

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÜROLOJİ ANABİLİM DALI**

**RATLARDA TEK TARAFLI TAM VE KISMİ ÜRETER
OBSTRÜKSİYONLARINDA BÖBREKLERİN KONTRASTSIZ
ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ
Dr. Burhan YILDIRIM**

SAMSUN / 2008

T.C
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÜROLOJİ ANABİLİM DALI

RATLARDA TEK TARAFLI TAM VE KISMİ ÜRETER
OBSTRÜKSİYONLARINDA BÖBREKLERİN KONTRASTSIZ
ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ
Dr. Burhan YILDIRIM

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Recep BÜYÜKALPELLİ

SAMSUN / 2008

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
İÇİNDEKİLER	I
TABLO LİSTESİ	II
ŞEKİL LİSTESİ	III
KISALTMALAR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
GEREÇ VE YÖNTEMLER	17
BULGULAR	25
TARTIŞMA	32
SONUÇLAR	37
KAYNAKLAR	38

TABLO LİSTESİ

Tablo I	: Grup 1’deki ratlarda böbrek parankim dansitelerinin ortalama değerleri.
Tablo II	: Grup 2’deki ratlarda böbrek parankim dansitelerinin ortalama değerleri.
Tablo III	: Grup 3’deki ratlarda operasyon öncesi ve sonrası parankim dansitelerinin ortalama değerleri.
Tablo IV	: Grup 1 ve Grup 3’deki ratların sol böbrek parankim dansite değerlerinin ikili karşılaştırılması.
Tablo V	: Grup 1 ve Grup 3’deki ratların sağ böbrek parankim dansite değerlerinin ikili karşılaştırılması.
Tablo VI	: Grup 1 ve Grup 2’deki ratların sol böbrek parankim dansite değerlerinin ikili karşılaştırılması.
Tablo VII	: Grup 1 ve Grup 3’deki ratların sol böbrek parankim dansite değerlerinin ikili karşılaştırılması
Tablo VII	: Grup 3’deki ratlarda böbreklerin üst, orta ve alt pollerinden ölçülen parankim dansitelerinin çalışma günlerine göre değişimi
Tablo IX	: Grup 3’de bulunan ratların obstrükte böbreklerinin üst, orta ve alt pollerinden yapılan ölçümlerin çalışma günlerine göre karşılaştırılması.

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1a : Ratlarda orta hat kesi ile barsakların orta hatta deviasyonu ve sol böbreğin bulunması.
- Şekil 1b : Sol üreterin çevre dokulardan serbestleştirilmesi.
- Şekil 1c : Sol üreterin psoas kasında yarığa gömülmesi
- Şekil 1d : Psoas kasının prolen sütürle kapatılması.
- Şekil 1e : Sol üreterin sütür ile bağlanarak tam obstrüksiyon gerçekleştirilmesi
- Şekil 2a, 2b : Ratların anestezi altında çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile görüntülerinin alınması.
- Şekil 3a : Operasyon öncesi ratlardan elde edilen tomografide böbreklerin görünümü
- Şekil 3b : Kısmi üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen bir ratda böbreklerin koronal görünümü
- Şekil 3c : Grup 3’de obstrüksiyonun 3. gününde hidronefrotik böbrekte parankim dansitesinin ölçümü.
- Şekil 3d : Grup 3’de obstrüksiyonun 30. gününde hidronefrotik böbrekte parankim dansitesinin ölçümü
- Şekil 3e : Grup 3’de obstrüksiyonun 30. gününde böbreklerin koronal görünümü.
- Grafik I : Grup 1’deki ratlarda böbrek parankim dansitelerinin ortalama değerleri.
- Grafik II : Grup 2’deki ratlarda operasyon öncesi ve sonrası parankim dansitelerinin ortalama değerleri
- Grafik III : Grup 3’deki ratlarda operasyon öncesi ve sonrası parankim dansitelerinin ortalama değerleri
- Grafik IV : Grup 3’deki ratlarda üst, orta ve alt pollerinin alınan parankim dansitelerinin çalışma günlerine göre değişimi

KISALTMALAR

- BT : Bilgisayarlı tomografi
İVP : İntravenöz piyelografi
HU : Hounsfield Ünitesi
RAD : Radyasyon absorbsiyon dozu

ÖZET

Amaç: Üriner obstrüksiyonların derecesinin ve süresinin böbrekte fonksiyon kaybı ile ilişkili olduğu ve obstrüksiyon süresinin uzamasının fonksiyon kaybını hızlandırdığı çok iyi bilinmektedir. Kontrastsız çok kesitli BT ile tespit edilen üreter taşlarının obstrüksiyona neden olup olmadıklarının, aynı tetkik yönteminde böbrek parankim dansitelerinin ölçülerek belirlenmesi tedavinin zamanlaması açısından değerli görülmektedir. Bu çalışmada üriner sistem taşlarının tanısında yaygın olarak kullanılan çok kesitli BT'nin üreterdeki obstrüksiyon hakkında ne ölçüde yararlı olabileceğini araştırmak istedik.

Gereç ve Yöntem: Sprague-Dawley cinsi erişkin ratların, çalışma gruplarında sol üreterlerine tam veya kısmi obstrüksiyon, kontrol grubuna ise sham operasyonu yapıldı. Kontrastsız çok kesitli BT ile başlangıçta, operasyonun 1.,3. ve 30. günlerinde her iki böbreğin ortalama parankim dansiteleri ölçüldü.

Bulgular: Kısmi obstrüksiyon oluşturulan böbreğin ortalama parankim dansitesinin diğer böbrekle karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$). Tam obstrüksiyon oluşturulan grupta, obstrükte böbreğin parankim dansitesinin, diğer böbreğe ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düştüğü bulundu ($p<0,001$). Bu grupta obstrüksiyon süresinin uzamasının, böbrek parankim dansitesindeki düşüşü hızlandırdığı bulundu. Böbreklerin üst, orta ve alt pollelerinden ölçülen dansite değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p>0,05$).

Sonuç: Sonuç olarak kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile kısmi veya tam obstrükte böbreklerin parankim dansitelerinin ölçümünün, obstrüksiyonun şiddetinin değerlendirilmesinde yararlı olabileceği öne sürülebilir. Üreteral obstrüksiyon varlığının bulguları olan, üreterde obstrüksiyonun proksimalinde ve renal pelviste dilatasyon, perinefritik sıvı birikimi, perinefritik ve periüreteral çizgilenme ve doku halka işareti gibi bulgulara, kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografide parankim dansitesinde azalmanın eklenmesi yararlı olacaktır. Dansite ölçümünün böbrek parankiminin üst, orta veya alt polünün herhangi birisinden yapılmasının sonucu etkilemediği görüldü.

Anahtar sözcükler: Üreter obstrüksiyonu, Çok kesitli kontrastsız bilgisayarlı tomografi, Böbrek parankim dansitesi, Üriner sistem taş hastalığı.

ABSTRACT

Aim:

It is well-known that the degree and duration of the urinary tract obstruction are involved in the loss of renal function, and that as the duration prolongs, it worsens. So, to determine whether the kidney stones cause any obstruction and the measurement of kidney parenchyma densities by using unenhanced helical CT can be valuable for the timing of the treatment. In this study, we aimed to determine the capacity of unenhanced helical CT, which is widely used in the detection of urinary tract stones, in the assessment of the urethral obstruction.

Material and Method:

Of Sprague-Dawley adult rats the study group underwent complete or partial obstruction of their left ureters and sham operation was performed to the rats in control group. Average parenchymal densities of both kidneys were measured by unenhanced helical CT, initially in the first, third and thirtieth days following operation.

Results:

There was no statistically significant difference between the parenchymal densities of the kidneys exposed to partial obstruction and other kidneys ($p>0,05$). However average parenchymal densities of completely obstructed kidneys were lower than those of opposite kidneys and the kidneys of rats in control group, and the difference was statistically significant ($p<0,001$). In that group, the longer period of obstruction was associated with lower average parenchymal density. There was no statistically significant difference between the parenchymal density values of the upper, middle and the lower poles of the kidneys ($p>0.05$).

Conclusion:

It can be suggested that assessment of parenchymal density of partial or completely obstructed kidneys by unenhanced helical CT can be beneficial in the evaluation of the severity of obstruction. The decrease in the density of renal parenchyma determined by unenhanced helical CT can be another valuable parameter in addition to other signs of urethral obstruction such as the dilatation at the obstruction site or renal pelvis, perinephric fluid collections, perinephric stranding, tissue rim sign. Assessing the density either at the upper, middle or lower poles of the kidney does not affect results.

Key words: Ureter obstruction, Unenhanced helical computed tomography, Renal parenchymal density, Urinary stone disease

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Üroloji pratiğinde sık karşılaşılan üreter obstrüksiyonu ve buna bağlı hidronefroz, böbrek parankiminde ilerleyici hasar meydana getiren ve düzeltilmediğinde geri dönüşümsüz böbrek fonksiyon kaybına neden olan bir durumdur (1,2). Üriner sistem obstrüksiyonlarına ikincil hidronefroz, farklı yaş gruplarında farklı nedenlerle gelişmektedir. Yenidoğan ve çocuklarda üreteropelvik bileşke darlığı, gençlerde ve erişkinlerde üriner sistem taş hastalığı, daha yaşlı popülasyonda ise malign hastalıklara bağlı hidronefroz daha sık görülmektedir. Her üreter taşı obstrüksiyon yapmamaktadır. Üreteral obstrüksiyon yapanlarda ise erken tedavi girişimi gerekmektedir.

Günümüzde, radyolojik görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler sonucu üreteral obstrüksiyonların tanısı daha kolay konabilmektedir. Ultrasonografi basit, hızlı ve non-invaziv bir görüntüleme yöntemi olarak sık kullanılmaktadır. Ultrasonografi, anatomik görüntü sağlamakta, ancak hidronefrozun nedenini açıklayabilmek için üreterleri görüntülemeye yetersiz kalmaktadır. Üreterleri görüntülemek için geçmişte yaygın olarak kullanılan İVP tetkikinin kontrast madde gerektirmesi, böbrek yetersizliği olan hastalarda kullanılamaması ve daha uzun zamanda sonuç alınması gibi dezavantajları vardır. Bilgisayarlı tomografi tekniğindeki gelişmeler sonucu üriner sistemin incelenmesinde daha hızlı ve net görüntüler alınmaktadır. Bilgisayarlı tomografi yardımı ile böbrek parankimi, toplayıcı sistem ve aynı zamanda üreterde bulunan opak veya non-opak taşlar kolayca görüntülenebilmektedir (3,4). Kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografinin renal kolik şüphesi olan hastalarda üreter taşlarının tanısında %95-100 oranında duyarlılığa ve %97-100 oranında da özgüllüğe sahip olduğu bildirilmektedir (4). Bu sonuçlar kontrastsız spiral bilgisayarlı tomografinin, İVP ve ultrasonografiye üstünlüğünü göstermektedir. Bununla birlikte bilgisayarlı tomografi, böbrek fonksiyonu ve obstrüksiyonun süresi hakkında bilgi vermemektedir. Kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografi incelemesi ile sadece üriner sistem içerisindeki taşların değil, taşların neden olduğu üriner sistem değişikliklerinin de saptanabilmesi olasılığı önemli gözükmemektedir.

Bilgisayarlı tomografi cihazındaki gelişmeler sayesinde doku yoğunluk farkları daha iyi ve hızlı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Üriner sistem taş hastalığı ve hidronefroz tespit edilen hastaların, tomografi görüntüleri retrospektif incelendiğinde

etkilenen böbreğin parankim dansitesinin diğer böbreğe göre anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur (5-7). Ancak bu çalışmalarda obstrüksiyon süresi ve tipi (kısmi veya tam) hakkında bilgilere rastlanmamaktadır.

Kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografide üreterde tespit edilen taşların aynı taraf renal parankim dansitesindeki değişimlere göre obstrüksiyona neden olup olmadığının aynı yöntemle ortaya konulup konulamayacağını araştırmak amacıyla, bu deneysel çalışmada tek taraflı tam ve kısmi üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen ratlarda, renal parankim dansitesinde akut ve kronik dönemdeki değişimler, karşı böbrek ve sham grubu ile karşılaştırıldı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 FİZYOLOJİ

Böbrekler vücudu metabolik artıklardan temizlerken, aynı zamanda su ve elektrolit dengesini sağlayan organlardır. Böbreklerin canlılarda sıvı-elektrolit ve asit-baz dengesinde merkezi rol oynamalarının yanında, renin ve eritropoetin gibi hormonlar salgılamak ve D vitamini metabolizmasında rol almak gibi endokrin görevleri de vardır. İstirahat halinde böbrek kan akımı, kardiyak atımın yaklaşık beşte birini almaktadır. Doku ağırlığına oranlandığında renal kan akımı, koroner kan akımından sekiz kat daha fazladır. Bu renal sirkülasyonun düşük dirençli olduğunu göstermektedir (8).

Glomerüler kapillerlerindeki kan basıncını doğrudan ölçme olanağı yoktur. Bu nedenle renal arter hidrostatik kan basıncı yaklaşık 100 mmHg, glomerül kapillerlerindeki hidrostatik basıncın, normal arter basıncının %60'ı olduğu düşünüldüğünde, glomerüler kapiller hidrostatik basınç 60 mmHg kabul edilebilir. Buna karşı koyan plazma proteinlerinin ozmotik basıncı -32 mmHg olduğundan net glomerüler filtrasyon basıncı 28 mmHg'dir. Bowman aralığındaki basınç -18 mmHg'dir. Sonuç olarak net filtrasyon basıncı 10 mmHg'dir. Net 10 mmHg'lık ultrafiltrasyon basıncı sayesinde, kanın hücresel elementleri ve plazma proteinleri hariç, plazmada bulunan tüm maddeler, plazma ile eş konsantrasyonda ultrafiltrasyona uğrarlar. Glomerüler filtrasyon hızı 125ml/dak, ultrafiltrat miktarı 180 L/gün ve atılan idrar miktarı ortalama 1,5 L/gündür (9).

