



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI**

**MULTİDEDEKTÖR BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
İN-VİTRO ÜRİNER SİSTEM TAŞ DENSİTE
ÖLÇÜMLERİ DOĞRULUĞUNUN SAPTANMASI**

Dr. Elif GEYİK

UZMANLIK TEZİ

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. N. Çağla TARHAN**

ANKARA
2005

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimi tamamladığım Başkent Üniversitesi'nin değerli Rektörü

Sayın Prof. Dr. Mehmet Haberal'a,

Eğitimim boyunca deneyim ve bilgilerinden faydalandığım değerli hocam

Başkent Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı

Sayın Prof. Dr. Emin Alp Niron'a

Tez danışmanım

Sayın Doç. Dr. N. Çağla Tarhan'a

Bu çalışmanın gerçekleşmesine ve geliştirilmesinde katkılarından dolayı

Sayın Doç. Dr. Mehmet Coşkun'a

ve hocalarım

Sayın Prof. Dr. Ahmet Muhteşem Ağıldere'ye,

Sayın Doç. Dr. Fatih Boyvat'a,

Sayın Doç. Dr. İclal Işıklar'a,

Sayın Doç. Dr. Cüneyt Aytekin'e,

Sayın Doç. Dr. Mehmet Tekşam'a

Sayın Yrd. Doç. Dr. Nihal Uslu Tutar'a,

Dostlukları ile uzmanlık eğitiminin zorluklarını hafifleten

Uzman ve asistan arkadaşlarıma,

Ve bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde emeği geçen BT Görüntüleme Ünitesi çalışanlarına,

İçtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 ÜROLİTİAZİS.....	2
2.1.1 Ürolitiazis Epidemiyolojisi	2
2.1.2 Üriner Taşların Yapısı	2
2.1.3 Taş Oluşumunun Patofizyolojisi	4
2.1.4 Böbrek Taşlarının Tedavisi	12
2.1.5 Üriner Taşların Analizi	14
2.1.6 Taşın Kompozisyonuna Göre Tedavi Seçimi	16
2.2 BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ.....	20
2.2.1 Bilgisayarlı Tomografinin Tarihsel Gelişimi	20
2.2.2 Spiral (Helikal) Bilgisayarlı Tomografi	25
2.2.3 Multidedektör (Multislice) Bilgisayarlı Tomografi....	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM	32
4. BULGULAR	34
5. TARTIŞMA.....	40

6. SONUÇ	43
7. KAYNAKLAR.....	44
8. İNGİLİZCE ÖZET	54

SİMGELER VE KISALTMALAR

BT	Bilgisayarlı Tomografi
MDBT	Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi
KOM	Kalsiyum okzalat monohidrat
KOD	Kalsiyum okzalat dihidrat
DÜSG	Direk üriner sistem grafisi
İVP	İntravenöz pyelografi
ESWL	Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy
PNL	Perkütan nefrolitotomi
RIRS	Retrograd intrarenal surgery

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Smith ve arkadaşları tarafından ilk kez 1995 yılında kullanılmasından bu yana üriner sisteme yönelik kontrastsız spiral bilgisayarlı tomografi'nin (BT) ürolitiazis tanısındaki yeri giderek artmış ve bugün birçok merkezde ürolitiazis tanısında kontrastsız spiral BT ilk tercih edilen tanı yöntemi haline gelmiştir.

Helikal BT, hızı, kolay uygulanabilirliği ve yüksek tanısal doğruluk oranları ile üriner sistem taş şüphesi olan hastalarda, standart radyografi, sonografi, nefrotomografi ve ekskretuar ürografiye göre tercih edilen bir methodur. Ayrıca taşı olmayan hastaların yaklaşık yarısında alternatif tanı olasılığına olanak tanır. Helikal BT, barsak temizliği ve kontrast gerektirmemesi, kısa sürede yapılabilmesi, radyolüsen taşların saptanmasında, böbrek ve üreter taşlarının lokalizasyonlarının, büyüklüklerinin ve kompozisyonlarının belirlenmesinde yüksek duyarlılığa sahiptir. Ürolitiazisin sekonder bulgularını saptayabilmesi ve diğer abdominal patolojilerin incelenebilmesi nedenleriyle direk üriner sistem grafisi (DÜSG) ve intravenöz pyelografi (İVP) gibi geleneksel görüntüleme yöntemlerine göre yüksek avantajlara sahiptir.

Helikal BT ile taşların kompozisyonlarının saptanabilmesi, tedavi öncesinde taşın kimyasal yapısının anlaşılabilmesi ve tedaviye yön gösterici olabilmesi açısından umut vericidir. Daha önce yaptığımız ve literatürde yayınlanan in-vitro ortamda saf ve kompleks taşların kimyasal yapıları baz alınarak dansite aralıklarını belirledik (1). Bu çalışmada, daha önceden belirlenen dansite aralıkları kullanılarak prospektif olarak, farklı kompozisyondaki üriner sistem taşlarının analiz öncesi dansitelerine göre kimyasal yapısının belirlenmesinde kontrastsız multidedektör helikal BT'nin güvenilirliği araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 ÜROLİTİAZİS

2.1.1 Ürolitiazis epidemiyolojisi

Üriner sistem taş hastalığı oldukça sık rastlanan ve bazen hastaneye yatışı gerektiren bir klinik problemdir. Üriner sistemde taş oluşumu, multipl, kompleks ve birbiri ile ilişkili birçok faktörün beraberce meydana getirdiği olaylar dizisidir. Akut ortaya çıkan yan ağrısı ve hematüri gibi yakınmalarda ayırıcı tanıda ürolitiazis mutlaka akla getirilmesi gereken bir klinik olgudur. Nüfusun %12'si hayatı boyunca ürolitiazis ile karşılaşmakta ve %3-5'i en az bir kez renal kolik atağı geçirmektedir (2).

Renal kolik sıklığı ilk atağı takiben 5 yıl içinde yaklaşık %50-60, 20-30 yıl içinde ise %75 olarak seyretmektedir.

Ürolitiazis, yetişkin erkeklerde kadınlara göre daha yüksek oranda izlenmekte olup, bu oran çocuklarda eşittir. Kadın idrarındaki sitrat miktarının yüksekliği taştan koruyucu bir faktör olarak rol oynar. Bunun yanında sistinüri ve renal tübüler asidoz gibi kalıtsal faktörlerin de rol oynadığı ürolitiazis sebepleri vardır. Üriner sistem taşları coğrafi ve iklim dağılımı da göstermektedir. Örneğin dehidratasyonun daha yüksek olasılıkla görüldüğü yaz ayları üriner sistem taşlarının oluşumunu artırmaktadır. Su mineral içeriğinin ve kişinin diyetindeki bazı maddelerin idrarla atılımının artmasının da taş oluşumunda rol oynayabildiği gösterilmiştir (3).

2.1.2 Üriner Taşların Yapısı

Üriner taşlar homojen matriksten oluşurlar. Hiperdens iç rimin etrafında buna göre daha düşük dansitede dış rim vardır. Taştaki kristallerin oranı %95, kristal olmayan yapıların oranı %5'tir. Başlıca kristal komponentler kalsiyum okzalat, kalsiyum fosfat, magnezyum amonyum

fosfat, ürik asit, sistin ve ksantindir. Diğer komponentler ise protein, hücresel debri ve diğer organik maddelerdir. Taşların büyük bir kısmının sadece bir ya da iki kristal komponenti vardır. Üriner sistem taşlarının yaklaşık %75'i kalsiyum okzalat, kalsiyum fosfat ya da ikisinin karışımından oluşur (4). %15'i oluşturan magnezyum fosfat taşları genellikle üreyi parçalayan mikroorganizmalarla oluşur. Bu mikroorganizmalar idrar pH'sını ve amonyum miktarını arttırlar. (5). Ürik asit taşları %5-10, sistin taşları %1 oranında izlenirler. Strüvit ve brusit taşları üriner sistemde karşılaşılan diğer taşlardır (6).

Ürik asit ve sistin kristalleri ancak asit idrarda meydana gelirken, alkali idrarda oluşmaz. Fosfat kristalleri ise daha çok alkali idrarda oluşur. Üriner enfeksiyonlarda bakteri ve lökositler matriks görevi yapabileceği gibi, üre parçalayan bakteriler ortamın alkali hale geçmesine ve bu nedenle kolayca enfeksiyon taşlarının oluşumuna sebep olur. Konjenital anomaliler, idrar akımını engelleyerek kristal partiküllerinin atılmasını güçleştirir. Ayrıca, üriner enfeksiyona yol açacağından o yolla da taş oluşumuna zemin hazırlar.

- **İnorganik taşlar:**

Kalsiyum okzalat

Kalsiyum fosfat

Kalsiyum okzalat-fosfat, karbonat ve magnezyum amonyum fosfat'ın değişik kombinasyonları (kompleks-karma taşlar)

Ayrıca inorganik grupta sulfonamid ve fenozopridin taşlarına çok ender olarak rastalanabilir.

