



**T.C
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**OBSTRÜKTİF-NONOBSTRÜKTİF ÜROPATİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİNDE İNTRARENAL
REZİSTİF İNDEKSİN ROLÜ**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Rüveyda ÖLMEZ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Ahmet METE**

TEMMUZ – 2011

**T.C
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**OBSTRÜKTİF-NONOBSTRÜKTİF ÜROPATİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİNDE İNTRARENAL
REZİSTİF İNDEKSİN ROLÜ**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Rüveyda ÖLMEZ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Ahmet METE**

TEZ ONAY SAYFASI

**T.C
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

OBSTRÜKTİF-NONOBSTRÜKTİF ÜROPATİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE İNTRARENAL REZİSTİF İNDEKSİN ROLÜ

Dr. Rüveyda ÖLMEZ

08/07/2011

Tıp Fakültesi Dekanlığı Onayı

(İmza).....

Prof. Dr. Abdurrahman KADAYIFÇI

Tıp Fakültesi Dekanı

Bu tez çalışmasının “Tıpta Uzmanlık” derecesine uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

(İmza).....

Prof. Dr. M. Metin BAYRAM

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımdan okunmuş ve her yönü ile “Tıpta Uzmanlık” tezi olarak uygun ve yeterli bulunmuştur.

(İmza).....

Yrd. Doç. Dr. Ahmet METE

Tez Danışmanı

TEZ JÜRİSİ:

- | | |
|-------------------------------|--------|
| 1. Prof. Dr. M. Metin BAYRAM | (İmza) |
| 2. Prof.Dr.Reşat KERVANCIOĞLU | (İmza) |
| 3. Prof.Dr.Akif ŞİRİKÇİ | (İmza) |
| 4. Doç.Dr.Mustafa ADLI | (İmza) |
| 5. Yrd. Doç. Dr. Ahmet METE | (İmza) |

I. ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve desteğini esirgemeyen başta Anabilim Dalı başkanımız ve sayın hocam Prof. Dr. M. Metin BAYRAM'a, tezimin yazılmasında ve değerlendirilmesinde emeği geçen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ahmet METE'ye ve diğer değerli hocalarım Prof. Dr. Reşat KERVANCIOĞLU, Prof. Dr. Akif ŞİRİKÇİ, Doç. Dr. Ayhan ÖZKUR ve Doç. Dr. Selim KERVANCIOĞLU'na, birlikte çalıştığım, tanımaktan ve aynı mesleği paylaşmaktan mutluluk duyduğum tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma, Radyodiagnostik Bölümü çalışanlarına, hayatımdaki her konuda beni destekleyen, her zaman yol gösteren sevgili anne ve babama, aileme, eşime ve hayatıma bambaşka anlamlar katan canım oğluma ve kızıma teşekkürlerimi sunarım. Katkılarından dolayı karşılıklı sevgi ve saygı ile birlikte çalıştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma, Radyoloji Bölümü çalışanlarına ve bugüne kadar desteğini benden esirgemeyen aileme ve eşime teşekkür ederim.

Dr. Rüveyda ÖLMEZ
Gaziantep 2011

II. İÇİNDEKİLER

I. ÖNSÖZ.....	I
II. İÇİNDEKİLER.....	II
III. ÖZET.....	IV
IV. ABSTRACT	V
V. KISALTMALAR	VI
VI. TABLO LİSTESİ	VII
VII. ŞEKİL LİSTESİ.....	VIII
VIII. RESİM LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Üriner Sistem Embriyolojisi	3
2.2. Üriner Sistem Anatomisi	4
2.2.1. Böbrekler	4
2.2.1.1. Böbrek Damarları	5
2.2.2. Üreterler	7
2.2.2.1. Üreterin Normal Varyasyonları	8
2.2.2.2. Üreterin Anatomik Komşulukları	9
2.2.2.3. Üreterovezikal bileşke anatomisi.....	10
2.2.2.4. Üreterin Segmentleri.....	10
2.2.3. Mesane	11
2.2.4. Üretra	12
2.2.4.1. Erkek Üretrası	12
2.2.4.2. Kadın Üretrası.....	12
2.3. Üriner Sistem Taşları	12
2.3.1. Üriner Sistem Taş Hastalığının Nedenleri ve Risk Faktörleri	14
2.3.2. Üriner Taş Hastalığında Semptomlar	15
2.3.2.1. Ağrı	15
2.3.2.2. Hematüri	16
2.3.2.3. Enfeksiyon	16
2.3.2.4. Ateş	16
2.3.2.5. Bulantı - Kusma	16
2.3.3. Taş Hastalığında Fizik Muayene	16
2.3.4. Taş Hastalığında Laboratuvar Bulguları.....	17
2.3.5. Taş Hastalığında Ayırıcı Tanı.....	17
2.3.6. Taş Hastalığının Komplikasyonları	17
2.4. Üriner Sistem Obstrüksiyonu.....	18
2.5. Üriner Sistem Görüntülemesinde Kullanılan Radyolojik Tanı Yöntemleri	19
2.5.1. Direkt Üriner Sistem Grafisi.....	20
2.5.2. İntravenöz Ürografi / Pyelografi.....	21
2.5.3. Retrograd Pyelografi.....	23
2.5.4. Antegrad Pyelografi.....	23
2.5.5. Helikal (Spiral) BT	23
2.5.6. Manyetik Rezonans Görüntüleme	24
2.5.7. Ultrasonografi ve Renkli Doppler US	24
2.6. Doppler Ultrasonografi	25
2.6.1. İnceleme Parametreleri	27

2.6.1.1. Örnekleme Hızı (Pulse Repetition Frequency; PRF).....	27
2.6.1.2. Geliş Açısı.....	28
2.6.1.3. Örnek Volüm (Sample Volüm).....	28
2.6.1.4. Duvar Filtreleri	29
2.6.1.5. Çerçeve Hızı (Frame Rate)	29
2.6.2. Doppler US’de Gösterim Yöntemleri.....	29
2.6.2.1. Sürekli Dalga (Continuous Wave-CW) Doppler	29
2.6.2.2. Spektral (Pulsed Wave-PW) Doppler	30
2.6.2.3. Dupleks Doppler	30
2.6.2.4. Renkli Doppler US (RDUS)	30
2.6.2.5. Power Doppler Sonografi	31
2.6.3. Hemodinami.....	32
2.6.3.1. Plug Akım	32
2.6.3.2. Laminar Akım.....	32
2.6.3.3. Türbülans Akım	33
2.6.4. Doppler Sonografi Klinik Uygulamaları	33
2.6.5. Doppler US’nin Endikasyonları ve Kullanım Alanları.....	34
2.6.6. Doppler US’de Görülen Artefaktlar	35
2.6.6.1. Aliasing Artefaktı	35
2.6.6.2. Uygulama Açısına Bağlı Artefaktlar	35
2.6.6.3. Derinlik İkilemi Artefaktı	36
2.6.6.4. B-Mode Benzeri Ayna Görüntüsü Artefaktı.....	36
2.6.6.5. Color-Overwrite Artefaktı	36
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37
4. BULGULAR.....	39
5. TARTIŞMA.....	46
6. SONUÇ	52
7. KAYNAKLAR	53

III. ÖZET

OBSTRÜKTİF-NONOBSTRÜKTİF ÜROPATİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE İNTRARENAL REZİSTİF İNDEKSİN ROLÜ

Dr. Rüveyda ÖLMEZ
Uzmanlık Tezi, Radyoloji Anabilim Dalı
Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Ahmet METE
Temmuz 2011, 61 sayfa

Obstrüksiyona bağlı hidronefroz gelişmiş böbreklerde Doppler ultrasonografi kullanılarak yapılan klinik çalışmalar renal arter kan akımında oluşan değişimleri belirlemiştir. Bu bilgi obstrüktif renal patolojileri nonobstrüktif patolojilerden ayırt etmekte kullanılabilir.

2009-2010 tarihleri arasında akut renal kolik bulguları ile başvuran olgularda retrospektif olarak rezistivite indeksi (Rİ) ölçüldü. Kontrol grubu olarak olgunun sağlam olan diğer böbreğinin Rİ değeri kullanıldı. 0,70'in üzerindeki Rİ değerleri ve/veya her iki böbrek arasındaki Rİ değerleri ($\Delta Rİ$) 0,08'den daha fazla olan Rİ ölçümleri obstrüksiyon lehine anlamlı kabul edildi.

Bu çalışmaya 61 olgu dâhil edildi. Olguların (n:48) %78,6'sında Rİ 0,70'in üstündeydi ve her iki böbrek arasındaki Rİ farkı ($\Delta Rİ$) 0,08'den büyüktü. 6 olguda Rİ 0,61-0,70 arasında ölçüldü ve $\Delta Rİ$ 0,08'den azdı. 7 olguda ise Rİ değeri 0,70'den küçük olduğu halde $\Delta Rİ \geq 0,08$ idi.

Ultrasonografi ve/veya İVP ile kontrol edilen olguların (n=55) %90'ında obstrüktif renal patoloji saptandı. Rİ ölçümü ile kıyaslandığında doğruluk oranı %100 bulundu.

Bu çalışma akut obstrükte böbreklerde mevcut olan kanıtları artırmaktadır. Renal Doppler kayıtları pelvikalisijel sistem dilatasyonundan önce renal perfüzyon değişikliklerini gösterebilir ve renal kolik şüphesi ile değerlendirilen obstrükte-nonobstrükte böbreklerin ayrımını yapabilir.

Anahtar kelimeler: Renal obstrüksiyon, Doppler ultrasonografi, Rezistif index

IV. ABSTRACT

ROLE OF REZISTİVE İNDEX İN EVALUATION OF OBSTRUKTİVE and NONOBSTRUKTİVE UROPATHY

Rüveyda ÖLMEZ, M.D.

Rhesidency Thesis, Department of Radiology

Thesis Supervisor: Ahmet METE, MD, Assist Prof.

July 2011, 61 pages

Clinical studies using Doppler sonography identified an alteration in renal arterial blood flow in obstructed hydronephrotic kidneys. This can be used to distinguish obstructive from nonobstructive collecting system dilatation.

From 2009 through 2010 we attempted to measure as retrospective the resistive index (RI) in all patients with acute urinary tract obstruction who presented to our emergency department. The contralateral nonobstructed kidneys served as controls. Criteria for obstruction were a RI of 0,70 or greater and/or a side to side difference of 0,08 or greater.

We evaluated 61 patients %78,6 (n:48) of them had RI values greater than 0,70 and the differences of RI values between two kidneys (Δ RI) were greater than 0,08. In 6 patients, RI values were between 0,61 and 0,70 but also the differences between two kidneys were smaller than 0,08. In 7 patients, RI values were smaller than 0,70 but side to side differences were greater than 0,08.

When we evaluated these patients with ultrasonography and/or IVP, %90 (n=55) of them had urinary tract obstruction. Overall, as compared with RI values, diagnostic accuracy rate was %100.

This study supplements the existing evidence that, in acutely obstructed kidneys, renal Doppler recording can demonstrate altered renal perfusion before pelvicalyceal system dilatation and distinguish obstructed and unobstructed kidneys evaluated with suspicion of renal colic.

Key words: Renal obstruction, Doppler ultrasonography, Resistive index

V. KISALTMALAR

BT	Bilgisayarlı tomografi
CW Doppler	Continuous wave doppler
DUSG	Direk üriner sistem grafisi
IVP	İntravenöz pyelografi
MRG	Manyetik rezonans görüntüleme
PKD	Pelvikalisyel dilatasyon
PRF	Puls tekrarlanma frekansı
PW Doppler	Pulsed wave doppler
RDUS	Renkli doppler ultrasonografi
RI	Rezistif indeks
SV	Sample volum
US	Ultrasonografi

VI. TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Hasta Listesi ve Rİ Değerleri	40
Tablo 2. Obstrükte ve Nonobstrükte böbreğin Rİ değerleri	41
Tablo 3. Obstrükte ve nonobstrükte grupların Δ Rİ değerleri	41

VII. ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Renal anjiyografiyle gösterilmiş sağ renal arter ve dalları	7
Şekil 2. İntrarenal arteriyel sistemin Şematik gösterimi	7
Şekil 3. Böbrekler, üreterler ve anatomik komşulukları	11
Şekil 4. Doppler kayması.....	26

VIII. RESİM LİSTESİ

Resim 1. 47 yaşında sağ üreter alt uçta lokalize taşı olan erkek olgu.....	42
Resim 2. Sol üreter orta-distal kesimde taşı olan 42 yaşında erkek olgu	43
Resim 3. Sağ üreter proximal-orta seviyede taşı olan 49 yaşında erkek olgu	44
Resim 4. Sağ üreteropelvik bileşkede taşı olan 56 yaşında kadın olgu	45

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Renal kolik, akut üriner obstrüksiyonun en yaygın semptomudur. Üroloji Polikliniğine ve Acil Servise gelen hastalarda üriner sistem taşlarının neden olduğu akut böğür ağrısı oldukça sık karşılaşılan bir problemdir. Akut kolik tarzda yan ağrısı olan hastaların %60-95'inde üreter taşı vardır. Üreterin üst bölümlerinde lokalize taşlarda genellikle ağrılar kasıklara, distal üreterdekilerde ise testislere ve labialara doğru yayılmaktadır (1-4). Genel olarak akut yan ağrısı ile karakterize olan bu durumun tanı ve ayırıcı tanısı da ayrı bir problemdir. Geçmişte üriner sistem taşları tanısında direkt üriner sistem grafisi (DÜSG), intravenöz piyelografi (IVP), daha yakın dönemlerde bunlara ek olarak ultrasonografi (US) sık kullanılan radyolojik incelemelerdir (5,6). İntravenöz piyelografi tetkiki sırasında kontrast madde kullanım zorunluluğu bulunması, kontrast maddenin potansiyel alerjik reaksiyon riski ve böbrek yetmezliği bulunan olgularda verilememesi, tetkik süresinin uzun olması, bazı olgularda üreter taşlarını direkt görüntüleme ve lokalize etmede yetersiz kalabilmesi IVP'nin dezavantajlarıdır. Ayrıca akut karın ağrısı yapan diğer durumların ayırıcı tanısına katkısı da yok denilecek kadar azdır.

Ultrasonografi tetkikinin daha çok operatör bağımlı olması ve tanı doğruluğunun tetkiki yapan kişinin konu ile ilgili tecrübesiyle doğru orantılı olması bu tetkik için dezavantaj teşkil etmektedir.

Son yıllarda kontrastsız helikal (spiral) bilgisayarlı tomografinin (BT) akut yan ağrısı ile başvuran olgularda üreter taşı varlığı tanısında güvenilir ve hızlı bir görüntüleme yöntemi olduğuna dair yapılan çok sayıdaki çalışma ve yayın sonucu, bu tetkik akut böbrek koliğinin değerlendirilmesinde yapılması gereken ilk tetkik olarak kabul edilmiştir (7). Ancak bu olguların kronik hasta olmaları ve taş hastalığının büyük oranda tekrarlıyor olması bu tetkikin defalarca yapılmasına ve dolayısıyla da olguların maruz kaldıkları radyasyon miktarının artmasına neden olmaktadır.

Doppler ultrasonografinin gelmesiyle birlikte böbreğin fizyolojisine yeni görüş kazandırılmış, farklı patofizyolojik durumlarla ilişkili kan akım değişikliklerinin

incelenebilmesi sağlanmıştır. Son çalışmalarda renal obstrüksiyonun tespitinde intrarenal RI değerindeki yükselmenin önemi vurgulanmaktadır. Bu çalışmada üreter taşının yol açtığı renal obstrüksiyonun teşhisinde doppler ultrasonografinin değerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Üriner Sistem Embriyolojisi

Üriner sistemin gelişimi iki bölümde incelenebilir: Nefrik sistem ve vezikoüreteral sistem (8). Nefrik sistem, birbiri ardına ortaya çıkan üç taslaktan oluşur: pronefroz, mezonefroz, metanefroz. Pronefroz böbrek oluşumunun en primitif şeklidir ve üçüncü haftada ürogenital plaktan hücre tomurcuklanmasıyla ortaya çıkar. Bu tomurcuklar dorsale doğru büyür ve aşağı doğru uzayarak kendinden sonra gelen ürogenital plağın yaptığı aynı biçimdeki tomurcukla birleşir. Bu olay segment segment tekrarlanarak bir kordon oluşur ve daha sonra kordon içinde lümen belirmesiyle Wolff kanalı ortaya çıkar. Aşağı doğru inen kanal kloakaya açılır. 4. hafta sonunda pronefrozun büyük bir bölümü körelirken bu yapıdan sadece Wolff kanalı arta kalır. Pronefroz gerilerken yerini alan ve Wolff kanalına indüksiyonla primitif Bowman kapsülünün olduğu mezonefroz da 4-8. haftalarda boşaltım sistemi görevini yaptıktan sonra geriler. Yerini alan metanefrozun gelişmesi üreter tomurcuğu ve metanefrojen blastem olmak üzere başlıca iki yapıdan oluşur (8,9). Üreter tomurcuğu her iki cinste Wolff kanalından kloakaya açılma yerinin biraz üzerinden çıkar ve propelvisi oluşturur. Propelvisin tomurcuklanma yoluyla çatallanması sonucu tübüluslara kadar olan boşaltım sistemi (pelvik kaliks sistemi ve toplayıcı kanallar) meydana gelir. Bunun indüksiyonuyla metanefrojen blastemden oluşan küçük kesecikler bir taraftan toplayıcı borulara diğer taraftan serbest yönde uzanırlar. Serbest uç bir süre sonra arterini de alarak kendi içine kıvrılır ve Bowman kapsülünün ilk taslağını yapar.

Kapsül iç yaprağına ait hücrelerin bir kısmı dökülür ve hücreler arası boşluklar oluşur. Diğer taraftan arta kalan hücrelerin gövdesinden bu boşluklara doğru uzanan çıkıntılar birbirleri arasına girerek kapiller membrana bazalis üzerine otururlar. Kapsül dış yaprağı ise erkenden yassı epitelyum haline dönüşür. Bu esnada kanalın toplayıcı boru ile birleşen ucu büyümesine devam eder. Ancak bulunduğu yer dar olduğundan zorunlu kıvrımlar yaparak uzar ve tübülusların tümünü oluşturur (9-11). Bu gelişim süresince böbrekler pelvik bölgeden migrasyonla normal lomber lokalizasyonlarına

ulaşırlar. Migrasyon 90 derecelik bir rotasyonla tamamlanır. Yükselme esnasında kanlanma başlangıçta orta sakral arterden, sonra iliak arterden, inferior mezenterik arterden ve son olarak da aortadan olmak üzere komşu damarlardan sağlanır (10). Yedinci gestasyonel haftada ürorektal septum kloakal membranla birleşerek, ventral ürogenital sinüs ve dorsal rektumu oluşturur. Başlangıçta mesane allantois ile devam eder ve urachus (erişkinde median umbilikal ligament) adı verilen fibroz yapı ile sonlanır. Mesane genişlediğinde mezonefrik kanalın distal kesimi ile mesane trigonunu birleştirir. Aynı anda üreterle ayrı ayrı mesaneye girerler. İnfant ve çocukta mesane abdominal bir organ iken, puberteden sonra gerçek bir pelvik organ halini alır. Erkek üretrasının çoğunun, kadın üretrasının tamamının epiteli ürogenital sinusun endoderminden gelişir.

Üretranın bağ dokusu ve düz kasları komşu splanknik mezenkimden meydana gelir.

2.2. Üriner Sistem Anatomisi

- 1) Böbrekler
- 2) Üreterler
- 3) Mesane
- 4) Üretra

2.2.1. Böbrekler

Retroperitoneal olarak yerleşmiş, 11-12 cm uzunluğunda, 5-6 cm genişliğinde ve ortalama 3 cm kalınlığında fasulye şeklinde organlardır. Onikinci torakal ve ilk üç lomber vertebralar düzeyinde vertebraların sağında ve solunda yer alırlar. Üst polleri alt pole göre orta hatta 1 cm daha yakındır. Sağ böbrek karaciğer nedeniyle sol böbrekten biraz daha aşağıdadır. İç kenarları hafif konkav olup hilusu içermektedir (12,13).

Böbrekleri içten dışa doğru fibröz kapsül, adipoz kapsül ve Gerota kapsülü (Gerota fasyası) adı verilen yapılar çevreler. Böbrek yüzeyi ince bir fibröz kapsülle çevrilidir. Bu kapsülün dışında perirenal yağ dokusu olarak adlandırılan oldukça kalın adipoz kapsül bulunur. Bu yağ dokusu, çevre müsküler yapılara göre direk grafide nispeten radyolüsen, BT’de ise hipodens görünmektedir (12,13). Bu yağ dokusu dışında, böbreküstü bezini de içine alan renal fasya (Gerota fasyası) vardır. Anterior ve

posterior renal fasya adı verilen iki bölümden oluşan Gerota fasyası, perirenal ve pararenal yağ dokularını birbirinden ayırır. Bu fasyalar BT’ de hiperdens çizgi şeklinde izlenirler. Anterior ve posterior renal fasyaların lateralde birleşmesi sonucu ‘laterokonal fasya’ oluşur. Böbrekler karın arka duvarına ‘korpus pararenalis’ adlı yağ dokusu aracılığıyla tutunurlar.