Üreterlerin görevleri idrarın böbreklerden mesaneye taşınmasıdır. Normal şartlarda üreteral peristaltizm, üriner toplayıcı sistemin proksimal kısmında bulunan pacemaker noktalarından çıkan elektiriksel aktivite sonucunda oluşur. İdrar mesaneye üreterovezikal bileşke yoluyla girer. Üreterovezikal bileşke normalde idrarın üreterden mesaneye boşalmasını sağlar ancak mesaneden üretere geçişi izin vermez.

2.1.1Böbreğin Basınca Yanıtı

Pelvis basıncı normalde intraperitoneal ve mesane içi basınçtan hafifçe yüksektir ve yaklaşık 5 mmHg düzeyindedir (10). Aktif peristaltizm olmadığında, dinlenme halindeki üreterde de basıncın benzer olması beklenir. Köpekler üzerinde yapılan deneysel bir çalışmada obstrüksiyon olmadığında dinlenme halindeki üreteral basınç yaklaşık 10 mmHg olarak ölçülmüştür. Üreterde peristaltizm varlığında ise üreteral

basınç yaklaşık 15 mmHg düzeyine çıkmaktadır. Renal pelvis basıncı 7 mmHg'nın (10 cm H₂O) altında olmalıdır ki, renal kan akımı ve glomerüler filtrasyon optimal seviyede olabilsin. Pelvik basıncın 12-14 mmHg'nın (16-20 cmH₂O) üzerinde olması bu iki işlevi bozar (11).

İnsanlarda deneysel olarak üreteral balon kateter ile tam üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen bir çalışmada üreteral basınç 10 dakikada 15 mmHg'dan, 50 mmHg'ya, 20 ile 60 dakika sonrasında ise 30 mmHg'dan 77 mmHg'ya yükseldiği tespit edilmiştir. Üreteral taş nedeniyle akut üreter obstrüksiyonu gerçekleşen küçük bir hasta grubunda da benzer basınç yükselmeleri tanımlanmıştır (12). Peristaltizm sırasında intraüreteral basınç benzer şekilde yükselmiş, zirve ve başlangıç basınç farkı ortalama bir saat sonra giderek azalarak ortadan kalkmıştır. Bu durum üreterin peristaltizm yeteneğinin kaybolmaya başladığının belirgin bir işaretidir.

Kronik obstrükte üreterlerdeki basınç, obstrükte olmayan üreterlerle karşılaştırıldığında, kronik obstrükte olanlarda başlangıçtaki basınç seviyelerine döndüğü gözlenmiştir. Kronik obstrükte olanlarda üreteral peristaltizimin sıklık ve amplitüd olarak düzensiz hale geldiği ve özellikle amplitünde belirgin bir düşme olduğu gözlenmiştir. Kronik obstrükte üreterlerin çapı başlangıç değerlerine göre yaklaşık 9-10 mm artmıştır (13).

2.1.2. Tek taraflı üreteral obstrüksiyon modelinde renal kan akımı:

Üreterin tek taraflı obstrüksiyonu, renal kan akımı ve üreteral basınç arasındaki karakteristik trifazik ilişkiyle sonuçlanır. İlk faz, hem üreteral basınçta hem de kan akımında yaklaşık 1-1,5 saat süren bir yükselmeye karakterizedir. Bunu kan akımında bir azalma ve üreteral basınçta obstrüksiyonun beşinci saatine kadar süren bir yükselme izler. Son faz, üreteral basınçta ilerleyici bir düşme ile birlikte, kan akımında daha fazla bir azalma ile devam eder (14). Hemodinamik olarak ilk faz, afferent arteriyolde bir vazodilatasyon ile karakterizedir, bunu takiben efferent arteriyolde vazokonstrüksiyon, ve son faz da afferent arteriyolde vazokonstrüksiyon meydana gelir. Üreter obstrüksiyonunun üçüncü fazı vazokonstrüktif fazdır; bu faz hem kan akımı, hem de üreteral basınç azalmasına yol açan preglomerüler ve postglomerüler vazokonstrüksiyon ile karakterizedir (15).

Üreter obstrüksiyonun başlangıcında renal kan akımında artış, fareler ve köpekler üzerinde gösterilmiştir (16). Ancak bu artış insanlarınki gibi multikaliksiyel

böbreklere sahip domuzlarda yapılan çalışmalarda gösterilememiştir. Domuzlarda yapılan çalışmalar üreter obstrüksiyonu sonrası renal kan akımında sürekli bir azalma ile birlikteyken (17), kuzularda yapılan çalışmalar ilk 5 saatte renal kan akımının değişmediğini, ancak 5. günde %71'e varan azalma olduğu göstermiştir (18). Renal kan akımı yanıtındaki farklılığın multikaliksiyel böbrek varlığına mı, yoksa diğer faktörlere mi bağlı olduğu bilinmemektedir.

2.2 HİSTOPATOLOJİ

Üreteral obstrüksiyonlar ister tam, ister kısmi olsun böbreklerin histolojik yapılarında bir takım değişiklikler meydana getirir. En önde gelen interstisyel değişiklik fibrozis, kollojen ve diğer ekstrasellüler matriks komponentlerinin birikimidir. Fibrozis ile birlikte interstisyumun hücresel kompozisyonundaki değişikliklerin yanı sıra çok sayıda diğer biyolojik aktif moleküllerin ekspresyonunda da değişiklikler olur. İnterstisyel fibrozisin, tübülleri ve interstisyel kapillerleri oblitere ederek böbrek hastalıklarının çoğunda renal fonksiyon azalmasını başlıca belirleyicisi olabildiği varsayılmaktadır (19).

Total obstrüksiyonlarda bile bir süre devam eden glomerüler filtrasyon sonucu oluşan filtrat, renal interstisyuma ve perirenal alana geri difüze olarak lenfatikler aracılığıyla venöz sisteme geri dönebilir. Sürekli filtrasyon nedeniyle etkilenen kaliksler ve pelvis dilate olur. Renal pelviste oluşan bu alışılmadık yüksek basınç toplayıcı kanallar aracılığıyla geri iletilerek böbrek damarlarına basıya neden olur. Hem arteriyel yetmezlik, hem de muhtemelen daha önemli olan venöz staz meydana gelir. En şiddetli etkiler papillada görülür, çünkü papillalar en yüksek basınca maruz kalırlar. Ratlarda 24 saatlik üreteral obstrüksiyonun etkilerinin incelendiği bir çalışmada papillalarda hemoraji ve nekroz tespit edilmiştir (20). Bu nedenle başlangıçtaki fonksiyonel bozukluk tübüllerdedir ve kendini ilk olarak konsantrasyon yeteneğinde bozulma ile gösterir. Ancak daha sonra glomerüler filtrasyon azalmaya başlar.

Tam veya aralıklı obstrüksiyon ile pelvikalisyel sistem ve böbrek genişlemeye başlar. Obstrüksiyon devam ederse ilerleyen zamanla renal parankim basıya uğrar ve atrofiye olur, papillalar hasar görür ve piramidler düzleşirler. Eğer obstrüksiyon ani ve komplet ise glomerüler filtrasyon erken etkilenir ve bunun sonucunda dilatasyon hafifken bile böbrek yetmezliği gelişebilir.

Mikroskopik olarak erken lezyonlarda önce papillarda nekroz, tübüler dilatasyon daha sonra ilerleyen zamanla atrofi gelişir. Daha sonra tübüler epitelyum fibröz doku ile yer değiştirir. Bu esnada glomerüller göreceli de olsa korunmuştur. Şiddetli olgularda glomerüller, atrofik hale gelip kaybolurlar ve böbrek ince fibröz bir kabuk halini alır. Ani ve tam obstrüksiyonlarda renal papillalarda, nekrotizan papillitteki değişikliklere benzer şekilde koagülasyon nekrozu oluşabilir. Komplike olmayan olgularda inflamatuvar reaksiyon minimalken, komplike pyelonefritlerde fazladır. Bu yüzden üriner sistemde enfeksiyonun varlığı, üreter obstrüksiyonunun meydana getirdiği böbrek fonksiyon kaybını arttırmaktadır.

Tavşanlarda yapılan bir çalışmada tek taraflı üreter obstrüksiyonundan sonra böbrekte 32. günde korteks ve dış medullada yaygın interstisyel kollojen bulunmuştur (21). Benzer şekilde tek taraflı tam üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen ratlarda obstrüksiyondan 28 gün sonra immunohistokimyasal olarak spesifik kollojen subtipleri lokalize edilmiştir. Kortikal ve medüller interstisyel mesafelerde de artış bulunmuş ve bu değişikliklerin obstrüksiyonun 7. gününden sonra belirginleştiği tespit edilmiştir (22).

Birkaç hafta süren obstrüksiyondan sonra ışık mikroskopunda glomerüller yumakta bir değişiklik izlenmezken, Bowman membranında fokal kalınlaşmalar görülür. Uzun süreli hidronefroz olgularında glomerül boyutları azalmaya başlar ve glomerüller sıklıkla sklerotik olurlar. Ancak şiddetli derecede tübüler atrofi geliştiğinde bile glomerüllerde temelde büyük değişiklikler olmaz. Yapısal olarak foot proceslerde deformasyon, silinme ve hatta kayıplar gözlenmektedir. 2-8 haftalık obstrüksiyondan sonra glomerüler bazal membranda kalınlaşma ve kıvrılma görülmektedir. Proksimal tübüllerin şekli giderek daha düzensiz hale gelir, çapları azalır ve fırçamsı kenarların devamlılığı bozulup sonuçta tamamen kaybolurlar. Renal medullanın ilerleyici fibrozisi ile birlikte atrezi bulguları belirmeye başlar, Henle loop'unun çapları azalır ve bazal membran kalınlığı artar. Obstrüksiyonun ilk gününden itibaren distal tübüllerde dilatasyon belirgindir ve obstrüksiyon dönemi boyunca sürer. Toplayıcı kanallar da obstrüksiyonun ilk gününden itibaren dilatedir.

2.2.1 İnsan Böbreğindeki değişiklikler:

Üreteral obstrüksiyon sonrası böbreğin görünümü; intrarenal ya da ekstrarenal bir toplama sisteminin varlığı, obstrüksiyonun uzunluğu ve derecesi, enfeksiyonun olup

olmamasına göre değişebilmektedir. İntrarenal toplama sisteminin etrafındaki renal parankimin varlığı sistemin dilate olmasını kısıtlar. Bununla birlikte, ekstrarenal bir toplama sisteminin genişlemesi renal parankim tarafından engellenemez. Bu yüzden intrarenal sistem aynı derece ve sürede obstrükte olsalar bile ekstrarenal sistemle aynı derecede hidronefroz göstermeyebilir, ancak renal hasarın derecesi daha kötü olabilir (23).

Akut tam üreteral obstrüksiyon durumunda özellikle intrarenal bir toplayıcı sistem varlığında değişiklik çok az olabilir. Bu koşullarda toplayıcı sistem dilatasyonun gelişmesi birkaç gün alabilir. Daha uzun süren obstrüksiyonlarda yine obstrüksiyonun uzunluğu ve derecesine göre, aynı zamanda toplayıcı sistemin intrarenal ya da ekstrarenal oluşuna göre böbrek genişlemiş normal ya da atrofik olabilir (24). Toplayıcı sistemde dilatasyon, özellikle de ekstrarenal toplayıcı sistemi olanlarda, genellikle zamanla olur ve renal papillaya, yavaş yavaş giderek artan kompresyona yol açar. Zaman içinde toplayıcı sistem, kaliksler arasındaki doku incelinceye kadar genişler. En sonunda kaliksler arasındaki ince septa ile birleşir ve parankim periferde bir kenar ya da bir kabuk şeklinde kalır (23).

2.2.3 Kısmi Üreter Obstrüksiyonu

Kronik kısmi üreter obstrüksiyonu üreterin herhangi bir yerinde meydana gelen kısmi obstrüksiyon olarak ifade edilmektedir. Kronik kısmi üreter obstrüksiyonun sebepleri, renal pelvis ve üreter taşları, doğumsal veya kazanılmış üreteropelvik darlık, üreterlere bası yapan aberran damar, bantlar, tümörler, üreter taşı, doğumsal veya kazanılmış üreterovezikal darlık, üreter tümörleri ve üreterosel gibi durumlar olabilir. Kronik kısmi üreter obstrüksiyonu sonrası şiddeti değişmekle birlikte böbrekte hidronefroz ve parankimal atrofi gelişebilmektedir.

Kısmi üreter obstrüksiyonun hayvan deney modeli oluşturmaktaki en büyük problem, obstrüksiyonun derecesini doğru ve tekrarlanabilir şekilde tanımlayamamaktır. Bu konuda yapılan çalışmaların çoğunda Ulm ve Miller'in tarafından tanımlanan teknik ilk kez köpekler üzerinde uygulanmış daha sonra ratlarda uygulanmaya başlanmıştır. Bu yöntemde, psoas kasının içinde uzunlamasına oluşturulan yarığın içine üreter yerleştirilmekte ve psoas kası kapatılmaktadır (25). Ratlardaki kısmi üreter obstrüksiyonu çalışmalarının sonuçları obstrüksiyon yapılan ratın yaşına, obstrüksiyonun süresi ve şiddetine göre değişebilmektedir.

Kronik kısmi üreter obstrüksiyonunda tıkanıklık distal üreterde veya alt üriner sistemde ise üreter uzar kıvrımlar meydana gelir. Periüretral dokularda meydana gelen ödem ve konjesyon obstrüksiyona katkıda bulunur ve böbrek büyür. Böbrek hasarı, ilk aşamada artan pelvis basıncının etkisiyle başlarken daha sonra ortaya çıkan böbrek kan akımındaki azalmanın sonucu olarak doku iskemisi, hücrel atrofi meydana gelir ve nekroz ile sonuçlanır. Kaliksler arasında kalan parankim bu basınç artımında çok az etkilenir. Arkuat arterler ise çok daha fazla basınca maruz kalır (26). Geç dönemde, böbrekte oluşan vazokonstrüksiyondan, renin anjiotensin ve prostaglandin-trombaksan sistemleri sorumlu tutulmuştur. Üreter tıkanıklığı olgularında renin-anjiotensin sistemi aşırı etkinlik gösterir ve damar tonusu üzerinde endojen anjiotensinin vazokonstrüksiyon etkisi belirginleşir. Kan akımının azalmasıyla oksijen kullanımı düşerken, glikojen yapımı ve diğer metabolik fonksiyonlar bozularak atrofının gelişmesi hızlanır. Böbrek parankiminde T-lenfosit ve makrofaj infiltrasyonu ile başlayan inflamasyon, ileri dönemde gelişen fibrozis ve skarın kalıcı bulgusudur (27).