Organik Taşlar:

Magnezyum amonyum fosfat (Strüvit)

Ürik asit

Sistin

Ksantin

Yetişkin taşlarının %65-70'i pür kalsiyum okzalat olmakla beraber kompleks olarak bütün taşların %75'nde bulunur. İkinci sırayı magnezyum amonyum fosfat taşları alır .

Kalsiyum taşları (kalsiyum okzalat, kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat), çoğunlukla kompleks yapıdadır. Kalsiyum okzalat taşları monohidrat veya dihidrat olarak veya her ikisinin kombinasyonu şeklinde bulunur. Kalsiyum okzalat ve fosfatın her ikisi de normal idrarda oldukça erimemiş (insolubl) halde bulunur (7).

2.1.3 Taş Oluşumunun Patofizyolojisi

Üriner sistem taşları idrarda kristal oluşmadıkça ortaya çıkmaz. Kristal oluşması için idrarın tuzla süpersatüre olması gerekir. Kristalleri oluşturan kimyasalların idrar atılımının artmasıyla, kristalizasyon riski artar. Taş oluşum ve gelişimi için idrarın kristaller tarafından devamlı süpersatüre kalmasına gerek yoktur. Dehidratasyon ya da yemek sonlarında gibi olduğu gibi intermittan 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 ise okzalatla kompleks oluşturarak, herbirinin serbest iyon konsantrasyonunu azaltırlar (8).

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 idrarında, yüksek kalsiyum ve okzalat satürasyonu varken, daha az inhibitör madde vardır. Ayrıca taşı olan ve olmayan hastalar arasında satürasyon-inhibisyon indeksi %90'ın üzerinde doğrulukla saptanabilmektedir (9).

Böbrekte normalde oluşan serbest kristaller, toplayıcı kanalları tıkayıp üriner sistem içinde tıkaçıcı taş oluşturabilecek potansiyele sahip değildirler. Böbrekte kristal agregasyon ve birikmesi, taş dönüşümünde ilk aşamalardan birisidir. Kristal agregasyonu, idrarlarında agregasyon inhibitörleri eksik olanlarda oluşur. İdrar glikoproteinleri; nefrokalsin ve Tamm-Horsfall proteini, basit solüsyonlarda kristal agregasyonunun güçlü inhibitörleridir. Ancak sitrat ve magnezyum, kristal gelişiminin inhibitörleridir (10).

Medüller sünger böbrekte, üreteropelvik bileşke tıkanıklıklarında ve tübüler epitelin yapışkanlığının arttığı durumlarda, kristal birikme riski artar. Ürat ve kalsiyum okzalat kristalleri, kültür ortamında böbrek epitel hücrelerine yapışırken, in vivo ortamda da tübüler hücreler ya da ürotelyuma yapışırlar. İspatlanmamış olmakla birlikte, bakteriyel enfeksiyonlar, idrar matriksini artırarak, kalsiyum okzalat taş oluşumu riskini artırırlar ki, bu da kristalin yapışmasını hızlandırır. Sonuç olarak, böbrek epitel hücrelerinden, değişmiş kalsiyum ve okzalat transportu, interstisyel ve intrasellüler kristalizasyonla

sonuçlanır. Bu kristaller böbrekte kalarak taşın 'nidus' yani çekirdeğini oluştururlar (11).

Kalsiyum Okzalat Taşları

A) Hiperkalsiüri:

Artmış idrar kalsiyum atılımı ve kalsiyum okzalat taşları arasındaki ilişki ilk olarak 1939'da Flocks ve daha sonra 1948' de Albright ve ark. tarafından tanımlanmıştır. Kalsiyum okzalat taşı olan tüm hastaların %30 ile %60'ında serum kalsiyum düzeyi artmadan, idrar kalsiyum atılımında artış vardır. Bu duruma idiyopatik hiperkalsiüri denilmiştir. Hiperkalsiüri, kalsiyum taşı oluşumuna, idrardaki rölatif kalsiyum süpersatürasyonunu arttırarak ve sitrat ve glikozaminoglikanlar gibi taş oluşumunun anyonik inhibitörleri ile kompleks oluşturarak katkıda bulunur. 1974' te Pak ve ark., hiperkalsiürinin 3 tipinin olduğunu belirtmişlerdir. Absorbtif hiperkalsiüri'de primer problem kalsiyumun artmış intestinal absorpsiyonudur. Renal hiperkalsiüri'de renal kalsiyum kaçağı vardır. Rezorbtif hiperkalsiüri'de artmış kemik demineralizasyonu vardır. Coe ve ark. (1992), böyle bir ayırım yapmaktan kaçınmışlar ve hiperkalsiürik nefrolitiazisi olan hastaların renal tübüler fonksiyonlarında bozulma, fosfat transportunda bozulma ve kalsitriol sentezinde artma sonucu barsaktan kalsiyum emiliminde artma olmasıyla birçok problemin birarada olduğunu vurgulamışlardır (12).

B) Hiperkalsemi:

1. Primer hiperparatiroidizm'de neden, paratiroid adenomundan fazla miktarda PTH (parathormon) salınımına bağlıdır.
2. Malignite ile ilgili hiperkalsemi'de problem, PTH ilişkili polipeptid olarak adlandırılan, kemik rezorbe edici maddenin tümör tarafından üretilmesidir.

3. Sarkoidoz ve diğer granüloamatöz hastalıklar (tüberküloz, histoplazmoz, koksidioidomikoz, lepra ve silikoz), barsaktan artmış kalsiyum emilimine, hiperkalsemiye ve hiperkalsiüriye neden olan kalsitriolün üretimine sebep olur.
4. Hipertiroidizm'de tiroksin ve triiodotironin'in kemik rezorbsiyonunu uyarmasıyla, hiperkalsemi ve hiperkalsiüri gerçekleşir.
5. Cushing gibi glukokortikoid miktarında aşırı artış olan durumlar, artmış kemik rezorbsiyonuna, azalmış kemik oluşumuna ve osteopeniye neden olur.
6. Feokromositoma'da izlenen katekolamin miktarında artış, PTH salınımını uyarmaktadır.
7. Ailesel hipokalsiürik hiperkalsemi, otozomal dominant geçişlidir.

C) Hiperokzalüri:

1. Primer hiperokzalüri'de okzalatin artmış karaciğer üretimi bulunur.
2. Enterik hiperokzalüri, kısa barsak sendromu ya da malabsorbsiyonu olan hastalarda izlenir.
3. Rekürren idyopatik kalsiyum okzalat taşı, hafif hiperokzalüri ya da eritrositler tarafından artmış okzalat transportu sonucu meydana gelir.

D) Hiperürikozüri:

1968'te Gutman ve Yu, gut ya da hiperürisemisi olan hastalarda, ürik asit taşlarının yanı sıra kalsiyum okzalat taşlarının da oluştuğunu tespit

etmişlerdir. Robertson, sodyum asit üratın, kalsiyum okzalat kristalizasyonunu inhibe edecek doğal maddelerin etkisini ortadan kaldırarak, kalsiyum okzalat taşı oluşumuna yol açtığını ileri sürmüştür. Ürik asit nükleasyona yol açarak kalsiyum okzalat kristalizasyonunu başlatır. Süpersatüre kalsiyum okzalat solüsyonlarına, ürik asit kristallerinin eklenmesi, iyi düzenlenmiş kalsiyum okzalat kristallerinin, ürik asit kristalleri üzerine depolanmasına yol açar (13).

E) Hipositratüri:

Kalsiyum okzalat nefrolitiazisinin en önemli ve düzeltilebilir bir sebebidir. Sitratin primer görevi kalsiyumun bağlanmasıdır. Kalsiyum sitrat kompleksi, kalsiyum okzalata göre çok daha fazla çözünürdür. Ek olarak sitrat, kalsiyum okzalatın spontan nükleasyonunu, kalsiyum okzalat ve fosfat kristalinin büyümesini ve kalsiyum okzalat ya da kalsiyum fosfatın birikmesini inhibe eder (14). Hipositratürinin en önemli etyolojik faktörü asidozdur. Kronik ishali ve inflamatuvar barsak hastalığı olan hastalarda intestinal alkali kaybı metabolik asidoza neden olur (Rudman ve ark, 1980). Ağır fiziksel egzersiz ve artmış sodyum alınımı aynı biçimde hipositratüri oluşturabilir. Sitrati parçalayan bakteriler tarafından oluşturulan üriner sistem enfeksiyonu da, idrar sitrat atılımını azaltır.

F) Hipomagnezüri:

Birçok araştırma, magnezyum tuzlarının taş oluşumunu engellediğini ortaya koymuştur. Hipomagnezürinin en sık sebebi malabsorbsiyonun gözlemlendiği inflamatuvar barsak hastalığıdır. Hipomagnezürisi olan hastaların çoğunda hipositratüri de vardır (15). Bu hastalardaki kalsiyum okzalat kristalizasyonu, magnezyum ya da sitratin inhibitör ya da kompleks oluşturucu etkilerinin (veya her ikisinin) ortadan kalkmasına bağlıdır.

