstrüktif index olduğu ve diüretik renografi bulguları ile korelasyon gösterdiğini tesbit etmişlerdir.[40]

Bizim çalışmamızda, obstrüktif tarafın ortalama GFR değeri (32.94±13.6 ml/dk), nonobstrüktif taraftan (52.19±12.28 ml/dk) daha düşük idi ($p<0.001$). Obstrüktif taraftaki ortalama $T_{1/2}$ değeri (33.99±13.53 dk), diğer taraftan (13.08±6.27 dk) belirgin olarak yüksekti ($p<0.001$). $T_{1/2}$ için 20 dakikanın üzeri eşik değer olarak alındığında % 76 sensitivite, % 94 spesifite ve % 85'lik bir genel doğruluk oranı saptandı. Rİ $\geq$0.70 veya $t_{1/2}$ > 20 dk değerlerinden herhangi birinin varlığında sırasıyla %86, % 94 ve % 90'lık sensitivite, spesifite ve genel doğruluk oranları bulunurken, her ikisinin bir arada bulunması durumunda bu değerler sırasıyla % 50, % 100 ve % 79 olarak tesbit edildi. Sonuçlardan diüretik renografinin Rİ'in tanı değerini artırdığını fakat ikisinin eşik değerin bir arada bulunması şartında sensitivitenin azaldığı ortaya çıkmaktadır.

GFR'nin obstrükte böbreklerde, karşı böbrekle karşılaştırıldığında % 10 daha düşük olduğu gösterilmiştir.[41] Ancak ileri derecede unilateral üreteral obstrüksiyon durumunda bile GFR normal bulunabilmektedir.[42]

Akut üreteral obstrüksiyondan 2 saat sonra filtrasyon fraksiyonu (FF) ve GFR'de belirgin azalma oluşur. Bu azalma renal kan akımında (RBF) artış ile birliktedir. Üreteral

ligasyonu takip eden ilk 15 dakikada GFR sabit kalma eğilimindedir. GFR'nin korunduğu bu evrede üreteral basınç ve RBF'de hızlı bir artış söz konusudur.[43]

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmaya yaşları 6-78 arasında değişen unilateral üreter obstrüksiyonu olan 31'i erkek ve 19'u kadın toplam 50 hasta alındı. Hastalara renal doppler US ve diüretik renografi uygulanıp Rİ, ΔRİ, GFR ve $T_{1/2}$ değerleri hesaplandı ve aşağıdaki sonuçlar elde edildi.

1. Obstrüktif tarafta Rİ değeri ortalama 0.70±0.06 idi. Nonobstrüktif tarafta ise 0.57±0.05 olarak hesaplandı.
2. ΔRİ değerlerinin ortalaması 0.14± 0.067 idi.
3. Obstrüktif taraftaki ortalama $T_{1/2}$ değeri (33.99±13.53 dk), diğer taraftan (13.08±6.27 dk) belirgin olarak yüksekti.
4. Obstrüktif tarafın ortalama GFR değeri (32.94±13.6 ml/dk), nonobstrüktif taraftan (52.19±12.28 ml/dk) daha düşük idi.
5. 50 obstrüktif böbreğin 32'sinde Rİ ≥ 0.70 idi. Rİ'nin 0.70'in altında olduğu 18 hastanın 8' inde ise ΔRİ ≥ 0.1 idi.
6. 38 obstrükte böbrekte $T_{1/2}$ > 20 dk idi.
7. Obstrüksiyon olmayan 3 böbrekte de $T_{1/2}$ > 20 dk tesbit edildi.
8. Rİ ≥ 0.70 eşik değer olarak alındığında sensitivite % 64, spesifite % 100 ve genel doğruluk oranı % 82 olarak hesaplandı.
9. $T_{1/2}$ için 20 dakikanın üzeri eşik değer olarak alındığında % 76 sensitivite, % 94 spesifite ve % 85'lik bir genel doğruluk oranı saptandı.
10. Rİ ≥ 0.70 veya $T_{1/2}$ > 20 değerlerinden herhangi birinin varlığında, her ikisinin bir arada bulunması durumuna göre sensitivitenin daha yüksek olduğu ve spesifitenin azaldığı gözlendi. (% 86'ya karşılık % 50 ve % 94'e karşılık % 100)
11. Doppler US ve diüretik renografinin bir arada kullanılmasının unilateral üreteral obstrüksiyon tanısında doppler US'nin sensitivitesini artırdığı izlendi.