Josephon ve arkadaşları ergin ratlar üzerinde kısmi üreter obstrüksiyonu etkisini 1. haftadan 15. haftaya kadar inceledikleri bir çalışmalarında, obstrüksiyondan bir hafta sonra glomerül sayısında azalma ve hidronefroz geliştiğini görseller de takip eden süreçte değişikliklerin ilerleyici olmadığını ve böbrek parankim ağırlığının etkilenmediğini rapor ettiler. Araştırmacılar bu çalışmanın sonucunda, genç ratlardaki kısmi obstrüksiyonun glomerüler filtrasyon hızını ve böbrek kan akımını etkilemediği ve nispeten zararsız olduğu sonucuna vardılar (28).

2.2.4 Böbrekte artan basınca karşı meydana gelen koruyucu mekanizmalar:

Böbrek diğer sekretuar organların aksine, sekretuar kanallarının obstrüksiyonunda idrar yapmaya bir süre daha devam eder. Üreter obstrüksiyonunda böbrekte meydana gelen bir takım adaptasyon mekanizmaları tariflenmiştir. Kronik, tam veya kısmi obstrüksiyonlarda glomerüler filtrasyon hızı azalsa da, renal yetmezlik gelişene kadar yapılan idrarın normal iletimi olmaz ve geride birikir. Bu biriken idrarın geriye genel dolaşıma katıldığı dört yol vardır. Bu yollar böbreğin üreter obstrüksiyonuna karşı, böbrekte meydana gelen adaptasyon mekanizmaları olarak tanımlanmaktadır.

Piyelovenöz reflü: Obstrüksiyonun travma devresinin ilk günlerinde oluşur. Fornikslerde açılan venlere idrar kaçıışı olur. Böylece ani yükselen intrapelvik basınç

düşer ve düşmeye devam ederek idrar yapımını sağlayan basınç dengesi kurulur. İntrapelvik basınç, glomeruler filtrasyon basıncına yaklaştıkça daha az idrar sekrete edilir. Obstrüksiyonun takriben ikinci haftasından sonra yırtılan forniksler konnektif dokuyla dolarak tamir olur ve piyeloventöz reflü son bulur.

Piyelotübüler reflü: Obstrüksiyonun ilerlemesi halinde papiller harabiyet ve artan intrapelvik basıncın etkisiyle idrar tübülleri içine kaçır. Tübüller dilate olur ve iskemiden dolayı tübül hücrelerinde atrofi gelişir. İntratübüler basıncın glomeruler filtrasyon basıncına ulaşması halinde glomeruler filtrasyon azalır. Yüksek intratübüler basınç tüp epitellerini etkileyerek su ve elektrolit absorpsiyonu bozar ve sonuçta çok dilüe idrar çıkar. Tübüler bozukluğa bağlı olarak idrar asidifikasyon kapasitesi azalır. Yani titrabl asit eliminasyonu, amonyak ekskresyonu ve bikarbonat absorpsiyonu bozulur. Bu sebeple belirgin hidronefrotik böbrek içerisinde bulunan sıvı gerçek anlamda idrar değildir, ancak su ve bir miktar tuz içerir.

Peripelvik ve piyelointerstisyel idrar ekstrevasyonu: İdrarın geriye kaçışının en yaygın şeklidir. Artan intrapelvik basıncın etkisiyle idrar pelvis ve kaliks duvarlarından pelvis etrafına ve parankimal interstisyuma sızır. Bu durum akut safhada çok belirgindir fakat kronik safhalarda görülmez, zira kronik safhada piyelolenfatik reflü hakim olur.

Piyelolenfatik reflü: Herbir böbrekte lenf üretimi ortalama idrar çıkış miktarına yakındır. Renal lenf akımı, üreteral obstrüksiyonla ve diürez ile artar, sebebinin intrarenal venöz basınç artması olduğu düşünülmektedir. Ekstrevas olan idrarın etkisiyle lokal histamin açığa çıkar ve bu da kapiller permeabiliteyi artırarak dışarı sızan idrarın lenfa kanallarına girişini artırır. Böylelikle bir piyelolenfatik reflü oluşur.

2.3 ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞI

Üriner sistem taş hastalığı, toplumda yaygın görülen bir sağlık problemidir. ABD’de yapılan bir çalışma popülasyonun %12 sinin hayatlarının bir döneminde üriner sistem taş hastalığı ile karşılaştıklarını hesaplamışlardır (29). ABD’de popülasyonun yaklaşık %2-3 kadarı da renal kolik epizodu geçirmektedir (30). Renal kolik tekrarlama oranı 5 yıl içinde yaklaşık %40-50, 10 yıl içinde %50-60, 20-30 yıl içinde %75 olarak hesaplanmıştır (31). Yetişkin erkeklerde bayanlara göre 3 kat daha sık görülen üriner sistem taş hastalığı, 30-50 yaş arasında pik yaptığı gözlenirken, çocukluk döneminde kız ve erkeklerde eşit oranda görülmektedir (32). Taş oluşumunda kalıtım, yaş ve cinsiyet

gibi faktörlerden başka, coğrafya, beslenme alışkanlıkları, hava ve iklimsel faktörler ve sistemik hastalıklar da rol oynamaktadır. ABD, İskandinav ülkeleri, Orta Avrupa, Pakistan, Hindistan'ın kuzeyi ve Çin insidansın yüksek olduğu bölgeler, Orta ve Güney Amerika ve Afrika'nın çoğu düşük olduğu bölgelerdir. Üriner sistem taş hastalığının sık görüldüğü yerlerde sıcak aylarda insidansın artması, dehidratasyonun taş oluşumunda önemli etkisi olduğunu düşündürmektedir. Hiperparatiriodizmin görüldüğü endokrin hastalıklar, idrarla kalsiyum atılımını artırarak, renal tübüler asidoz idrar pH'ını değiştirerek ve sistinüri gibi metabolik hastalıklar idrarda sistin orjinin ve lizin gibi aminoasitlerin aşırı atılmasına sebep olarak taş oluşumuna neden olabilmektedir.

Taş oluşumu ilgili dört adet taş oluşum teorisi tariflenmiştir. Bunlar;

1-Süpersatürasyon – Kristalizasyon teorisi:

2-İdrarda inhibitör madde eksikliği:

3-Matriks-nükleasyon teorisi:

4-Kombine teoriler:

Üriner sistem taşları idrarda kristal olmadıkça oluşmaz. Kristal oluşması için idrarın, tuzla süpersatüre olması gerekir. Kristalleri oluşturan kimyasalların idrar eksresyonunun artmasıyla, kristalizasyon riski artar. Taş oluşum ve gelişimi için idrarın kristaller tarafından devamlı süpersatüre olmasına gerek yoktur. Dehidratasyon ya da yemek sonraları olduğu gibi aralıklı süpersatürasyon yeterlidir. İdrarın kompleks solüsyon olması nedeniyle birçok faktör kristalizasyon için gerekli iyonların oluşmasını etkiler. Bu sebeple kalsiyum okzalatın kristalizasyon potansiyeli, kalsiyum ve okzalatın idrardaki toplam konsantrasyonundan ziyade iyonların kimyasal aktivitesiyle ilgilidir. Sitrat ve fosfat gibi maddeler kalsiyum ile magnezyum ve sodyum gibi elementler ile okzalatla kompleks oluşturarak, her birinin serbest iyon konsantrasyonunu azaltırlar. İdrar süpersatürasyonu tek başına taş oluşumu için yeterli değildir. İdrar kristalleri çoğu idrarda izlenmekle birlikte bu kişilerin hepsinde taş oluşumu izlenmez. Taş oluşan kişilerin idrarlarında daha büyük kristaller vardır. Normal kişiler idrarlarında kristal oluşum gelişim ve agregasyon inhibitörleri taşırlar. Bunlar sitrat ve pirofosfat gibi düşük molekül ağırlıklı maddeler olabildiği gibi glikozaminoglikanlar, nefrokalsin, Tamm-Horsfall proteini gibi daha büyük moleküller de olabilir. Tekrarlayan kalsiyum okzalat taşı olanların idrarlarında, yüksek kalsiyum ve okzalat satürasyonu varken, daha az inhibitör vardır (33).

Böbrekte oluşan serbest kristaller, toplayıcı kanalları tıkayıp üriner sistem içinde taş oluşturacak potansiyele sahip değildirler. Böbrekte kristal agregasyon ve birikmesi taşa dönüşümde ilk aşamalardan biridir. Kristal agregasyonu, idrarlarında agregasyon inhibitörleri eksik olanlarda oluşur. İdrar glikoproteinleri; nefrokalsin ve Tamm-Horsfall proteini, basit solüsyonlarda kristal agregasyonunun potent inhibitörleridir. Ancak sitrat ve magnezyum, kristal gelişiminin inhibitörleridir.

Medüller sünger böbrek, üreteropelvik bileşke darlığı ya da tübüler epitelyumun yapışıklığının arttığı durumlarda, kristal birikme riski artar. Ürat ve kalsiyum okzalat kristalleri, kültür ortamında böbrek epitelyum hücrelerine yapışırken, in vivo ortamda da tübüler hücreler ya da ürotelyuma yapışırlar. İspatlanmamış olmakla birlikte, bakteriyel enfeksiyonlar idrar matriksini arttırarak, kalsiyum okzalat taş oluşumu riskini arttırırlar ki bu da kristalin yapışmasını hızlandırır. Sonuç olarak böbrek epitelyum hücrelerinden, değişmiş kalsiyum ve okzalat transportu, interstisyel ve intrasellüler kristalizasyonla sonuçlanır. Bu kristaller böbrekte kalarak taşın çekirdeğini oluştururlar.

Yapısına göre üriner sistem taşlarının inorganik ve organik taşlar olmak üzere ikiye ayırabiliriz. İnorganik taşlar: Kalsiyum okzalat, kalsiyum fosfat ve miks taşlar (kalsiyum okzalat-fosfat, karbonat). Organik taşlar: Magnezyum amonyum fosfat (struvite), ürik asit, sistin ve ksantin taşları. Bugün dünyada en çok görülen taş kalsiyum okzalat ve kalsiyum okzalat-kalsiyum fosfat karışımı olan miks tip taşlardır. İkinci sırayı magnezyum amonyum fosfat taşları almaktadır.

2.3.1 Kalsiyum içeren taşlar: Artmış idrar kalsiyum atılımı ve kalsiyum okzalat taşları arasında ilişki ilk olarak 1939 yılından beri bilinmektedir. Yetişkin taşlarının %65-70'i pür kalsiyum okzalat taşı olmakla beraber, miks tip tüm taşların % 80'inde bulunur (34). İleri derecede radyoopaktırlar. Kalsiyum okzalat taşı olan tüm hastaların %30 ile %60'ında serum kalsiyum düzeyi artmadan, idrarla kalsiyum atılımında artış vardır. Bu duruma idiyopatik hiperkalsiüri denilmiştir. Takiben hiperkalsiürinin diğer nedenleri tanımlanmıştır. Absorbtif hiperkalsiüride primer sorun barsaktan kalsiyum emiliminin artması, renal hiperkalsiüride altta yatan problem böbrekten kalsiyum kaybı, resorbtif hiperkalsiüride fazla parathormon salınımına bağlı kemik resorbsiyonunda artıştır. Bunlardan başka nadir olarak da feokromositoma, hipertiroidizm ve sarkoidoz gibi granülatöz hastalıklara ikincil olarak da hiperkalsiüri görülebilir (32).

2.3.2 Ürik asit taşları: Tüm üriner sistem taşlarının %6-17'sini oluştururlar. İnsanlar ürik asiti pürin metabolizma ürünleriyle, suda çözünen allantoina çeviremezler. Bu nedenle, insanlarda diğer memelilerden 10 kat fazla ürik asit mevcuttur (35). Ürik asit kristalizasyonun başlıca sebebi bağlı bulunan ürik asit nedeniyle idrarın supersatüre olmasıdır. Ürik asit taşı oluşmasında üç faktör rol almaktadır. Birincisi hastaların aşırı miktarda asidik idrar çıkarmasıdır. İkinci olarak bu hastalar gut hastalığı veya ürik asit taşı olmayan hastalardan daha fazla ürik asit üretebilir, absorbe edebilir ya da ekstre edebilirler. Üçüncüsü bu hastaların idrar miktarı da azalmıştır. Bu faktörlerin kombinasyonu ürik asitin idrarda kristalizasyonu için idealdir (36).

2.3.3 Struvit (enfeksiyon) taşları: Tüm taşların %10-15'ini oluşturur. Kadın ve çocuklarda 3 misli fazla gözüktür. Taşın oluşumu için üre parçalayan bakterilerin yol açtığı bir enfeksiyon ve kristalizasyonu için iki durum gereklidir; idrar pH'sının 7,2 ya da üzerinde olması ve idrarda amonyağın olmasıdır (37). Struvit taşlarının gelişimini sağlayan güç ise üreaz üreten bakterilerle idrarın enfekte olmasıdır. Bakteriye enfeksiyonun, taş oluşumunu arttırmasındaki ikinci mekanizma da kristal yapışkanlığının arttırmasıdır. Struvit taşları enfekte oldukları bakteriyi içlerinde taşırlar (33).

2.3.4 Sistin taşları: Sistinüri, barsak ve böbrekte sistinin transmembran transportundaki bozukluk sonucu görülen otozomal resesif geçişli bir hastalıktır (38). Sadece sistinüri olan hastalarda görülür ve üriner sistem taşlarının taşların yaklaşık %1 kadarını oluşturur (36).