Kalsiyum Fosfat Taşları

Böbrek kökenli taşlar ortalama %10 civarında kalsiyum fosfattan oluşmaktadır Kalsiyum okzalat taşında sıklıkla bir miktar kalsiyum fosfat bulunmasına rağmen, saf kalsiyum fosfat taşı nadirdir. Bu tip taşlar kadınlarda daha sık görülür ve genellikle renal tübüler asidifikasyon defekti ile birlikte bulunur. Taş analizi saf kalsiyum fosfat olarak gelirse, distal renal tübüler asidozun araştırılması gereklidir. Nadir olarak primer hiperparatiroidizm ve sarkoidozda da görülür (16).

Ürik Asit Taşları

Ürik asit kristalizasyonunun başlıca nedeni, bağlı bulunan ürik asit sebebiyle idrarın süpersatüre olmasıdır. Ürik asit kristalizasyonunun bilinen inhibitörü yoktur. Böylece idrar ürik asitle süpersatüre olduğunda kristaller çöker (17).

Ürik asit taşı olan hastaların idrarı uzun süredir asidiktir. Gutta ya da ürik asit taşı olan hastalarda iki tane metabolik bozukluk görülebilir; bunlar ürik asitin aşırı üretimi ve renal ürik asidin azalmış ekskresyonudur(18).

Gutu olmayan ürik asit taşı olan hastalarda, urat klerensinde önemsiz bir azalma vardır. Ürat-insülin klerens oranı, gutu olmayan hastalarda, sağlıklı insanlardan daha düşüktür. Sonuç olarak ürik asit taşı olan hastalar genellikle daha az idrar çıkarmaktadır (19).

Strüvit Taşları (Enfeksiyon taşları)

Bu taşın yapısında magnezyum, amonyum ve fosfat, karbonat ile karışmış bir şekilde bulunur. Strüvit taşlarından, triple-fosfat ya da enfeksiyon taşları olarak bahsedilir ve tüm taşların %2-20'si olduğu söylenir (20).

Strüvitin kristalizasyonu için idrar pH'sının 7,2 ya da üzerinde olması ve idrarda amonyağın olması gereklidir. Strüvit taşlarının gelişimini sağlayan güç

ise, üreaz üreten bakterilerle idrarın enfekte olmasıdır. Bakteriyel enfeksiyonun, taş oluşumunu arttırmadaki ikinci mekanizma da kristal yapışkanlığını artırmasıdır (21).

Bu taşlar belirtisiz büyüyebilir ve toplayıcı sistemi tamamen doldurabilir. Strüvit taşları, kalsiyum okzalat taşları üzerinde oluşabilir ve kısa sürede büyüyebilir. Kadınlar muhtemelen üriner sistem enfeksiyonlarına daha yatkın olduklarından erkeklerden daha fazla etkilenirler Strüvit oluşumunu arttıran diğer iki durum; nörojenik mesane ve üriner sistemde yabancı madde bulunmasıdır. Foley kateter girişimi olan hastalar, üriner diversiyon yapılanlar, işeme disfonksiyonu olanlar bu taşları oluşturmaya yatkındır (22).

Strüvit taşları enfekte oldukları bakteriyi içlerinde taşırlar. Formalinde yıllarca saklanan taşların çekirdeklerinden bakteri üretilebilir. Antibiyotiklerin bu taşlara penetrasyonu oldukça zayıftır. Bu yüzden enfekte üriner taşları olanlar sürekli üriner enfeksiyon geçirirler. Sonuç olarak, enfekte üriner taş çıkarıldığında üriner sistem sterilize edilebilir (23).

Sistin Taşları

Sistin taşları sadece sistinürisi olan hastalarda görülür. Sistinüri, barsak ve böbrekte sistinin transmembran transportundaki bozukluk sonucu görülen, otozomal resesif geçişli bir hastalıktır (24).

Homozigot sistinürlü hastaların üçte ikisi saf sistin taşları oluştururken, üçte biri kalsiyum okzalat ile birleşmektedir. Sakhaee ve arkadaşları, sistinürlü hastaların %18,5'nde hiperkalsiüri, %22,2'nde hiperürükozüri ve %44,4'nde hipositratüri bulmuştur (25).

Sistin taşlarının yarısı kompleks taşlardır. Sistin taşları radyolojik olarak sülfür iyonlarından dolayı kalkeröz taşlar kadar opak olabilir. Homojen ve yuvarlak görünümlü olup, bazen staghorn tarzında büyüyebilir. Sıklıkla birden

çok küçük taşlarla beraber bulunur. Nonopak ürik asit taşları ile karışır. Taşlar radyolüsent olup, sarı renktedir

Diğer Taşlar

Dihidroksiadenin Taşları

Dihidroksiadenin taşları olan hastalarda adenin fosforiboziltransferans enziminde eksiklik vardır. Dihidroksiadenin taşları, fizyolojik idrar pH değerleri arasında çözülmüş değildirler. Bu nedenle alkalinizasyon taşın büyümesine neden olabilir. İnfrared spektroskopi, ürik asit ile ayrımını sağlar (26).

Ksantin Taşları

Hereditör ksantinüri, radyolüsen ve aynı zamanda ürik asit taşları ile karışabilen ksantin taşlarına yol açmaktadır. Ksantinüri, ksantin oksidaz yetmezliği ile karakterize, otozomal resesif kalıtım gösteren, doğumsal bir metabolizma hastalığıdır (27).

Ürik asit taşları ya da gut nedeniyle allopurinol ile tedavi edilen hastaların bazılarında ksantin taşları oluşmaktadır (28).

İatrojenik Taşlar

A. Silikat Taşları

Silikat taşları uzun süre magnezyum silikat ve magnezyum aliminometasilikat gibi silika içeren antiasit kullanımına bağlı olarak görülür (29).

B. Matriks Taşları

Matriks taşları ağırlıklı olarak üreaz üreten organizmaların enfekte ettiği kişilerde bulunur. Özellikle proteus türleri, matriks taşları ile birliktelik

gösterir. Boyce, matriks taşlarını koagüle mukoidlerin küçük kristal komponentlerle olan kompozisyonu şeklinde tanımlamıştır (30).

Bu taşlar radyolusen olduklarından ürik asit taşları ile karışabilmektedir. Ne var ki, alkalen idrar yolu enfeksiyonu ile beraberlikleri, steril ve asidik idrarda meydana gelen ürik asit taşlarından ayrımlarının yapılmasına yardımcıdır.

C. Amonyum Asit Ürat Taşları

Tüm taşların %0,2'sini oluşturan bu nadir taşların oluşumunda 3 etken vardır. Birincisi; haddinden fazla ürik asit ekskresyonunun olduğu durumdaki üreaz(+) enfeksiyon varlığı. İkincisi; üriner fosfat eksikliği ve üçüncüsü; gelişmekte olan ülkelerdeki çocuklarda izlenen düşük sıvı alımıdır (31).

İlaç Kullanımına Bağlı Gelişen Taşlar

A. Triamteren Taşları

Triamteren, hipertansiyon tedavisinde kullanılır. Oral olarak kullanılan triamteren %70'nden fazlası idrarla atılır ve saf ya da karışık triamteren taşları gelişebilir (32).

B.İndinavir Taşları

HIV-1 virüsü tedavisi için kullanılan indinavir, %19 oranında değişmeden idrarla atılır. İlaç kullanan hastaların %20'sinin idrarlarında indinavir kristalleri gösterilmiştir (33, 34).

2.1.4 Böbrek Taşlarının Tedavisi

Taşların cerrahi tedavisinin amacı, hastaya minimal morbidite ile beraber maksimal taş temizliği sağlamaktır. ESWL (Extracorporeal Shock

Wave Lithotripsy)' nin ortaya çıkışı endoürolojideki sürekli teknik ve teknolojideki gelişmelerle birlikte, böbrek taşlarının çoğunun minimal invaziv yolla tedavi edilmesine olanak sağlamıştır. Bununla birlikte yeni ve etkili tedavi şekillerinin tamamı, çeşitli cerrahi tekniklerin endikasyonları hakkında tartışmalar ortaya çıkarmıştır. Üst üriner sistem taşlarına sahip hastaları tedavi eden ürologların son zamanlarda karşılaştıkları sorun, hastaya ve taş karakteristiğine bağlı optimal tedavi şeklini belirlemektir. Böbrek taşlarının tedavisi için 4 minimal invaziv tedavi yöntemi bulunmaktadır. ESWL, PNL (perkütan nefrolitotomi), RIRS (retrograd intrarenal surgery-retrograd böbrek içi cerrahi) ve laparoskopik taş tedavisidir. ESWL üreterorenoskopik tedavi ile birlikte olduğu gibi PNL ile kombine (sandviç tedavisi) edilerek kullanılabilir. ESWL üreterorenoskopik tedavi ile birlikte olduğu gibi PNL ile kombine (sandviç tedavisi) edilerek kullanılabilir.