Böbrek parenkimi korteks ve medulla olmak üzere ikiye ayrılır. Korteksin medullayı oluşturan piramitler arasına yaptığı uzantılara Bertini kolonları adı verilir. Böbrek korteksi ortalama 12 mm kalınlıktadır (12). Bu katmanda sayıları 1 milyonun üzerinde glomerül yumakları, proksimal tübüller, kapiller damarlar bulunmaktadır. Glomerüller Bowman kapsülü ile çevrilidir. Medulla, sayıları 6 ile 8 arasında değişen piramitlerden oluşur. Tabanı kortekste olan piramitlerin uç kısımlarında sayıları 5-11 arasında değişen papillalar vardır.

Papillalar renal sinüslere açılırlar. Papillaları çevreleyen kadeh şeklindeki oluşumlar minör kalikslerdir. Kalisiyel yapı küçük (minör) ve büyük (majör) kalikslerden oluşur. Minör kalikslerin papillalara yapıştıkları alanlardaki forniksler normalde keskin görünümündedir.

Enfeksiyon ve obstrüksiyonlarda bu açılar küntleşebilir (13). Minör kalikslerin boyun kısımlarına infundibulum adı verilir. Birkaç minör kaliks birleşerek majör kaliksi oluşturur.

Majör kaliksler de birleşerek renal pelvis'e açılırlar. Renal pelvis huni şeklinde olup üreterin uzantısıdır. Kısmen böbrek içinde kısmen böbrek dışında yer alır. Parenkime giren arter ve venlerle yakın komşuluktur.

2.2.1.1. Böbrek Damarları

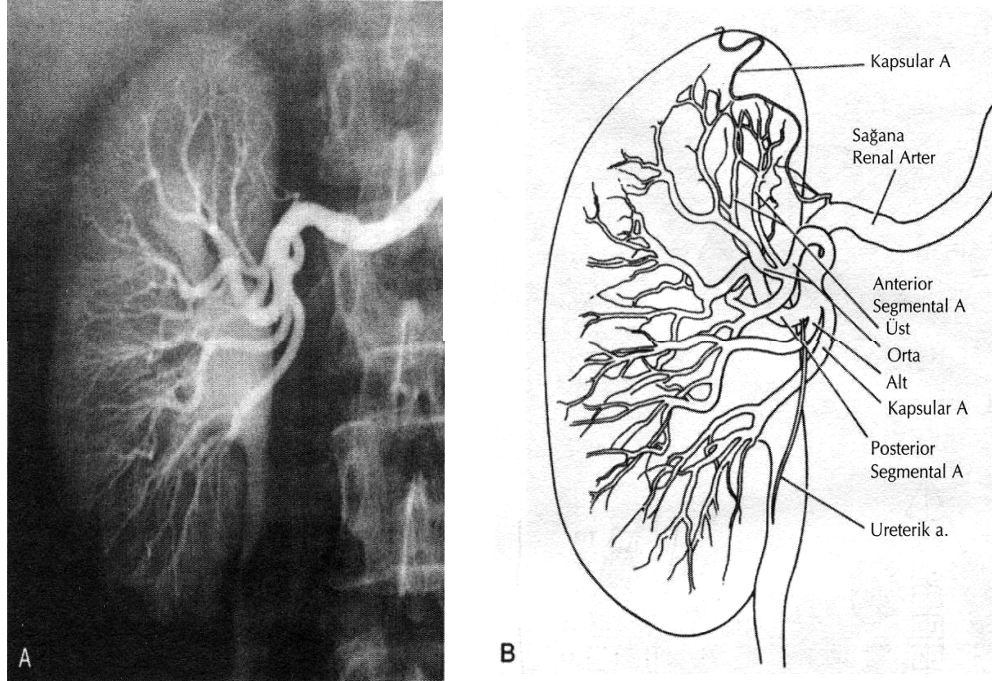
Böbrek damar pedikülü renal hilustan medial olarak böbreğe giren bir arter ve büyük bir venden oluşmaktadır. Ön-arka düzlemde böbrek veni daha önde, arteri ise venin arka planında yer alır. Böbrek damarsal yapıları 2. lumbar vertebra korpusu hizasında süperior mezenterik arterin altından, aort ve v.kava inferiorundan kaynaklanır. Sağ böbrek arteri sola göre daha yüksek düzeyden aortadan çıkar ve aşağı doğru uzanarak v. kava inferiorun arkasından geçer. Sol böbrek arterine göre daha uzundur. Böbrek arterleri yukarıya doğru küçük dallar, adrenal beze ve aşağı doğru böbrek

pelvisi ve üst üretere dallar verirler. Bunun yanında ana böbrek arterinden böbrek kapsülüne ve perinefrik yağa ince arteriyel dallar çıkabilir (14).

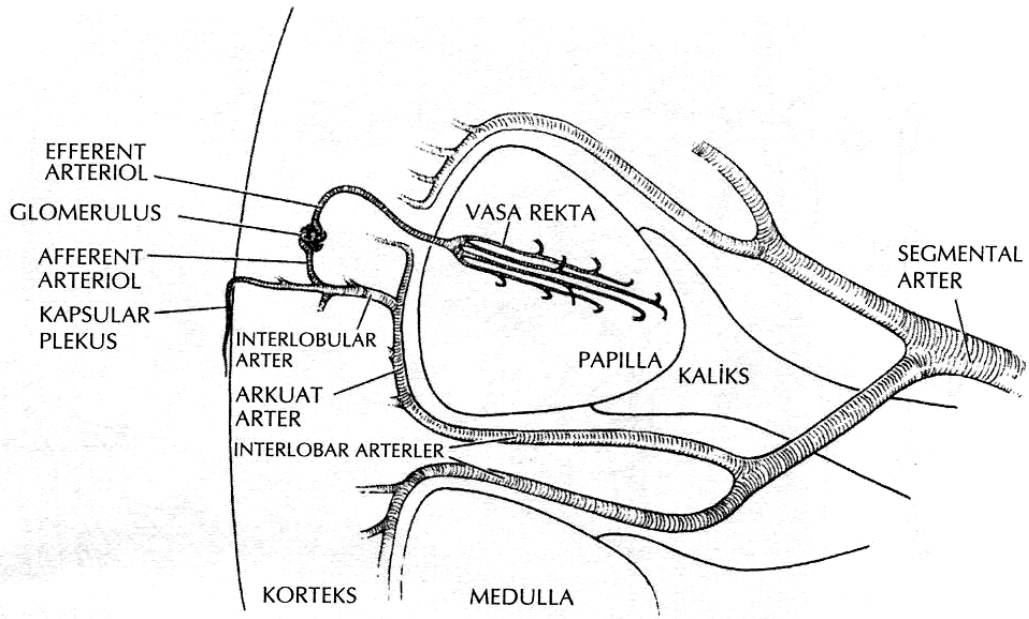
Ana böbrek arteri tipik olarak 4 veya daha fazla sıklıkla 5 segmental dala ayrılır. İlk segmental bölünme posterior daldır ve böbreğin posterior segmentini besler. Anteriordan apikal, üst, orta ve alt segmental dallar çıkar. Ana böbrek arteri ve segmental arterler ve bunların dalları anastomoz yapmayan, kollateral dolaşımı olmayan end arterlerdir. Bu arterlerin herhangi birinde oluşacak tıkanıklık veya hasar, beslediği böbrek parankiminde iskemi ve enfarktüse neden olur (14).

Segmental arterler böbrek sinüsünden sonra lobar arterleri ve daha sonra da renal parankime girerek interlober arterleri oluşturur. Her bir piramit tabanında, interlober arterler, arkuat arterler olarak devam eder ve kortikomedüller bileşke boyunca paralel seyreder. Arkuat arterler, dönerek birçok radyal arteriyel dallar, interlobuler arterleri oluşturur. Bu yan dallar glomerülün afferent arteriollerini yapar ve kan glomerüler kapiller ağı efferent arteriol olarak, afferent arteriolun girdiği yerin tam karşısından terk eder (Şekil1,2).

Postglomerüler kapillerler sonra interlobüler venlere drene olurlar ve sırasıyla arkuat, interlober, lobar ve segmental venler olarak devam ederler. Bazen 5 adet, genellikle üç büyük trunkus olarak ana vende birleşirler. Sağ renal ven kısadır (2-4 cm) ve V. kava inferiora yandan doğrudan girer. Sol ana böbrek veni sağdan üç kat daha uzundur. Aortun önünden geçerek v. kavanın sol yan tarafına ulaşır. Aortun lateralinde, sol ana böbrek venine, yukarıdan sol adrenal ven, arkadan bir lumbar ven ve aşağıdan sol gonadal ven dökülür. Her iki böbrek veni kendilerine eşlik eden böbrek arterinin önünde seyreder (14).



Şekil 1. Renal anjiografiyle gösterilmiş sağ renal arter ve dalları



Şekil 2. İntrarenal arteriyel sistemin şematik gösterimi

2.2.2. Üreterler

Her bir üreter renal toplayıcı sistemin tübüler devamı olup; böbrekleri mesaneye bağlar. Erişkinlerde her bir üreter boyu 22-30 cm uzunluğundadır. Üreterler

ve renal toplayıcı sistem transizyonel hücreli epitel ile döşenmiş olup epitel altında lamina propria denilen bağ dokusu tabakası bulunmaktadır. Bu iki tabaka üreter mukozasını oluşturur. Üreterlerin etrafı üreteral sheat adı verilen yumuşak bir kılıfla sarılmıştır. Bu kılıf özel bir yapıya sahiptir. Üreteral kılıf retroperitoneal bağ dokusunun intermediate stratum tabakası tarafından korunur, hemen peritonun arkasında uzanır ve peritona yapışık olarak seyreder.

Proksimalde hem üreteral kılıf hem de adventisya tabakası renal pelvisin bu katlara karşılık gelen yapıları ile devam eder. Distalde ise bu yapılar üreter alt uca yakın Waldeyer kılıfına karışırlar ve buradan da derin trigonu oluşturmak üzere mesane duvarına katılırlar. Kadınlarda ise üreteral kılıf parametrium içinde vezikovajinal ve uterovajinal pleksuslar ile yakın ilişkilidir. Uterus operasyonları sırasında üreter alt uç kesimini serbestleştirmek daha zor olduğu için bu bölge cerrahi travma açısından risk altındadır (15). Üreteral kılıfın hasar gördüğü durumlarda, üreter komşu organlara yapışıklık gösterebilir ve bu da bir fonksiyonel obstruksiyona neden olabilir. Bu nedenle üreter kılıfı periüreteral neoplazmalar ve inflamatuvar olaylarda invazyona karşı bir bariyer oluşturur. Bu kılıfın bir özelliği de retroperitonda inflamasyon olsa bile peristaltik hareketin devamlılığının sağlanmasına neden olur. Üreterosubperitoneal arterler üreter ile periton arasında bulunur ve bunlar üreter ile peritona dallar verir. Üreteral dallar distale ve proksimale doğru seyrederken adventisya tabakasına sekonder dal verirler. Bu arterial dallarda, üreterde pleksus oluşturur ve kas tabakasına penetran damarlar verirler. Bu nedenle üreter operasyonlarında iskemi görülme olasılığı düşüktür (15).

2.2.2.1. Üreterin Normal Varyasyonları

Normal üreter seyri boyunca aynı kalibrede değildir. Üreterin boylu boyunca üç farklı yerinde anatomik darlık bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, üreteropelvik bileşkedir. Çapı 2 mm'dir. Birçok olguda renal pelvis ile proksimal üreterin genişlik farkından dolayı daha fazla daralmış sanılabilir. Bazı olgularda lokal olarak artmış kas tonusu bu görünüme yol açabilir. Bu durum normal üreterde sabit bir darlık olmadıkça fizyolojik ya da fonksiyonel olarak kabul edilir. İkinci darlık bölgesi üreterin pelvise girdiği yerde kıvrılmaya ve iliak damarların ekstrensek basısı nedeni ile oluşan darlık yeridir. Bu bölgede üreterde intrensek kalibre değişikliği yoktur. Çapı 4 mm'dir.

Üçüncü darlık bölgesi üreterovezikal bileşkedir. Burada üreter lümeninde gerçek fiziki bir sınırlama vardır. Bu bölgede üreter anatomik olarak daha dar olup kalibresi intramural üreter boyunca üreter orifisine kadar dar olarak devam eder. Bu uç fonksiyonel üreter darlığı klinik olarak çok önemlidir. Üriner sistem taşlarının belirgin olarak takıldığı potansiyel obstrüksiyon bölgeleridir (16-18).

2.2.2.2. Üreterin Anatomik Komşulukları

Üreterler retroperitoneal seyri boyunca posteriorda psoas kası ile komşudur. Bifurkasyon düzeyinde iliak damarları çaprazlayarak pelvise girer. Nadiren sağ üreter vena kava inferioru arkadan çaprazlar (retrokaval üreter), bu durumda üreteral bası ve obstrüksiyon oluşur. Orta hattaki retroperitoneal kitleler, lenfadenopati ve aort anevrizmaları üreteri dışa iter. Gonodal damarlar retroperitonda üretere paralel seyreder. Pelvise girmeden önce üreteri önden, içten dışa doğru çaprazlar. Sağ üreter, önde terminal ileum, çekum, apendiks, çıkan kolon ve bunların mezenterleri ile sol üreter, inen kolon, sigmoid ve mezenterleri ile komşudur.(şekil 3) Buralara yapılacak cerrahi girişimlerde üreter tehlikede olabilir. Üreter önde peritona yapışık olarak uzanır. Terminal ileum, apendiks, sağ ve sol kolon ve sigmoid kolonun tümoral ve inflamatuvar lezyonlarında aynı taraf üreter etkilenir. Mikrohematüri, fistül, tam obstrüksiyon meydana gelebilir (16).

Üreterler iliak damarları çaprazlarken birbirlerine 5 cm mesafededirler. Fakat üreterler pelvise girdiklerinde birbirlerinden uzaklaşırlar. Erkeklerde üreter mediale döndüğünde önden vas deferens tarafından çaprazlanır ve lateral vezikal ligamanlar içerisinde inferior vezikal arter ve sinirlerle seyreder. Peritoneal taraftan bakıldığında, retrogenital katlantının tam lateralinde ve derinliğindedir (19).

Pelvik cerrahi kadında daha fazla olduğundan dolayı pelvik üreterin seyri daha fazla önem arz eder. Kadınlarda, üreter önce overin posteriorunda seyreder. Kardinal ligament vasıtasıyla gevşek bağ dokusu tüneline girmeden önce broad ligamentin derinliğinde mediale doğru döner. Erkeklerde olduğu gibi üreter peritonun rektouterin katlantısının lateralinde ve derinliğindedir. Üreter, ön tarafta uterin arterle çaprazlaşır, bu nedenle histerektomi esnasında yaralanması kolaydır.

Vajenin önünden geçerken serviks uteriği 1,5 cm yanda ve önde çaprazlar. Yaralanmasında ureterovajinal fistül gelişebilir. Üreter mesaneye ulaşmak için ön

vajinal duvarda 1-4 cm arasında seyreder. Bu nedenle distal üreter taşları ön vajinal duvardan palpe edilebilir (19).

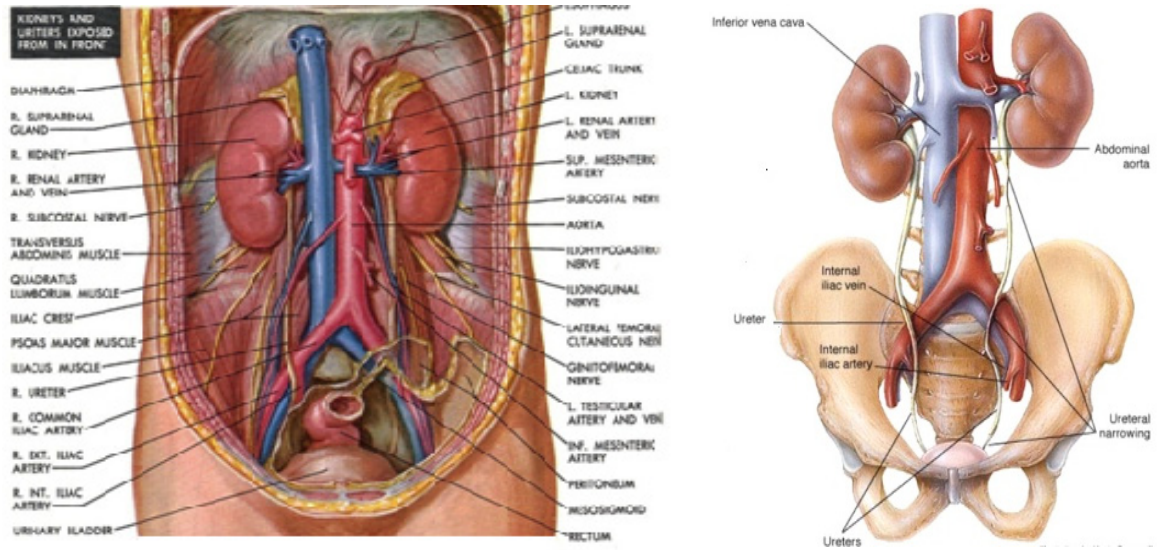
2.2.2.3. Üreterovezikal bileşke anatomisi

Üreter mesaneye yaklaştıkça spiral mural düz kas lifleri longitudinal hale gelir. Mesaneye 2-3 cm mesafede üreterin üzerinden longitudinal olarak fibromusküler bir kılıf (waldayer) uzanır ve trigona kadar devam eder. Üreter mesane duvarını oblik olarak deler ve duvar içinde 1,5-2 cm ilerledikten sonra üreteral orifisle sonlanır. İntramural üreter detrusor hiatusundan geçerken daralır. Üreterin mesane içindeki bölümü yumuşaktır ve bu kısım detrusor kas plağı ile desteklenmiştir. Bu oluşumlar üreterovezikal reflünün önlenmesinde valv mekanizması olarak işlev görür. İki üreter orifisi ve internal üretral meatus arasında kalan üçgen şeklindeki bölüm mesane trigonu olarak adlandırılır. Üreterlerin vezikal yanlarındaki ince longitudinal düz kas lifleri lateral ve posterior üreter duvar fibrillerine katılmak için kendilerine uyan orifislerine doğru ilerler ve mesane tabanında yelpaze gibi açılırlar. Mesane trigonu 3 kas tabakasından oluşur, bunlar; üreterin longitudinal liflerinin üretraya uzanan ve veru montanuma yapışan superfisial tabaka, waldeyer kılıfından başlayıp mesane boynuna yapışan derin tabaka ve mesanenin detrusor tabakasıdır. Superfisial trigon kasları üreteri mesaneye bağlar. Üreteral reimplantasyonda bu kas waldeyer ile üreter arasına girmek için kaldırılır ve kesilir. Bu boşlukta fibroz ve muskuler bağlantılar vardır.

Bu anatomik oluşum mesane dolumu esnasında üreteral orifisleri fikse ve gergin tutarak reflüyü önler (18-20).

2.2.2.4. Üreterin Segmentleri

Radyolojik olarak genellikle üst üreter, orta üreter, alt üreter olmak üzere 3 segmente ayrılır. Üreteropelvik bileşke düzeyinden başlayarak böbreklerin en alt kesitte görüldüğü düzeye kadar olan kesimi proksimal, böbreklerin en alt seviyesinden sakrumun üst düzeyine kadar olan kesim orta, sakrum üst düzeyinden üreterovezikal bileşke proksimaline kadar olan kesim distal üreter olarak adlandırılır. Üreterovezikal bileşkedeki taşlar da ayrı bir grup olarak değerlendirilir (16).



Şekil 3. Böbrekler, üreterler ve anatomik komşulukları

2.2.3. Mesane

Üreterlerin böbrekten getirdiği idrarın, işeme ihtiyacını giderme dışındaki zamanlarda, içinde birikmesine yarayan kas ve zardan yapılmış bir kesedir. Erkeklerde pelvis diafragması prostatın üstünde, rektumun ve sperma keseciklerinin ön ve yukarısındadır. Kadında pelvis diafragması üstünde uterus ve vajinanın önündedir. Mesane; corpus vesica, apex vesica, fundus vesica ve cervix vesica olarak dört bölgeye ayrılır. Mesane peritonla komşu olan yüzleri dışında dört tabakadan meydana gelir. Bağ dokudan oluşan dış tabaka, parasitium adını alır.

Orta tabaka kastan yapılmış olup tunica muscularis adını alır. Dış katı uzunluğuna kas liflerinden, orta katı sirküler kas liflerinden yapılmıştır. Bu lifler torbanın tepesinden tabanına dek devam eder, üretranın iç deliğine yaklaşıncaya kalınlaşır ve burada halka biçimini alarak sfinkter vesicayı oluşturur. İç katı yine uzunluğuna liflerden oluşur. İç tabaka mukoza tabakası (tunica mucosa) ve altındaki submukozadan (tela submucosa) yapılmıştır. Mesanenin fizyolojik kapasitesi 300 cc'dir, 2 lt' ye kadar çıkabilir. Üreter delikleri eliptik bir görünüşteki 3-5 mm' lik sağlı sollu iki delikten oluşup dıştan içe doğru eğiktir. Üretranın iç deliğinin 2-3 cm arka ve dış yanlarında olan bu deliklerin aralarındaki mesafe de 2,5 cm kadardır. Bu üç deliğin arası trigonum vesica adını alır (19).