2.4. ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞINDA TANI

Üriner sistem taşları yapısına göre direk grafilerde farklı dansitede görülmektedir. Kalsiyum içeren taşlar radyodens olarak bilinmektedir, magnezyum amonyum fosfat taşları ise kalsiyum taşlarından daha az opaktır. Sistin taşları sülfür içeriklerinden dolayı hafif radyodensdir. Sadece saf ürik asit, ksantin, indanavir taşları gerçek radyolüsent olarak düşünülmektedir.

Yüz yıldan daha uzun bir süre önce röntgen ışınının keşfi ile 1896 yılında John Macintyre tarafından, ilk kez böbrek taşı radyolojik olarak teşhis edilmiştir. Takiben ürologlar tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlayan direk radyografi beraberinde taş hastalığının tanısında bazı güçlükler getirdi. İlk olarak 1908 yılında tanımlanan pelvik flebolitlerin, ureter alt uç taşını taklit etmesi ürologları, üriner sistem taş hastalığı

tanısında yanılmaya başladı. 1905 yılında Vorlckr ve Lichtenber isimli araştırmacılar, gümüş kolloid içeren sıvı ile mesaneyi radyolojik olarak görüntülemeyi başarmışlar ardından 1908 yılında üretere metal bir tel yerleştirmek suretiyle, üreter radyolojik olarak ilk kez görüntülenmiştir. İyotlu kontrast maddeler bulunduktan sonra ve damariçi verilebilecek kontrast maddelerin kullanıma girmesiyle bugünkü anlamda ilk İVP, 1929 yılında Swick tarafından uygulandı. İlerleyen yıllarda daha az alerjik reaksiyona neden olan non-iyonizan kontrast maddelerin kullanıma girmesiyle, İVP ürologlar için üriner sistemin görüntülenmesinde kullanılabilecek başlıca tetkik olmuştur. Tüm bunlara rağmen İVP'ye böbrek yetmezliği olan hastalarda kullanılamaması, akut renal kolikte nefrogram fazının görüntülenememesi ve alerjik reaksiyon görülme riski gibi nedenlerden dolayı hekimler tarafından hep kuşkuyla yaklaşmaktadır. İlerleyen yıllarda teknolojiadaki gelişmeler bilgisayarlı tomografi cihazının icadı ve kısa sürede yaygınlaşması tıpta kullanım alanının genişlemesini sağlamıştır. Günümüzde taş hastalığının tanısında spiral bilgisayarlı tomografi, İVP'nin yerine standart tanı yöntemi olarak kabul edilmektedir (39).

2.4.1 Bilgisayarlı tomografinin tarihçesi

Bilgisayarlı tomografi vücudun kesit şeklinde görüntülenmesini sağlayan bir cihazdır. İlk kez 1972 yılında İngiliz mühendis Dr. G.N. Hounsfield tarafından tasarlanılarak kullanıma sokulmuştur. Ülkemizde ise 1976 yılından beri kullanılmaktadır. Konvansiyonel radyolojide olduğu gibi bilgisayarlı tomografide de X ışınları kullanılmaktadır. Ancak farklı olarak X ışınları çok iyi kolime edilerek saçılma en aza indirilmiş, bu da görüntüdeki doku yoğunluk farklılıklarının daha belirgin hale gelmesini sağlamıştır. Bir röntgen filmindeki doku yoğunluk farkı 20 iken bilgisayarlı tomografide 2000'e kadar çıkmaktadır. Bu nedenle de röntgen filminde seçilemeyen yoğunluk farklılıkları (ödem, hematoma vb.) bilgisayarlı tomografi ile rahatlıkla belirlenir ve yoğunlukları ölçülebilir. Kesitsel inceleme yöntemi ile süperpozisyonları ortadan kaldırarak incelenen bölgenin çok daha iyi bir görüntüsünün elde edilmesi sistemin bir diğer üstünlüğüdür.

Bilgisayarda yapılan işlemler ile inceleme yapılan düzlemden farklı düzlemlerde görüntü elde edilmesi (reformasyon) ve üç boyutlu görüntülemeye imkan vermesi sistemin en önemli üstünlüklerinden biridir. Konvansiyonel tomografiden farklı olarak bilgisayarlı tomografide görüntü, vücudu ince bir kesit şeklinde geçen ışınların dedektör

tarafından alınmasından sonra bilgisayar tarafından işlenmesiyle oluşur. Bilgisayarlı tomografi ilk kullanıldığında 5 dakikada bir kesit alınabilirken, bugün ‘ultrafast BT’ olarak adlandırılan 5. jenerasyon cihazlarda 8 ardışık kesit 0,5 sn de elde edilebilmektedir (40).

2.4.2 Çok kesitli Bilgisayarlı Tomografi

Bu çalışmada kullanılan görüntüleme yöntemi olan spiral bilgisayarlı tomografi, klinik olarak ilk kez 1980 yılında kullanılmıştır. Çok kesitli bilgisayarlı tomografinin üstünlüğünü sağlayan teknik gelişmeler slip ring gantryinin geliştirilmesi, dedektör sayısının artırılması ve yüksek tüp soğutma kapasitesinin sağlanmış olmasıdır.

Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi cihazlarında tek kesitlik görüntü, hasta nefesini tutarken ve masa sabitken, tüp ile dedektörün birlikte hastanın etrafında 360 derecelik dairesel bir dönüşü ile elde edilir. Her kesit için masa kesit aralığı kadar ilerletilir. Çok kesitli bilgisayarlı tomografide ise tüp ve dedektör masa sabit bir hızla ilerlerken hastanın etrafında sürekli olarak dairesel bir hareketle döner. Yani veriler elde edilirken, hasta da sürekli olan masa hareketi ile gantry içerisinden geçer ve böylece ilgili alan spiral bir hareketle taranır. Çok kesitli bilgisayarlı tomografide tüp bir ray sistemi üzerindedir ve hasta etrafında yaptığı spiral dönüş için gerekli enerji bu ray sistemi üzerinden sağlanır.

2.4.3 Çok kesitli bilgisayarlı tomografide doz avantajı:

Spiral hareket ile sürekli kesit alınabilmesi ve masa hareketinin sürekli olması kesit alma dolayısıyla tetkik süresinin kısalmasını sağlamaktadır. Çok kesitli bilgisayarlı tomografide, konvansiyonel bilgisayarlı tomografiye göre düşük mAs kullanılması, kesit almadaki farklılık ve tetkikin daha kısa bir sürede tamamlanması sayesinde hastanın maruz kaldığı X-ışını dozunda bir düşüş sağlanmıştır. Yapılan bir çalışmada çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile abdominopelvik incelemede maruz kalınan radyasyon dozu 4,6 RAD, İVP tetkikinde maruz kalınan radyasyon dozunun 4,4 RAD olduğu hesaplanmıştır (41).

2.4.4 Çok kesitli BT’nin, Konvansiyonel BT’ye üstünlükleri

Çok kesitli bilgisayarlı tomografide tetkik süresinin kısalmış olması özellikle toraks ve batin incelemelerinde büyük önem taşımaktadır. Tek bir nefes tutmada volümsel bir tarama yaparak kesitler istenilen sayı ve kalınlıkta elde edilebilmekte, bu da solunum artefakının ortadan kalkmasını sağlamaktadır. İnce kesit kalınlığı ile

görüntülemenin mümkün olması ve kontrast enjeksiyonu sonrasında görüntülemenin optimum zamanda elde edilebilmesi çok küçük boyutlu lezyonların bile saptanabilmesine olanak sağlamıştır.

Çok kesitli bilgisayarlı tomografide farklı planlarda elde edilen rekonstrükte görüntülerde kenar keskinliği konvansiyonel bilgisayarlı tomografiye göre daha fazladır. İstenilen düzlemde görüntü oluşturulabilmesi lezyonun saptanabilirliğini artırmaktadır. Parsiyel volüm etkisinin azaltılmış olması ile lezyonun dansitesi daha iyi belirlenebilmektedir. Üç boyutlu görüntüleme ile lezyonun lokalizasyonu ve gösterilmesi çok iyi bir şekilde yapılabilmektedir. Tetkik süresinin daha kısa olması acil vakalarda tanıya ulaşım süresini kısaltır ve dinamik çalışmaya imkan tanır. Böylece lezyonun karakterizasyonunun yapılması kolaylaşır.

2.4.5 Hounsfield Ünitesi

Hastanın etrafında tüp ve dedektörlerin birbirine bağlı olarak yaptıkları dönme hareketi sırasında dedektörlerde toplanan ve aslında iki boyutlu bilgi taşıyan verilerin, dönme hareketinin tüm aşamaları göz önünde bulundurularak yüksek matematiksel çözünümü sonrasında, üç boyutlu kesitsel veriler elde edilebilmektedir. BT görüntüsü de diğer dijital modalitelerin görüntüsünde olduğu gibi piksellerden oluşmaktadır. Her bir pikseli temsil eden rakamsal değerler kendisine karşılık gelen renk tonu ile renklendirilir. Bilgisayarlı tomografide yapıların dansiteleri, -1000 ile +1000 arasında değişen rakamlarla temsil edilen bir gri skalada ele alınmıştır. Bu skala, cihazı geliştiren İngiliz fizikçi Godfrey Hounsfield'in adıyla anılmaktadır. Hounsfield skalasında saptanan rakamsal veriler Hounsfield Ünitesi (HU) olarak anılır. Burada yapının yoğunluğunu belirleyen faktör, maddenin X ışınını absorbe etme özelliği ile ilgilidir. X ışınını fazla absorbe eden kemik, kalsifikasyon ve taş gibi yapılar beyaz görülür ve yüksek HU değerleri verirlerken (80 - 100 HU), su orta derecede (0 HU), yağ sıfırın altında (-80 HU) hava ise skalanın en altında kalan değerler (-1000 HU) oluşturmaktadır. Normalde 20 gri tonu ayırt edebilen insan gözünün bu yüksek yoğunluk farkı gösteren görüntüleri istenilen ayarda algılayabilmesi için piksellerdeki rakamsal değerler üzerinde oynanarak yapılan ayarlamalar ile görüntü üzerinde yoğunluk farklılıkları istenilen şekilde ortaya konabilmektedir. Bu ayarlamalar pencereleme olarak adlandırılmakta ve pencerelemenin merkezi, pencere seviyesini (WL: window level) gösterirken, Hounsfield skalasında pencereleme yapılan aralık ise

pencere genişliğini (WW: window width) göstermektedir. İncelenecek olan her vücut bölgesinde ilgilenilen yapılara ve farklı yoğunluklara göre pencereleme yapılarak görüntü detaylı olarak incelenmektedir. Işın demetinde yapılan inceltme ve detektörlerin genişliği, alınan kesitin kalınlığını belirlemektedir. Kesitler, dilimlenmiş bir ekmek ya da salam dilimi gibi düşünüldüğünde, az yada çok bir kesit kalınlığından bahsedilebilmektedir. Kesit kalınlığı arttıkça üç boyutlu veri detayı azalmaktadır. Kesit kalınlığı azaldıkça detay artmakta bununla birlikte ilgilenilen alanı incelemek için daha fazla kesite gereksinim olmakta ve teknik faktörlerden dolayı görüntü kalitesi düşmektedir. Bilgisayarlı tomografide, 1 mm ile 1 cm arasında değişen kesit kalınlıkları kullanılabilir. Kesit kalınlığı göz önüne alındığında görüntüye piksel olarak yansıyan alanın aslında üç boyutlu bir verisi olduğu görülecektir. Piksel ile kesit kalınlığı çarpılarak elde edilen dikdörtgen prizma olan voksel, BT deki birim hacim elemanıdır ve pikseldeki görüntünün temelinde voksele ait veriler bulunmaktadır. Piksel ve voksel dilimlenmiş bir ekmeğin kesit yüzeyinde sadece hangi tarafından bakıyor isek o yüzeyindeki oluşumları görürüz. Ancak BT’de durum farklıdır. Bir BT kesitinde kesitin içindeki tüm oluşumlar görüntüye yansımaktadır. Örneğin kesit kalınlığını tamamen doldurmayan bir yapı, kesiti doldurduğu oranda ve yoğunluğu ile orantılı olarak görüntüye yansımaktadır. Bu nedenle kesiti tam doldurmayan yapılar, görüntüye gerçek yoğunluk değerleriyle yansımazlar. Kısmi hacim etkisi denilen bu durum, daha çok yüksek kesit kalınlıklarında ortaya çıkar. Örneğin kesit kalınlığının bir yarısını yağ diğer yarısını yumuşak doku dolduruyorsa, görüntüde ortalama olarak su dansitesine uyan görünüm oluşacaktır. Kısmi hacim etkisi BT de ayrıca her bir kesitte voksellerden oluşan verilerin ardışık kesitlerde birbirine eklenerek hastaya ait verilerin sanal ortamda elde edilen üç boyutlu kütük kullanılarak değişik planlarda kesitler oluşturulabilmektedir. Sadece aksiyal düzlemde tarama yapılmış olan bir hastadan aynı zamanda koronal, sagittal ya da istenilen oblik düzlemlerde kesitler alınabilmektedir. Üç boyutlu veriler kullanılarak tarama alanı içinde bulunan tüm vokseller gözönüne alınarak üç boyutlu görüntüler sağlanabilmektedir. Özellikle kemik dokusu ve kontrast madde verildikten sonra vasküler yapılardaki yüksek değerli vokseller kullanılarak üç boyutlu kemik ya da vasküler görüntüler oluşturulabilmekte ve özel görsel efektlerle görüntünün yorumu kolaylaştırılmaktadır. Bu işlemler rekonstrüksiyon ya da reformasyon olarak adlandırılmaktadır (40).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı tarafından Tıp Fakültesi Cerrahi Araştırma ve Uygulama Merkezinde, Radyoloji Anabilim Dalı'nın katkıları ile gerçekleştirilmiştir.