Basit böbrek taşlarının çoğunluğu (%80-85'i) ESWL ile kolaylıkla tedavi edilebilmektedir (35). ESWL'den yarar görmeyecek taşları tanımlamak için Grasso ve ark (36) çalışmalarında ESWL sonrası başarısız olan ve başka tedavilere yönlendirilen 121 hastayı tekrar değerlendirdiler. Bu çalışmada birçok faktör ESWL'nin başarısız sonuçları ile ilişkili bulundu. Bunlar arasında büyük böbrek taşları (ortalama 22,2 mm), toplayıcı sistemin obstrükte kısımlarında bulunan taşlar, taş kompozisyonu (çoğunlukla kalsiyum okzalat monohidrat ve brusit), obezite ya da taşın görüntülenmesini engelleyen vücut postürü ve taşın yetersiz görüntülenmesi bulunmaktadır. Dornier HM3'e kıyasla daha çok ikinci ve üçüncü kuşak litotriptörler bu hastaların başarısızlığından sorumlu idi. Araştırmacılar, bu hastalarda alternatif tedavi yöntemlerinin düşünülmesi gerektiğini belirttiler (36). Bu yüzden, bir böbrek taşı hastasını tedavi ederken başlangıçtaki soru 'hasta ESWL tedavisi için uygun mudur, yoksa başka alternatif tedaviler mi kullanılmalıdır' olmalıdır.

Uygun tedavi seçilmeden önce taşla ilişkili faktörler (boyut, sayı, lokalizasyon, kompozisyon), böbrek anatomisi ve hastanın kliniğinden kaynaklanan faktörler bu değişik cerrahi tekniklerin morbiditesi ve eldeki

aletlerin yeterliliği birlikte değerlendirilmelidir. Tedavi kararları multipl faktörlerin birarada değerlendirilmesinden oluşsa da olayı basitleştirmek gerekirse, böbrek taşı tedavisinde rol alan faktörler ve yaklaşımlar ayrı ayrı gözden geçirilmelidir.

Kendiğinden düşen ya da alınan her taşın kompozisyonunun araştırılması çok önemlidir. Hastanın daha önce düşürmüş olan taşları %30'dan fazla kalsiyum okzalat monohidrat (whewellite) ya da bruşit içeriyorsa ESWL ile fragmentasyon zor olabilir. Sistinürinin varlığı önceki taş analizleri ile ortaya konabilir ya da idrardaki klasik sistinüri kristallerinin görülmesi ile tanınabilir. Sistin taşı olduğu izlenimi veren radyografiye (düşük dansite, yuvarlak cam görünümü, düz kenarlar, bilateral taşlar) sahip her hasta tedavi öncesi sistinüri açısından araştırılmalıdır, çünkü bu taşlar ESWL'ye sıklıkla iyi cevap vermezler.

2.1.5 Üriner Taşların Analizi

Taş hastalığının medikal tedavilerinin çoğu taşın analizi üzerine kuruludur ve tedavi işlemleri hakkında doğru karar vermek için taşın bileşimi bilinmelidir (37).

Böbrek taşlarının kimyasal analizleri çok önemlidir. Kalitatif ve semikantitatif kimyasal analiz metodları doğru olmadığı için anlamlı yanlışlıklar görülebilmektedir (38). Böbrek taşlarının analizinde kullanılan başlıca teknikler; x-ışını difraksiyon, infrared spektrofotometri, kromatografi, floresens, polarizan kristalografi, kimyasal mikroskopi, spektroskop ve fotomikroskopi teknikleridir. Schneider ve arkadaşları kimyasal, X-ışını difraksiyon, infrared spektroskop ve termoanalitik işlemleri karşılaştırmış ve bütün bu metodların üriner sistem taşlarının komponentlerini doğru olarak belirlediğini bulmuşlardır (39).

Prien ve Frondel, optikal kristalografinin ve x-ışını kristalografinin doğruluğunun fazla olduğunu vurgulamışlardır (40). Fiziksel metodlar küçük taşların içerisindeki değişik mineralleri ayırabilir. Termal analiz için göreceli olarak daha fazla örneğe ihtiyaç vardır, fakat kantitatif sonuçlar verir. Optikal metodlar yalnız kantitatif sonuçlar verir, küçük örnekleri analiz edebilir. Prien (41, 42), Sutor (43), Sutor ve Scheidt (44), x-ışını difraksiyon tekniğinin karışık üriner sistem taşlarının bazı küçük komponentlerini, taşların %20-30'unda tespit edemediklerine dikkat çekmişlerdir.

Eliot 1973'te (45), optik kristalografik incelemenin stereoskopik mikroskop altında yapılan dikkatli disseksiyon ile kombine edilmesini önermiştir. Bu yolla taşın ayrılmış katman ve segmentleri analiz edilebilir. Elliot kalsiyum okzalat taşlarında, kalsiyum okzalat monohidratın (whewellite) nükleus oluşturduğunu ya da bu tür taşların 2/3'nün kristalizasyonu başlattığını bulmuşlardır. Yüzeyde birikenlerin büyük çoğunluğu ise kalsiyum okzalat dihidrattan (weddelite) oluşmuştur.

Üriner taşların infrared spektroskopik analizi ile kristalin ve amorf mineraller tespit edilebilir (46). Bu yöntemle küçük hacimli taşların semikantitatif analizi yapılabilir. Taşın bütün yapılarını tanıyabilirler (38). Volmer ve arkadaşları, parsiyel en küçük kare analizini kullanarak, birkaç üriner taşın ve suni karışımların infrared spektrumlarını elde etmişlerdir (47).

Peuchant ve arkadaşları, infrared reflektans analizini infrared spektroskopi ile karşılaştırmışlardır. İnfrared reflektans analiz hızlıdır (bir dakikadan kısa sürer), taşın toz haline ihtiyaç vardır (100 mikrogram'dan küçük), ayırım olması için kimyasal ajana ihtiyaç yoktur ve doğru semikantitatif analiz elde edilir (48). Sıklıkla görülen üriner sistem taşlarının yapısını belirlemede artifisyel nöral ağ, infrared spektroskopi ile birleştirilerek kullanılır. Nöral ağ analizi kütüphane araştırmasından daha doğrudur ve daha az eksper bilgiye ihtiyaç vardır (49). Meyer ve arkadaşları (50), taşların ince kesim transmisyon elektron mikroskop analizini sunmuşlardır. Bunların analizi

ürik asit, okzalat ve fosfat taşlarının yavaşça dağıldığını ve fazlasıyla birleştiğini gösterir. Taşın optik mikroskop kullanılarak yapılan morfolojik ve yapısal incelemesi ile çekirdeğin infrared spektroskopi kullanılarak yapılan bileşim analizinin kombinasyonunun maliyetinin ucuz olduğu, kesin sonuç verdiği ve güvenilir bir analiz olduğu gösterilmiştir (51)

ESWL'nin yaygın kullanımı ile kırılan taş örneklerinin toplanmasındaki güçlük sebebiyle çok az taşın analizi yapılabilir. Bowshwe ve arkadaşları (52) ESWL'den hemen sonra idrar örneklerini elektron mikroskopi ve x-ışını spektroskopi kombinasyonu ile analiz etmişlerdir. Sonuçlar idrarla atılan taş parçalarının analizi ile uyumlu bulunmuştur.

2.1.6 Taşın Kompozisyonuna Göre Tedavi Seçimi

Taş kırılabilirliği fikri ilk kez 1988'de Dretler (53) tarafından tanıtıldı. ESWL ile taşın parçalanma kolaylığı farklı içerikli taşlar arasında değişiklik gösterir. Hatta, aynı içerikli taşlar farklı derecelerde fragmente olabilirler (54, 55, 56, 57, 58). Taşın kompozisyonu intrakorporal litotriptörlerin işlevine (az düzeyde olsa da) etkili olabilir. Teichman ve arkadaşları (59), 1998'te yayınladıkları bir çalışmada holmium lazerin in vitro olarak strüvit taşlarında en etkin olduğunu ve kalsiyum okzalat monohidrat taşlarının tedavisinde en az etkili olduğunu bildirdiler. Bu sonuçlar her bir taş kompozisyonu için termal eşik değeri ile korele görünmektedir. Birçok gruplar in vitro olarak ESWL'de taş kırılabilirliğinin etkisini araştırdılar. Sonuçlarını 2 şekilde rapor ettiler. Bunlardan ilkinde sonuçlar, belli bir miktarda verilen şok dalga sayısı ile parçalanan taş yüzdesine göre (53, 60, 55), diğerinde taşları belli bir boyutta parçalamak için verilen şok dalga sayısına göredir (56, 57, 58). Saw ve arkadaşları ve diğerlerinin bildirdikleri verilerde taş boyutlarına göre düzeltildiğinde sistin ve bruşit taşları ESWL'ye en dirençli olanlar olduğunu göstermiştir. Bunu kalsiyum okzalat monohidrat taşı takip etmektedir. Sırayla

bunları, hidroksiapatit, strüvit, kalsiyum okzalat dihidrat ve ürik asit taşları takip etmektedir (58, 61). Taş içeriği oluşan fragmanların tipini de etkileyebilir. Sistin ve kalsiyum okzalat monohidrat sadece parçalanmakta zorluk oluşturmaz, aynı zamanda nispeten büyük parçalar oluşturma eğilimindedirler ve bu nedenle toplayıcı sistemden temizlenmeleri de zor olabilmektedir (58). Genel olarak, zor parçalanan taşlar (sistin, bruşit, kalsiyum okzalat monohidrat) sadece küçük olduklarında (<1,5 cm) ESWL ile tedavi edilmelidirler. Daha büyük taşlar PNL ya da RIRS ile tedavi edilmelidirler.