Rİ tayini yapılacak obstrüksiyonlu hastaların iyi bir klinik değerlendirme yapılarak renal medikal hastalık , kalp hastalığı, hipotansiyon, dehidratasyon açısından sorgulanması gerekmektedir. Ayrıca şüpheli renal kolik durumunda doppler değerlendirmesinin mutlaka ağrı tedavisi öncesi yapılması yanlış yorumlamaları önlemek için şarttır.

Özellikle doppler US'nin kolay uygulanabilir ve noninvaziv bir yöntem olması, sonuçları ile beraber göz önüne alındığında obstrüktif üropatideki değerini artırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Küpeli S, Küpeli B. Üriner obstrüksiyonlar. Anafarta K, Göğüş O, Bedük Y, Arıkan N (yazarlar). Temel Üroloji içinde. Ankara: Güneş Kitabevi, 1998:271-294
2. Gulmi FA, Felsen D, Vaughan ED. Pathophysiology of urinary tract obstruction. In Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, Wein AJ (eds). Campbell's Urology. Philadelphia: Saunders, 2002:411-462
3. Tanagho EA. Urinary obstruction and stasis. In Tanagho EA, Mc Aninch JW (eds). Smith's General Urology. USA: Appleton & Lange, 1995:172-185
4. Shokeir AA, Provoost AD and Nijman RJM. Resistive index in obstructive uropathy. BJU 1997; 80:195-200
5. Ellenbogen PH, Scheible FW, Talner LB, Leopold GR. Sensitivity of gray scale ultrasound in detecting urinary tract obstruction. AJR 1978; 130:731-733
6. Anafarta K. Ürogenital organların anatomik ve histolojik yapısı. Anafarta K, Göğüş O, Bedük Y, Arıkan N (yazarlar). Temel Üroloji içinde. Ankara: Güneş Kitabevi, 1998:3-27
7. Göğüş O. Üriner obstrüksiyon ve staz. Yaman LS, Göğüş O, Müftüoğlu YZ ve ark. (yazarlar). Üroloji içinde. Ankara: Güneş Kitabevi, 1990:105-133
8. Shokeir AA. The diagnosis of upper urinary tract obstruction. BJU Int. 1999; 83:893-901
9. Garcia-Pena MB, Keller MS, Schwartz DS, Korsvik HE and Weiss RM. The ultrasonographic differentiation of obstructive versus nonobstructive hydronephrosis in children:a multivariate scoring system. J Urol 1997; 158:560-565
10. Taylor A, Nally JV. Clinical applications of renal scintigraphy. AJR 1995; 164:31-41
11. Taylor A, Ziffer J. Urinary tract, In Early PJ, Sodee DB (eds). Principles and Practise of Nuclear Medicine. USA: Mosby-Year Book, 1995: 579-616
12. Taylor A, Schuster DM, Alazraki N (eds). The genitourinary system, In A Clinicians Guide to Nuclear Medicine. USA: Society of Nuclear Medicine, 2000:45-76
13. Treves ST, Majd M, Kuruç A, Packard AB and Harmon W. Kidneys. In Treves ST (ed). Pediatric Nuclear Medicine. New York: Springer-Verlag, 1995:339-399

14. Müftüoğlu YZ, Karaoğlan Ü, Özkardeş H. Ürogenital sistemin fizyolojisi. Anafarta K, Göğüş O, Bedük Y, Arıkan N (yazarlar).Temel Üroloji içinde. Ankara: Güneş Kitabevi, 1998:39-69
15. Platt JF, Rubin JM, Ellis JH, DiPietro MA. Duplex Doppler US of Kidney: Differentiation of obstructive from nonobstructive dilatation. Radiology 1989; 171:515-517
16. Bude RO, DiPietro MA, Platt JF, Rubin JM, Miesowicz S, Lundquist C. Age dependency of the renal resistive index in healty children. Radiology 1992; 184:469-473
17. Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Distinction between obstructive and nonobstructive pyelocaliectasis with duplex doppler sonography. AJR 1989; 153:997-1000
18. Shokeir AA, Provoost AP, El-azab M, Dawaba M, Nijman RJM. Renal Doppler ultrasound in children with obstructive uropathy: effect of intravenous normal saline fluid load and furosemide. J Urol 1996;156:1455-1458
19. Gilbert R, Garra B, Gibbons MD. Renal duplex doppler ultrasound:an adjunct in the evaluation of hydronephrosis in the child. J Urol 1993; 150:1192-1194
20. Patriquin HB, O'Regan S, Robitaille P, Paltiel H. Hemolytic-uremic syndrome: intrarenal arterial doppler patterns as a useful guide to therapy. Radiology 1989; 172:625-628
21. Mostbeck GH, Gossinger HD, Mallek R, Siostrzonek P, Schneider B, Tscholakoff D. Effect of heart rate on doppler measurements of resistive index in renal arteries. Radiology 1990; 175:511-513
22. Shokeir AA, Provoost AP, El-azab M, Dawaba M, Nijman RJM. Renal doppler ultrasound in children with normal upper urinary tracts: effect of fasting, hydration with normal saline, and furosemide administration. Urology 1996; 47:740-744
23. Tublin ME, Dodd GD 3rd, Verdile VP. Acute renal colic: diagnosis with duplex doppler us. Radiology 1994; 193:697-701
24. Ulrich JC, York JP, Koff SA. The renal vascular response to acutely elevated intrapelvic pressure: resistive index measurements in experimental urinary obstruction. J Urol 1995; 154:1202-1204
25. Ordorica RC, Lindfors KK, Palmer JM. Diuretic doppler sonography following successful repair of renal obstruction in children. J Urol 1993; 150:774-777

26. Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Acute renal obstruction: evaluation with intrarenal duplex doppler and conventional US. Radiology 1993; 186:685-688
27. Chen JH, Pu YS, Liu SP and Chiu TY. Renal hemodynamics in patients with obstructive uropathy evaluated by duplex doppler sonography. J Urol 1993; 150:18-21
28. Fung LC, Steckler RE, Khoury AE, McLorie GA, Chait PG and Churchill BM. Intrarenal resistive index correlates with renal pelvis pressure. J Urol 1994; 152:607-611
29. Shokeir AA and Abdulmaaboud M. Resistive index in renal colic: a prospective study. BJU Int 1999; 83:378-382
30. de Toledo LS, Martinez-Berganza Asensio T, Cozcolluela Cabrejas R, de Gregorio Ariza MA, Pardina Cortina P, Ripa Saldias L. Doppler-duplex ultrasound in renal colic. Eur J Radiol 1996; 23:143-148
31. Cronan JJ, Tublin ME. Role of the resistive index in the evaluation of acute renal obstruction. AJR 1995; 164:377-378
32. Shokeir AA, Abdulmaaboud M, Farage Y, Mutabagani H. Resistive index in renal colic: the effect of nonsteroidal anti-inflammatory drugs. BJU Int. 1999; 84:249-251
33. Shokeir AA, Mahran MR and Abdulmaaboud M. Renal colic in pregnant women: role of renal resistive index. Urology 2000; 55:344-347
34. Shokeir AA, Shoma AM, Abubieh EA, Nasser MA, Eassa W and El-asmy A. Recoverability of renal function after relief of acute complete ureteral obstruction: clinical prospective study of the role of resistive index. Urology 2002; 59:506-510
35. Howman-Giles R, Uren R, Roy LP, Filmer RB. Volume expansion diuretic renal scan in urinary tract obstruction. J Nucl Med. 1987; 28: 824-828
36. Conway JJ. "Well-tempered" diuresis renography: its historical development, physiological and technical pitfalls, and standardized technique protocol. Semin Nucl Med. 1992; 22:74-84
37. Upsdell SM, Testa HJ, Lawson RS. The F-15 diuresis renogram in suspected obstruction of the upper urinary tract. BJU 1992; 69:126-131
38. Shokeir AA, Nijman RJM, El-azab M and Provoost AP. Partial ureteral obstruction: role of renal resistive index in stages of obstruction and release. Urology 1997; 49: 528-535

39. Shokeir AA, Nijman RJM, El-azab M and Provoost AP. Partial ureteric obstruction: a study of doppler ultrasonography and diuretic renography in different grades and durations of obstruction. BJU 1996; 78:829-835
40. Patti G, Menghini ML, Todini AR, Marrocco G and Calisti A. The role of the renal resistive index ratio in diagnosing obstruction and in the folow-up of children with unilateral hydronephrosis. BJU Int 2000; 85:308-312
41. Bratt CG, Aurell M, Jonsson O and Nilsson S. Long-term followup of maximum concentrating ability and glomerular filtration rate in adult obstructed kidneys after pyeloplasty. J Urol 1988; 140:273-276
42. Green J, Vardy Y, Munichor M and Better OS. Extreme unilateral hydronephrosis with normal glomerular filtration rate: physiological studies in a case of obstructive uropathy. J Urol 1986; 136:361-365
43. Katzberg RW, Morris TW, Dimarco PL, Merguerian PA, Ventura JA, Linke CA and Fischer HW. Glomerular filtration response to acute ureteral obstruction in the dog. J Urol 1985; 134:1007-1010