Deneyssel ve Klinik Araştırma Kurulları ile ve Yerel Etik Kurulu onayları alındı (proje no:2007/17). Çalışmada cerrahi araştırma merkezinde yetiştirilen, standart yem ve çeşme suyu ile beslenen, aynı odada 12 saat gece ve 12 saat gündüz ortamında tutulan ağırlıkları 200-300 gr arasında değişen 30 adet "Sprague-Dawley" cinsi erişkin ratlar kullanıldı. Ratların seçiminde cinsiyet ayrımı yapılmadı.

Deney gruplarının her biri 10 rattan oluşturuldu.

3.1 Çalışma grupları:

Grup 1: Sham grubu.

Grup 2: Kısmi üreter obstrüksiyonu grubu

Grup 3: Tam üreter obstrüksiyonu grubu

3.2 Cerrahi işlem:

Ratların tümüne operasyon öncesi cerrahi profilaksi için 100 mg/kg dozda sefazolin sodyum, intraperitoneal yolla verildi. Anestezi için 50 mg/kg dozunda ketamin hidroklorür, intraperitoneal yolla uygulandı. Grup 1'deki ratlara laparotomi yapılarak sadece sol üreterin serbestleştirilmesi şeklinde sham operasyonu yapıldı. Grup 2'de ratların sol üreterlerine, kısmi üreter obstrüksiyonu Ulm ve Miller'in tanımladığı tekniğe uygun olarak gerçekleştirildi (25). Ratların karın derisi traş edilip steril koşullarda orta hat kesisi ile laparotomi yapıldı ve bağırsaklar mediale alınarak sol böbrek bulundu (Şekil 1a). Sol üreter çevre dokulardan serbestleştirildi (Şekil 1b). Psoas kasında oluşturulan yarığa sol üreter yerleştirildikten sonra psoas kasının iki tarafı 6/0 polypropylene (Prolen, Ethicon) suturele yaklaştırıldı (Şekil 1c,1d). Karın ön duvarı 4/0 ipek sutureler ile tek tek kapatıldı. Grup 3'teki ratlarda ise benzer şekilde karın derisi traş edildikten sonra orta hat kesisi ile laparotomi yapıldı. Sol üreter 4/0 ipek suture ile bağlanarak tam üreter obstrüksiyonu gerçekleştirildi (Şekil 1e).

3.3 Bilgisayarlı tomografi ile görüntüleme işlemi:

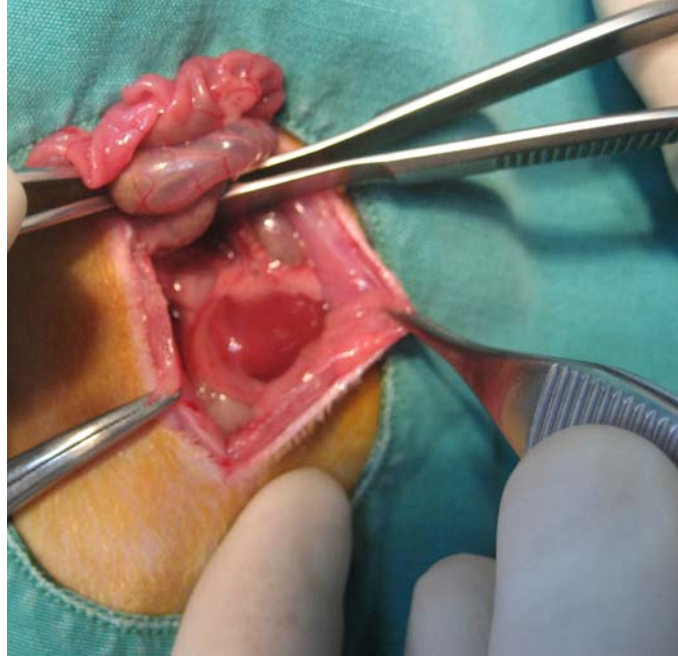
Çalışma öncesinde, çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile ratların böbrekleri görüntülenerek herhangi bir doğumsal veya edinilmiş anomali araştırıldı. Her üç grupta bulunan ratların operasyondan sonra 1. gün, 3. gün ve 30. günlerde çok kesitli bilgisayarlı tomografi cihazı ile böbrek görüntüleri alındı (Şekil 2a, 2b).

Görüntülemelerde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda kullanılan Toshiba TSX-101A Aquilon 16 Tokyo/Japonya Multislice bilgisayarlı tomografi cihazından yararlanıldı. Bu işlem öncesinde ratlara 50 mg /kg dozunda ketamin ile anestezi uygulandı. Taramalarda 120 kv, ve 80 mAs ile 3 mm kesit kalınlığı ve 1 mm kesit aralığında görüntüler alındı. Bunu takiben 1 mm'lik kesit kalınlığında aksiyel imajlar oluşturuldu. Bu imajlarda her iki böbreğin üst, orta ve alt pollerinden olmak üzere 3 bölgesinden 4,9 mm'lik ölçüm alanları (ROI) belirlendi ve buralardan Hounsfield Ünitesi değerinden dansite ölçümleri yapıldı (Şekil 3c, 3d). Böbrek parankimi ileri derecede incelenlerde ise noktasal alandan Hounsfield Ünitesi ölçümleri yapıldı

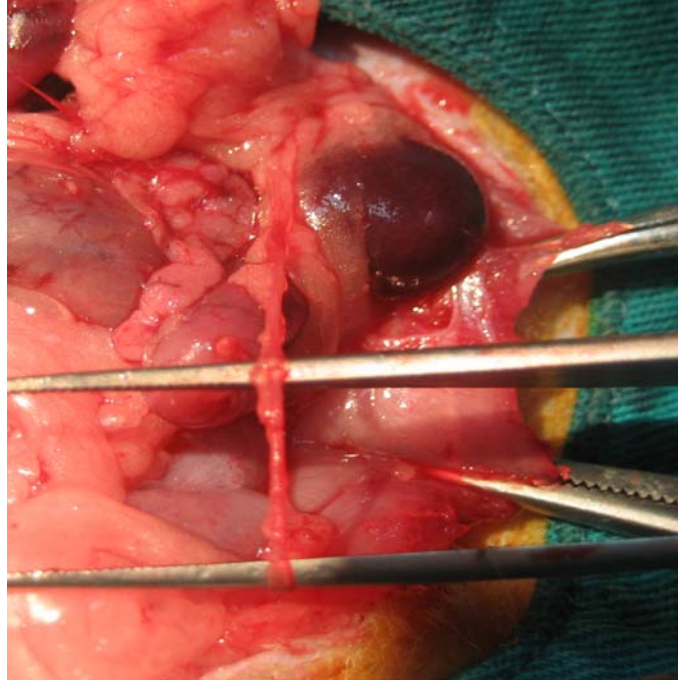
3.4 İstatistiksel analiz:

Gruplara ait ortalama değerler aritmetik ortalama±standart sapma olarak gösterildi. Çalışmanın başlangıcından 30. güne kadar yapılan grup içi ölçüm değerleri ortalamaları arasındaki farkın değerlendirilmesinde “tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi”, ikili karşılaştırmalarda ise grup homojenitesi ve varyansların eşitliği sağlandığından “Student t” testi kullanıldı. Parsiyel ve tam obstrüksiyon yapılan gruplar ile kontrol grubu farelerin böbrek parankim değerleri “Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi ile karşılaştırıldı. İstatistiksel analizlerde SPSS (Version 10.0) bilgisayar paket programı kullanıldı.

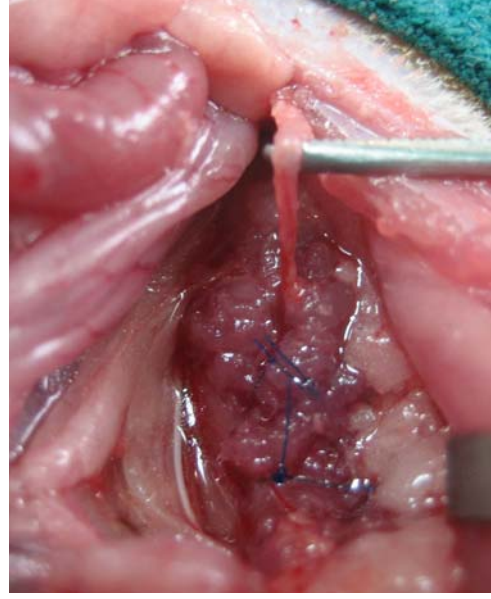
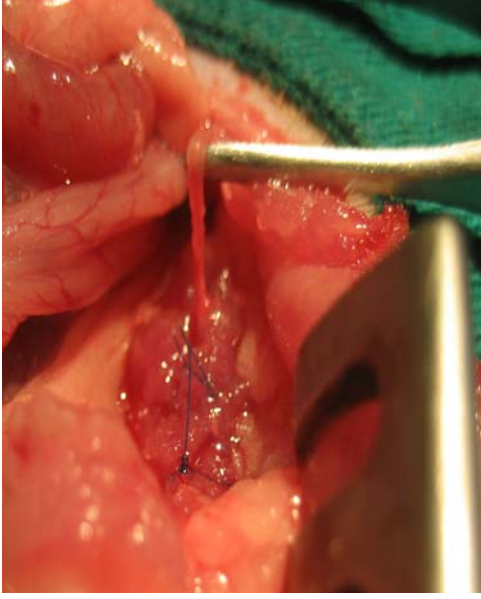
Şekil 1a: Ratlarda orta hat kesi ile bağırsakların orta hatta deviyasyonu ve sol böbreğin bulunması.



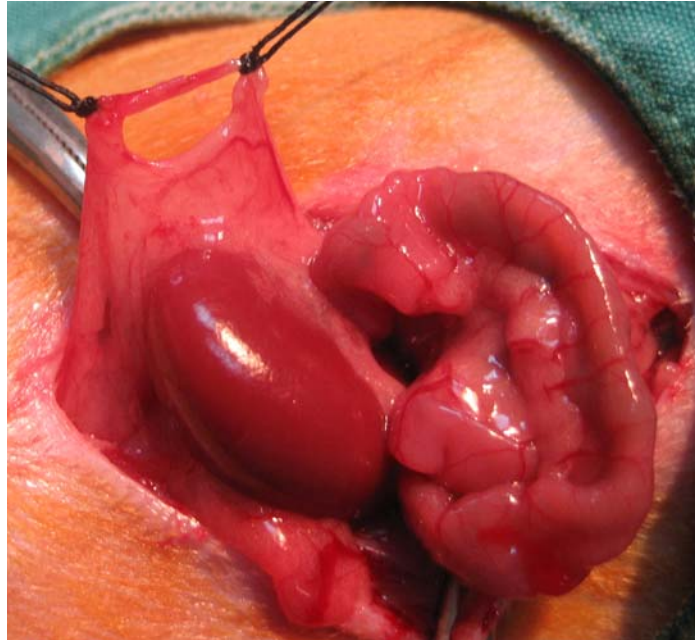
Şekil 1b: Sol üreterin çevre dokulardan serbestleştirilmesi.



Şekil 1c, 1d: Sol üreterin psoas kasında yarığa gömülmesi ve psoas kasının prolen suture ile kapatılması.



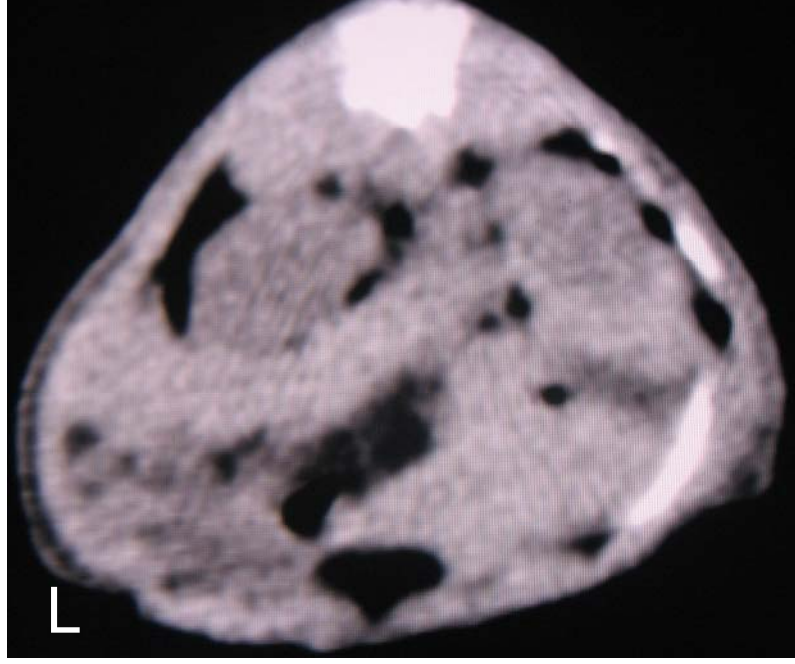
Şekil 1e: Sol üreterin suture ile bağlanarak tam obstrüksiyon gerçekleştirilmesi



Şekil 2a, 2b: Ratların anestezi altında çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile görüntülerinin alınması



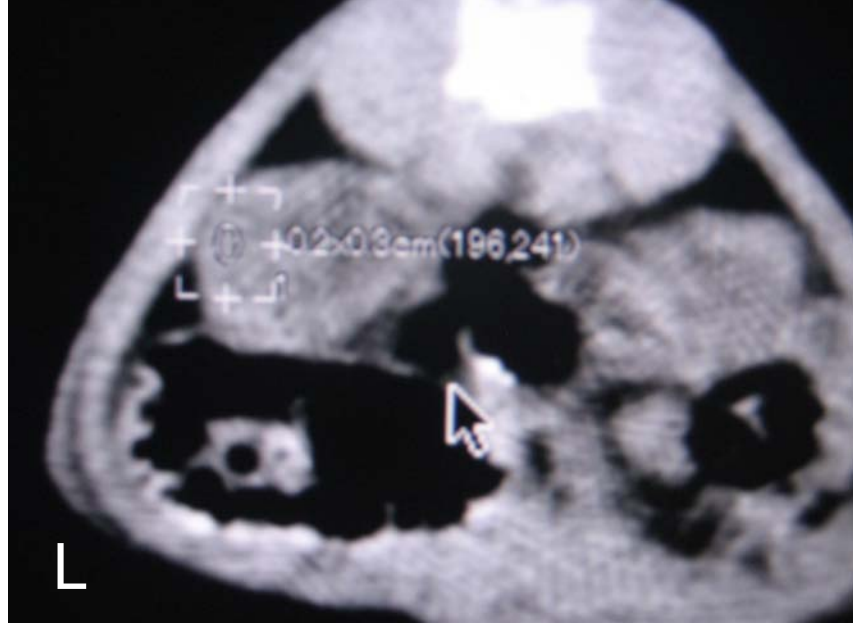
Şekil 3a: Operasyon öncesi ratlardan elde edilen tomografide böbreklerin