Sistinürili hastalar tedaviye direnç gösterirler ve genellikle yaşamları boyunca taş alınması için birçok işlem geçirirler. Chow ve Streem 1988'te (62) 61 olguda taş nedeni ile girişimlere maruz kalan 31 sistinürili hasta bildirdiler. Muhtemel taş rekürrensini 1 ve 5 yılda sırasıyla %27 ve %73 olduğunu bildirdiler. İşlemin tekrarlama olasılığının fazla olması nedeni ile morbiditeyi azaltma, en az invaziv etkin tedavi yöntemini seçme ihtiyacını ön plana çıkarır. Maalesef, ESWL sistin taşlarında seçici olarak kullanılmazsa başarısız sonuçlar verir. Hockley ve arkadaşları (63), 1989'da ESWL ve PNL ile tedavi edilmiş 43 sistinürili hastanın sonuçlarını bildirdiler. ESWL ile taştan arınma oranı 20 mm ve altı ve 20 mm'den fazla taşlar için sırasıyla %70,5 ve %41 olarak tespit edilmiştir. Halbuki PNL için bu oranlar sırasıyla %100 ve %92 bulunmuştur. Kachel ve ark (1991) sistin taşlı 18 hastayı gözden geçirerek ve kendi deneyimleri ile diğer araştırmacıların sonuçlarını birleştiren bir tedavi algoritmi önerdiler. ESWL monoterapisini 15 mm ve daha küçük sistin taşları için önerirken, 15 mm'nin üzerindeki için PNL'yi tavsiye ettiler. Taş boyutlarına göre düzeltilerek uygun tedavi uygulanan 31 sistinürili hastada taştan arınma oranını %86,9 olarak bildirdiler (Chow ve Streem, 1998). Rudnick ve ark. (1999) 1,5-3 cm. taşları olan 6 hastada RIRS ile %83 oranında taştan arınma oranı bildirdiler. 1,5-3 cm. arası taşları olan sistinürili hastalarda RIRS'nin PNL'e alternatif olarak düşünülmesini önerdiler. Sistinürili

hastalarda yaşam boyu taş tekrarlama riski olduğundan, RIRS daha düşük morbiditesinden dolayı PNL'e karşı düşünülebilir bir alternatiftir.

Bruşit taşlarının in vitro ortamda parçalanmaya gösterdiği direnç sadece sistin taşları tarafından geçilmiştir (Dretler, 1988). Klee ve ark. (1991) 30 hastada toplam 46 bruşit taşı bildirdiler. ESWL monoterapisinin başarı oranı taş başına ortalama 1,5 seans ile %65 bulunmuştur (<4 mm fragmanları kapsayacak şekilde). Bununla birlikte hastaların sadece %11'i taştan tamamen arınabilmişlerdir. Diğer yandan, PNL ve üreteroskopi %100 başarı ile gerçekleştirilmiş ve taştan arınma oranları sırasıyla %100 ve %66 olarak bulunmuştur. 4 mm'den küçük taş fragmanları olan 20 böbreğin 12'sinde 3-12 ay içerisinde toplamda anlamlı düzeyde hızlı büyüme gerçekleşti. Bu yüzden, bruşit taşlarından şüphelenirse ya da doğrulanırsa sistin taşları için geçerli duruma benzer bir tedavi algoritmi uygulanmalıdır.

ESWL rezistansı genellikle çok sert taşlara özgü olmasına rağmen aynı zamanda nadir görülen ve %65 oranında organik madde içeren (diğer infekte olmamış taşlarda bu oran %2-3'tür) çok yumuşak olan matriks taşı için de geçerlidir. Matriks taşları radyolüsendir ve sıklıkla üre-parçalayıcı bakteriüri ile ilişkilidir. PNL ile başarılı şekilde tedavi edilen bu taşlarda ESWL başarısızdır (O'Connor ve ark, 1990).

Diğer bir yumuşak radyolüsen taş, AIDS hastalarının tedavisinde sıklıkla kullanılan bir proteaz inhibitörü olan İndinavir'den oluşur (Daudon ve ark, 1994). İndinavir tedavisi ile akut taş atağına kadar geçen ortalama süre 21,5 haftadır. 16 taşın 12'si spontan düşmüştür. Kohan ve ark (1999) yayınladığı çalışmada, indinavir taşlı 13 semptomatik hastadan, 11 hastada konservatif tedavi başarılı olurken, 2 hasta stent takılması ile tedavi edilmiştir. Taşlar gayet kolay kırılabilir ve bu yüzden stent takılması ile oluşan mekanik manipülasyon ile beraber hidrasyonun artırılması ile obstrüksiyonun ortadan kaldırılmasında başarılı olunabilir.

Taş kompozisyonunun ve bunun sonucu olarak taşı tamamen parçalamak için gerekli şok dalga sayısının önceden bilinmesi uygun tedavinin seçiminde çok yararlı olacaktır. Bununla birlikte, sistinürik hastalar ve daha önceden taş analizi yaptıranlar hariç, hastanın anamnezine ve görüntüleme yöntemlerine dayanarak taşın kompozisyonunun belirlenmesi oldukça zordur. Düz grafinin kalsiyum okzalat taşlarının alt tiplerini ve kırılma özelliğini ayırtmedeki özelliği ilk kez Dretler tarafından iddia edilmiştir (53, 64). Taşın fragilitesini belirleyebilmek için X-ışınının kullanımı ile Wang ve ark (1993) homojen yapılı, düz kenarlı taşların yuvarlak, radyal uzantıları olan düzensiz kenarlı taşlara göre tamamen parçalanabilmeleri için anlamlı düzeyde daha çok şok dalgası gerektiğini saptadılar. Bunun gibi, Bon ve ark 485 hastalık retrospektif çalışmalarında, düz, uniform, çıkıntı veren ve dansitesi kemik dansitesinden (12. kosta ya da transvers çıkıntı) daha dens olan taşların ESWL'ye daha az cevap verdiğini bulmuşlardır. Düz kenarlı, radyodens taşlarda ve düzensiz kenarlı olanlarda taşın arınma oranları sırasıyla %34 ve %79 olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte prospektif bir çalışmada düz radyografilerden taşın kompozisyonunun saptanmasında toplam başarı sadece %39 düzeyindedir ve klinik kullanım için yetersizdir (65).

Kontrastsız BT'nin renal kolikte acil olarak kullanımı, kontrastsız BT'nin attenüasyonu katsayı ölçümleri ile taş kompozisyonunu kıyaslama konusunda giderek artan bir ilgiye neden olmuştur. Mostafavi ve ark (66) yaptıkları in vitro çalışmada spiral BT mutlak attenüasyon değerlerini iki enerji düzeyinde kullanarak saf idrar taşının kimyasal kompozisyonunu doğru bir şekilde tahmin etmişlerdir. Bunun gibi, Saw ve ark (67) 1 mm' lik kolimasyonla ve 120 kV güçte, taş gruplarını (her biri en az %60 düzeyinde bir komponenti içermekte) in vitro ortamda, mutlak attenüasyon ölçümleri baz alınarak birbirinden ayrılabilceğini saptadılar. Taş boyutunun attenüasyon ölçümleri üzerine net bir etkisi ve ışık kolimasyonunun attenüasyon ölçümleri üzerine dramatik etkisi kaydedildi (67). Daha önce in-vitro ortamda 107 taş ile

yaptığımız ve literatürde de yayınlanan bir çalışmada, 1 mm' lik kolimasyonla ve 120 kV güçte taşların dansite aralıklarını belirleyebilmiştik (1). Bundan başka, in vitro BT attenüasyon değerleri kalsiyum taşlarının kırılma katsayısının önceden tahmin edilebilmesini kolaylaştırmaktadır (68). Sistin, ürik asit ve strüvit taşlarının kompozisyonu hastanın hikayesine dayanarak tanınabilse de preoperatif dönemde kalsiyum okzalat taşlarının alt gruplarının ve kırılma katsayılarının belirlenebilmesi ESWL ve diğer alternatif tedavi yöntemlerine uygun hasta seçiminde büyük bir ilerleme sağlar. Maalesef, taşların çoğunun kompozisyonu saf değildir, çünkü bir taşın dansitesi ve şekli var olan her bir kristalik komponent tarafından değiştirilebilir.