2.2.4. Üretra

2.2.4.1. Erkek Üretrası

Üretra yolu boyunca üç parçada incelenir:

1) Pars prostatica: Burada üretranın arka duvarında ortada dikey durumda verumontanum adını alan bir çıkıntı vardır. Bu çıkıntının uzunluğu 10-15 mm'dir. Yukarı ve aşağı uzanan uçları crista üretralis adını alır. Yukarı crista, aşağı olandan daha kalınca olup yan kenarları arasında ve tam mesane boynu hizasında, prostatın orta lobunun yşslılarda mesane içinde meydana getirdiği uvula vesicae denilen çıkıntı görülür. Verunun ortasında yan yana 3 delik vardır. Bunlardan ortadaki utriculus prostaticus, yandakiler de ductus ejaculatoriusların iki deliğidir.

2) Pars membranacea: Perinenin ürogenital diafragmasını geçen üretranın bu parçasında yolun genişlemesi ile kaybolan uzunluğuna birkaç plika görülür.

3) Pars spongiosa: Üretranın penis içinde olan spongiosa parçası penisin erektör organlarından biridir. İç yüzünde bulunan uzunluğuna plikalar vardır yolun genişlemesi ile kaybolur.

2.2.4.2. Kadın Üretrası

Mesane boynu ile vulva arasındadır. Uzunluğu 3,5-4 cm arasındadır. Pelvis parçası ve perine parçası vardır. Pelvis parçası kadın üretrasının 4/5 ini yapar ve üretranın sfinkteri ile çevrilmiştir. Üretra perineyi vajinanın önünden geçer ve aralarında gevşek bağ dokusu ile düz kas liflerinden meydana gelen bir üretrovaginal bölme vardır (21).

2.3. Üriner Sistem Taşları

Üriner sistem taş hastalığı, üriner infeksiyonlar ve prostat hastalıklarından sonra üçüncü en sık tanı konulan ürolojik hastalıktır (22). Ürolojik taş hastalıklarının % 12'lik insidansı bulunmaktadır (23). Ülkemizde prevalansı % 14,8 olup Akdeniz, Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi' nde sık görülmektedir (24,25). Tedavideki gelişmelere rağmen taş hastalığı prevalansı ve nüksü artmaktadır (26).

Erkeklerde kadınlara göre 3 kat daha fazla görülmektedir. Genellikle 30-50 yaşlarında görülmektedir (27). Bir kez böbrek taşı oluştuğunda tedavi uygulanmaksızın 5-7 yıl içinde tekrarlama riski %50, 20 yıl içinde tekrarlama riski %75 kadardır.

Coğrafik olarak incelendiğinde özellikle sıcak iklim bölgelerinde yaşayanlarda daha sık görülmektedir. Dehidratasyon ve artmış üriner konsantrasyon bunun nedeni olabilir (28).

En sık görülen taş grubu kalsiyum içeren kalsiyum oksalat, kalsiyum fosfat gibi taşlardır (29). Yapılarına göre taş çeşitleri şunlardır:

Kalsiyum oksalat taşları: En sık görülen taşlardır ve tüm taşların ortalama 1/3' ünü katkısız oksalat taşları ve ortalama 1/3' ünü kalsiyum oksalat ve apatit karışımı taşlar oluşturur. Bu durumda üriner taşların yaklaşık %70'i oksalat taşlarıdır. Kalsiyum oksalat taşları, kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat taşlarından sonra üçüncü derecede radyoopak taşlardır (30).

Apatit (bazik kalsiyum fosfat) taşları: Apatit taşlarının katkısız ve karışık çeşitleri vardır. Bu taşlar kalsiyum fosfat bileşimlerinin karışımından oluşurlar.

Magnezyum amonyum fosfat (strüvit, enfeksiyon) taşları: Karışık ya da katkısız çeşitte olur. Kalsiyum bulunan taşlardan daha az opaktır. Üre parçalayan proteus türü mikroorganizma ile idrar alkali olur, magnezyum amonyum fosfat taşları oluşur. Fosfat taşları hızlı büyüme eğiliminde olup renal pelvis ve kaliksiyel sistemin tamamını doldururlar. Bu tip taş oluşumu geyik boynuzuna benzediği için "staghorn" taşı olarak tanımlanır. Daha çok kadınlarda görülür. Strüvit (enfeksiyon) taşları kadınlarda bakteriyel enfeksiyonun başlıca nedenlerindendir. Taşların içinde yaşayan bakteriler vardır. Strüvit taşları üriner taşların yaklaşık %15 kadarını oluşturur (31).

Kalsiyum hidrojen fosfat taşları: %2 oranında bulunur.

Kalsiyum karbonat taşları: genellikle fosfat taşları ile karışık olarak bulunurlar ve radyoopak taşlardır.

Ürik asit taşları: Katkısız ya da karışık şekilde bulunurlar. Katkısız ürik asit taşlarının yoğunluğu düşüktür. Karışık ürik asit taşları kalsiyum oksalat ya da apatit içerirler. Ürik asit taşları tüm üriner sistem taşlarının % 5-10'unu oluşturur.

Sistin taşları: Enzim eksikliği nedeniyle sistin atılımı arttığında sistinüri ve taş oluşumu meydana gelir. %1-2 oranında görülür.

Ksantin taşları: Çok seyrek görülen taşlardır. Metabolizma bozukluğu sonucu oluşur.

Matriks taşları: Matriks özdeklerinden oluşurlar. Bu taşlarda yer yer dağınık kalsifikasyonlar vardır. Matriks taşları varlığında toplayıcı sistemde kitle görünümüleri bulunur. Bulunduğu yerin biçimini alıp, koraliform görünümü oluşturabilirler (32).

Üriner sistem taşlarının büyük bölümü radyoopaktır. Sistin taşları yarı opak, saf ürik asit ve ksantin taşları ise radyolüsendir.

2.3.1. Üriner Sistem Taş Hastalığının Nedenleri ve Risk Faktörleri

İdrar, içerisinde kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), oksalat, fosfat, ürat ve diğer farklı bir takım maddeler içeren sıvı bir çözeltilidir. İdrar içerisindeki maddelerin miktarı değişik nedenlerle artış gösterdiği zaman çözelti doygunluğa ulaşır.

Doygunluk sınırı da geçildiğinde çözeltideki maddelerden küçük bir kristal çökerek bir çekirdek oluşturur (29). Sonuçta taşlar, protein matriks ve kristal kümelerinin birikmesi sonucunda oluşmaktadır (30). Taşların oluşum nedeniyle ilgili birçok teori olsa da hiçbiri taş oluşumundaki sorunların hepsini açıklayamamaktadır. Büyük bir olasılıkla taş hastalığı birçok faktörün kombinasyonu ve birbiriyle olan etkileşimi sonucu olmaktadır:

1) Nükleasyon teorisi: Ufak bir kristal veya yabancı cisim kristalizasyona sebep olur ve bunun büyümesi sonucu kristalize olan bir tuzla süpersatüre olur.

2) Taş matriks teorisi: Organik üriner proteinlerden (albümin mukoproteinler) kristallerin depolanması için iskeleti oluşturur.

3) Kristalizasyon inhibisyonu teorisi: İdrardaki tuzların kristalizasyonunu engelleyen birçok madde gösterilmiştir (Mg ve sitrat). Eğer bu maddelerin konsantrasyonu düşerse taş oluşumuna doğru eğilim olur.

4) Obstrüksiyon teorisi: Taşlar, obstrüksiyon yapabilecek yerlerde oluşur. Buna örnek olarak böbrek kaliksiyel divertikülü, üreterosel, obstrükte mesane veya obstrükte prostatik kanal gösterilmektedir. Üriner sistem taş hastalığı multifaktöriyel etiyolojiye sahiptir. Patogenezi tam olarak aydınlatılamamakla birlikte çeşitli risk faktörlerinin varlığının belirlenmesi önemlidir. Bu risk faktörlerinin varlığında rekurren taş oluşumu artmaktadır:

A- Yaşamın erken döneminde (25 yaş altı) hastalık başlangıcı

B- Kalsiyum hidrojen fosfat içeren taşlar

C- Taş oluşumuna ilişkin belirgin aile öyküsü

D- Yalnızca tek böbreğin işlev görmesi (tek böbrek olması taş oluşumu riskini artırmaz ama bu hastalar taş nüksü açısından özellikle düşünülmelidir).

E- Taş oluşumuyla ilişkili hastalıklar; hiperparatiroidizm, renal tübüler asidoz (kısmi/tam), sistinüri, primer hiperoksalüri, jejunoileal by-pass, Crohn hastalığı, kötü emilim durumları, sarkoidoz ve hipertiroidizmdir.

F- Taş oluşumu ile ilgili ilaçlar; Kalsiyum takviyeleri, D vitaminleri takviyeleri, Asetazolamid, Askorbik asidin büyük dozları (>4 gr/gün), Sülfonamidler, Triamteren ve İndinavirdir.

G- Taş oluşumu ile ilgili anatomik anormallikler; tübüler ektazi (medüller sünger böbrek), üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu, kaliksiyel divertikül, üretral daralma, vezikoureteral reflü, at nalı böbrek ve ureteroseldir.

Üriner taş oluşumu kronik üriner enfeksiyon durumunda sık olarak görülür. Bu taşlar bütün üriner taşların %15'ini oluşturur. Bu taşlar sıklıkla büyüktürler ve bütün pelvikaliksiyel sistemi doldurabilirler ve karakteristik olarak staghorn taş olarak adlandırılırlar. Kimyasal yapı olarak karışık taşlardır, magnezyum amonyum fosfat ve kalsiyum apatit içerirler ve tripil fosfat ve struvit tşsları olarak bilinirler. Üreyi parçalayarak idrar pH'sında ve amonyum konsantrasyonlarında artışa neden olan bakterilerin (Bakterioides Proteus) enfeksiyonlarında görülür. Enfeksiyon sonucunda üriner sistem mukozasının dökülen epitellerinin nukleus oluşturması, mukoid kolloidlerin idrara karışması taş oluşumuna neden olmaktadır (29).

Üriner sistemde her iki taraflı ya da tekrarlayan taş oluşumunda daima anatomik veya metabolik bozukluk düşünülmelidir. Konjenital veya akkiz morfolojik anomaliler taş oluşumunda predispozan faktör olan staza neden olmaktadır (31).

2.3.2. Üriner Taş Hastalığında Semptomlar

2.3.2.1. Ağrı

Akut kolik tarzda yan ağrısı olan hastaların %60-95'inde üreteralkalkül vardır (33). Böbrek taşı, renal pelviste ve kalikslerde kısmi tıkanma yaparsa lomber bölgede, böbrek kapsülünün gerilmesi nedeniyle kolik tarzında olmayan künt ağrı oluşur. Üriner sistemde tam tıkanıklığa yol açan taşlarda ise böbrek toplayıcı sistemi ile ureterin gerilmesi ve hiperperistaltizm nedeniyle kolik tarzında ağrı oluşur (34). Mukozal irritasyon, inflamasyon, ödem gibi lokal olaylar da ağrıya neden olur. Özellikle ödem,

serbest sinir uçlarının gerilmesine bağılı olarak kolik tarzında ağrı yapabilir. Ağrı ve semptomlar taşın bulunduğu bölgeye göre değışken olabilir. Proksimal üreter taşlarında aralıklı lomber ağrı görülür. Taşın distalde pelvise doğıru inmesiyle ağrı karın bölgesine yayılır. Distal üreter taşlarında ağrı aynı taraf kasık ve genital alana yayılır. Üreterovezikal bileşke taşlarında vezikal irritabilite semptomları görülebilir.

2.3.2.2. Hematüri

Taşın kaliks veya pelvis mukozasında travmatize etkisi sonucu hematüri görülür. Hastaların çoğunda mikroskobik hematüri görülür. Makroskopik hematüri aralıklı olarak görülebilir.

2.3.2.3. Enfeksiyon

Magnezyum amonyum fosfat (sturvit) taşları enfeksiyon taşlarıdır. Kalsiyum fosfat taşları da üriner enfeksiyonla birlikte görülebilir. Tıkanma varlığında tüm taşlar staz sonrası enfeksiyona sebep olabilir. Enfeksiyonun gelişmesi, duyulan ağrıda da farklılıklara yol açar. Üropatojen bakteriler ürettikleri endotoksinler ve ekzotoksinler nedeniyle üreterin peristaltizmini değıştirir.

2.3.2.4. Ateş

İdrar yollarında taş ile birlikte görülen ateş ürolojik acil durumlardandır. Ateş, taşikardi, hipotansiyon ve ciltte vazodilatasyon görülmesi ürosepsisi gösteren klinik belirtilerinden biri olabilir.

2.3.2.5. Bulantı - Kusma

Otonom sinir sistemine ve böbreklerle midenin çölyak gangliyon aracılığı ile olan ortak innervasyonuna bağılı olarak, renal kolik esnasında bulantı ve kusma sık izlenmektedir.

2.3.3. Taş Hastalığında Fizik Muayene

Taş hastalarının büyük kısmı renal kolik nedeni ile başvurur. Renal koliğı olan hastalar rahat edebilecekleri bir pozisyon bulamazlar. Taş hastalarında sıklıkla terleme,

taşikardi ve takipne bulunur. Rahatsızlığa bağlı tansiyon yükselmesi görülebilir. Obstrüksiyona enfeksiyon eşlik etmiyorsa ateş yükselmesi olmaz. Akut üst idrar yolu tıkanıklığında görülen kostovertebral açı hassasiyeti uzun süreli tıkanıklıklarda görülmeyebilir. Bu gibi durumlarda gelişen hidronefroza bağlı olarak böbrek ele gelen bir kitle olarak hissedilebilir (35).

2.3.4. Taş Hastalığında Laboratuvar Bulguları

Taş hastalığında idrar tahlilleri ve gerekirse kültürleri yapılır. Sıklıkla mikroskopik hematüri gözlenir. Enfeksiyonun birlikte bulunduğu hastalarda idrarda lökositde artma, taş tamamıyla tıkaçıcı olmadıkça piyüri ve bakteriüri saptanır. Eğer kristalüri varsa taşın etiyolojisi hakkında bilgi verir (sistin, kalsiyum oksalat, ürik asit gibi). İdrar pH' sı da önemlidir. Yirmidört saatlik idrarın toplanması metabolik olarak taşın değerlendirilmesi için kullanılır. Kan biyokimyası ile de serumda kalsiyum, fosfor, ürik asit, kreatinin, üre, protein ve alkalen fosfataz bakılır.

2.3.5. Taş Hastalığında Ayırıcı Tanı

Üriner taşlar diğer retroperitoneal ve peritoneal patolojileri taklit edebilir. Akut apandisit, peptik ülser, tıkaçıcı olan veya olmayan safra taşları, akut renal arter embolizmi, abdominal aort anevrizması, ektopik veya farkına varılmayan gebelik, over kist torsiyonu ve benzeri over patolojileri, divertikül hastalığı, bağırsak tıkanıklığı, lomber disk hernisi, abdominal tümörler, boğulmuş inguinal herniler, epididimit, orşit gibi akut batına ilişkin bir ayırıcı tanı listesi gerekir (35).

2.3.6. Taş Hastalığının Komplikasyonları

- Enfeksiyon
- Böbrek yetmezliği
- Hidronefroz
- Skuamoz hücreli karsinom
- Ksantogranülomatoz pyelonefrit

2.4. Üriner Sistem Obstrüksiyonu

En sık nedeni taşlardır. Obstrüksiyonlar;

1. Anatomik obstrüksiyonlar (taş, tümör, v.b. nedenlere bağlı oluşan).

2. Fonksiyonel obstrüksiyonlar (vezikoüreteral reflü veya bozulmuş idrar akımına bağlı oluşan) olmak üzere iki ayrı grupta incelenebilir (22). Üriner sistem obstrüksiyonlarında hidroüreter, hidronefroz veya pelvis dilatasyonu olmadan sadece bir veya birden fazla kaliksiyel yapıda genişleme görülebilir. Akut üreter obstrüksiyonlarının en sık nedeni üriner sistem taşlarıdır (23). Klinik olarak kolik tarzında yan ağrısı ve hematüri görülebilir. Üreter içinde uzun eksenleri üretere paralel olarak yerleşirler.

Üreterde oluşacak akut ya da kronik obstrüksiyonlar sonucunda gelişen patofizyolojik değişiklikler klinik bulguların ortaya çıkması açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.

Normalde renal pelvis içi basınç 5-10 mmHg arasında olup intraperitoneal ve mesane içi basınçlardan biraz yüksektir. Aktif peristaltizmin olmadığı dinlenme dönemlerinde üreter içi basınç da benzer özelliklere sahiptir. Köpeklerde yapılan çalışmalarda obstrüksiyon olmadığı durumda, üreter içi basınç dinlenme döneminde 10 mmHg, aktif peristaltizmin bulunduğu dönemde ise 15 mmHg civarında bulunmuştur. Ancak akut obstrüksiyon geliştiğinde üreter içi basınçlar da değişiklik göstermektedir (7). İnsanlarda yapılan çalışmalarda üreter lümeni bir balon ile tıkandığında, ilk 10 dakika içinde üreteral basıncın 50 mmHg' ya, daha sonraki 20 ile 60 dakika içerisinde 77 mmHg düzeylerine çıktığı saptanmıştır (7). Oluşan obstrüksiyonu açma ve aşma isteği ile oluşan üreteral peristaltizm ve basınçtaki artış ile birlikte üreter çapında da artış görülmektedir. Obstrüksiyonu takiben 10 dakika içinde üreter çapında 2-3 mm'lik, obstrüksiyonun 10. dakikasından sonra yaklaşık 5mm'lik bir artış olmaktadır. Tam obstrüksiyonun devam etmesi halinde 1. saatten sonra peristaltik dalgaların amplitüdlerinde azalma başlamakta, 24. saatte ise ulaşılan en üst basıncın %50'sine düşmektedir. Obstrüksiyon kronikleştikçe üreteral basınçlar normal düzeylere iner ve irregüler şekil kazanır. Üreter çapında belirgin genişleme oluşarak bazal değer üzerine yaklaşık 9-10 mm artış gözlenir. Obstrüksiyonun üzerine enfeksiyon eklenirse üreteral kontraksiyonların tamamen yok olduğu görülebilmektedir (7).

Üreterde oluşan obstrüksiyon ve buna bağlı oluşan değişikliklere paralel olarak böbrek kan akımı da etkilenmektedir. Obstrüksiyonu takiben ilk 90 dakikada obstrükte böbrek kan akımında paradoksal olarak artış gözlenir. Bu artış, oluşan preglomerüler dilatasyona bağlanabilir. Bu artışı takiben 90. dakika ile 5. saat arasında üreter içi basınçtaki artışa paralel olarak böbrek kan akımında azalma gözlenir. 5. ile 24. saatler arasında bu azalma devam ederken üreter içi basınçta da azalma oluşur. Obstrüksiyonun devam etmesi durumunda 72. saatte böbrek kan akımı bazalin %50'si, 1. haftada %30'u, 2. haftada %20'si, 8. haftada ise %12'si civarına ulaşır. Buna göre obstrüksiyon süresi uzadıkça tübüler fonksiyonlarda ilerleyici bir kayıp ve konsantrasyon yeteneğinde azalma gözlenir. Ancak insan böbreğinin, geri dönüşsüz değişiklikler olmadan, ne kadar uzun süre obstrükte kalabileceğini belirlemek oldukça güçtür. Hayvan çalışmalarında iki haftalık tek taraflı tam obstrüksiyonu takiben renal fonksiyonlarda tam düzelme gösterilmesine karşın insana tam adaptasyonu mümkün değildir.

Öte yandan komplet üreteral obstrüksiyona rağmen renal kan akımının ve glomerüler filtrasyonun azalmakla beraber devam ettiği deneysel olarak gösterilmiştir. Bu durum pyelosinüs, pyelovenöz, pyelotübüler ve pyelolenfatik geri akım ile tanımlanmaktadır.

Obstrüksiyonu takiben ilerleyen günlerde renal pelvis ve üreter etrafındaki lenfatiklere doğru akım gerçekleşmekte olup bu durum "pyelolenfatik geri akım" olarak adlandırılmaktadır. Bu mekanizmalar sayesinde obstrükte taraftaki idrar lenfatikler yoluyla drene edilmeye çalışılmaktadır. Obstrüksiyonda gelişen bu lenfatik drenaj özellikle interstisyel ödemin azaltılarak böbreğin korunması açısından oldukça önem taşımaktadır (7).

2.5. Üriner Sistem Görüntülemesinde Kullanılan Radyolojik Tanı Yöntemleri

1. Direkt Üriner Sistem Grafisi (DÜSG)
2. İntravenöz Ürografi (Pyelografi) (IVP)
3. Retrograd Ürografi
4. Antegrad Pyelografi
5. Ultrasonografi (US)
6. Bilgisayarlı Tomografi (BT)
7. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

2.5.1. Direkt Üriner Sistem Grafisi

Direkt üriner sistem grafisi (DÜSG), “yatarak direkt batın grafisi” olarak da bilinmektedir. Ucuz ve kolay elde edilebilir olması nedeniyle üriner sistem taşlarının tanısında ilk basamak olarak kullanılmıştır (13). Grafinin daha doğru sonuç verebilmesi için hastaya bir gün öncesinde bağırsak temizliği yaptırılır ve ertesi gün hasta aç olacak şekilde sırtüstü yatar pozisyonunda film elde edilir. Bu grafide, üstte 11. ve 12. kostalar ve diyafragma, altta ise symphysis pubica görülmelidir. Böbrekleri kuşatan perirenal yağ dokusu, DÜSG’ de böbrek konturlarının düzgün bir şekilde görülmesini sağlar. DÜSG’de her iki psoas kasının kenarları net görülmelidir. Psoas kas gölgesinin silinmesi inflamatuvar bir olayın varlığını gösterir (31).