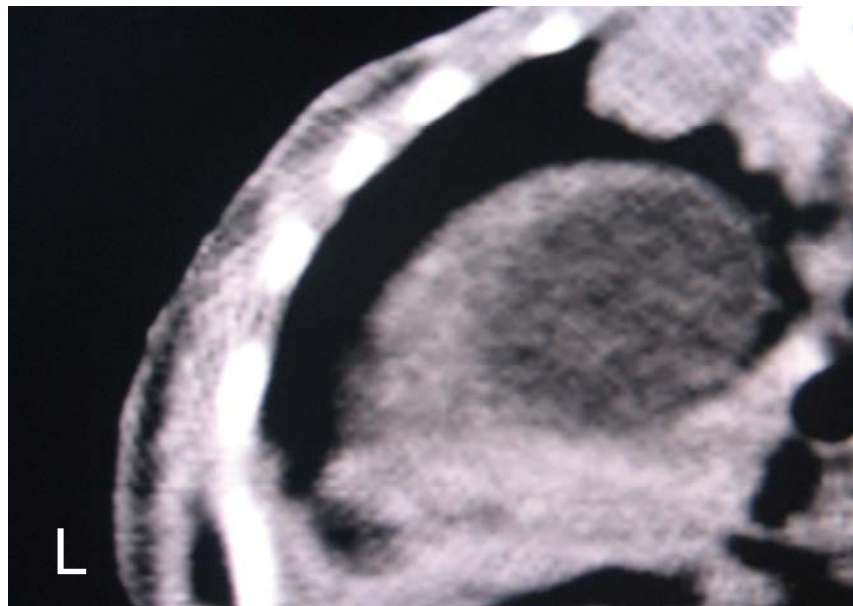
Şekil 3b: Kısmi üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen bir farede böbreklerin koronal görünümü



Şekil 3c: Grup 3’de obstrüksiyonun 3. gününde hidronefrotik böbrekte parankim dansitesinin ölçümü



Şekil 3d: Grup 3’de obstrüksiyonun 30. gününde hidronefrotik böbrekte parankim dansitesinin ölçümü



Şekil 3e: Grup 3’de obstrüksiyonun 30. gününde böbreklerin koronal görünümü



4. BULGULAR

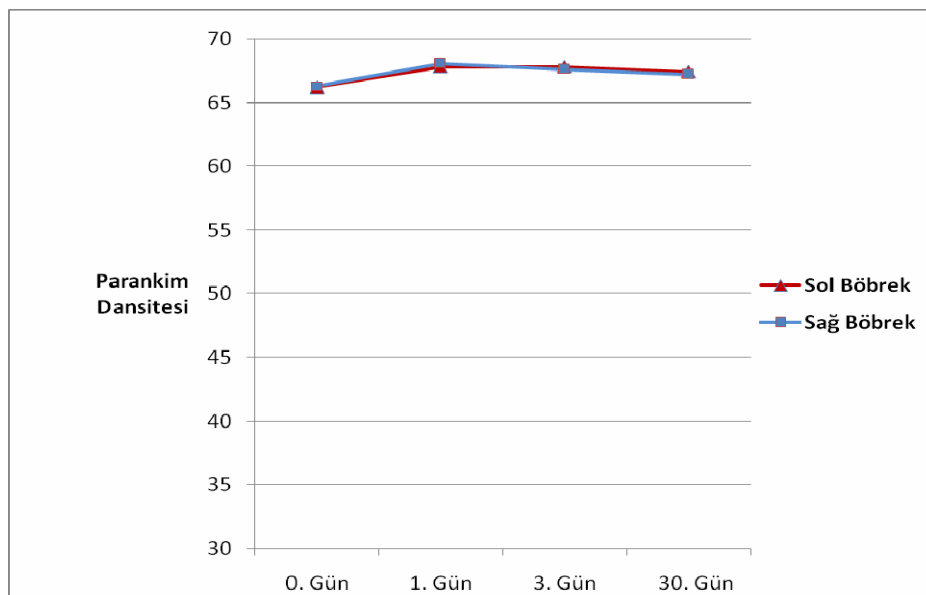
Sham grubundaki ratların çalışma süresince böbrek dansitelerinin ortalama değerleri Tablo I ve Grafik I’de gösterilmiştir. Buna göre, sham grubunu oluşturan ratların kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografide, böbrek parankimlerinin başlangıç, 1, 3 ve 30. günlerdeki ortalama Hounsfield üniteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo: I- Grup 1’deki ratlarda böbrek parankim dansitelerinin ortalama değerleri

Ölçüm Zamanı	Sol Böbrek*	Sağ Böbrek**	T	p
Başlangıç	66,2±2,3	66,3±1,8	0,1	>0,05
1. Gün	67,8±1,6	68,1±1,1	0,5	>0,05
3. Gün	67,8±1,0	67,6±1,1	0,4	>0,05
30. Gün	67,4±0,8	67,2±1,0	0,6	>0,05

*F= 2,2; $p>0.05$

**F = 3,0; $p>0.05$



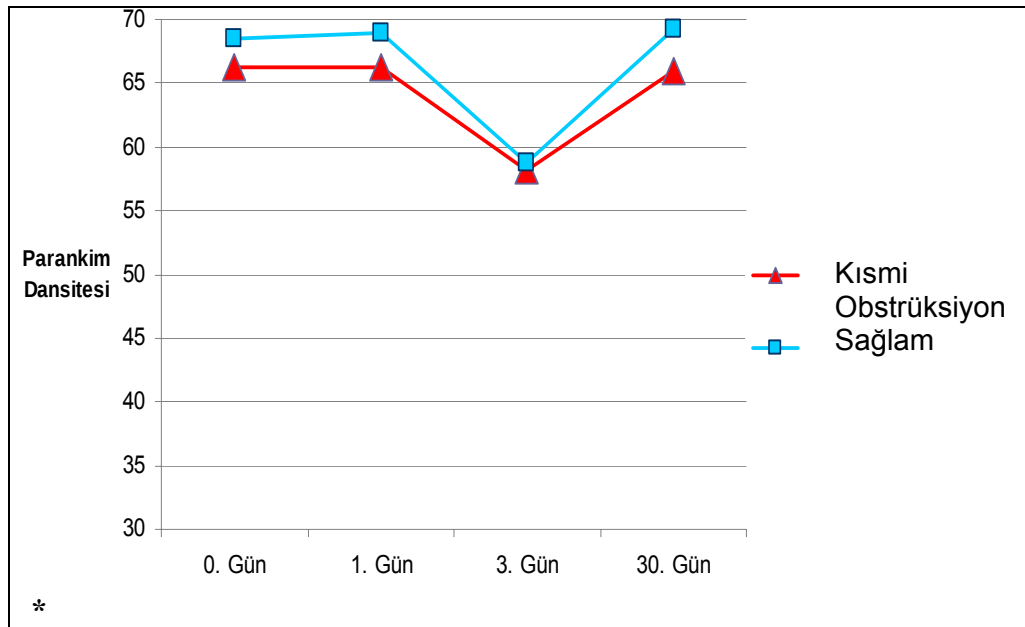
Grafik I : Grup 1’deki ratlarda böbrek parankim dansitelerinin ortalama değerleri.

Kısmi üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen Grup 2'deki ratların çalışma süresince böbrek dansitelerinin ortalama değerleri Tablo II ve Grafik II'de gösterilmiştir. Buna göre parsiyel üreter obstrüksiyonu uygulanan ratların kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografisinde, tüm ölçümlerde böbrek parankimlerinin ortalama Hounsfield Üniteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Tablo: II- Grup 2'deki ratlarda böbrek parankim dansitelerinin ortalama değerleri

Ölçüm Zamanı	Kısmi Obstrüksiyon (Sol)*	Sağlam Böbrek (Sağ)**	t	p
Başlangıç	66,3±4,7	68,5±4,2	1,1	>0,05
1. Gün	66,2±4,6	68,9±2,6	1,6	>0,05
3. Gün	58,2±8,4	58,8±8,9	0,1	>0,05
30. Gün	65,9±7,2	69,2±3,4	1,3	>0,05

* $F = 3,6$; $p > 0,05$



$F = 8,2$; $p > 0,05$

Grafik: II- Grup 2'deki ratlarda operasyon öncesi ve sonrası parankim dansitelerinin ortalama değerleri

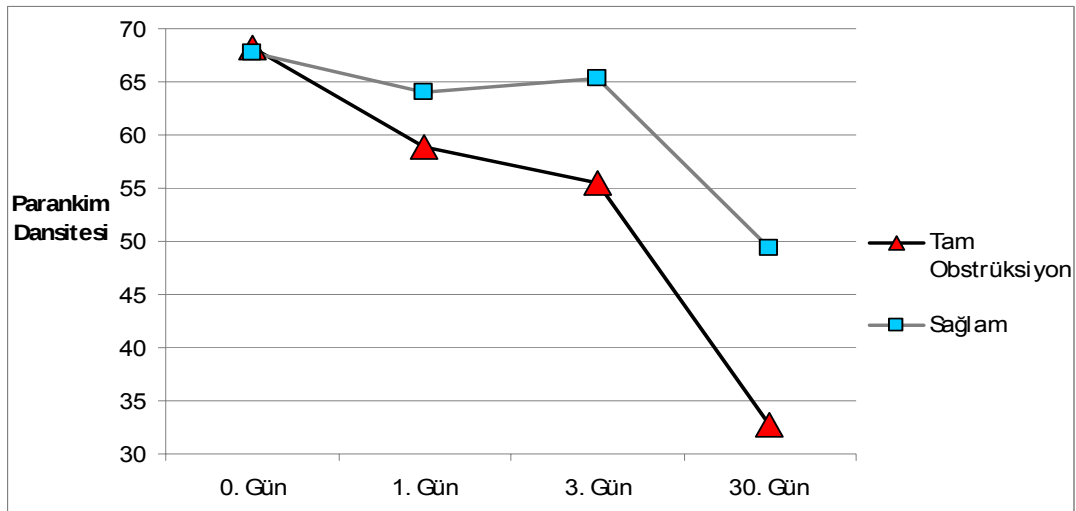
Tam üreter obstrüksiyonu oluşturulan ratların çalışma süresince böbrek dansitelerinin ortalama değerleri Tablo III ve Grafik III’de gösterilmiştir. Buna göre; Grup 3’deki ratların çok kesitli kontrastsız bilgisayarlı tomografisinde, obstrükte böbrek parankimlerinin ortalama Hounsfield Ünitesi, sağlam böbrek ile karşılaştırıldığında obstrükte böbreğin dansitesinin çalışmanın başlangıç değerine göre, 1. günden itibaren giderek düştüğü ve aralarında istatistiksel anlamlı fark olduğu tespit edildi ($p<0,001$).

Tablo: III- Grup 3’deki ratlarda operasyon öncesi ve sonrası parankim dansitelerinin ortalama değerleri

Ölçüm Zamanı	Obstrükte Böbrek (Sol)*	Sağlam Böbrek (Sağ)**	t	P
Başlangıç	68,3±3,5	67,8±3,1	0,3	>0,05
1. Gün	58,9±4,8	64,1±2,1	3,1	<0,01
3. Gün	55,5±3,8	65,4±3,1	6,4	<0,001
30. Gün	32,8±3,8	49,3±3,4	11,7	<0,001

* F= 217,4; $p<0.001$

**F = 81,5; $p<0.001$



Grafik III: Grup 3’deki ratlarda operasyon öncesi ve sonrası parankim dansitelerinin ortalama değerleri

Grup 1 ve Grup 3'deki ratların böbrek parankim dansiteleri karşılaştırıldığında obstrükte böbreklerde, çalışmanın 1. gününden itibaren obstrükte böbrekte daha belirgin olmak üzere, her iki böbreğinin de kontrol grubuna göre istatistiksel olarak giderek artan oranda düştüğü gözlemlendi ($p<0.001$).

Tablo: IV- Grup 1 ve Grup 3'deki ratların sol böbrek parankim dansite değerlerinin ikili karşılaştırılması

Ölçüm Zamanı	Grup 1	Grup 3	t	p
Başlangıç	66,2±2,3	68,3±3,5	1,6	>0,05
1. Gün	67,8±1,6	58,9±4,8	5,5	<0.001
3. Gün	67,8±1,0	55,5±3,8	10,0	<0.001
30.Gün	67,4±0,8	32,8±3,8	37,0	<0.001

Tablo: V- Grup 1 ve Grup 3'deki ratların sağ böbrek parankim dansite değerlerinin ikili karşılaştırılması

Ölçüm Zamanı	Grup 1	Grup 3	t	p
Başlangıç	66,3±1,8	67,8±3,1	1,4	>0,05
1. Gün	68,1±1,1	64,1±2,1	5,3	<0.001
3. Gün	67,6±1,1	65,4±3,1	2,1	<0.05
30.Gün	67,2±1,0	49,3±3,4	15,9	<0.001

Grup1 ve Grup 2’deki ratların operasyon yapılan sol böbrek ortalama parankim dansitelerinin ikili karşılaştırılmasında, sadece çalışmanın 3. gününde aralarında istatistiksel anlamlı fark bulundu ($p<0,01$)

Ölçüm Zamanı	Grup 1	Grup 2	t	p
Başlangıç	66,2±2,3	66,3±4,7	0,09	>0,05
1. Gün	67,8±1,6	66,2±4,6	1,0	>0,05
3. Gün	67,8±1,0	58,2±8,4	3,6	<0.01
30.Gün	67,4±0,8	65,9±7,2	0,67	>0,05

Tablo: VI- Grup 1 ve Grup 2’deki ratların sol böbrek parankim dansite değerlerinin ikili karşılaştırılması

Grup 2 ve Grup 3’deki ratların operasyon yapılan sol böbreklerinin parankim dansitelerinin ikili karşılaştırılmasında operasyondan sonra 1. gün ($p<0,01$) ve 30. günde aralarında istatistiksel fark bulundu ($p<0,001$).