2.2 BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

2.2.1 Bilgisayarlı Tomografi'nin Tarihsel Gelişimi

Bilgisayarlı tomografi (BT) kolime edilmiş x-ışını kullanılarak incelenen objenin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yönelik radyolojik görüntüleme yöntemidir. BT'nin geliştirilmesi kendinden önceki bilim dallarındaki bir dizi karmaşık teorik ve teknolojik gelişmenin ürünüdür.

BT'nin temel ilkesi Avusturyalı matematikçi Radon'un 1917'de; üç boyutlu bir nesnenin görüntüsünü objenin sonsuz sayıdaki iki boyutlu izdüşümlerinden oluşturabileceğini gösterdiği çalışmasına dayanmaktadır.

1950'li ve 1960'lı yıllarda Radon matematiği sınırlı sayıda projeksiyon için değiştirilmiş ve solar astronomi, elektron mikroskopi ve holografik interferometri gibi bir dizi görüntüleme sorununun çözümünde kullanılmıştır.

1961'de Oldendorf iyot-131 kaynağındaki gamma ışınları ile sağlanan transmisyon projeksiyonlarından resim oluşturma potansiyelini araştırmıştır.

Oldendorf, kaynak ve dedektör arasında dönen bir nesnenin içinden geçen radyasyon şiddetini ölçmek için bir sintilasyon dedektörü geliştirmiştir.

1950'lerde Allen M. Cormack radyasyon tedavisinde vücudun inhomojen bölgelerinde doz dağılımlarındaki değişikliklerle ilgilenmiştir. Bu alanlardaki atenüasyon katsayılarının dağılımı bilindiği takdirde bu değişikliklerin tahmin edilebileceğini ortaya koymuştur. Atenüasyon katsayı dağılımları da gri skalada gösterilebilecektir. Benzer dönemdeki bir başka gelişme ise 1957 yılında Takashi ve arkadaşları tarafından 1957'de aksiyel radyografik tomografinin kullanımınıdır. Lineer konvansiyonel tomografideki yüksek olgu dozunu azaltmaya yönelik araştırmacılar fan şeklindeki X-ışını kullanılarak tüp ve kaset sisteminin birlikte hareket ettiği bir uygulama ile olgunun sadece bir transvers kesitini incelemişlerdir. Bu yöntemde X-ışınlarının tümünün film üzerine düşebilmesi için kasete eğim verilmiştir. Sonuçta aksiyel kesitten geçen X-ışınları adeta bir smear gibi film üzerine yayılmıştır. Görüntülerdeki bulanıklığın yüksek oluşu tekniğin kullanımını sınırlamıştır. Ancak uygulama gerçek anlamdaki dansite profillerinin oluşturulmasında ilk basamak olması nedeni ile önemlidir.

Sonrasında 1964'de Cormack, 7.5 derecelik kaymalarla bir dizi angüler projeksiyondan elde edilmiş bir nesnenin kesitine ait atenüasyon katsayılarının ilk deneysel sonuçlarını yayınlamıştır. Ancak bu yayın o zamanlar yeterli ilgi uyandırmamıştır. Cormack bu çalışmalardan dolayı 1979 yılında Nobel Tıp ödülünü Godfrey Hounsfield ile paylaşmıştır.

Hounsfield'in gamma ışın kaynağı kullandığı ilk denemesinde verileri toplamak 9 gün ve görüntüyü ana büyük bir bilgisayarda oluşturmak 2.5 saat sürmüştür. Gamma ışın kaynağının X-ışın tüpü ile değiştirilmesi tarama zamanını 9 saate indirmiştir.

İlk klinik prototip EMI kafa tarayıcısı 1972 yılı başlarında Londra'da Atkinson Morley hastanesinde kurulmuştur. Tarayıcı dolaşan yağ ile soğutulan

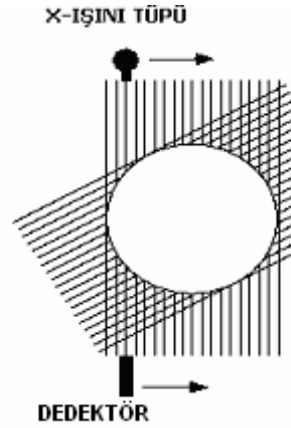
sabit anodlu bir x-ışın çıktısı kalem hüzmesi gibi kolime edilmiş ve olgunun kafasını ve bir su yastığını geçtikten sonra fotomultiplier tüpe bağlı sodyum iyodür kristali tarafından tespit edilmekteydi. Her birinin açıklığı 5x13 mm olan iki bitişik dedektör kullanılarak bir seferde iki kesit alınması sağlanmaktaydı.

EMI tarayıcısı beyin taraması için tasarlanmış ve uygulamaları kafayla sınırlı kalmaktaydı. ABD'de Ledley isimli bir diş hekimi bu tekniğin vücudun diğer bölgelerine de uygulanabilirliğini sorgulamıştır. Ledley bu ilgisini ilk gövde tarayıcısı oluşturmak üzere yoğunlaştırmıştır. İlk klinik gövde tarayıcısı ACTA tarayıcısı olarak 1973'te Minnesota Üniversitesi'nde kurulmuştur. Bu tarayıcının kafa ve ekstremiteler dışındaki bölgelerde uygulanışında anatomik hareketler önemli sorun yaratmıştır (69-73).

Daha sonra BT cihazları geliştirilme ve rutinde kullanılma aşamalarında bir dizi evrim geçirmiş ve daha da geçirmektedir.

Birinci Jenerasyon Cihazlar

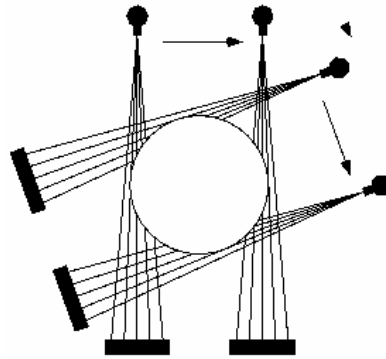
Pencil-beam x-ışını ve karşılığında tek bir dedektörün bulunduğu bu tür cihazlar translate-rotate prensibi ile çalışmaktadır. İncelenecek olan obje, lineer bir doğrultuda bir uçtan diğerine tarandıktan sonra tüp 1°'lik bir açı ile dönüş hareketi yapmakta ve obje tekrar lineer olarak taranmaktadır (Şekil 2.1). Bu tarama ve dönüş hareketleri 180°'lik dönüş kadar devam ettirilmektedir. İlk jenerasyon cihazlarda kesit alım süresi bu bakımdan oldukça uzundu.



Şekil 2.1. Birinci jenerasyon BT cihazında pencil-beam x-ışını ve karşısında tek dedektör izlenmektedir.

İkinci Jenerasyon Cihazlar

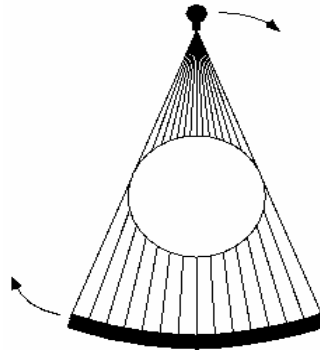
Bu cihazlarda tek dedektör yerine, lineer dizilmiş birden fazla dedektör kullanılmış ve x-ışını hüzmesi de pencil-beam yerine dedektör genişliğine göre yelpaze biçiminde (fan-beam) genişletilmiştir. İkinci jenerasyon cihazlarda birinci jenerasyonda olduğu gibi translate-rotate tekniği söz konusudur. Ancak tüp hareketi 10° 'lik açılarla 180° 'ye tamamlanmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. İkinci jenerasyon BT cihazında yelpaze (fan-beam) biçiminde x-ışını ve karşısında birden çok sayıda dedektör izlenmektedir.

Üçüncü Jenerasyon Cihazlar

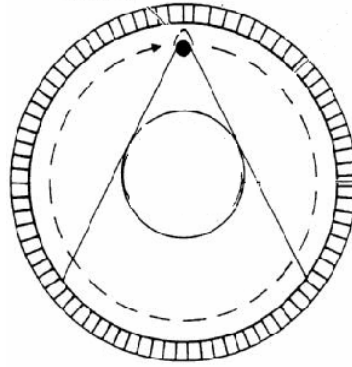
Birinci ve ikinci jenerasyon cihazların ardından rotate-rotate prensibi ile çalışan üçüncü jenerasyon cihazlar geliştirilmiştir. Bu cihazlar x-ışını kaynağı ve bu kaynağın karşısına dizilmiş konveks dedektörlerden oluşturulmuştur. X-ışını demeti, karşısına denk gelen dedektörlerin tümünü içine alacak şekilde yelpaze biçimindedir. X-ışını tüpü ve dedektörler, incelenecek olan obje etrafında birbirleri ile koordine hareket ederek, birinci ve ikinci jenerasyon cihazlardan farklı olarak 360°'lik bir dönüş gerçekleştirirler (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Üçüncü jenerasyon BT cihazında yelpaze (fan-beam) biçiminde x-ışını kaynağı karşısında konveks şekilde dizilim gösteren dedektörler izlenmektedir.