5 mm den büyük ve BT atenuasyonu 300 HU den fazla olan taşlar DÜSG’de saptanabilir (33).

Çok yoğun dan aza doğru üriner sistem taşları; kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, kalsiyum oksalat, magnezyum amonyum fosfat, sistin taşları, urat taşları ve matriks taşlarıdır. Taşların %80’den fazlası DÜSG’de görülebilecek şekilde kalsiyum içerir (32). Strüvit taşları buzlu cam görünümünde olurlar, laminasyon gösterirler ve koralliform taşların içeriğinde de bulunurlar. Ürik asit taşları ya hiç görünmez ya da çok silik gölge verirler. Sistin taşları silik görünürler. Matriks taşları düz grafide saptanamaz. Büyük taşlar kolaylıkla görülebildiği halde, fekal materyal, bağırsak gazı, ve kemiklere ait yapıların (vertebraların transvers proçesleri ve sakrum) süperpozisyonu nedeniyle küçük taşlar gözden kaçabilir (35).

DÜSG’de, üreter taşı ile pelvik venlerdeki kalsifiye olmuş trombüslere bağlı oluşan flebolitler arasındaki ayırımı kesin olarak yapmak her zaman mümkün olmamaktadır. Distal üreter taşları ile flebolitler arasında tanısal karışıklık bulunduğu ilk defa 1908 yılında Orton tarafından bildirilmiş olmasına karşın, DÜSG kullanımı günümüze kadar süregelmiştir.

DÜSG’de flebolitler dışında arteriyel kalsifikasyonlar, kalsifiye lenf nodları, apendikolitler, kalsifiye kitlelerin de üreter taşları ile karışabileceği akılda tutulmalıdır.

2.5.2. İntravenöz Ürografi / Pyelografi

İVP, intravenöz yolla verilen kontrast maddenin böbreklerde konsantre olması ve böbreklerin toplayıcı sistemine atılması temeline dayanır. En önemli avantajı; üriner sistemin topoğrafik anatomisini ortaya koymasındır. İntravenöz yolla verilen kontrast maddenin %98'i böbreklerden ,%2'si karaciğer ve bağırsaklardan atılır ve böylece üriner sistemle etraf dokular arasında yoğunluk farklılaşması elde edilir (36). Kontrast maddenin üriner sistemde ekskresyonu glomerüler filtrasyon ile olmaktadır. İVP sırasında kontrast maddenin böbreklerde izlenmesinin nefrografik ve pyelografik fazları vardır (37). Böbreklerin optimal görüntülenmesi çalışmanın erken dönemindeydir. 1-3 dakika içinde kontrast madde enjeksiyonundan sonra kontrast glomerüllerden filtre olur, nefronları doldurur ve renal parankimde belirgin opasifikasyona neden olur. Bu faz nefrogram fazıdır (38). Nefrogram fazının mevcut olması, obstrüksiyon olsun ya da olmasın böbreğin fonksiyone olduğunu gösterir. Böbreğin glomeruler filtrasyon hızı ve verilen kontrast maddenin dozu nefrogramı etkiler (39). Sağlıklı insanda nefrogram fazı 2 dakika süresinde yoğun olarak görülür ve kontrast maddenin kalikslere ulaşması ile sona erer. Kontrast maddenin pelvikaliksiyel sisteme ekskresyonuna ise pyelogram denir.

Klasik İVP'de; Hastaya bir gün önceden hafif bir akşam yemeği yedikten 2-3 saat sonra müshil ilacı verilerek bağırsak temizliği ve 12 saat önce sıvı alımı yasaklanarak pelvikalisiyel yapılarda iyot konsantrasyonunun artırılması sağlanır. Önce hasta yatarken böbrek üst polünden simfiz pubise dek olan bölgeyi içine alan direkt grafi çekilir. İntravenöz yolla 1ml/kg vücut ağırlığı olacak şekilde (20-80ml) iyotlu kontrast madde verilir. Verilen kontrast madde glomerüllerden filtre edilir ve proksimal tübülüslerden su geri absorbe edilirken kontrast madde konsantre olur. 1.dk grafisi nefrogram adını alır ve böbrekler opasifiye olur. Daha sonra 5. ve 15. dakika grafileri çekilerek toplayıcı sistemler ve mesane görüntülenir. 25. dakikada miksiyondan sonra rezidü idrarın tayini için ayakta bir film daha çekilir. Bu standart görüntüleme programı dışında böbreklerde kalikslerin ve pelvis renalisin görüntülenmesi için kompresyon yöntemi ile film çekilebilir. Üreter taşları sık olarak akut üreteral obstrüksiyona neden olmaktadır. Akut obstrüksiyonda kısa süreli renal kan akımı artışını takiben kısa bir süre sonra renal kan akımında ve dolayısıyla glomerüler filtrasyonda belirgin azalma olur. Böylece kontrast maddenin ekskresyonu da azalır. Bu şekilde nefrografik dansite

3-6 saat içinde en yüksek düzeye ulaşır ve azalarak kaybolur. Bazen 24-48 saat kadar devam eden nefrogramlar izlenebilir (36,40). Ancak bu şekilde hastalara uygulanacak doz miktarının artması nedeniyle gereksiz grafilerden kaçınılmalıdır. Hastalara daha az doz verilmesi açısından kontrast madde enjeksiyonundan 15 dakika sonra alınan radyogramlarda kaliksiyel sistem izlenmiyorsa bir sonraki grafi en azından 2 saat sonra alınmalıdır (32).

İVP ile taş boyutu, şekli, pozisyonu ortaya konulabilir, renal fonksiyon hakkında bilgi verir, diğer böbreğin normal çalıştığı gösterilebilir. Üriner sistem taşlarında İVP’de görülen radyolojik bulgular şunlardır;

- Taşa ait opasite veya nonopak taşa ait dolma defektleri şeklinde görülebilir İVP’de üreter taşının en somut bulgusu renal pelvis ile taşın bulunduğu yer arasındaki üreter segmentinde birden fazla grafide izlenen üriner staz belirtileri olan üreterde ve toplayıcı sistemde genişlemedir. Bu görüntü taşın üreteral peristaltizmi azalttığına fonksiyonel göstergesidir.
- Önce parankim fonksiyon bozukluğunun göstergesi olarak nefrogram fazında uzama, sonrasında böbrek yetmezliği ve sessiz böbrek tablosu görülebilir.
- Akut obstruksiyonda olguların %5-17’sinde İVP’de toplayıcı sistem lümeninde artan basınçtan dolayı fornikslerde oluşan yırtıklar nedeni ile kontrast madde renal sinus veya toplayıcı sistem etrafına ekstretravaze olabilir.

İVP’nin avantaj ve dezavantajları şöyle özetlenebilir;

Avantajları: Tüm üriner sistemin kombine değerlendirilmesi, toplayıcı sistemleri ayrıntılı göstermesi, obstruksiyona hassas olması, kalsifikasyonları göstermesi ve relatif ucuz oluşudur.

Dezavantajları: Radyolusent taşları gösterememe, bağırsak gazı ve kemik yapıların süperpozisyonu, böbrek fonksiyonuna bağımlı olması, parankimin iç yapısını, ön ve arka yüzünü göstermemesi, radyasyon mevcudiyeti (gebelerde kullanılamaması, çocuklar için ideal olmaması) ve kontrast maddeye karşı alerjik reaksiyon gelişme riskinin bulunmasıdır. Ayrıca İVP, böbrek fonksiyonlarına bağımlı olduğundan, obstruksiyon ya da diğer nedenlerle böbrek fonksiyonu belirli bir seviyenin altında ise kreatinin düzeyi 1.5 mg/dl veya daha fazla olanlarda kullanılmaz. Obstruksiyon varlığında genellikle geç grafiler gerekmekte, bu da alınan radyasyon dozunu artırmakta

ve tetkik süresini de uzatmaktadır. Son yıllarda üriner sistem görüntüleme yöntemlerindeki gelişmelere rağmen, İVP halen önemini koruyan bir tanı aracıdır.

2.5.3. Retrograd Pyelografi

İntravenöz pyelografi ile pelvikaliksiyel sistem ve üreter anatomisi iyi görüntülenemediği zaman sistoskopi ile renal pelvis mesane içinden retrograd olarak yerleştirilmiş bir kateter içinden dilüe kontrast madde verilmek yoluyla yapılan bir işlemdir (41). Spot grafi ler alınır. Ancak enfeksiyon insidansının yüksek olması ve sistoskopi gibi girişimin uygulanması gerektiğinden yaygın olarak kullanılamamaktadır.

2.5.4. Antegrad Pyelografi

Böbrek toplayıcı sistemine lokal anestezi altında, US veya floroskopi esliğinde 22G iğne yerleştirildikten sonra, bu kateter içinden kontrast madde verilmek yoluyla yapılan bir diğer üriner sistem görüntüleme tekniğidir. Genel olarak tıkayıcı üreter lezyonunun yerini saptamak, üreter fistül ve kaçaklarının yerini göstermek, üst üriner sistem ürodinamisi uygulamak, Whitaker testi yapmak, üst üriner sistemden sitolojik ve bakteriyolojik inceleme amacıyla idrar örneği almak için kullanılan girişimsel bir tekniktir (39).

2.5.5. Bilgisayarlı Tomografi

Akut yan ağrısının kontrastsız BT ile değ erlendirilmesi ilk kez 1995 yılında Smith ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir (42). Bu yayını takiben kontrastsız helikal BT, radyologlar, ürologlar ve acil tıp hekimleri tarafından üreter taşları ve obstrüksiyonların tanısında inceleme yöntemi olarak kabul görmüş ve pek çok yöntemlerin yerini almıştır (7,43,44). Kontrastsız helikal BT'nin pek çok avantajı vardır.

Bunlar:

1. İntravenöz kontrast madde kullanımına ihtiyaç kalmaması
2. Çok kısa zamanda (beş dakikadan kısa bir sürede) uygulanabilmesi
3. Kimyasal bileşenlerine bakılmaksızın tüm taşları görüntüleyebilmesi
4. Taşın yeri ve boyutunu kesin olarak saptayabilmesi
5. Obstrüksiyonun ikincil bulgularını gösterebilmesi

6. Üriner sistem taşı dışında akut yan ağrısı yapabilecek diğer nedenleri de saptayabilmesi şeklinde sıralanabilir (7,43,44). Ancak bu olumlu özellikleri yanında kontrastsız helikal BT incelemesinin bazı sınırlamaları da mevcuttur. Öncelikle üriner sistem fonksiyonları hakkında bilgi vermez. Özellikle zayıf hastalarda şüpheli kalsifikasyonu gösterse de intraabdominal yağın az olması nedeniyle üreterler tüm trase boyunca izlenemeyebilir (45).

2.5.6. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Günümüz literatüründe, 1980’li yılların sonlarından bu yana üriner sistem patolojilerinin değerlendirilmesinde çeşitli MR ürografi tekniklerinin kullanımı ile ilgili pek çok çalışma vardır. Üriner sistem taşları yüksek sinyal intensitesindeki sıvı içerisinde dolma defekti olarak görülebilmektedirler (13). Akut obstrüksiyonda böbrekler üreter içindeki artmış basınca idrarın çeşitli yollarla (pyelolenfatik, pyelosinüs, pyelotübüler, pyelovenöz geri akım mekanizmaları) rezorbsiyonu ile yanıt verirler. Perinefrik ödem, Kunin’in köprü septaları boyunca perinefrik alana idrar infiltrasyonunun göstergesidir. Perinefrik alandaki sıvı varlığı akut olarak tıkanmış böbreklerde MR ürografi ile de izlenmektedir (7,46).

2.5.7. Ultrasonografi ve Renkli Doppler US

İyonizan ışın riskinin olmaması, kontrast madde gerekmemesi, uygulama kolaylığı ve ucuzluğu nedeniyle üriner sistem incelemelerinde sık olarak kullanılan bir inceleme yöntemidir. İnceleme 3.5–5 MHz’lik probalar ile yapılmaktadır. US böbrek toplayıcı sistemindeki dilatasyonu, renal kan akımındaki değişiklikleri, üreterlerin mesaneye giriş yerlerindeki idrar akımında obstrüksiyon sonucunda oluşabilecek değişiklikleri saptamada kullanılmaktadır (7,47-51).

İntrarenal toplayıcı sistem, renal pelvis veya üreterovezikal bileşkedeki taşlar bazen US ile izlenebilir. Ancak üreterdeki taşlar nadiren gösterilebilir (7). Üreter taşları US’de görülseler bile boyutları kesin olarak ölçülemeyebilir. Yine US’de yalancı negatiflik oranı yüksek olup bunun nedenleri şu şekilde sıralanabilir;

1. Akut obstrüksiyonda toplayıcı sistem dilatasyonu ve kan akımı değişiklikleri gelişenedek 24 saat veya daha fazla süre geçmesi

2. Tıkanıklığın erken dönemlerinde toplayıcı sistem veya üreterde minimal dilatasyon olması

3. Pelvikalisijel sistem dekompresyonu ile giden forniksijel rüptür varlığı

4. Ekstrarenal pelvis varlığı

5. İdrar çıkışının azalması

Bazı araştırmacılar şüpheli renal obstrüksiyonu olan hastaları değerlendirmek için US ile direk grafiyi birlikte kullanmayı denemişlerdir (7,52). Burada toplayıcı sistemdeki dilatasyonun US ile taşın yerinin ise direkt grafi ile saptanması amaçlanmaktadır. Ancak üreter trasesinde görülen bir opasitenin US’de görülen toplayıcı sistem dilatasyonuna yol açtığını kesin olarak söylemek mümkün değildir (7).

Ayrıca üriner sistem taşlarının sonografik olarak saptanamama nedenlerinden bazıları renal sinüs yağı, mezenterik yağ ve barsak tarafından kapatılmaları veya zayıf posterior akustik gölgeye sahip olmalarıdır. Tespit edilen şüpheli ekojenite ile birlikte ek bir sonografik bulgu taşın varlığına karar vermeyi kolaylaştıracaktır. Renkli doppler US’nin (RDUS) klinikte üriner sistem taşı tanısı için kullanımında “twinkling” artefaktı ilk kez 1996’da Rahmouni ve arkadaşları tarafından tarif edilmiştir (53-55). US’de izlenen ekojenitenin taşa ait olup olmadığına karar verilemediği şüpheli durumlarda RDUS ile “twinkling” artefaktının izlenmesi büyük ölçüde tanıya yardımcıdır.

İntrarenal RDUS, renal vasküler direnç hakkında da fizyolojik bilgi sağlayabilir (56). RDUS incelemede obstrüktif ve nonobstrüktif dilatasyonu birbirinden ayırmada rezistif indeks (RI) değerlendirmesi yardımcıdır (57).

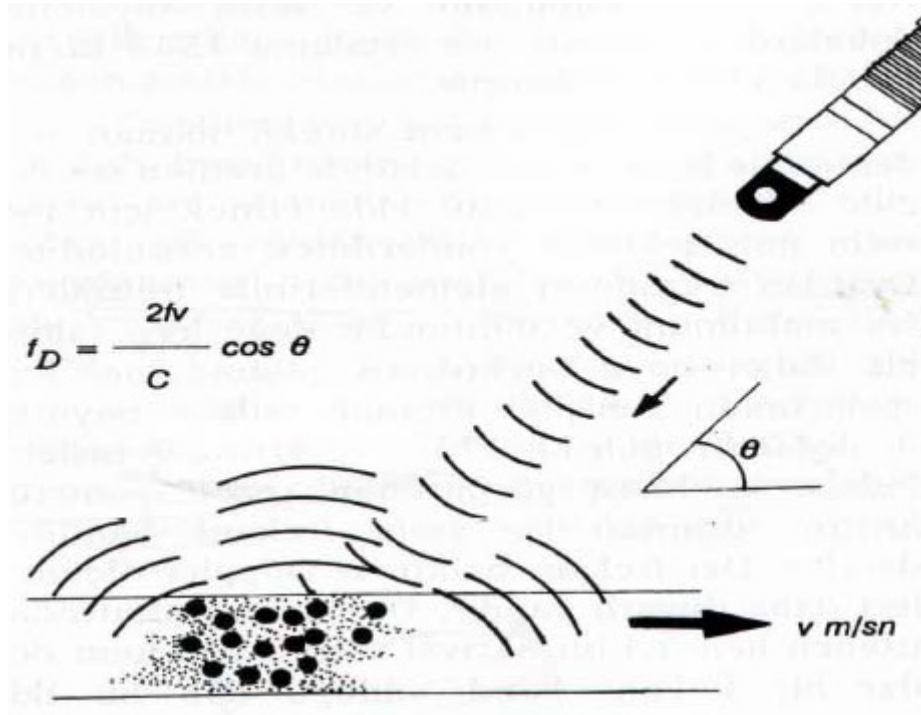
2.6. Doppler Ultrasonografi

Doppler Sonografi, organın morfolojisinden çok fonksiyonu ile ilişkili bilgi verme gücüne sahip bir görüntüleme yöntemi olup, Doppler etkisi prensibinden yola çıkılarak geliştirilmiştir (58).

İlk kez 1842 yılında Avustralyalı fizikçi Christian Johann Doppler tarafından tanımlanan Doppler etkisi; dalga yayan bir enerji kaynağından (ses, ışık ya da diğer dalgalar) çıkan bir dalganın hareket eden bir hedeften yansıdığı anda frekansında bir değişiklik saptanmasıdır. Örneğin belirli bir frekansla ses veren hareketli bir kaynak yaklaştıkça daha tiz (artmış frekans), uzaklaştıkça daha pes (azalmış frekans) işitilir. Frekanstaki bu değişikliğe Doppler frekans değişimi ya da Doppler kayması, etkisi ya

da şifti adı verilir. Kan akım hızı ölçümünü sağlayan Doppler ultrason cihazlarının ortaya çıkmasında Doppler etkisi prensibinden yola çıkılmıştır. Bu etki, damarda akan kanın hareketli şekilli elemanlarından, özellikle eritrositlerden yansıyan ultrason dalgalarındaki frekans değişiklikleri gözlenerek, kan akımının şiddeti ve yönü gibi özellikleri incelenebilir (58,59).

Kan akım hızı ile Doppler frekansı değişimi arasındaki ilişkiyi etkileyen faktörler Doppler eşitliği ile ifade edilir.



Şekil 4. Doppler kayması.

Doppler kayması şu formülle gösterilir;

$$\Delta F = 2 \times V \times f_0 \times \cos \theta / c$$

ΔF = Doppler kayma frekansı

V = Kaynağın hızı

θ = Ses demetinin açısı

c = Ortamdaki ses hızı (1540 m/sn)

f_0 = Gönderilen ses demetinin frekansı

Doppler eşitliğine göre Doppler kayma frekansı (ΔF), transdüser frekansı ile kan akımının hızı ve ses demetinin damar duvarı ile yaptığı açının kosinüsü arasında bir

doğru orantı mevcuttur. Belli bir obje hızında transdüser frekansı ne kadar büyükse, frekans farkı dolayısıyla duyarlılık o kadar fazladır (32) (Şekil 4).

Doppler US'de akım incelenirken eko kaynağı eritrositlerin yüzeyidir.

Gönderilen ultrason dalga boyu eritrosit yüzeyinden büyük olduğu için temel olay saçılma'dır. Bu Rayleigh-Tyndall saçılması olarak adlandırılır ve miktarı ses frekansının 4. kuvveti ile doğru orantılıdır. Akan eritrositlerden saçılan ses üst üste binerek transdüser'e ulaşır. Bu nedenle penetrasyon faktörü kullanarak olabildiğince yüksek frekans seçilmelidir (32). Doppler denkleminde θ , akımın aksı ve ultrason demeti arasındaki açıdır. Doppler açısı ölçülebilirse, akım hızı hesaplanabilir. Hedef hızının doğru hesaplanması, hem Doppler frekans kayması hem de hedef hareketi yönüne olan açının kesin ölçümünü gerektirir (58).

Ultrason dalgası, ortama doğru her dokuya özel bir iletim hızı ile yayılır. Bu hız, dokunun esnekliği ve yoğunluğuna bağlıdır. Sesin dokularda ortalama yayılma hızı 1540 m/sn'dir. Transdüser frekansı ile ses hızının sabit kalacağı düşünülürse, Doppler değişim değeri ile açı bilindiği zaman, bu eşitlikten kan akım hızının kolaylıkla hesaplanabilir (60).

2.6.1. İnceleme Parametreleri

Doppler US' deki inceleme parametreleri başlıca kan akımının hızını belirleyen frekans kayması ve transdüser'e dönen akımın yönünü belirleyen faz değişikliğidir. Faz değişikliğine göre kırmızı ya da mavi renk kodlaması gerçekleştirilirken ilgili renklerin açık ya da koyu tonda görülmesi frekans kaymasının bir sonucudur (32).