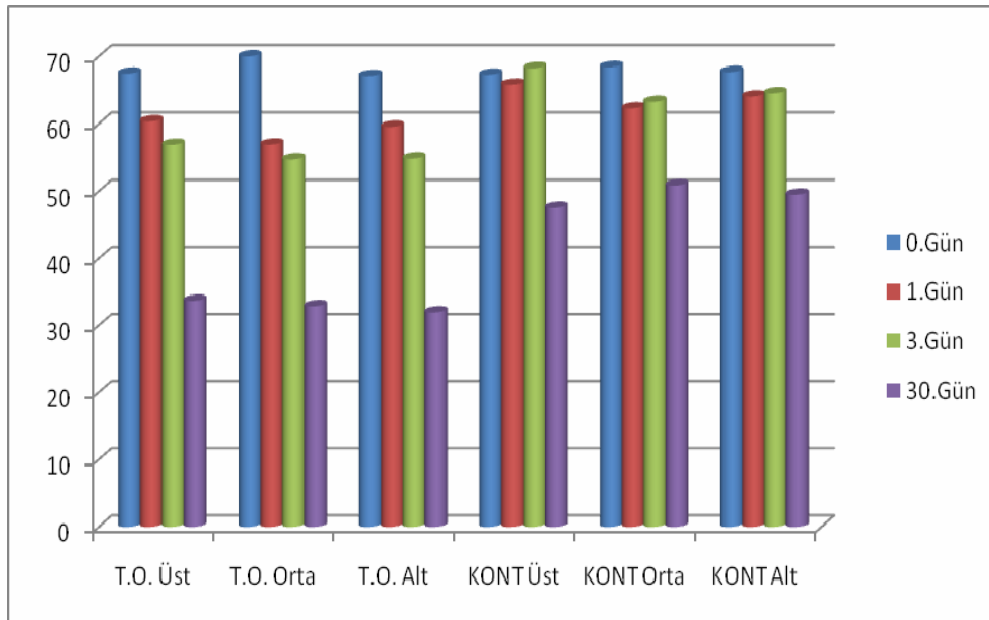
Ölçüm Zamanı	Grup 2	Grup 3	t	p
Başlangıç	66,3±4,7	68,3±3,5	1,0	>0,05
1. Gün	66,2±4,6	58,9±4,8	3,5	<0.01
3. Gün	58,2±8,4	55,5±3,8	0,95,	>0,05
30.Gün	65,9±7,2	32,8±3,8	13,5	<0.001

Tablo: VII- Grup 1 ve Grup 3’deki ratların sol böbrek parankim dansite değerlerinin ikili karşılaştırılması

Tam üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan 3. gruptaki ratların her iki böbreklerinin üst, orta ve alt pollerinin ayrı ayrı değerlendirmesinde de genel ortalamaya uygun olarak aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p < 0,001$).

Tablo VIII: Grup 3'deki ratlarda böbreklerin üst, orta ve alt pollerinden ölçülen parankim dansitelerinin çalışma günlerine göre değişimi

	Başlangıç	1.Gün	3.Gün	30.Gün	F	p
Sol üst	67,5±3,8	60,3±5,3	56,9±5,3	33,7±4,2	112,5	<0,001
Sol orta	70,1±3,6	56,9±7,6	54,7±5,2	32,9±4,9	94,9	<0,001
Sol alt	67,1±5,6	59,6±5,6	54,8±4,3	31,9±3,3	99,9	<0,001
Sağ üst	67,3±2,4	65,8±2,7	68,3±3,2	47,5±3,8	105,5	<0,001
Sağ orta	68,4±4,0	62, 3±3,6	63,3±4,1	50,8±4,3	31,3	<0,001
Sağ alt	67,7±3,8	64,1±4,2	64,5±3,6	49,5±4,6	44,1	<0,001



Grafik IV: Grup 3'deki ratlarda üst, orta ve alt pollerinin alınan parankim dansitelerinin çalışma günlerine göre değişimi

Tam üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen Grup 3’de bulunan ratların obstrükte böbreklerinin üst, orta ve alt pollerinden yapılan ölçümler çalışma günlerine göre kendi arasında karşılaştırıldı. Buna göre üst, orta ve alt pol parankimlerinin dansitelerinin deney süresinde azalmaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

	Sol üst	Sol orta	Sol alt	F	p
Başlangıç	67,5±3,8	70,1±3,6	67,1±5,6	5,6	>0,05
1. Gün	60,3±5,3	56,9±7,6	59,6±5,6	4,2	>0,05
3. Gün	56,9±5,3	54,7±5,2	54,8±4,3	2,4	>0,05
30. Gün	33,7±4,2	32,9±4,9	31,9±3,3	0,6	>0,05

Tablo IX: Tam üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen Grup 3’de bulunan ratların obstrükte böbreklerinin üst, orta ve alt pollerinden yapılan ölçümlerin çalışma günlerine göre karşılaştırılması.

5. TARTIŞMA

Üreter obstrüksiyonu ve buna bağlı böbrekte meydana gelen hidronefroz, böbrek fonksiyonlarında ilerleyici ve bir süre sonra kalıcı hasar meydana getirmesinden dolayı erken tanı ve tedavi edilmesi gereken bir patolojidir. Üriner sistem taş hastalığı, toplumda çok sık görülen akut üreter obstrüksiyonu nedenlerinden birisidir. Üriner sistem taş hastalığı tanısında, kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografinin kullanıma girmesiyle, özellikle non-opak taşların kolay ve kesin tanısı konulabilmektedir (3,4). Kontrastsız spiral bilgisayarlı tomografi üreter taşının boyutu, lokalizasyonu ve kimyasal yapısı hakkında bilgi verdiği gibi, taş hastalığı dışındaki diğer üriner sistem patolojileri ve yan ağrısı ile gelen hastada üriner sistem dışı nedenleri de görüntüleyebilmektedir (42,43). Üriner sistem taş hastalarında kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografinin en büyük dezavantajı X-ışını kullanılmasına bağlı radyasyona maruz kalınmasıdır. Kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografinin kullanım alanı genişledikçe, üreter obstrüksiyonuna bağlı gelişen hidronefrotik böbrekte, obstrüksiyonun süresi ve böbrek fonksiyon kaybının derecesini öğrenebilmek araştırma konusu olmuştur.

Üriner sistem taş hastalığında çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile obstrüksiyonun böbrek parankiminde meydana getirdiği dansite değişikliklerini inceleyen bir çalışmada, akut obstrükte ve obstrükte olmayan diğer böbreğin ortalama parankim dansiteleri retrospektif olarak incelenmiştir (5). Obstrüksiyondaki böbreklerin ortalama parankim dansitelerinin diğer böbreğinkine ve sağlıklı kişilerin böbreklerinininkine göre düşük olduğu bulunmuştur. Ortalama parankimal dansite, obstrükte böbreklerde 32.2 Hounsfield Ünitesi, normal böbreklerde ise 38 Hounsfield Ünitesi olarak tespit edilmiştir (5). Üriner sistem taş hastalarındaki bir başka retrospektif çalışmada da benzer şekilde obstrükte böbreklerin ortalama parankimal dansitelerinin diğer böbreğinkine göre istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu bildirilmiştir. Buna göre normal böbreklerde ortalama parankim dansitesi 32.6 HU iken obstrükte böbreklerde ise 27.2 HU tespit edilmiştir (7). Bu çalışmalar retrospektif gerçekleştirildiğinden dolayı obstrüksiyon süresi ile böbrek parankimindeki değişikliklerin derecesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyamamaktadır. Üreteral obstrüksiyon süresi ile böbrek fonksiyon kaybı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu

çok iyi bilinmektedir (1,2,45). Bunun yanı sıra her üreter taşı da obstrüksiyona neden olmamaktadır. Obstrüksiyona neden olan üreter taşlarının erken tanı ve tedavisinin önemi açıktır. Çalışmamızda elde edilen verilere göre tam üreteral obstrüksiyonlarda etkilenen böbreğin parankimal dansitesinin düştüğü ve bu düşüşün zamanla arttığı görülmüştür (Tablo 3, Grafik 3).

Kısmi obstrüksiyonlarda ise parankimal dansite başlangıçtakine göre hafif bir düşüş göstermekle birlikte 30. günde eski değerlerine geri dönme eğilimi göstermektedir. Çalışmanın başlangıcında kısmi üreter obstrüksiyonu uygulanan böbreklerin ortalama parankim dansitesi 66.3 HU olarak tespit edilmişken, çalışmanın 3. gününde 58.2 HU olarak bulunmuş, çalışmanın sonunda ise 65.9 HU olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde, bu grupta sağlam böbreğin parankim dansiteleri başlangıçta 68.5, çalışmanın 3. gününde 58.8 ve 30. günde de 69.2 HU olarak ölçülmüştür. Bu grupta çalışma süresinde böbrek parankim dansiteleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu grupta bulunan ratların sol böbrek parankim dansitesinin sham grubu ile karşılaştırılmasında ise sadece 3. günde istatistiksel anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,01$), çalışmanın sonunda ise bu farkın ortadan kalktığı görüldü ($p>0,05$). Bunun kısmi üreter obstrüksiyonunun erken safhasında cerrahiye bağlı gelişen ödeme bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde kronik kısmi üreter obstrüksiyonunun böbreğe etkilerini araştıran çok sayıda çalışma yapılmıştır. Klinikte, üreter obstrüksiyonlarının en sık görülen şekli olan kısmi üreter obstrüksiyonunun etkileri, Ulm ve Miller'in 1962 yılında tariflediği teknik ile hayvanlarda oluşturulan deney modeli ile araştırılmıştır (25). Fakat aynı modelle yapılan birçok çalışmada kısmi üreter obstrüksiyonun böbreğe etkileri incelendiğinde farklı sonuçlar bulunmuştur. Tek taraflı kısmi üreter obstrüksiyonun ikinci haftasında renal pelviste fibrozis ve renal papillada deformasyon gibi değişiklikler bildirilmiştir (44). Buna karşılık ikinci haftada toplayıcı ve kıvrımlı tübüllerde dilatasyon, lokal inflamatuvar yanıt ve dejenerasyon ise dikkat çekici düzeyde bulunmamıştır. Bu çalışmada renal pelvis veya medullada interstisyel lenfosit infiltrasyonu, fibroplazi veya fibrozis gibi kronik inflamatuvar lezyonlara ise 6. ve 9. haftalarda daha sık rastlanmıştır. Bir yıllık takip sonunda ise kronik kortikal interstisyel inflamasyon, medüller ödem, hemoraji ve pelvis epitelinde mikrokistik hiperplazi görülme sıklığı artmıştır. Çalışmamızda, üreterlerinde kısmi obstrüksiyon yapılan

böbreklerin 30. gündeki ortalama parankim dansiteleri ile diğer normal böbreklerininki arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamasının nedeni, tek taraflı kısmi üreter obstrüksiyonlarında böbreklerdeki histolojik değişikliklerin 6. ve 9. haftada daha belirginleşmesi, kronik değişikliklerin ise bir yıl gibi uzun bir süreçte ortaya çıkması ile açıklanabilir (45). Kısmi obstrüksiyon grubunda takip süresinin 90 günden daha uzun olması durumunda obstrükte böbrekteki parankim dansitesi düşmesinin karşı normal böbrekten istatistiksel olarak anlamlı fark yaratacak düzeyde olacağını düşünüyoruz.

Tam üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen 3. grupta bulunan ratların, çekilen kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografilerinde, obstrüksiyon gerçekleştirilen böbreklerin parankimlerinin ortalama Hounsfield Ünitesi, diğer böbreğe ve çalışmanın başlangıç değerine göre 1. günden itibaren giderek artan şekilde düştüğü ve istatistiksel anlamlı fark olduğu tespit edildi ($p<0,01$). Çalışmamızda bu gruptaki ratların başlangıç böbrek parankim dansitelerinin ortalaması 68.3 Hounsfield Ünitesi olarak tespit edilmişken, obstrüksiyondan sonra 1. gün, 3. gün ve 30. günlerde ortalama parankim dansiteleri sırasıyla 58.9, 55.5 ve 32.8 HU olarak bulundu. Benzer şekilde yapılan retrospektif çalışmada da obstrükte böbreğin ortalama parankim dansitesi 27.7 HU, obstrükte olmayan diğer böbreğin 34.4 HU olarak bulunmuştu (6). Tam üreteral obstrüksiyonlarda kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografide böbrek parankim dansitesinin azalmasında artan intrapelvik basınç nedeniyle piyelotübüler geri akım ve oluşan ödem suçlanmaktadır (5). Grup 2 ve Grup3'de bulunan ratların operasyon uygulanan sol böbreklerinin dansitelerinin ikili karşılaştırılmasında ise çalışmanın 1. günü ($p<0,01$) ve 30. günü arasında istatistiksel anlamlı fark tespit edildi ($p<0,001$).

Çalışmamızda tespit ettiğimiz ilginç bir bulgu ise tek taraflı tam obstrüksiyonlarda, diğer böbreğin de parankim dansitesinin düşmesidir. Grup 3'deki ratların diğer normal böbreklerinin ortalama parankim dansiteleri 67.8 HU olarak hesaplanmışken bunun 1. gün, 3. gün ve 30. günde sırasıyla 64, 65.4 ve 30. günde de 49.3 HU olarak düştüğü tespit edildi. Buna göre 1. ve 3. günde başlangıca göre çok küçük bir dansite azalması görülürken bu düşüş 30. günde çok daha belirgin olmaktadır. Bunun tek taraflı üreter obstrüksiyonlarında karşı böbrekteki kompensatriks değişikliklere bağlı olabileceğini düşünüyoruz. Nitekim tavşanlarda tek taraflı üreteropelvik obstrüksiyon yapıldığında 3. haftada karşı böbreğin korteks ve medullasında belirgin ödem tespit edilmiştir (46).