Dördüncü Jenerasyon Cihazlar

Rotate-stationary tekniği olarak da adlandırılan sistemde sadece x-ışını kaynağı hareketlidir. Tek bir x-ışını kaynağı incelenecek obje etrafında 360°'lik bir dönüş hareketi gerçekleştirirken dedektörler gantri açıklığı boyunca dizilmiş ve sabitlenmiştir (Şekil 2.4). Kesit alım süresi 1-2 sn. düzeylerine indirgenmiştir.



Şekil 2.4. Dördüncü jenerasyon BT cihazlarında gantri açıklığı boyunca dizilim gösteren dedektörler bulunmakta ve sadece x-ışın tüpü incelenecek obje çevresinde tam bir tur dönmektedir.

Beşinci Jenerasyon Cihazlar (Elektron beam tomografi)

Spesifik olarak kalp görüntülemesi hedeflenen bu cihazda, dördüncü jenerasyon cihazlarda olduğu gibi dedektörler ve ayrıca x-ışını kaynağı da sabittir. Bu yapıların hareketlerinden kaynaklanabilecek ring artefaktlar elimine edilmiştir. Dönüş hareketi yapan x-ışın tüpü ve gantri yerini yüksek güçlü dört tungsten hedef anodlu elektron ışınına bırakmıştır. Sabit bir kaynaktan çıkan elektron demeti sistem içerisinde hızlandırılıp ve koiller yardımı ile saptırılarak olgu etrafında dönen tungsten anod üzerine düşürülmektedir (74,75).

2.2.2 Spiral (Helikal) Bilgisayarlı Tomografi

Spiral BT bilgisayarlı tomografi teknolojisindeki en önemli gelişmelerden biri olarak kabul edilmektedir. Spiral BT'nin klinik kullanımı ilk kez Kalender ve arkadaşları tarafından 1980'lerin sonunda gerçekleşmiştir. Bu dönemden itibaren spiral BT; abdomen incelemelerinin performansını ciddi

biçimde değiştirmiştir. Solunum artefaktlarının giderilmesi, hareket artefaktlarının en aza indirgenmesi ve ek radyasyon vermeksizin 'overlapping' görüntülerin alınması spiral BT'nin en önemli teknik yararlılıkları arasındadır. Bu da mevcut BT uygulamalarını geliştirmiş ve çok boyutlu görüntülemeyi içeren yeni uygulama alanlarının doğmasına olanak vermiştir. Değişik overlap dereceli tek bir helikal BT tarama setinden çok sayıda aksiyel imajlar retrospektif olarak değerlendirilebilmektedir. Böylece iki boyutlu ve üç boyutlu reformat imaj kalitesini optimize eden maksimum longitudinal rezolüsyon derecesi ile oluşturabilmektedir.

Spiral BT'nin en ilginç yönlerinden birisi vasküler görüntülemedeki katkısıdır. Spiral BT'de kontrast maddenin bolus enjeksiyonu ile büyük damarlarda (aorta, pulmoner arter, büyük venler) ve ayrıca intrakraniyal damarsal yapılarda dinamik çalışma yapmak mümkün olmuştur (76).

Teknikte X-ışınının olgunun yüzeyinde heliks ya da spiral çizdiği kabul edildiğinden helikal ya da spiral adını almıştır. Spiral BT'de X-ışın tüpünün her rotasyonunun kesitin açılı düzlemine spesifik data oluşturduğu düşünülmektedir.

2.2.3 Multidedektör (Multislice) Bilgisayarlı Tomografi

Multidedektör BT (MDBT) şu anda BT teknolojisinde ulaşılan son noktadır. Helikal taramanın geliştirildiği 1989 yılından sonra 1991'de 1 mm'nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Aynı yıl bugünkü MDBT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT de geliştirilmiştir. 1993'te gerçek zamanlı BT'nin kullanıma sokulmasıyla BT floroskopi altında biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitörizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir.

Fizik özellikler

- **Gantri rotasyon süresi**

Gantri rotasyon zamanlarının 1 sn'nin altına inmesi 1995'te mümkün olmuş, 1998'de bu süre 0.5 saniyeye şu an ise 64 dedektörlü MDBT cihazları ile 0.33 saniyeye kadar inmiştir. 1998 yılında da ilk multidedektör sistemleri kullanıma girmiştir (77).

Saniyenin altında tarama yapabilmeyi başaran ilk BT cihazları elektron beam cihazları olmuştur. Kısa zaman içinde helikal cihazlarda da rotasyon süreleri 1 sn'nin altına indirilmiştir. Gantri rotasyon sürelerinin bu denli kısılması hareket artefaktlarının belirgin olarak azalttığı gibi aynı süre içinde daha geniş anatomik bölgelerin taranabilmesi olanağını doğurmuş ve longitudinal (z eksen) çözünürlüğü de artmıştır.

Tarama zamanı kıaldıkça birim zamanında ölçülen veri miktarı artmaktadır. Bu miktardaki verinin iletimi, daha yüksek hacimli ve hızlı veri iletim sistemlerine ihtiyaç doğurmuştur. Tarama zamanının kısılması, tüpün ürettiği X-ışını miktarının artmasını ve dolayısıyla tüpün soğutma yeteneğinin iyileştirilmesini de gerektirmiştir (78).

- **İnce kesit kalınlıkları**

MDBT cihazları; olağanüstü hızları sayesinde, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak, klasik kesit taramasından çok bir anlamda hacim taraması yapmaktadır. Yüksek kalitede hacim bilgisi için longitudinal düzlemdeki (Z eksen) çözünürlüğünün yeterli olması gerekmektedir. Z eksen çözünürlüğünü belirleyen başlıca etken kesit kalınlığıdır. Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı giderek düşürülmektedir. Böylece ulaşılan izotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel keskinlikle yapılabilmektedir (79).

- **Dedektör yapısı**

MDBT teknolojisinin belkemiği dedektör yapısıdır. Konvansiyonel helikal BT cihazlarında dedektör tek sıra halinde dizilmiş dedektör elemanlarından oluşan tek boyutlu bir yapıdır. Multidedektör BT cihazlarında ise dedektör çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır.

Sistemin kesit kalınlığını belirleyen unsur en küçük dedektör elemanının Z eksenindeki genişliğidir. Bu değer bazı sistemlerde 0.5 mm, bazı sistemlerde 0.625 mm'dir (77).

- **DAS (data acquisition system: veri elde etme düzeni)**

Dedektör sıralarından veya bunların kombinasyonlarından alınan kesit bilgileri daha sonra DAS'lara aktarılmaktadır. Örneğin 4 segmentli bir sistemde 4 adet DAS aracılığıyla işlenmekte, yani DAS'lara gelen analog veriler dijital verilere dönüştürülmektedir (80).

- **Görüntü rekonstrüksiyonu**

- Çok noktalı rekonstrüksiyon algoritması ve optimal veri örnekleme: Dedektör sisteminden başka, multislice BT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak çok noktalı (multipoint) interpolasyon ile görüntüler rekonstrükte edilir (80,81).

- Z filtre rekonstrüksiyonu: Z filtre rekonstrüksiyonunda uygun Z kernelleri seçilerek tek bir helikal veri kümesinden farklı kesit kalınlıklarında çok sayıda görüntü verisi oluşturulabilmektedir (81).

Avantajları

MDBT'deki bu fizik özellikler tarama ve görüntü parametrelerine şu şekilde yansır:

- **Tarama hızında artış**

MDBT sistemlerinde hızın artması esas olarak iki nedene bağlıdır; gantri rotasyon süresinin kısılması (0.33 sn'ye inmesi) ve pitch faktörünün artmasıdır. Bu iki etki birleştirildiğinde, örneğin 4 segmentli bir cihaz konvansiyonel helikal cihaza göre 8 kat, 8 segmentli bir cihaz 16 kat hızlı tarama yapabilmektedir. Burada bilinmesi gereken bir nokta daha vardır. Tarama hızındaki bu 8 ya da 16 kat artış kesit kalınlığı için geçerli değildir. Firmaların ürettiği değişik dedektörlerin yapısına bağlı olarak her sistem farklı tarama modu seçenekleri sunmaktaysa da genel olarak şu ifade edilebilir: Düşük kesit kalınlıklarında maksimum hız mümkün olmakta, ancak kesit kalınlığı arttıkça bu şans azalmaktadır (82).