2.6.1.1. Örnekleme Hızı (Pulse Repetition Frequency; PRF)

Transdüserde bulunan piezoelektrik kristalin arka arkaya uyarılması sonucunda ortaya çıkan pulslar, devamlı olarak dokuya gönderilmektedir. Doppler incelemelerinde bu pulsların tekrarlanma frekansına puls tekrarlanma frekansı (PRF) ya da örnekleme hızı adı verilir. Aynı zamanda PRF, transdüserden birim sürede gönderilen puls sayısıdır. PRF kontrolü manuel olarak yapılabileceği gibi bazı cihazlarda mevcut kontrol mekanizması ile örnek volümün derinliğine göre otomatik olarak da ayarlanabilmektedir. Doppler kayması, PRF ile örneklenerek oluşturulduğundan, doğru bir biçimde ölçümleme için, doku içine gönderilen US pulsu geri alınmadan yeni bir

puls gönderilmemelidir. Doppler pulsunun inceleme alanına ulaşması ve bir o kadar da transdüser geri dönme süresine ihtiyaç göstermesinden dolayı PRF, ölçülecek Doppler kaymasının en az 2 katı değerde tutulmalıdır. Bu kritik değer Nyquist limiti olarak adlandırılır ve $V_{max} = c(PR_F)/4 \times F_0 \times \cos \theta$ olarak formülize edilir. Burada V_{max} damar içerisindeki maksimum akım hızını, c sesin dokudaki ortalama hızını (1540 m/sn), F_0 transdüser frekansını, $\cos \theta$ Doppler açısını göstermektedir. Doppler frekansını artırmak için θ , PRF ve/veya Doppler açısı yüksek değerde tutulmalıdır. Nyquist limiti aşıldığında akımlar hatalı olarak ters yönde algılanacaktır. Bu durum “aliasing” olarak adlandırılır. Aliasinge yol açan problemlere karşı ilk yapılacak değişiklik PRF’yi artırmaktır. Doppler frekans şiftini azaltmak, bazal hat’ı tekrar ayarlamak diğer çözüm yolları arasındadır (61).

2.6.1.2. Geliş Açısı

Doppler eşitliğinde görüldüğü gibi geliş (insonasyon) açısı, Doppler kaymasını etkileyen parametrelerden biridir. Teta açısı (0) derece olduğunda, $\cos \theta = 1$ olduğundan, en yüksek Doppler frekans değişimi elde edilir. Ancak pratikte ultrasonografi dalgalarının damara paralel olması güçtür. Ayrıca bu kadar küçük açılarda (0°-30°) ses dalgalarının damar duvarından total yansıması nedeniyle sinyal elde edilmesinde teknik güçlükler ortaya çıkabilir. 60° dereceyi aşan açılar, akım değerlendirilmesi için uygun değildir. Açı 90° derece olduğunda $\cos 90 = 0$ olduğundan teorik olarak hiç Doppler frekans değişimi saptanamaz. Ultrason dalgasının damar lümenine dik olması, hiç akım olmaması gibi yanlış sonuca götürebileceğinden, 90°dereceye yaklaşan açılarda ileri ve geri akımların ayırt edilebilme özelliği bozulur (62,63).

Bazal hattın üzerinde ve altında eşit miktarda ayna hayali şeklinde hatalı akım bilgisi ("Mirror Image" artefaktı)' de oluşabilir. Bu nedenlerle Doppler açıları 30°-60° derece arasında olacak şekilde İnceleme yapılması önerilmektedir (60,62).

2.6.1.3. Örnek Volüm (Sample Volüm)

Örnek volüm, akım ölçümü için incelenecek doku volümüdür. Örnek volüm, kullanılan transdüserin odak özelliklerine ve bir sonografik atım içerisindeki siklusların sayısına göre ayarlanır. Örnek volümün çapları ise transdüserin ses demeti genişliğine,

Doppler akım ölçümlerinde kullanılan sonografik pulsların sayısına göre değişir (60,62).

2.6.1.4. Duvar Filtreleri

Doppler aygıtlarında duvar filtresi adı verilen, yüksek frekansları geçiren düşük frekansları zayıflatan ayarlanabilir bir devre bulunur. Büyük ve yansıtıcı özellikleri belirgin olan, yavaş hareket eden ve yüksek amplitüdlü, düşük frekanslı yapılardan gelen Doppler sinyallerinin (respiratuar ya da kardiyak, damar duvarı, akan kan) ayırt edilmesini sağlar. Kandan gelen Doppler bilgilerinin kaybına yol açmaması için bu filtrelerin doğru kullanılması önemlidir (32,60).

2.6.1.5. Çerçeve Hızı (Frame Rate)

RDUS’de görüntü oluşturma hızıdır. Çalışılan alanın (pencerenin) büyümesi, incelenen bölgenin daha çok çizgiyle taranması (daha yüksek geometrik rezolüsyon) ve daha uzun örnekleme süresi kullanılması çerçeve hızını düşüren etkenlerdendir (60).

2.6.2. Doppler US’de Gösterim Yöntemleri

2.6.2.1. Sürekli Dalga (Continuous Wave-CW) Doppler

Sırt sırta yerleştirilmiş biri devamlı ses üreten, diğeri dönen ekoları kaydeden 2 transdüserden (alıcı ve verici) elde edilen bir sistemdir. Bu yöntemde organizmaya gönderilen ses dalgası devamlıdır. Frekanstaki değişiklik ses şeklinde dinlenir. Yüksek frekanslı CW problemleri, düşük frekanslı spektral Doppler cihazlarına (PW) göre çok daha duyarlıdır; ölçebileceği hız sınırlaması yoktur. Ancak aksiyal rezolüsyonu olmadığından elde edilen Doppler sinyalinin kesin kaynağını saptamak olanaksızdır. US demeti boyunca hareket eden herşey sinyale katılır ve multiple arterlerden gelen sinyaller birbirinden ayırdedilemez. Obstetrikde fetal kalp seslerinin, kalp damar cerrahisinde periferik kanlanmanın olup olmadığının araştırılmasında kullanılır. Bu tip Doppler cihazları daha ucuzdur, kolaylıkla uygulanabilir (60,61).

2.6.2.2. Spektral (Pulsed Wave-PW) Doppler

Farklı derinlikten gelen Doppler sinyalleri ayrılabilir, iyi tanımlanmış bir örnekleme aralığı ile seçilen derinlikteki bir damardaki akım selektif olarak incelenebilir ve akım bir grafik şeklinde yazdırılır PW Dopplerin CW Dopplere en önemli üstünlüğü, uygulama yapılan özel hedef damardan akım bilgisi sağlama olanağını vermesidir (60,61). Ancak yine de gerçek zamanlı görüntüleme ile kombine olmadığından, sinyalin kesin kaynağını saptamak zor olmaktadır. SV'nin yeri ve genişliği, Doppler ölçümünün doğruluğunu etkilediği için önemlidir. SV damarın merkezinde, damarın dış konturlarını taşmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Eğer damar çapından daha geniş tutulursa, Doppler frekans şiftinin sinyal/ses oranı belirgin olarak zayıflayabilir (61).

2.6.2.3. Dupleks Doppler

PW Doppler ile iki boyutlu gerçek zamanlı görüntülemeyi birleştirerek oluşturulmuş cihazlardır.

Dupleks Doppler Görüntülemeye görüntü ve hız bilgisine aynı anda ulaşılır. Uygulamada ilk olarak B-mode görüntüleme ile Doppler analizi yapılacak bölge saptanır. Daha sonra SV ilgili bölge üzerinde işaretlenerek bu alandan dönen ekolar B-mode görüntünün yanında hız/zaman grafiği şeklinde izlenilir. Spektral Doppler uygulamalarında monitör üzerinde spektral analiz yanında inceleme alanının B-mode görüntüsü de bulunduğu kan damarlarının daralma, trombus, aterosklerotik-ülseröz plaklar, plak içinde kanama gibi patomorfolojik değişiklikleri de değerlendirilebilir. Ayrıca B-mode görüntülerle görülemeyecek kadar küçük damarlarda akımın ölçülebilmesi, vasküler daralmaların daha duyarlı saptanabilmesi, şiddetli stenoz ile tıkanma arasındaki ayırıcı tanının yapılabilmesi gibi avantajlı yönleri de mevcuttur (60,62).

2.6.2.4. Renkli Doppler US (RDUS)

Akım yönüne göre akım bilgisini renkli olarak ortaya koyan RDUS'de; iki boyutlu, renkle kodlanmış akım paternleri gerçek zamanlı sonografik görüntüler üzerine süperpoze edilir. Böylece gerçek zamanlı B-Mod görüntüdeki kan akımı içeren vasküler

yapılar renkli olarak izlenebilir. Damarlar akım yönleri ve hızları ile uyumlu olarak renklendirilebilmektedir. Transdüserle doğru akımlar kırmızı, transdüserden uzaklaşan akımlar mavi renkte, hızlı akımlar açık, yavaş akımlar ise koyu tonlarda kodlanmaktadır. Damar içinde görülen renkler faz şiftinin, renklerin tonu ise frekans şiftinin bir sonucudur. RDUS, özellikle konvansiyonel yöntemlerle gösterilemeyen ve organları besleyen, küçük boyutlu vasküler yapıların Dupleks Doppler incelemesini kolaylaştırır. Kan akımı renkli olarak izlenirken aynı anda örneklenen akım, dupleks sistemde Doppler Dalga Spektrumu olarak grafik şeklinde gerçek zamanlı incelenebilir. B-mode görüntüden farklı olarak uygulamada uzun pulslar kullanılmaktadır. Akım hakkındaki bilgiler kalitatifdir. Uygulama esnasında damar dışındaki bölgeler hareket, peristaltizm veya solunum nedeniyle renkli olarak kodlanabileceğinden renkli Doppler pratik uygulamada Doppler spektrumu ile birlikte kullanılmaktadır. RDUS, boyun ve ekstremiteler, üst abdomen ve abdominal transplantların damarlarında, obstetrik ve jinekolojide, dializ fistülleri, testiküler ve penil akım, ayrıca çeşitli tümör damarlarında akımın görüntülenmesinde kullanılmaktadır (64,65).

2.6.2.5. Power Doppler Sonografi

RDUS' de görüntüyü oluşturan temel prensip Doppler şiftidir. Power Dopplerde ise görüntüyü oluşturan temel prensip sinyallerinin gücüdür Bu yöntemle vasküler yapılar RDUS' ye oranla 5 kat daha iyi görüntülenebilmektedir (58).

Power Doppler, dupleks ve RDUS uygulamalarından farklı olarak akım yönü ve hız bilgilerini taşımaz. Bu sorun, power Dopplerin spektral inceleme ile kombine edilmesiyle aşılabilmektedir Bu Doppler tekniğinde akımın renk ile kodlanması açığa bağımlı değildir. Doppler açısına bağlı olmadığından da aliasing ortadan kalkmış, noise azalmıştır. Ancak Doppler bilgileri daha uzun bir sürede toplandığından hareketlere karşı duyarlılık artmıştır. Power Doppler de eko sinyallerinin gücü örnekleme hacmindeki eritrosit yoğunluğu ve inceleme alanıyla transdüser arasında kalan dokuların atenüasyonuna bağlıdır. Kodlama genellikle tek bir renk kullanılarak gerçekleştirilmektedir (kırmızı). Sinyallerin gücü bu tek renkte parlak ve sönük tonlar şeklindedir. Yüksek amplitüdlü sinyaller sarıya doğru açılırken düşük amplitüdlü koyu kırmızı renktedir. Power Doppler inceleme özellikle stenotik ve regürjitan jetlerin daha iyi karakterize edilmesinde, plasental ve fetal organlardaki kan akımlarının

değerlendirilmesinde, tümöral neovaskülarizasyona bağlı oluşan yavaş kan akımlarının görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Power Doppler ayrıca renal transplant olgularının izlenmesinde, normal intrarenal damarlanma, perfüzyon ve kortikal akımların gösterilmesinde akut pyelonefrit tanısında etkindir. Arteriosklerotik plakların belirlenmesi kas ve iskelet sisteminin inflamatuvar hastalıklarında, aktif Crohn ve torsiyone testis tanılarında da kullanılabilir (66).

2.6.3. Hemodinami

Kan akımı basınç farklılığı ve direncin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu iki faktör arasında, Akım = Basınç farkı/Direnç formülüyle özetlenebilecek bir ilişki vardır. Basınç farklılığı ve direnç zıt etkileşime sahiptir. Bu fonksiyonda en önemli faktör dirençtir. Direnç, akan elemanların viskozitesi ki; hemotokrit ile doğrudan ilişkilidir, damarın çapı ve uzunluğuna bağlıdır. Bu ilişkiyi; $\text{direnç} = \text{viskozite} \times \text{uzunluk} / R_4$ şeklinde formülize edebiliriz. Direnç, damar çapının dördüncü kuvveti ile ters orantılıdır. Burada çapın yarıya düşmesi, direncin 16 kat artması demektir. Akım karakteristiği vücuttaki damarlarda genel olarak 3 değişik formda görülmektedir (62,64,67).

2.6.3.1. Plug Akım

Aorta ve büyük damarlar içinde görülür. Akımın damar kesitinin her yerinde hemen hemen eşit hızda aktığı şekildedir. Spektral incelemede ince bant ve boş pencere ile karakterize edilir. RDUS'da ise damar içinde akan kan üniform renkte tonlanmaktadır (55).

2.6.3.2. Laminar Akım

5 mm ve daha küçük çaplı damarlarda santralde daha hızlı, periferde doğru, sürtünmeden dolayı giderek azalan hızda akımların yarattığı şekildedir. Spektral incelemede bant daha kalın ve pencere açıktır. RDUS'da ise santralde daha açık, periferde doğru daha koyu tonda renklenmiş damar görünümü söz konusudur (60,61).

2.6.3.3. Türbülans Akım

Hız dağılımı çok geniş, hatta ters akımların olduğu, belirli bir üniformite göstermeyen, akım formudur Türbülans akım spektral analizde, bant şeklinde karakterize edilir. RDUS'da ise incelenen damar içerisinde tüm renkler bir arada görülebilir (60).

Arteriyel akım pulsatil dalga formundadır. Sistol başında dik bir çıkış, diyastolde ise daha az dik bir iniş yapar. Düşük dirençli sistemleri besleyen arterlerde (internal karotis, renal, hepatik arter gibi) sistol çıkışı daha az diktir ve diyastol sonuna kadar devam eden akım vardır. Yüksek dirençli arterlerde (üst ve alt ekstremitelerin distal kesim arterleri gibi) ise sistolik ve diyastolik eğriler daha diktir. Diyastol sonunda çok az akım vardır ya da hiç akım görülmez (62).

Venöz akım daha az pulsatildir. Ancak inferior ve superior vena kava, hepatik venlerdeki akım kalp pulsasyonları nedeniyle daha pulsatil görülür. Akım venlerin büyük çoğunluğunda solunum fazı ile değişiklik gösterir. PV akımı oldukça monotondur ve hepetopedal yöndedir (60,61).

2.6.4. Doppler Sonografi Klinik Uygulamaları

Damarın tortiositesine, aterosklerotik plak ya da dıştan bası nedeniyle daralmasına bağlı olarak lokal akım değişikliği meydana gelebilir. Daralan kesimde akım hızı artar. Daralmış bölgede akım hızına ek olarak akım şekli de bozulmaktadır. Doppler US ile elde edilen akım bilgileri kalitatif (akım varlığı, yönü ve karakteristiği), kantitatif (akım hızı, volümü) ve yarı kantitatif (pik sistolik/diastol sonu hız indeksi, rezistif indeks, pulsatilité indeksi) olarak değerlendirilir. Akım hızının saptanması Doppler US'nin ana işlevidir ve Doppler eşitliğinden kolay ve doğru bir şekilde hesaplanır. Akım volümü ise; $\text{Akım volümü (cm}^3\text{/sn)} = \text{Ortalama hız (cm/sn)} \times \text{kesit yüzeyi (cm}^2\text{)}$ formülüne göre hesaplanabilir. Kesit yüzeyinin sistol ve diastolde değişmesi ve her zaman dairesel olmaması yanında, ortalama hız hesaplama yöntemlerindeki hata paylarının yüksekliği akım volümü ölçümünün sensitivitesini düşürür. Bu nedenle US'deki akım volüm değerleri sadece sınırlı bir yaklaşımı ifade eder. İmpedans; akıma karşı tüm etkenlerden kaynaklanan dirençlerin toplamıdır ve damarın Doppler spektrumundan faydalanarak hesaplanabilir. Vazokonstrüksiyonda

artan impedansın vazodilatasyonda azaldığı görülür. Ekstremitelerde egzersiz sonrası, splanknik damarlarda yemek sonrası impedans azalır (65,66).

İmpedansı değerlendirmek için bazı indeksler geliştirilmiştir. Bu indeksler, maksimal sistolik hız (S), diastol sonu hız (D) ve bir siklus boyunca elde edilen ortalama hız değerine bağlıdır (65).

Bu indekslerin avantajı, açısal düzeltme gerektirmemesi ve damar boyutlarının bilinmesinin zorunlu olmamasıdır. Bu küçük damarların ya da hareket halindeki damarların incelenmesinde çok önemlidir. Bu indeksler, vasküler akıma karşı direnci ortaya koymada ve organ perfüzyonunun değerlendirilmesinde oldukça önemli bilgi verirler (32,61).

Klinikte kullanılan üç primer indeks şunlardır (S=Sistol, D=Diastol):

$S / D = \text{Sistol} / \text{Diastol oranı}$

$RI = \text{Rezistif İndeks} = (S - D) / S$

$PI = \text{Pulsatilite indeksi} = S - D / (\text{ortalama hız})$

S/D Oranı; özellikle obstetrikte damar açısı ve boyutlarının zor tespit edildiği umbikal kord ve uteroplental arterlerin dalga şekillerinin belirlenmesinde kullanılır. Plental direncin ölçümü, IUGR (intrauterin gelişme geriliği) tanısında yapılan akım ölçümlerinden daha değerlidir (32,63,64).

RI; anormal dalga şekillerinin ayırımında biraz daha duyarlıdır. Çünkü payda hiçbir zaman sıfır olmaz. Bu indeks özellikle renal transplantların değerlendirilmesinde kullanılır (32,63,64).

PI; ortalama hız göz önüne alındığından en hassas şekilde anormal dalga formlarına ayırt eder. Obstetrik ve abdominal Doppler incelemelerinde kullanılır (63,65).

2.6.5. Doppler US'nin Endikasyonları ve Kullanım Alanları

1. Arteriyel perfüzyonun değerlendirilmesi: Transplante böbrekte rejeksiyonun değerlendirilmesi, testis torsiyonunun ortaya çıkarılması Dopplerin arteriyel perfüzyonu değerlendirme özelliğinden yararlanılarak gerçekleştirilmektedir.

2. Venöz trombüs araştırılması: Venöz yapılarda damar içinde normal olarak görülmesi gereken akımın yerine renk kodlanması göstermeyen hipoeoik yapıların varlığı trombüsü akla getirmelidir.

3. Akım yönünün saptanması: Normal olarak akım yönleri bilinen ve renk kodlaması ya da spektral analizle grafik şeklinde tanımlanan damarlarda tersine akımın varlığı kolaylıkla tespit edilebilir. Bunun en başarılı bir şekilde uygulandığı alan subklavian steal sendromudur. Subklavian steal sendromunda ana çıkışında tam olarak tıkanmış subklavian arter, vertebral arterin beyinden kan çalması ile ters yönde kanlanır. Bu durumda vertebral arterde normal olarak görülmesi gereken beyne doğru kan akımı tersine dönmüş olarak tespit edilecektir.

4. Spektral Doppler analizleri ile akım hızı ve şeklinde değişiklik oluşturan patolojilerin saptanması.

5. Doku karakterizasyonunun yapılması: Malign tümöral olaylarda, enfeksiyöz süreçlerde patolojik kanlanmayı tespit etmek mümkündür.

6. Akım volümünün değerlendirilmesi: Böbrek ve mezenter arterlerinde akım ölçümleri ile iskemi gibi patolojik olaylar belirlenebilir (32,61).

2.6.6. Doppler US'de Görülen Artefaktlar

2.6.6.1. Aliasing Artefaktı

Örnekleme hızının, ölçülecek Doppler kaymasının 2 katından az olduğu durumlarda akımların hatalı olarak ters yönde algılanması olan aliasing, filmlerde hızlı giden bir arabanın tekerleğinin geriye dönüyormuş gibi algılanmasına benzer bir sonuç doğurur (65).

2.6.6.2. Uygulama Açısına Bağlı Artefaktlar

Doppler spektrumunda bazal hat'nin her iki tarafında da birbirinin ayna görüntüsü şeklinde hız eğrilerinin görülmesidir. Bu artefaktın oluşmasının nedenleri arasında yüksek uygulama açıları, düşük sinyal oranları vardır. Venöz yapıların aksiyal incelemelerde lümeninde ardışık kırmızı ve mavi renklerde görüntü uygulama açısına bağlı artefaktlara örnektir. Sektör transdüserlerde ses demeti ile cilt yüzeyi arasındaki açının merkezde yüksek, uçlara doğru ise giderek azalması incelenen damarın bir uçta mavi diğer uçta kırmızı renkle kodlanmasına neden olur (61,65).

2.6.6.3. Derinlik İkilemi Artefaktı

PRF'nin gereğinden daha yüksek ayarlanması, düşük frekanslı transdüseler kullanılması durumunda; derin dokulardan gelen sinyaller bir sonraki pulsun gönderilişinden sonra transdüse geri dönebilir. Bu da gönderilen ikinci pulsun dönen sinyalmış gibi algılanmasına neden olur. Algılanan sinyal, görüntünün yanıltıcı olarak daha yüzeysel konumda lokalize edilmesine ve yüzeysel dokularda akım varmış gibi görülmesine neden olur. Bu artefakt uygun PRF değerleri seçilerek ve yüksek frekanslı transduser kullanılarak önlenabilir (63,65).