Çalışmamızda böbreklerin hangi bölgesinden parankim dansitesi ölçümünün daha doğru sonuç vereceğini de araştırmak istedik. Bu amaçla Grup 3'deki ratların her iki böbreklerinde üst, orta ve alt pollelerinden yapılan dansite ölçümleri kendi aralarında karşılaştırıldı. Sol böbreklerin üst, orta ve alt pollelerindeki ortalama parankim dansiteleri başlangıçta 67.5, 70.1 ve 67.1 HU bulunmuş, 30. günde ise sırasıyla 33.7, 32.9 ve 31,9 HÜ olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde sağ böbreklerin ortalama parankim dansiteleri başlangıçta sırasıyla 67.3, 68.4 ve 67.7 HU ölçülmüş 30. günde 47.5, 50.8 ve 49.5 HU bulunmuştur (Tablo VIII, Grafik IV). Buna göre her iki böbreğin, üç ayrı polündeki parankim dansiteleri arasında fark olmadığı ($p>0,05$) ve parankim dansitesinin böbreğin bu üç polünün herhangi birisinden yapılmasının sonucu etkilemeyeceği görülmüştür (Tablo IX).

Buna karşılık ratların böbrekleri bu tür bir inceleme için küçük olduğundan böbreğin korteks ve medullasından ayrı ayrı ölçümler gerçekleştirilemedi. Korteks ve medulladan parankim dansitesi ölçümleri daha uygun büyüklükteki böbreklere sahip deney hayvanlarında gerçekleştirilebilir.

Üriner obstrüksiyonlarda böbrek fonksiyonlarının geri kazanılmasının süre ile ilişkisi olduğu ve obstrüksiyon süresinin uzamasının böbreklerde geridönüşümsüz fonksiyon kaybı ile birlikte olduğu çok iyi bilinmektedir. Ek olarak tabloya üriner enfeksiyon eklenmesi ve intrarenal pelvis yapısı böbreklerdeki hasarı hızlandırmaktadır (15,23). Kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile tespit edilen üreteropelvik bölge veya üreterdeki taşların obstrüksiyona neden olup olmadıklarının, aynı tetkik yönteminde böbrek parankim dansitelerinin ölçülerek belirlenmesi obstrüksiyon giderilmesinin zamanlanması açısından değerli görülmektedir. Tam üreter obstrüksiyonlarında erken girişim ile böbrek fonksiyonu korunabilirken obstrüksiyon yapmayan ve kendiliğinden düşme olasılığı bulunan taşlarda konservatif tedavi seçeneği de kullanılabilecektir.

Kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografi incelemesinde üreteral obstrüksiyon varlığının bulguları olan taşın proksimalindeki üreterde ve renal pelviste dilatasyon, perinefritik sıvı birikimi, perinefritik ve periüreteral çizgilenme ve doku halka işareti gibi bulgulara parankim dansitesinde azalmanın da eklenmesi yararlı olacaktır. Bu tetkikle ek bir işlem, radyasyon ya da maliyet olmaksızın kolaylıkla dansite ölçümü yapıp değerlendirmek mümkündür. Ancak bunun için insanlarda

sağlıklı böbreklerin normal dansite değerlerinin aralıkları ve tam üreter obstrüksiyonu durumunda dansite değişikliklerin belirlenmesi için başka çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇLAR

1. Tek taraflı tam üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen ratların, obstrüksiyon uygulanan böbreklerinde, diğer böbreğe göre parankimal dansitesinin değeri 1. günden itibaren düştüğü ve istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulundu.
2. Tek taraflı kısmi üreter obstrüksiyonu gerçekleştirilen ratları parankimal dansite değerinin diğer böbreğe göre istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı görüldü.
3. Kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile kısmi veya tam obsrükte böbreklerin parankim dansitelerinin ölçümünün, obstrüksiyonun şiddetinin değerlendirilmesinde yararlı olabileceği öne sürülebilir
4. Elde edilen bu bulgunun insanlarda üreter obstrüksiyonu tanısında kullanılabilir olacağını düşünmekteyiz. Kontrastsız çok kesitli bilgisayarlı tomografi üriner sistem taş hastalığı tanısında standart yöntem haline gelmiştir. Bu tetkikle ek bir işlem, radyasyon ya da maliyet olmaksızın kolaylıkla dansite ölçümü yapıp değerlendirmek mümkündür. Ancak bunun için insanlarda sağlıklı böbreklerin normal dansite değerlerinin aralıkları ve tam üreter obstrüksiyonu durumunda dansite değişikliklerin belirlenmesi için başka çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. KAYNAKLAR

1. Vaughan ED Jr, Sorenson EJ, Gillenwater JY. Alterations in renal function immediately after release of acute total unilateral ureteral occlusion. *Invest Urol.* 1971;8:450-61.
2. Ito K, Chen J, El Chaar M, Stern JM, Seshan SV, Khodadadian JJ et al. Renal damage progresses despite improvement of renal function after relief of unilateral ureteral obstruction in adult rats. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2004;287:1283-1293
3. Tublin ME, Murphy ME, DeLong DM, Tessler FN, Kliewer MA. Conspicuity of renal calculi at unenhanced CT: Effects of calculus composition and size and CT technique. *Radiology* 2002; 225:91-96.
4. 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;194:789-794
5. Georgiades CS, Moore CJ, Smith DP. Differences of renal parenchymal attenuation for acutely obstructed and unobstructed kidneys on unenhanced helical CT: a useful secondary sign? *Am J Roentgenol* 2001;176:965-968.
6. Ozer C, Yencilek E, Apaydin FD, Duce MN, Yildiz A, Erdem E et al. Diagnostic value of renal parenchymal density difference on unenhanced helical computed tomography scan in acutely obstructing ureteral stone disease. *Urology.* 2004;64:223-226.
7. Goldman SM, Faintuch S, Ajzen SA, Christofalo DM, Araújo MP, Ortiz V et al. Diagnostic value of attenuation measurements of the kidney on unenhanced helical CT of obstructive ureterolithiasis. *Am J Roentgenol* 2004;182:1251-1254.
8. Dworkin LD, Sun AM, Brenner BM: The renal circulations. In Brenner BM (ed): *Brenner and Rector's The Kidney*, 6th ed. Philadelphia, WB saunders, 2000 pp 277-318
9. Yiğit, R. Boşaltım sistemi fizyolojisi. Kontrol sistemleri, sindirim ve boşaltım fizyolojisi.(ed): Yiğit, R. Nobel Tıp Kitapevleri (2001), pp 409-442

10. Rattner WH, Fink S, Murphy JJ: Pressure studies in the human ureter and renal pelvis. *J Urol* 1957;8:359-363
11. Rose JG, Gillenwater JY: Pathophysiology of ureteral obstruction. *Am. J Physiol* 1973;225:830-837
12. Michaelson G. Percutaneous puncture of the renal pelvis, intrapelvic pressure and the concentrating capacity of the kidney in hydronephrosis. *Acta Med Scand* .1974;559(suppl.):1-26
13. Navar LG, Baer PG: Renal autoregulatory and glomerular filtration responses to graduated ureteral obstruction. *Nephron* 1970;7:301-305
14. Moody TE, Vaughn ED Jr, Gillenwater JY: Relationship between renal blood flow and ureteral pressure during 18 hours of total unilateral urethral occlusion; Implications for changing sites of increased renal resistance. *Invest Urol* 1975;13:246-251
15. Vaughn ED Jr, Gillenwater JY. Mechanism of acute hemodynamic response to ureteral occlusion. *Invest Urol* 1971;9:109-118
16. Dal Canton A, Corradi A, Stanziale R, et al: Glomerular hemodynamics before and after release of 24 hours bilateral ureteral obstruction. *Kidney Int.* 1980;17:491-496
17. Hvistendahl JJ, Pedersen TS, Jørgensen HH, Rehling M, Frøkjaer J. Renal hemodynamic response to graduated ureter obstruction in the pig. *Nephron.* 1996;74:168-174
18. Kim KM, Bogaert GA, Nguyen HT, Borirakchanyavat S, Kogan BA. Hemodynamic changes after complete unilateral ureteral obstruction in the young lamb. *J Urol.* 1997;158:1090-1093.
19. Eddy A: Molecular insights into renal interstitial fibrosis. *J Am Soc Nephrol.* 1996;7:2495-2508
20. Heyman SN, Fuchs S, Jaffe R, Shina A, Ellezian L, Brezis M, Rosen S. Renal microcirculation and tissue damage during acute ureteral obstruction in the rat: effect of saline infusion, indomethacin and radiocontrast. *Kidney Int.* 1997 51:653-663.
21. Nagle RB, Bulger RE: Unilateral obstructive nephropathy in the rabbit. II Late morphologic changes. *Lab Invest* 1978;38:270-278

22. Wright EJ, McCaffrey TA, Robertson AP, Vaughan ED Jr, Felsen D. Chronic unilateral ureteral obstruction is associated with interstitial fibrosis and tubular expression of transforming growth factor-beta. *Lab Invest.* 1996;74:528-537
23. Gulmi FA, Felsen D, Vaughan ED. Üriner sistem: Obstrüksiyonun Fizyolojisi. Campbell Üroloji (Çeviri) de, Sekizinci Baskı (ed) Anafarta, M. K., Yaman, M. Ö Güneş Kitapevi pp:411-456
24. Talner LB: Specific causes of obstruction. In Pollack HM (ed): *Clinical Urography*, vol.2. Philadelphia WB Saunders,1990a pp 1629-1751.
25. Ulm AH, Miller F: An operation to produce experimental reversible hydronephrosis in dogs. *J Urol* 1962;88:337-341
26. Emil A, Tnagho MD:Urinary obstruction an stasis, in *General Urology*. Ed3 WB Saunders, California, 1991;11:165-179
27. Haralambous-Gasser A, Chan D, Walker RG, et al.: Collegen studies in newborn rat kidneys with incomplete ureteric obstruction. *Kidney Int* 1993;44 593-605
28. Josephson S, Ericson AC, Sjöquist M: Experimental obstructive hydronephrosis in newborn rats. VI. Long-term effects on glomerular filtration and distribution. *J Urol* 1985;134:391-395
29. Sierakowski R, Finlayson B, Landes RR, Finlayson CD, Sierakowski N. The frequency of urolithiasis in hospital discharge diagnoses in the United States. *Invest Urol.* 1978;15:438-441.
30. Mutgi A, Williams JW, Nettleman M. Renal colic. Utility of the plain abdominal roentgenogram. *Arch Intern Med.* 1991;151:1589-1592.
31. Preminger GM. Is there a need for medical evaluation and treatment of nephrolithiasis in the "age of lithotripsy"? *Semin Urol.* 1994;12:51-64.
32. Drach GW: Urinary lithiasis: Etiology, Diagnosis and medical management. In Walsh PC (ed): *Campbell's Urology*, ed 6 Philadelphia, WB Saunders, 1992 pp 2085-2156
33. Menon M, Resnick MI.Üriner sistem taş hastalıkları: Etyoloji, Teşhis ve Medikal Tedavi . Campbell Üroloji (Çeviri) de, Sekizinci Baskı (ed) Anafarta, M. K., Yaman, M. Ö Güneş Kitapevi. 3229-3292

34. Preminger GM, Wieweg J, Klugman V, Favus MJ: Diagnosis and treatment of calcium kidney stones. *Advances in endocrinology and Metabolism* 1995;6: 117-142
35. Yu TF. Urolithiasis in hyperuricemia and gout. *J Urol.* 1981;126:424-430.
36. Saklayen MG. Medical management of nephrolithiasis. *Med Clin North Am.* 1997;81:785-799.
37. Rivers K, Shetty S, Menon M. When and how to evaluate a patient with nephrolithiasis. *Urol Clin North Am.* 2000;27:203-213.
38. Guillén M, Corella D. Cystinuria subtype and nephrolithiasis. *Kidney Int.* 1999;56:353-354.
39. Smith RC, Levine J, Rosenfeld AT. Helical CT of Urinary Tract Stones. *Radiologic Clinics of North America- Volume 37, Issue5 september 1999* p:919-920
40. Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, Phillips MD, Conces DJ Jr, Aisen AM et al. Multisection CT: scanning techniques and clinical applications. *Radiographics.* 2000;20:1787-1806.
41. Fielding JR, Fox LA, Heler H, Seltzer SE, Tempany CM, Silverman SG et al. Spiral CT in the evaluation of flank pain: overall accuracy and the feature analysis. *J Comput Assist Tomogr.* 1997;21:635-638
42. Saw KC, McAteer JA, Monga AG, Chua GT, Lingeman JE, Williams JC Jr. Helical CT of urinary calculi: effect of stone composition, stone size, and scan collimation. *Am J Roentgenol.* 2000;175:329-332.
43. Levine JA, Neitlich J, Verga M, Dalrymple N, Smith RC. Ureteral calculi in patients with flank pain: correlation of plain radiography with unenhanced helical CT. *Radiology.* 1997;204:27-31
44. Claesson G, Josephson S, Robertson B. Experimental partial ureteric obstruction in newborn rats. IV. Do the morphological effects progress continuously? *J Urol.* 1983;130:1217-1222
45. Claesson G, Svensson L, Robertson B, Josephson S, Cederlund T. Experimental obstructive hydronephrosis in newborn rats. XI. A one-year follow-up study of renal function and morphology. *J Urol.* 1989;142:1602-1607.

46. Ekinci S, Ciftci AO, Atilla P, Muftuoglu S. Ureteropelvic junction obstruction causes histologic alterations in contralateral kidney. J Pediatr Surg. 2003 ;38:1650-1605