2.6.6.4. B-Mode Benzeri Ayna Görüntüsü Artefaktı

Ses iki güçlü yüzey yansıtıcı arasında yansırsa, ekoların transdüse ulaşma sürelerinde farklılık oluşur. Böylece incelenen yansıtıcı gücü yüksek olan objenin diğer yüzeyin arkasında ayna hayali şeklinde görüntüsü elde edilebilir. Bu tür artefaktlarla daha çok subklavian, brakiyal ve karotis arter incelemelerinde karşılaşılır (32).

2.6.6.5. Color-Overwrite Artefaktı

Yumuşak dokularda oluşan frekans şifti, çok yavaş olan akımların frekans şiftine yakın değerlerde olursa küçük frekans şiftleri cihaz tarafından renkli olarak kodlanır Akıma duyarlılık artırılmışken hastanın hareketi veya solunumun ortaya çıkardığı bir artefaktır. Örneğin karotis arter komşuluğunda bulunan kistik bir kitlenin içi anevrizmaymış gibi renklenebilir. Bu artefaktın tersi “color-out” artefaktı olup akıma duyarlılığın ileri derecede azaldığı durumlarda ortaya çıkabilir (32,61,63).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulunun 12/2010-18 sayılı izni ile 2009-2010 tarihleri arasında Hastanemiz Üroloji Kliniğine ve Acil Servise akut yan ağrısı ile başvurup, üreteral taş ön tanısı ile ilgili klinikler tarafından gönderilen 61 hastanın retrospektif olarak medikal kayıtları, doppler ultrasonogramları ile intrarenal hemodinamik özellikleri tekrar gözden geçirilerek çalışmaya alındı. Taş düşürme hikayesi, intravenöz pyelografi veya kontrastsız bilgisayarlı tomografide taşı olan hastalar araştırmaya alındı.

Hasta yaşı 13 ile 65 arasında (ortalama 39) olup 18'i kadın 43'ü erkek idi. 40 (%65) hastanın hematürisi vardı. Semptomların üzerinden 24 saatten az geçmişti. 61 hastanın 49'unda değişik derecelerde hidronefroz vardı. 12'sinde ise belirgin dilatasyon olmaksızın değerlendirildi. Öyküsünde renal parankim hastalığı olmayan sağlam karşı taraf böbreğin RI değerleri kontrol grubu olarak kullanıldı. Akut renal kolikli tüm hastalarda üreter taşının neden olduğu obstrüksiyon IVP ile doğrulandı. Olgular Siemens Acuson Antares (Siemens Medical Solutions inc.USA.) marka US cihazı ile 3,5 MHz sektör prob kullanılarak önce gri skala US ardından rutin olarak renal renkli doppler ile değerlendirildi ve kayıt altına alındı. Gri skala US ile her iki böbreğin longitudinal ve transvers imajları, pelvikalisijel dilatasyon, taş ve diğer morfolojik anomaliler değerlendirildi. Genişlemiş kalisiyel yapılar ile santral eko arasındaki fark minimal belirgin olduğunda böbrek dilate, aksi durumda ise nondilate olarak kategorize edildi. Aynı cihazın doppler modu kullanılarak renal doppler ultrasonografik değerlendirmede; intrarenal damarlar ayırt edilerek kortikomeduller bileşkedeki arkuat arterlerden ya da meduller piramidler arasındaki interlober arterlerden gelen doppler sinyalleri toplandı. Doppler traseleri aliasing artefaktı olmaksızın düşük PRF, arka fon gürültüsü olmaksızın yüksek gain, düşük duvar filtresi (50 Hz) ve 2-4 mm. doppler gate kullanılarak ölçümlerdeki hata yüzdesini azaltmak için optimize edildi. Her böbreğin üst-orta-alt kısımlarından kayıtlar alındı. Doppler spektrumu 3-5 basit dalga formu oluştuğunda sabitlendi.

Rezistif index (Rİ) değeri cihaz tarafından aşağıdaki formül ile otomatik olarak hesaplandı.

$$R\dot{I} = \text{pik sistolik hız} - \text{end diastolik hız} / \text{pik sistolik hız}$$

Her iki böbreğin ortalama Rİ değerleri arasındaki fark ($\Delta R\dot{I}$) hesaplandı.

$$\Delta R\dot{I} = \text{aynı taraf böbreğin Rİ} - \text{karşı böbreğin Rİ değeri}$$

Rİ ve $\Delta R\dot{I}$ değerleri istatistiksel analiz için kullanıldı. Normal ve obstrükte böbreğin ortalama Rİ değerleri ile obstrükte-nonobstrükte grupların $\Delta R\dot{I}$ değerleri karşılaştırıldı. 0,70'in üzerinde ölçülen Rİ değerleri ve/ veya $\Delta R\dot{I}$ değeri 0,08'den daha fazla olanlar obstrüksiyon lehine anlamlı kabul edildi.

Sonuçlar SPSS kullanılarak basit varyans analizi ile ölçüldü. Obstrükte ve nonobstrükte böbrekli hastaların Rİ ve $\Delta R\dot{I}$ değerleri arasındaki farkın istatistiksel analizi Duncan t testi kullanılarak yapıldı.

İstatistiksel olarak p değeri <0,05 anlamlı kabul edildi. Literatürde üriner trakt obstrüksiyonunun teşhisinde kabul edilen $R\dot{I} \geq 0,70$, $\Delta R\dot{I} \geq 0,08$ değerleri akut üriner obstrüksiyonun tanısında doppler US' nin sensitivitesinin hesaplanmasında kullanıldı .

4. BULGULAR

Değerlendirilen 61 böbrekten 366 intrarenal arteriel doppler kaydı alındı (Tablo 1). Hastanın kooperasyonuna bağlı olarak her bir böbreğin incelemesi yaklaşık 20 dakika sürdü. Obstrüksiyonlu hastaların semptomlarının ortalama süresi 17 saat idi . 61 hastanın 48'inde ortalama Rİ değeri $0,72\pm0,01$ tesbit edilerek sınır değerimiz olan 0,70'in üstünde olması nedeniyle obstrüksiyon açısından pozitif kabul edildi. 13 hastanın ise ortalama Rİ değerleri 0,70'den az olduğu için ($0,64\pm0,02$) nonobstrükte olarak değerlendirildi. Üriner obstrüksiyonlu 48 hastanın 40'ında (%83) sonografik olarak pelvikalisiyel dilatasyon (PKD) var iken 13 hastadan oluşan nonobstrükte böbrek grubunda ise 9 hastada (%81) dilatasyon mevcut idi. 48 obstrükte ve 13 nonobstrükte böbreğin ortalama Rİ değerleri sırasıyla; $0,72\pm0,01$ ve $0,64\pm0,02$ olarak hesaplandı (Tablo 2). Her bir grup için ortalama Rİ değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0,05$). Obstrükte ve nonobstrükte grupta karşı taraf sağlam böbreğin ortalama Rİ değerleri sırasıyla $0,60\pm0,04$ ve $0,56\pm0,03$ olarak hesaplandı. 48 obstrükte böbreğin ortalama Rİ değerleri ($0,72\pm0,01$) ile karşı taraf 48 sağlam böbreğin Rİ değerleri ($0,60\pm0,04$) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Obstrükte grubun $\Delta Rİ$ değerleri ($0,11\pm0,04$) nonobstrükte grubun $\Delta Rİ$ değerlerinden ($0,08\pm0,03$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek idi ($p<0,05$). (Tablo 3)

Renal kolikli nonobstrükte böbreğin Rİ değeri ile ($0,64\pm0,02$) aynı grupta karşı taraf sağlam böbreğin ($0,56\pm0,03$) Rİ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu.

Obstrükte ve pelvikalisiyel dilatasyonu olan 40 böbrek ile dilatasyonu olmayan 8 böbreğin ortalama Rİ değerleri sırasıyla $0,724\pm0,019$ ve $0,723\pm0,014$ olarak saptandı.

Nonobstrükte grupta pelvikalisiyel dilatasyonu olan ($n=9$) ve olmayan ($n=4$) böbreğin Rİ değerleri sırasıyla $0,647\pm0,02$ ve $0,643\pm0,01$ idi.

PKD olmayan obstrükte ve nonobstrükte böbreklerin Rİ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$).

Sonuç olarak renal obstrüksiyon varlığını ortaya koymada RI' in kritik değeri 0,70 olup yaklaşık olarak %100 duyarlıdır.

ΔRI ' nin kabul edilen cut off değeri 0,08 olup %99 duyarlı bulunmuştur.

Tablo 1. Hasta Listesi ve RI Değerleri

S.No	Adı Soyadı	Cinsiyet	Yaşı	SOL RI			Ort. RI	SAĞ RI			Ort. RI	ΔRI
				Üst	Orta	Alt		Üst	Orta	Alt		
1	A.G.	E	34	0,63	0,62	0,61	0,62	0,75	0,72	0,76	0,74	0,12
2	S.U.	E	29	0,6	0,61	0,6	0,60	0,65	0,65	0,67	0,66	0,05
3	G.D.G.	E	48	0,56	0,54	0,58	0,56	0,63	0,61	0,6	0,61	0,05
4	N.D.	K	65	0,71	0,75	0,73	0,73	0,65	0,64	0,63	0,64	0,09
5	A.K.	E	27	0,73	0,72	0,7	0,72	0,58	0,59	0,53	0,57	0,15
6	Y.K.	E	41	0,62	0,63	0,61	0,62	0,72	0,74	0,75	0,74	0,12
7	A.B.	E	29	0,54	0,51	0,52	0,52	0,61	0,62	0,63	0,62	0,10
8	M.E.	K	37	0,63	0,64	0,65	0,64	0,73	0,72	0,75	0,73	0,09
9	E.B.	E	27	0,64	0,65	0,63	0,64	0,57	0,58	0,6	0,58	0,06
10	H.D.	E	57	0,57	0,61	0,62	0,60	0,74	0,71	0,72	0,72	0,12
11	M.F.	E	44	0,68	0,66	0,64	0,66	0,52	0,56	0,54	0,54	0,12
12	S.G.	E	40	0,59	0,57	0,58	0,58	0,74	0,71	0,7	0,72	0,14
13	M.G.	E	14	0,62	0,63	0,64	0,63	0,58	0,56	0,54	0,56	0,07
14	A.Ç.	E	48	0,54	0,52	0,53	0,53	0,72	0,73	0,7	0,72	0,19
15	O.K.	E	17	0,52	0,51	0,54	0,52	0,73	0,75	0,74	0,74	0,22
16	Y.N.	E	50	0,52	0,56	0,54	0,54	0,64	0,66	0,67	0,66	0,12
17	M.K.	E	13	0,71	0,7	0,7	0,70	0,5	0,52	0,5	0,51	0,20
18	A.A.	K	23	0,59	0,52	0,51	0,54	0,72	0,73	0,71	0,72	0,18
19	C.Ö.	E	49	0,58	0,5	0,46	0,51	0,73	0,71	0,72	0,72	0,21
20	M.F.G.	E	47	0,66	0,61	0,64	0,64	0,72	0,72	0,71	0,72	0,08
21	M.A.	E	42	0,7	0,71	0,72	0,71	0,55	0,57	0,56	0,56	0,15
22	Y.Ç.	E	49	0,55	0,59	0,56	0,57	0,68	0,69	0,67	0,68	0,11
23	M.K.	E	50	0,54	0,53	0,56	0,54	0,78	0,79	0,81	0,79	0,25
24	A.Ç.Ç.	E	41	0,73	0,72	0,7	0,72	0,52	0,49	0,54	0,52	0,20
25	L.C.	K	21	0,63	0,65	0,63	0,64	0,72	0,71	0,73	0,72	0,08
26	Ö.Ç.	K	56	0,65	0,66	0,65	0,65	0,71	0,74	0,71	0,72	0,07
27	A.M.H.	E	54	0,51	0,53	0,52	0,52	0,7	0,71	0,71	0,71	0,19
28	K.A.	E	30	0,72	0,72	0,71	0,72	0,61	0,63	0,62	0,62	0,10
29	N.S.	K	40	0,57	0,55	0,49	0,54	0,67	0,66	0,67	0,67	0,13
30	K.A.	E	31	0,55	0,53	0,61	0,56	0,76	0,75	0,77	0,76	0,20
31	N.A.	K	32	0,67	0,65	0,68	0,67	0,79	0,82	0,83	0,81	0,15
32	M.B.	E	52	0,76	0,77	0,79	0,77	0,61	0,64	0,62	0,62	0,15
33	M.B.	E	37	0,75	0,73	0,74	0,74	0,59	0,61	0,58	0,59	0,15
34	T.K.	E	33	0,6	0,63	0,62	0,62	0,76	0,75	0,75	0,75	0,14
35	A.Ç.	K	37	0,62	0,61	0,6	0,61	0,73	0,72	0,73	0,72	0,11

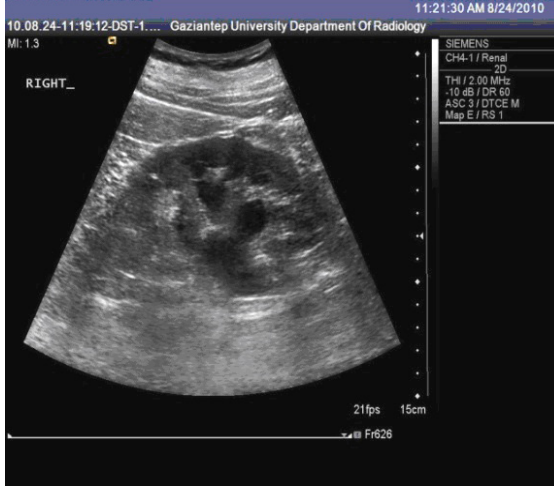
S.No	Adı Soyadı	Cinsiyet	Yaşı	SOL RI			Ort. RI	SAĞ RI			Ort. RI	Δ RI
				Üst	Orta	Alt		Üst	Orta	Alt		
36	E.K.	K	52	0,63	0,64	0,62	0,63	0,74	0,73	0,72	0,73	0,10
37	M.C.Y.	E	19	0,62	0,61	0,61	0,61	0,7	0,72	0,71	0,71	0,10
38	R.Ç.	K	63	0,78	0,79	0,81	0,79	0,59	0,61	0,62	0,61	0,19
39	T.C.	E	33	0,65	0,66	0,64	0,65	0,72	0,74	0,7	0,72	0,07
40	H.K.	E	40	0,73	0,72	0,7	0,72	0,65	0,64	0,63	0,64	0,08
41	S.D.	K	14	0,58	0,59	0,57	0,58	0,72	0,71	0,73	0,72	0,14
42	M.P.	E	56	0,73	0,73	0,72	0,73	0,65	0,67	0,66	0,66	0,07
43	E.B.	K	21	0,73	0,71	0,7	0,71	0,62	0,63	0,65	0,63	0,08
44	A.K.	E	58	0,73	0,74	0,75	0,74	0,64	0,66	0,67	0,66	0,08
45	L.Ö.	K	15	0,73	0,72	0,71	0,72	0,63	0,65	0,62	0,63	0,09
46	M.A.	E	49	0,62	0,65	0,64	0,64	0,75	0,76	0,74	0,75	0,11
47	N.G.	E	42	0,65	0,64	0,66	0,65	0,74	0,75	0,76	0,75	0,10
48	M.K.	E	44	0,64	0,63	0,65	0,64	0,78	0,77	0,79	0,78	0,14
49	A.A.	K	54	0,62	0,64	0,63	0,63	0,75	0,76	0,77	0,76	0,13
50	N.D.	E	37	0,65	0,66	0,63	0,65	0,74	0,75	0,74	0,74	0,10
51	Ş.S.	E	33	0,62	0,61	0,63	0,62	0,69	0,7	0,71	0,70	0,08
52	S.T.	K	46	0,63	0,65	0,66	0,64	0,78	0,76	0,75	0,76	0,12
53	S.T.	K	65	0,58	0,57	0,58	0,58	0,67	0,65	0,66	0,66	0,08
54	A.A.A.	E	13	0,53	0,55	0,54	0,54	0,61	0,63	0,64	0,62	0,08
55	M.Ç.	E	?	0,57	0,56	0,58	0,57	0,73	0,72	0,72	0,72	0,15
56	S.D.	K	30	0,64	0,66	0,68	0,60	0,76	0,77	0,74	0,76	0,16
57	S.S.	E	34	0,63	0,65	0,62	0,63	0,7	0,73	0,71	0,71	0,08
58	A.Ş.	E	31	0,64	0,65	0,63	0,64	0,78	0,76	0,79	0,77	0,13
59	M.K.	E	26	0,64	0,63	0,61	0,62	0,66	0,65	0,67	0,65	0,03
60	H.Ö.	E	41	0,62	0,61	0,63	0,62	0,76	0,77	0,74	0,76	0,14
61	M.G.	K	20	0,66	0,65	0,63	0,64	0,61	0,6	0,59	0,60	0,04

Tablo 2. Obstrükte ve Nonobstrükte böbreğin RI değerleri

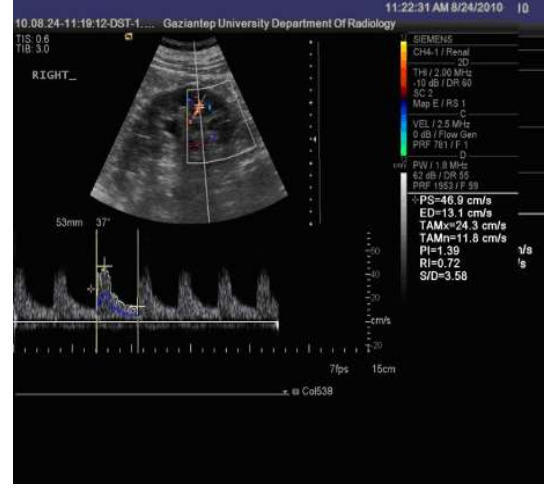
	Renal obstrüksiyon (+)	Renal obstrüksiyon (-)
Pelvikalisiyel dilatasyon (+)	40(0,724±0,019)	9(0,647±0,02)
Pelvikalisiyel dilatasyon (-)	8(0,723±0,014)	4(0,643±0,01)
Toplam hasta	48(0,724±0,01)	13(0,646±0,04)

Tablo 3. Obstrükte ve nonobstrükte grupların ΔRI değerleri

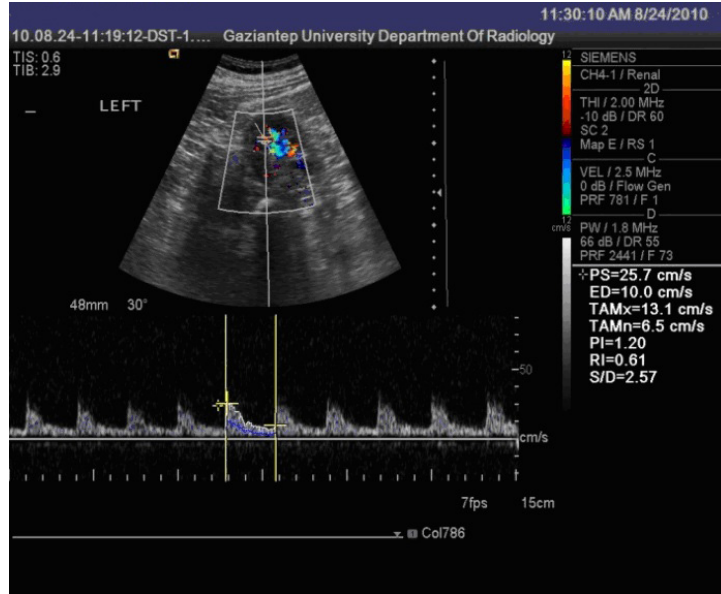
Obstrükte (48)	Kontrol (48)	ΔRI
0,724±0,01	0,60±0,04	0,11±0,04
Nonobstrükte (13)	Kontrol (13)	ΔRI
0,646±0,04	0,56±0,03	0,08±0,03



(a)



(b)

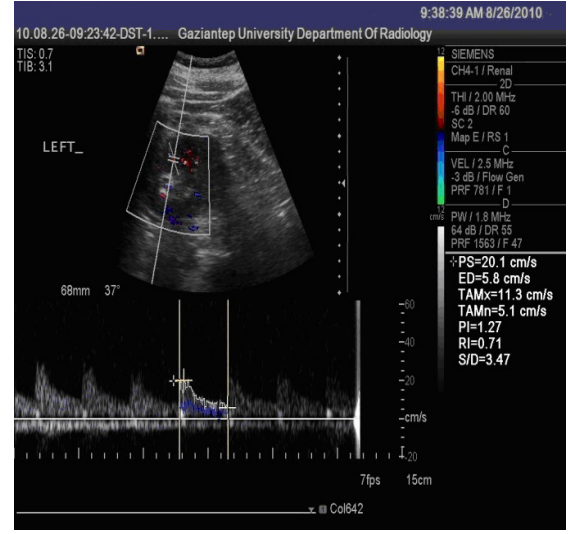


(c)

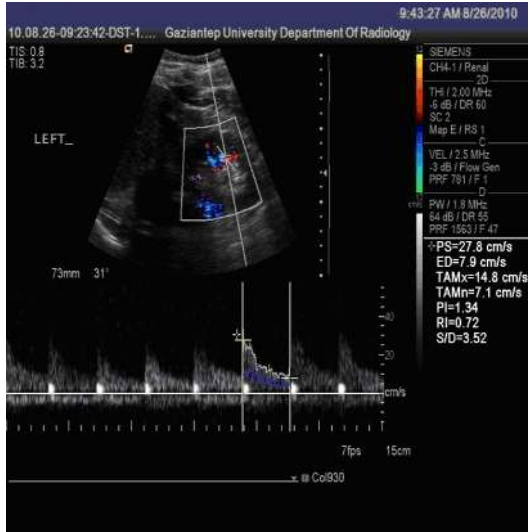
Resim 1. Hafif genişlemiş pelvikalisyel sistem (a) ile aynı böbrekten yapılan doppler tetkikinde obstrüksiyon lehine pozitif kabul edilen yüksek Rİ değeri (0,72) (b) ve sağlam karşı taraf böbreğin Rİ değeri (0,61) (c) görülmektedir (OLGU 1).



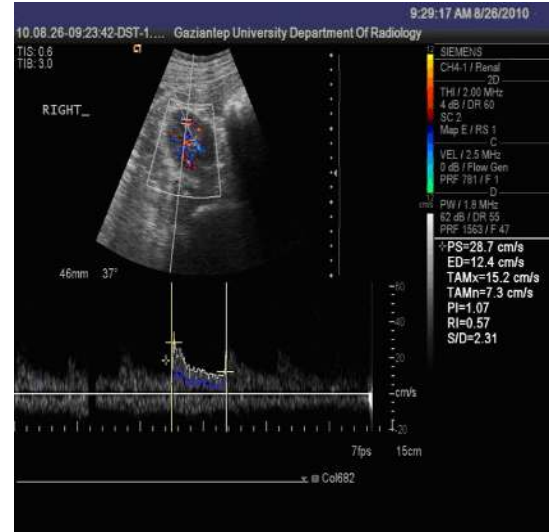
(a)



(b)



(c)



(d)

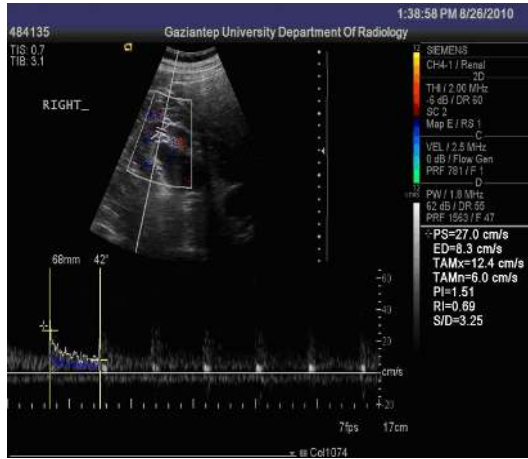
Resim 2. Sol böbrekte pelvikalisiyel dilatasyon (a) alt polden ölçülen RI değeri 0,71 (b), üst polden alınan RI değeri 0,72 iken (c) kontrolateral böbrek RI değeri soldan küçük olarak 0,57 ölçülmüştür (d) (OLGU 2).



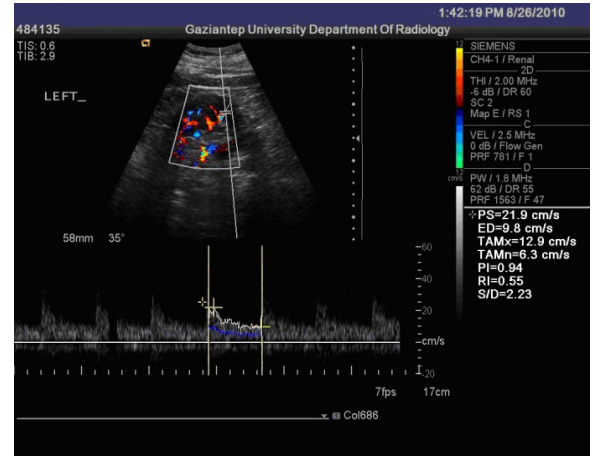
(a)



(b)



(c)



(d)

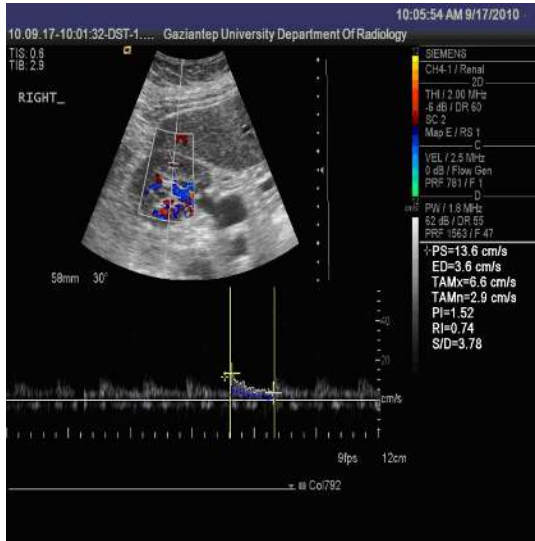
Resim 3. Sağ böbrek pelviste belirgin dilatasyon (a) olup IVP'de L3 vertebra düzeyinde sağ üreterde taş izlenmektedir (b). Sağ böbrek orta polden ölçülen RI değeri 0,69 iken (c) karşı taraf böbreğin RI değeri 0,55 olarak ölçüldü (d) (OLGU 3).



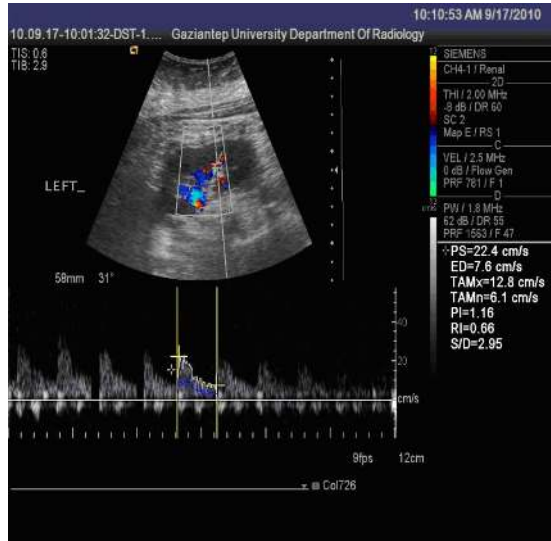
(a)



(b)



(c)



(d)

Resim 4. DÜŞG ve US'de sağ üreteropelvik bileşkede taş mevcut olup (a,b) sağ böbrek ortapolden alınan Rİ değeri 0,74 iken (c) nonobstrükte karşı taraf böbreğin Rİ değeri 0,66 bulunmuştur (d) (OLGU 4).

5. TARTIŞMA

Acil servise en sık başvurma nedenlerinden birisi olan akut yan ağrısı, üreter boyunca ilerleyen taşa bağlı oluşan spazmodik tipte bir ağrı olup üriner kolik olarak adlandırılır. Taş proksimalden distale ilerlerken ağrı da batın lateralinden periumblikal bölgeye, kasıklara, erkekte testislere ve kadında labia majorlere yansır. Üriner kolik hastalarında radyolojik incelemenin amacı; ayırıcı tanının yapılması ve kesin tanının konması, taşa bağlı oluşan fizyolojik ve patolojik değişiklikleri değerlendirmek, tedavi amaçlı girişimlere rehberlik etmek ve bunların etkilerini değerlendirmektir (68). Akut üriner kolikli hastaların değerlendirilmesinde hastanın anamnezi, fizik muayene, laboratuvar tetkikleri önemli bilgi sağlamakla birlikte; ayırıcı tanının yapılmasında ve kesin tanı konmasında görüntüleme yöntemleri önem kazanmaktadır. Görüntüleme ile ağrı nedeni, taşın lokalizasyonu, boyutu, obstrüksiyon durumu açıklığa kavuşturulmaya çalışılır.

Şüphelenilen ya da bilinen böbrek hastalığında sonografi sıklıkla kullanılan bir görüntüleme yöntemidir (51, 69,70). Konvansiyonel US üriner trakt obstrüksiyonunun teşhisinde yüksek sensitiviteye sahip (%98) ancak %10-26 oranında false pozitiflik nedeniyle spesifitesi düşüktür (anormal damarlar, parapyelik kistler, geniş extrarenal pelvis) (71). Bir çalışmada üreter taşı için US' nin direk incelemede %37 sensitif olduğu, ancak üreter taşının pozitif bulgusu olan hidronefroz varlığında sensitivitenin %74'e yükseldiği gösterilmiştir (72).

Fakat üreter obstrüksiyonunun erken döneminde hidronefroz olmayabilir veya vakaların %11-35 inde olduğu gibi hafif şiddette olabilir (43,73). Pelvikalisiyel dilatasyon yokluğunda üriner traktın fonksiyonel değerlendirilmesinde distal üriner trakt obstrüksiyonunun gösterilmesi artmış önem taşır. US görüntüleme çeşitli durumlarda obstrüksiyonun teşhisini atlayabilir (74).

Hafif dilatasyon gözden kaçabilir ya da klinik olarak önemsiz sayılabilir. Obstrüktif renal yetmezlikli hastaların küçük bir kısmında (yaklaşık %5) pelvikalisiyel

dilatasyon görülemeyebilir (75). Bunun nedenleri karışık olup dehidratasyon ya da kalisiyel forniks rüptürü sonucu pelvikalisiyel sistemin dekompresyonu ile ilgili olabilir. Özellikle üreter taşının neden olduğu aralıklı üreterik obstrüksiyonda USG ile toplayıcı sistemin görüntülenmesi yetersiz kalabilir (76,77). Obstrüksiyonun direk fonksiyonel gösterimi genellikle sintigrafiyi gerektirir ancak son zamanlarda Doppler USG teknikleri şüpheli renal obstrüksiyonda fonksiyonel bilginin sağlanmasında kullanılmaktadır (76,77).

Son yıllarda akut renal kolikli hastalarda intrarenal arterlerden Rİ ölçümü yapılarak dopplerin değeri ortaya konulmuştur. Bazı çalışmalarda (50,78-84) bu teknik faydalı olabilirken bazılarında ise (85-88) duyarlı bulunmamıştır.

Üreter obstrüksiyonuna böbreğin hemodinamik cevabı hayvan modelleri üzerinde araştırılmış (89) ve akut üreter obstrüksiyonunu takiben gelişen kompleks olaylar serisi kanıtlanmıştır. İlk 2 saatte afferent arteriollerdeki vazodilatasyona ve üreter basıncındaki artışa bağlı olarak renal kan akımı artar. Obstrüksiyondan 2-6 saat sonra efferent arteriollerdeki vazokonstriksiyon ve üreterik basıncın yüksek kalmasına sekonder olarak renal kan akımı azalır. Takip eden 6-18 saat sonra renal kan akımı afferent arteriollerin vazokonstriksiyonu ve üreter basıncındaki azalma sonucu azalmış olarak kalır (76).

Doppler ultrasonografi noninvaziv, ağrısız, hemen uygulanabilir, öğrenmesi ve yapılması kolay bir inceleme yöntemidir. İlaveten doppler USG de iyonizan radyasyona ihtiyaç olmadığı ve özellikle hamilelik, alerji ve böbrek yetmezliği gibi IV kontrast madde kullanımının arzu edilmediği durumlarda kullanılabilirliği aşıkardır (71). Diagnostik amaçlı kullanılan birçok cihazda olduğu gibi bu noktada kullanıcının tecrübesi önem kazanmaktadır. Fakat belli bir süre eğitim sonrasında bilateral renal doppler ultrasonografik inceleme süresi 10-20 dakikayı geçmemektedir (90,91).

Renal kan akımı doppler US ile Rİ ölçülerek indirek olarak belirlenebilir. Rİ, renal vasküler direncin derecesini yansıtan fizyolojik bir parametredir. Bununla birlikte böbreğin intrarenal vaskülaritesinde artış ya da azalma ile ilişkili hastalıklarının araştırılmasında potansiyel olarak kullanılabilir bir yöntemdir (71). Normal renal arteriyel akım, diastolün başından sonuna devam eden düşük dirençli paterne sahiptir. Üriner trakt obstrüksiyonu sonucu olarak artmış Rİ değerleri vasküler direncin arttığını gösterir. Köpeklerde yapılan deneysel çalışmalarda obstrüksiyon sonrasında Rİ

değerinin yükseldiği gösterilmiştir (92-94). Mitcel ve arkadaşlarının (95) yaptığı hayvan çalışmalarında artmış renovasküler direncin göstergesi olarak Rİ değeri yüksek bulunmuştur. Opdenakker ve arkadaşları (84) obstrüksiyonun başlangıcından 6-48 saat sonra Rİ artışını maksimum bulmuşlardır.

Yapılan doppler çalışmalarında normal Rİ değerinin $<0,7$ olduğu ve obstrükte böbrekte Rİ' in arttığı gösterilmiştir. Ancak dilatasyon üreter taşı dışında başka sebeplerden dolayı da olabileceğinden (megakalikozis, kalisiyel divertikül, üreterosel, medüller sünger böbrek, tümör, renal papiller nekroz v.s.) bu bulgu taşa bağlı dilate obstrükte-nonobstrükte böbreğin ayırımında kullanılabilir (78). Yaşamın ilk 3 yılı boyunca RI 0,70 den yüksektir. 4-60 yaş arasında 0,70 normalin üst sınırını teşkil etmektedir (96,97). Hastalık dönemlerinde ise bu değerler artma eğilimi gösterir (98).

İntrarenal damarların artmış Rİ değeri vasküler ya da parankim hastalıklarında da bulunabilir (renal ven trombozu, akut böbrek yetmezliği, renal arter stenozu, vs.) (99).

Şüpheli üreter koliği olan hastalarda obstrüksiyon için Rİ'in kullanıldığı ilk çalışmalarda $Rİ > 0,70$ olduğunda %87-100 gibi mükemmel bir sensitivite ileri sürülmüştür (50,85). Akut obstrüktif üropatinin teşhisinde Doppler US' nin rolü ve metodun sensitivitesi çok sayıdaki çeşitli serilerde tartışılmıştır. Üriner obstrüksiyon teşhisinde duplex doppler US' nin sensitivitesi ile ilgili literatürdeki sonuçlar farklı olup bunun nedeni şu faktörlere bağlanmıştır: Rİ ve $\Delta Rİ$ için farklı eşik değerlerinin kullanımı, $\Delta Rİ$ 'nin ölçülmemesi, obstrüksiyonun derecesi, doppler incelemenin kalitesi (100).

Bu çalışmada literatüre göre obstrükte böbrek için söz edilen cut off değeri olarak 0,70 kullandık (67, 71, 76,77). Renal obstrüksiyonun değerlendirilmesinde $\Delta Rİ$ değeri obstrükte böbreğin Rİ değerinden daha önemli olabilir. Bu nedenle çalışmamızda obstrükte ve nonobstrükte böbreklerin $\Delta Rİ$ değerlerini de değerlendirdik ve obstrüksiyon için bahsedilen eşik değer olarak 0,08 i kabul ettik. Bulgularımız mevcut yayınların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (50, 78, 80,84).

Nonobstrükte böbreğin ortalama Rİ değeri ($0,64 \pm 0,02$), yapılan diğer çalışmalardaki Rİ değerleri ile paralellik göstermektedir. Obstrükte-nonobstrükte böbreklerin ortalama Rİ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı. Bu çalışmada ortalama Rİ'in duyarlılığı %100 olarak bulundu. Literatürde Rİ'in

sensitivitesi cut off değeri olarak 0,70 alındığında %30-%87 arasında farklılık göstermektedir. Gottlieb ve arkadaşlarının (79) çalışmasında da sensitivite oranı %100 olarak bildirilmiştir. Üriner obstrüksiyonu olan ve olmayan hastaların $\Delta R\dot{I}$ değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli fark bulunmuş olup $\Delta R\dot{I}$ 'nin duyarlılığı %99 olarak hesaplanmıştır .($p<0,004$) Sensitivite değeri kullanılan cut off değerine bağlıdır. Böylece biz bazı çalışmalarda kullanılan düşük eşik değerleri seçerek yüksek sensitivite oranlarına sahip olduk. Pelvikalisiyel dilatasyonu olmayan obstrükte böbrek ile nonobstrükte böbrek arasındaki farkın gösterilmesinin önemli olduğunu düşünüyoruz. Her iki. grubun $R\dot{I}$ değerleri sırasıyla $0,72\pm0,01$ ve $0,64\pm0,01$ olup her iki grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Pelvikalisiyel ve üreteral dilatasyon yokken US ile üreter taşını görmek zordur. Bu nedenle pelvikalisiyel dilatasyonu olmayan hastalar US ile yalancı negatif sonuç riski açısından dezavantajlıdır. Bu hasta grubunda Doppler incelemesinde saptanabilecek yüksek $R\dot{I}$ değerleri nondilate obstrükte böbreğe tanı koymamızı sağlayabileceği çalışmamızda gösterilmiştir.

Bu çalışmada, unilateral üriner obstrüksiyonda normal kontrolateral böbreğin rezistif indeksi yüksek değildi. Bu durum obstrükte böbreğin hemodinamik değişikliklerinin Ichikawa ve Brenner'in (101) hayvan çalışmalarında da öne sürdüğü gibi sistemik olaylardan ziyade lokal intrarenal değişiklikler olduğunu göstermektedir .

Çalışmamızda obstrükte grupta $R\dot{I}$ değeri 0,70'den küçük olan olgu yoktu. Ancak literatürdeki bazı çalışmalarda obstrükte böbrekte $R\dot{I}$ değeri 0,70 den küçük bulunmuş olup bu fenomen aralıklı ya da kısmi obstrüksiyonla açıklanmıştır. Bu subgrupta yaklaşık normal $R\dot{I}$ değerleri gösterilmiştir (80,82). Diğer muhtemel ilişkili konu konvansiyonel US ve ürografide akut obstrükte böbreklerin %10-20'sinde belli olan pyelosinüs ektravazasyonudur (50, 47,102). Platt ve arkadaşları (50) pyelosinüs rüptürünün toplayıcı sistemde dekompresyona yol açtığını tartışmışlar, böylece gerçek obstrüksiyonun uzun sürmediğini bazı yalancı negatif sonuçlardan sorumlu olabileceğini söylemişlerdir. İlave olarak az miktarda perirenal ya da periüreteral sıvı saptanan şüpheli obstrükte böbrekte $R\dot{I}$ değerinin normal olduğunu savunmuşlardır (50).

Literatürde, akut obstrükte böbreklerin %35'inde gri skala US'de hiçbir dilatasyon işareti olmadığı ancak bu olguların %60'ında doppler US ile obstrüksiyonu destekleyen yüksek $R\dot{I}$ değerleri gösterilmiştir (102). Bizim çalışmamızda akut

obstrükte böbreklerin %16'sında (48 hastanın 8'inde) gri skala US ile dilatasyon izlenmedi. Bu grubun tamamında obstrüksiyonu gösteren Rİ değeri 0,70 'den yüksek idi.

Yeterli doppler US tekniğini uygulamak kesin doğru sonuçları elde etmek için gereklidir. Belirgin obstrüksiyon varlığında normal Rİ değeri saptamanın en sık nedeni teknik hatadır. Doğru skalayı kullanmak, aliasing yapmadan mümkün olduğunca uygun ayarlayarak dalga formunu genişletmek çok önemlidir (103). Bu strateji ile Rİ ölçümündeki hatalar azalabilir ve diastol sonu akım genel olarak arka plan gürültüsünden ve duvar filtresinden ayırt edilebilir. Bu basit düzeltmeyi yanlış yapmak küçük dalgaların baselinedan açıkça sapması ile sonuçlanır. Bu durumda ölçüm yapıldığında renal arter direnci yüksek olmasına rağmen normal sınırlar içerisinde Rİ değerleri hesaplanabilir (104).

Biz çalışmamızda optimal doppler US teknikleri kullanarak objektif değerler aldık. Klinik pratikte nadir olmakla birlikte atrofik böbrek gibi sağlıklı böbrekte de üreter taşı görülebilir. Biz literatürde üreter taşı olan obstrükte atrofik böbreğin doppler değişikliklerine dair çalışma bulamadık. Rİ artışı, birkaç hormonal faktörün (en önemlisi prostoglandin aracılığı ile olan) yarışının sonucu olduğu bildirilmektedir (104). Bu nedenle yüksek Rİ değeri sağlıklı böbreklerde güvenilir bir gösterge olmayabilir.

Doppler US' yi sınırlayan diğer potansiyel hadise Rİ değerini yükselten obstrüksiyondan farklı kronik hipertansiyon, renal medikal hastalıklar gibi durumların olmasıdır. Böyle bir durumda ΔR_i ' nin önemi henüz bilinmemektedir. Bununla birlikte normal Rİ değeri saptanan hastalarda obstrüksiyon ekarte edilebilir (105).

Çalışmanın göreceli limitasyonlarından biri de akut bilateral obstrükte ya da soliter böbreğin obstrükte olduğu hiç vaka olmamasıdır.

Doppler US' yi sınırlayan dördüncü faktör ise aralıklı fakat sık renal koliki olan hastalardır. Birkaç saatlik obstrüksiyon ve sonrasında rahatlama şeklindeki paternde teorik olarak Rİ'in artmayabileceği öne sürülebilir (50,103). Bu nedenle bu tarz hastalarda Rİ ' e güvenilmemesi gerektiği kanaatindeyiz.

Obstrüksiyona uğramış böbreğin Rİ değeri 0,70' den küçükse renal kan akımı minimal değişmiş olup renal fonksiyon etkilenmemiştir. Bu klinisyenin gözlem ve takip ile yetinebileceği kararını almasını sağlarken, tersi bir tabloda ise obstrüksiyonun

giderilmesi için gerekli çözümlere biran önce başvurulması uyarısını yapmaktadır. Aksi takdirde renal parankimde geri dönüşümsüz değişiklikler meydana gelebilecektir (89).

6. SONUÇ

Günümüz tıbbında hasta vücuduna en az zarar ile en kısa sürede, kolay bir kullanım ve güvenilir bir sonuçla tanı koyduracak radyolojik yöntemlerin gelişimi giderek hızlanmıştır. Tanı konusunda klinisyeni yönlendirebilecek tetkik araçları hiç şüphesiz daha da önemlidir. Bu bakış açısı ile değerlendirdiğimizde obstrüktif renal patolojilerin değerlendirilip tedavi edilmesinde renkli doppler ultrasonografi ve Rİ ölçümünün önemli bir yeri olduğuna inanıyoruz.

Şüpheli ya da bilinen üreter taşına bağlı akut renal kolik tablosu ile başvuran ve yapılan US incelemesinde obstrüksiyonun pozitif göstergesi olan pelvikalisiyel dilatasyonu bulunmayan hastalarda doppler US ile Rİ ve $\Delta Rİ$ değerlerinin hesaplanması obstrüksiyon tanısını destekleyicidir.

Obstrüksiyon şüphesinde Rİ değerindeki artış klinisyenin hastaya yaklaşımında yol gösterici olup renal parankimde geri dönüşümsüz değişiklikler meydana gelmeden gerekli tedbirleri almasını sağlar.

Bu çalışma akut obstrükte böbreklerde mevcut olan kanıtları artırmaktadır. Renal Doppler kayıtları pelvikalisiyel sistem dilatasyonundan önce renal perfüzyon değişikliklerini gösterebilir ve renal kolik şüphesi ile değerlendirilen obstrükte-nonobstrükte böbreklerin ayrımını yapabilir.

7. KAYNAKLAR

- 1) Tamm EP, Silverman PM, Shuman WP. Evaluation of the patient with flank pain and possible ureteral calculus. Radiology 2003; 228: 319-329.
- 2) Ripolles T, Agramunt M, Errando J, Martinez MJ, Coronel B, Morales M. Suspected ureteral colic: plain film and sonography vs unenhanced helical CT. A prospective study in 66 patients. Eur Radiol 2004; 14: 129-136.
- 3) Moll J, Peacock IV WF. Urologic Stone Disease. In; Emergency Medicine: A comprehensive Study Guide. Tintinalli JE, Kelen GD, Stapczynski JS (eds). McGraw-Hill, North Carolina, 6th ed, 2004; pp: 620-625.
- 4) Federle P M, Fishman E, Jeffrey B R, Anne S V. Pocket radiologist abdominal. Amirsys-W.B.Saunders Company. Cev: Basak M, Erturk M. Nobel Tıp Kitabevleri İstanbul, 2004; s: 305.
- 5) Choe KA, Essenmacher KR, Verga M, Glickman MG, Lange RC Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. Radiology 1995; 194: 789-794.
- 6) Sommer FG, Jeffrey RB Jr, Rubin GD, Napel S, Rimmer SA, Benford J, Harter PM. Detection of ureteral calculi in patients with suspected renal colic: value of reformatted noncontrast helical CT. AJR (1995) 165: 509-513.
- 7) Smith RC, Levine J, Rosenfeld AT. Helical CT of urinary tract stones. Radiol Clin N Am 1999; 37: 911-952.
- 8) Petorak İ. Medikal Embriyoloji, Beta Basımevi İstanbul, 1984; 212-218.
- 9) Sabiston, Textbook of Surgery, W. B. Saunders Philadelphia, 14th Edition, 1991; 1433-1434.
- 10) Kelalis P. Clinical Pediatric Urology, W.B.Saunders Philadelphia 3rd Edition, 1992; 500-501.

- 11) Welch K, Ravitch M. Pediatric Surgery, Year Book Medical Publishers Chicago, Inc.1986; 1134-1135.
- 12) Gökmen E. Temel Radyoloji 2. Üriner sistem radyolojisi. Ankara: Nobel Kitabevi 1996.
- 13) Çelik E. Üreter taşlarında kontrastsız spiral BT'nin tanı değeri. Uzmanlık Tezi, Isparta,2001.
- 14) Kabalin JN, Surgical Anatomy of the retroperitoneum, Kidneys, and Üreters. In: Walsh RC, Retik AB, Vaughan AB, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, Wein AJ. Campbell's Urology, 8th ed.2002 Philadelphia, Pennsylvania 19106,1, 1-70.
- 15) Frank Hinman. Atlas Of Urologic Surgery, Section 19; Ureteral Reconstruction and Excision 1998; 783-785.
- 16) Walsh, Retik, Vaughan, Wein: Campbell's Urology. Volum 1; Surgical Anatomy Of The Retroperitoneum, Kidneys, And Ureters 2002; 36-40.
- 17) Anafarta K, Goğus O, Beduk Y, Arıkan N: Temel Uroloji, Ürolojik organların anatomik ve histolojik yapısı, 1998; 1-27.
- 18) Emil A. Tanagho, Jack W. Mc Aninch, MD, C. Ed: Kazancı G: Genel Üroloji; Urogenital Sistemin Anatomisi. 1999,1-15.
- 19) Walsh, Retik, Vaughan, Wein: Campmell's Urology; Volum 1; Anatomy of the lower urinary tract and male genitalia. 2002,41-80.
- 20) Joop W. Noordzij, Noshir F. Dabhoiwala: A view on the anatomy of the ureterovesical junction. Scand J Urol Nephrol. 1993 Volum 27; 371-380.
- 21) Zeren Z. İnsan Anatomisi Ekin Yayınları. İstanbul, 1975,55-86.
- 22) Uribarri J, Oh MS, Carroll HJ: The first kidney stone. Ann Intern Med. 1989; 111:1006-1009.
- 23) Saftel A, Resnick MI. Metabolic Evaluation of Urolithiasis. Urol Clin North Am. 1990; 7: 159.

- 24) Göğüs O, Anafarta, Bedük Y., Arıkan N (eds) Temel Üroloji. Güneş Kitapevi. Ankara, 1998; 559-604.
- 25) Akıncı M, Esen T, Tellaloğlu S. Urinary Stone Disease in Turkey: An updated epidemiological study. Eur Urol. 2003; 20: 200.
- 26) Menon M, Parulkar BG, Drach GW, Urinary Lithiasis. Etiology, Diagnosis, and Medical Management; in: Walsh PC. Retik AB. Vaughn ED. Wein AJ (eds): Campbell's Urology 1998; vol.3, 2661-2733.
- 27) Drach GW. Urinary Lithiasis: Etiology, Diagnosis and Medical Management, in Walsh PC, Retik AB, Stamey TA, Vaughn ED (eds): Campbell's Urology. 1992; 6th ed, vol 3, Philadelphia, Saunders.
- 28) Charles YC: Medical Management of Urinary Stone Disease, Nephron Clin Pract. 2004; vol. 98: 49-53.
- 29) Hesse A, Siener R: Current aspects of epidemiology and nutrition in urinary Stone disease. World J Urol. 1997; 15: 165-171.
- 30) Federle P M, Fishman E, Jeffrey B R, Anne S V. Pocket radiologistabdominal. Amirsys-W.B.Saunders Company. Cev: Basak M, Erturk M. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul. 2004, 305.
- 31) Ödev K. Radyolojide teknik ve endikasyonlar. Üriner sistem radyolojisi. Konya: Atlas Tıp Kitapevi, 1992,25-36.
- 32) Tuncel E. Klinik Radyoloji. Bursa: Güneş ve Nobel Kitapevleri, Genişletilmiş 2. Baskı,2008.
- 33) Zagoria RJ, Khatod EG, Chen MYM. Abdominal radiography after CT reveals urinary calculi: a method to predict usefulness of abdominal radiography on the basis of si-ze and CT attenuation of calculi. AJR 2001; 176: 1117-1122.
- 34) Talner LB. Obstructive uropathy In: Pollack (ed) Clinical urography. Saunders, Philadelphia 1990; 1535-1536.
- 35) Dunnick RN, Sandler CM, Newhouse JH, Amis ES, Jr. Nephrocalcinosis and nephrolithiasis In: Textbook of urology. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams &Wilkins 2001; 178-194.

- 36) Ödev K. Radyolojide teknik ve endikasyonlar. Üriner sistem radyolojisi. Konya: AtlasTıp Kitabevi, 1992.
- 37) Rickards D, Jones J. Imaging investigation of the urogenital tract. In: Sutton D, eds. Textbook of radiology and imaging. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1999; 1113-1129.
- 38) M.Y.M. Chen, Pope L. Thomas, Pope, Jr, Ott J. David, Basic Radiology. Cev. Tiryaki B. Nobel Tıp Kitabevleri İstanbul 2007; 1. baskı, 225.
- 39) Kaya T. Temel Radyoloji Tekniği. Güneş ve Nobel tıp kitabevleri İstanbul 1997, 1.Baskı 292.
- 40) Hagen L Sandra -Ansert, Textbook of Diagnostic Ultrasonography, Cev. Akhan O, Güneş Kitabevi, İstanbul. 2005, 280.
- 41) Rickards D, Jones J. Acute renal colic: diagnosis with duplex Doppler US. In: Sutton D, eds. Textbook of radiology and imaging. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1998: 1130-1141.
- 42) Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, Essenmacher KR, Verga M, Glickman MG, Lange RC. Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. Radiology 1995; 194:189-194.
- 43) Smith RC, Verga M, Dalrymple N, McCarthy S, Rosenfield AT. Acute ureteral obstruction: value of secondary signs on helical unenhanced CT. AJR 1996; 167: 1109-1118.
- 44) Boridy IC, Nikolaidis P, Kawashima A, Sandler CM, Geldman SM. Noncontrast helical CT for ureteral stones. World J Urol 1998; 16: 18-21.
- 45) Niall O, Russell J, MacGregor R, Duncan H, Mullins J. A comparison of noncontrast computerized tomography with excretory urography in the assessment of acute flank pain. J Urol 1998; 161: 534-537.
- 46) Regan F, Bohlman ME, Khazan R, Rodriquez R, Schultze-Haakh H. MR urography using HASTE imaging in the assessment of ureteric obstruction. AJR 1996; 167: 115-1120.

- 47) Erwin BC, Carroll BA, Sommer FG. Renal colic: the role of ultrasound in initial evaluation. *Radiology* 1984; 152: 147-150.
- 48) Hill MC, Rich JJ, Maridat JG, Finder CA. Sonography vs. excretory urography in acute flank pain. *AJR Am J Roentgenol* 144:1235-1238.
- 49) Kamholtz RG, Cronan JJ, Dorfman GS. Obstruction and minimally dilated renal collecting system: US evaluation. *Radiology* 1989; 170: 51-53.
- 50) Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Acute renal obstruction: evaluation with intrarenal duplex Doppler and conventional US. *Radiology* 1993; 186: 685-688.
- 51) Stuck KJ, White GM, Granke DS, Ellis JH, Weissfeld JL. Urinary obstruction in azotemic patients: detection by sonography. *AJR* 1987; 46: 1191-1193.
- 52) Haddad MC, Sharif HS, Shahed MS, Mutaieri MA, Samihan AM, Sammak BM, Southcombe LA, Crawford AD. Renal colic: diagnosis and outcome. *Radiology* 1992; 184: 83-88.
- 53) Lee JY, Kim SH, Cho JY, Han D. Color and power doppler twinkling artifacts from urinary stones: clinical observations and phantom studies. *AJR* 2001; 176: 1441-1445.
- 54) Conkbayır I, Yanık B, Senyücel Ç, Hekimoglu B. Renkli doppler ultrasonografide “twinkling” artefaktı. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2003; 9: 4407-410.
- 55) Kamaya A, Tuthill T, Rubin JM. Twinkling artifact on color doppler sonography: dependence on machine parameters and underlying cause. *AJR* 2003; 180: 215-222.
- 56) Mustonen S, Ala-Houhala IO, Vehkalahti P, Laippala P, Tammela TLJ. Kidney ultrasound and doppler ultrasound findings during and after acute urinary retention. *Eur J Ultrasound* 2001; 12: 189-196.
- 57) Platt JF. Duplex doppler evaluation of native kidney dysfunction: obstructive and nonobstructive disease. *AJR* 1992; 158: 1035-1042.
- 58) Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW. Abdominal Pelvic and Thoracic Sonography. *Diagnostic Ultrasound. 2. Baskı, St Louis: Mosby* 1998: 87-153.

- 59) Kok TH, Van Der Jagt EJ, Haagsma EB, Bijleveld CM, Jansen PLM, Boeve WJ. The value of Doppler ultrasound in cirrhosis and portal hypertension. *Scand J Gastroenterol* 1999; 34 (5); 82-88.
- 60) Zwiebel WJ, Pellerito JS. Vasküler Ultrasona Giriş. Mihmanlı İ (Çeviren) 1. Baskı, İstanbul. İstanbul Medikal Yayıncılık 2006: 586-609.
- 61) Oyar O, Gülsoy U. Tıbbi Görüntüleme Fiziği. Ankara. Tisamat Basım 2003: 182-190.
- 62) Wolf KJ, Fobbe F. Color Doppler Sonography Principles and Clinical Application. Newyork Thieme 1998: 155-181.
- 63) Erden E. Renkli Doppler ultrasonografinin fizik prensipleri, sınırlamaları ve hata kaynakları. *T Klin Tıp Bilimleri* 1991; 11: 326-351.
- 64) Callen PW. Obstetrik ve Jinekolojide Ultrasonografi. Güner H (Çeviri Editörü), Ankara. Atlas Kitapçılık 1997: 576-601.
- 65) Taylor KJ, Holland S. Doppler US Part 1. Basic principles, instrumentation and pitfalls. *Radiology* 1990; 174: 297-307.
- 66) Rubin JM, Bude RO, Garson PL, Bree RL, Adler RS: Power Doppler USG: A potentially useful alternative to mean frequency-based color Doppler US. *Radiology* 1994;190: 853-856.
- 67) Akçar N, Özkan IR, Adapınar B, Kaya T Doppler sonography in the diagnosis of urinary tract obstruction by stone. *J Clin Ultrasound* (2004) 32: 286-293
- 68) Chen MYM, Scharling ES, Zagoria RJ, Bechtold RE, Dixon RL, Dyer RB. CT diagnosis of acute flank pain form urolithiasis. *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI* 2000; 21: 2-19.
- 69) Denton T, Cochlin DL, Evans C: The role of ultrasound in previously undiagnosed renal failure. *Br J Radiol* 57: 673-675, 1984.
- 70) Coşkuner E., Ege G., Akman H: Clinical value of resistive index in acute renal colic. *Türk Üroloji Dergisi* 26(4): 472-474, 2000.

- 71) Rawashdeh YF, Djurhuus JC, Mortensen J, Horylck A, Frokiaer J. The intrarenal resistive index as a pathophysiological marker of obstructive uropathy. *J Urol* 2001;165: 1397-404.
- 72) Shokeir AA, Nijman RJ, El-Azab M et al. Partial ureteral obstruction: effect of intravenous normal saline and furosemide upon the renal resistive index. *J Urol* 1997;157(3): 1074-1077.
- 73) Hill MC, Rich JJ, Mardiat JG, Finder CA. Sonography vs. excretory urography in acute flank pain. *AJR Am J Roentgenol* 1985;144: 1235-1238. *ogy* 186: 685-688.
- 74) Amis ES, Cronan JJ, Pwster RC, Yoder IC. Ultrasonic inaccuracies in diagnosing renal obstruction. *Urology* 1982; 19: 101-105.
- 75) Rascoff JH, Golden RA, Spinowitz BS, Charytan C. Nondilated obstructive nephropathy. *Arch Intern Med* .1983; 143: 696-698.
- 76) Webb JAW. Ultrasonography and Doppler studies in the diagnosis of renal obstruction. *BJU Int* .2000; 86: 25-32.
- 77) Onur M.R, Cubuk M, Andic Ç, Kartal M, Arslan G. Role of resistive index in renal colic. *Springer-Verlag* 2007; 35: 307-312.
- 78) Platt JF, Rubin JM, Ellis JH, Dipietro MA. Duplex Doppler US of the kidney: differentiation of obstructive from nonobstructive dilatation. *Radiology* 1989; 171: 515-517.
- 79) Gottlieb RH, Luhmann K IV, Oates RP. Duplex ultrasound evaluation of normal native kidneys and native kidneys with urinary tract obstruction. *J Ultrasound Med* 1989; 8: 669.
- 80) Rodgers PM, Bates JA, Irving HC. Intrarenal Doppler ultrasound studies in normal and acutely obstructed kidneys. *Br J Radiol* 1992; 65: 207-212.
- 81) Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Distinction between obstructive and nonobstructive pyelocaliectasis with duplex Doppler sonography. *Am J Roentgenol* 1989; 153(5): 997-1000.
- 82) Miletic D, Fuckar Z, Sustic A, Mozetic V. Resistance and pulsatility indices in acute renal obstruction. *Journal of Clinical Ultrasound* 1998; 26; :79-84.

- 83) Bateman GA, Cuganesan R. Renal vein Doppler sonography of obstructive uropathy. *AJR* 2002; 178: 921-925.
- 84) Opdenakker L, Oyen R, Vervloessem I, Goethuys H et al. Acute obstruction of the renal collecting system: the intrarenal resistive index is a useful yet time-dependant parameter for diagnosis. *European Radiology* 1998; 8 : 1429-1432.
- 85) Deyoe LA, Cronan JJ, Breslaw BH, Ridlen MS. New techniques of ultrasound and color Doppler in the prospective evaluation of acute renal obstruction. Do they replace the intravenous urogram ? *Abdominal Imaging* 1995; 20:58-63.
- 86) Tublin ME, Dodd III GD, Verdile VP. Acute renal colic: diagnosis with duplex Doppler US. *Radiology* 1994; 193: 697-701.
- 87) Coley BD, Arellano RS, Talner LB, Baker KG, Peterson T Etal. Renal resistive index in experimental partial and complete ureteral obstruction .*Radiology* 1993;212:725-731.
- 88) Roy C, Tuchmann C, Pflieger D, Guth S et al. Potential role of duplex Doppler sonography in acute renal colic. *J Clin Ultrasound* 1998 26(9): 427-432.
- 89) Chen JH, Pu YS, Liu SP, Chiu TY Renal hemodynamics in patients with obstructive uropathy evaluated by duplex Doppler sonography. *J Urol* (1993) 150: 18-21.
- 90) 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.
- 91) Platt JF, Rubin JM, Ellis JH: Acute renal failure: Possible role of Doppler ultrasound in destination between acute prerenal failure and acute tubuler necrosis. *Radiology* 1991 178: 419-423.
- 92) Shokeir AA, Provoost AP, El-Azab M et al Renal Doppler ultrasound in children with obstructive uropathy: eVect of intravenous normal saline Xuid load and furosemide. *Br J Urol* 1997, 8: 313-318.
- 93) Dodd GD, Kaufman PN, Bracken RB Renal arterial duplex Doppler ultrasound in dogs with urinary obstruction. *J Urol* 1991, 145: 644-646.

- 94) Ulrich JC, York JP, KoV SA The renal vascular response to acutely elevated intrapelvic pressure: resistive index measurements in experimental obstruction. *J Urol* 1995, 154: 1202-1204.
- 95) Tublin ME, Tessler FN, Murphy ME. Correlation between renal vascular resistance, pulse pressure, and the resistive index in isolated perfused rabbit kidneys. *Radiology* 1999;213: 258-264.
- 96) Keogan MT, Kliwer MA, Hertzberg BS. Renal resistive indexes: variability in Doppler US measurement in a healthy population. *Radiology* 1996;199: 165-9.
- 97) Bude RO, Di Pietro MA, Platt JF. Age dependency of the renal resistive index in the healthy children. *Radiology* 1992;184: 469-73.
- 98) Terry JD, Rysavy JA, Frick MP. Intrarenal Doppler: characteristics of aging kidneys. *J Ultrasound Med* 1992;11: 647-51.
- 99) Klahr S. Pathophysiology of obstructive nephropathy: a 1991 update. *Semin Nephrol* 1991;11: 156-68.
- 100) Sauvain JL, Pierrat V, Chambers R et al Ultrasound and pulsed Doppler in the study of the arteries of the renal parenchyma during obstructive syndromes and dilatation of the excretory cavities of the kidney. *J Radiol* 1989, 70: 389-398.
- 101) Ichikawa I, Brenner BM Local intrarenal vasoconstrictor-vasodilator interactions in mild partial ureteral obstruction. *Am J Physiol* 1979, 236: F131.
- 102) Laing FC, JeVrey RB Jr, Wing VW . Ultrasound versus excretory urography in evaluating acute Xank pain. *Radiology* 1985, 154: 613-616.
- 103) Platt JF, Ellis JH, Rubin JM: Role of renal Doppler imaging in the evaluation of acut renal obstruction. *Am J Roentgen* 1995;164: 379-80.
- 104) Shokeir AA, Abdulmaaboud M Resistive index in renal colic: a prospective study. *BJU Int* 1999, 83: 378-382.
- 105) Shokeir AA, Proovoost AP, Nijman RJM Resistive index in obstructive uropathy. *Br J Urol* 1997, 80: 195-200.