Tarama hızının konvansiyonel helikal cihazlara göre 8 ya da 16 kata varan miktarlarda artması daha geniş hacimlerin daha kısa sürelerde taranması olanağını getirmiştir. Buna bağlı avantajlar şöyle sıralanabilir:

- Yüksek tarama hızının ince kesit kalınlıkları ile birleştirilmesi BT anjiyografide çığır açmıştır. Pulmoner emboli hastalarında önceleri mümkün olmayan subsegmental düzeydeki embolilerin değerlendirilmesi MDBT cihazlarıyla mümkün olabilecektir (83). Willis poligonu damar yapıları değerlendirilebilir hale gelmiş (84), karaciğer transplantasyonlarında hepatik arteriyel, portal ve hepatik venöz yapıların preoperatif değerlendirilmesi çok daha kolaylaşmıştır. Aort anevrizması, aort diseksiyonu, ekstremiteler ve renal arterlerin aterosklerotik lezyonları, mezenter iskemisi daha net bir şekilde değerlendirilebilmektedir (85-87).
- Nefes tutma ile yapılan tetkiklerde, tetkik süresi çok kısaldığından solunum ile ilgili artefaktlar belirgin şekilde azalmıştır.
- Hızlı tetkik yapılması gereken travma olgularında tetkik süresi kısaldığından kolaylık sağlanmıştır (88).

- Kooperasyonu zor olan ve çocuk olgularda tetkik en az artefaktla tamamlanabilmektedir.
- Çok fazlı kontrastlı çalışmalara olanak sağlamıştır. Örneğin; karaciğerde 2 kez ardarda arteriyel faz alınarak özellikle sirozlu olgulardaki karaciğer lezyonları daha iyi karakterize edilebilmiştir (89).
- Tarama hızının artması özellikle BT anjiografi (BTA) uygulamalarında kontrast madde dozundan tasarruf edilmesine imkan vermektedir.

- **Gantri rotasyon süresinin kısalması**

Günümüzde multidedektör cihazlarda gantri rotasyon süreleri 0.5-0.8 sn arasındadır. 0.5 sn'lik rotasyon süresi yarım rekonstrüksiyon tekniği de kullanıldığında 250 msn'ye inen temporal çözünürlük sağlamaktadır. 250 msn'ye inen temporal çözünürlük de kalbin diastolik fazında görece hareketsiz görüntülerin alınmasına izin vermektedir (90).

- **Kesit kalınlığında azalma**

İnce kesit kalınlıkları uzaysal çözünürlüğü artırmakta ve kısmi hacim etkisini azaltmaktadır. Multislice dedektörler sayesinde bu denli ince kesit kalınlıkları ile birçok anatomik bölge taranabilmekte, elde olunan izotropik görüntülerle yüksek kalitede reformat, multiproeksiyon volüm reformat ve üç boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir (90).

- **X-ışını yararlanma faktöründe (x-ray utilization factor) artış**

Multidedektör BT sistemlerinde X-ışını yararlanma faktörü konvansiyonel helikal cihazlara göre daha yüksektir. X-ışını yararlanma faktöründeki bu artış tüp yüklenmesini azaltmakta, helikal taramanın tüp soğuması için bekleme süresini de azaltarak daha uzun süreler devam

edebilmesine olanak sağlamaktadır. X-ışını yararlanma faktörünün artması nedeni ile tüp ömrü de belirgin olarak uzamaktadır (80).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışmada Şubat 2004- Nisan 2005 tarihleri arasında Başkent Üniversitesi Hastanesi'nde üriner sistem taşı nedeniyle takip edilen hastalardan ESWL sonrasında ya da cerrahi ile taşı çıkarılan 62 hasta incelemeye dahil edildi. Taşlar 4-dedektörlü helikal BT (Somatom Volume Zoom, Siemens, Erlangen, Germany) ile hava ortamında tarandı. 120 kV enerji seviyesinde, 1 mm kalınlıkta kesitler alındı. Taşlar saf ve kompleks taşlar olarak gruplandırıldıktan sonra, kompozisyonları bilinmeksizin dansite ölçümleri yapıldı. Dansite ölçümleri kemik filtre kullanılarak yapıldı, böylece keskin ve daha yüksek uzaysal rezolüsyon sağlandı. Her kimyasal yapı için 3 ayrı bölgeden dansite ölçümü ve bunların ortalaması mutlak HU değeri olarak hesaplandı. Kullanılan tüm parametreler, daha önce yaptığımız çalışmada en iyi verilerin elde edildiği parametreler olarak belirlenmişti.

Taşların kimyasal kompozisyonu Louis C. Herring Stone Research (Florida) Laboratuvar'ında tamamlayıcı analiz yaklaşımı kullanılarak saptandı. Bunun için x-ışını difraksiyon, infrared spektrofotometri, kromatografi, floresens, polarizan kristalografi, kimyasal mikroskopi, spektroskopi ve fotomikroskopi tekniklerinin birkaçı ya da hepsi kullanıldı. Bir kimyasal yapı taşın %70'nden fazlasını oluşturuyorsa, saf taş olarak tanımlandı. Birden fazla kimyasal yapısı olan taşlarda en büyük komponent %70' den azını oluşturuyorsa kompleks taş olarak kabul edildi. Apatit [$(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}))$], bruşit [$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$], vitlokit [$\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$], oktakalsiyum fosfat [$(\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$] subgrupları kalsiyum fosfat olarak major bir grup altında toplandı.

Daha önce yaptığımız çalışmada helikal BT ile, taşları kimyasal yapılarına göre in-vitro ortamda subgruplara ayırdedebildik. Bu sonuçlara göre saf taşlarda dansite aralıkları, ürik asit (112-436 HU, 16 adet), strüvit (510-681 HU, 9 adet), sistin (994-1180, 5 adet), kalsiyum fosfat (1252-1640 HU, 5 adet), kalsiyum okzalat dihidrat (1813 HU, 1 adet), kalsiyum okzalat

monohidrat (1743-2857 HU, 50 adet) olarak saptanmıştı. Kompleks taşlar için dansite aralıkları, ürik asit (110-427, 4 adet), strüvit (547-888, 11 adet), kalsiyum fosfat (1027-2068, 16 adet), kalsiyum okzalat monohidrat (1730-2667, 18 adet) olarak saptanmıştı.

Bu çalışmada in-vitro olarak aynı parametreler kullanılarak taşlardan elde ettiğimiz dansite değerlerini, daha önceki çalışmada saptadığımız dansite aralıklarıyla karşılaştırarak multidedektör BT' nin taş kompozisyonlarını saptamadaki doğruluk oranlarını araştırdık.

4. BULGULAR

62 taşın analiz sonuçlarına göre 52 taş saf, 10 taş kompleks idi. Saf taşlar 4 gruba ayrıldı: 1 ürik asit, 1 kalsiyum fosfat, 3 kalsiyum okzalat dihidrat ve 47 kalsiyum okzalat monohidrat taşı. Kompleks taşlar 4 gruba ayrıldı: 1 strüvit-ürük asit, 2 kalsiyum okzalat monohidrat- kalsiyum okzalat dihidrat, 3 kalsiyum okzalat monohidrat-kalsiyum fosfat, 4 kalsiyum okzalat monohidrat-ürük asit taşı. Kalsiyum okzalat monohidrat taşlarından biri tamamen parçalandığından dansite ölçümü yapılamadı. Kalsiyum okzalat monohidrat-ürük asit taşlarından birinde taşın ürik asit komponentinden ölçüm yapılamayıp, sadece kalsiyum okzalat monohidrat komponentinden ölçüm yapılabilirdi.

Dansite sonuçlarına göre saf taşlar için dansite ölçüm aralıkları, ürik asit (852 HU, 1 adet), kalsiyum fosfat (1848 HU, 1 adet), kalsiyum okzalat dihidrat (1261-2467 HU, 3 adet), kalsiyum okzalat monohidrat (1097-3388 HU, 46 adet) olarak saptandı. Kompleks taşlar için dansite aralıkları, ürik asit (86-824, 4 adet), strüvit (1286, 1 adet), kalsiyum fosfat (1377-2140, 3 adet), kalsiyum okzalat dihidrat (292-526, 2 adet), kalsiyum okzalat monohidrat (530-3014, 9 adet) olarak hesaplandı.

Saf taşların dansite ortalaması en azdan en fazla dens olana doğru şu şekilde sıralandı: ürik asit (852 HU), kalsiyum okzalat dihidrat (1761 HU), kalsiyum fosfat (1848 HU), kalsiyum okzalat monohidrat (2210 HU).

Kompleks taşların kimyasal kompozisyonu, herbir taşın homojen alanlarının dansiteleri ölçülerek saptandı. Kompleks taşların farklı bölgelerinden yapılan dansite ölçümlerinin ortalama değerlerine göre, en azdan en fazla dens olana doğru şu şekilde sıralandı: ürik asit (417 HU), kalsiyum okzalat dihidrat (409 HU), strüvit (1286 HU), kalsiyum fosfat (1693 HU), kalsiyum okzalat monohidrat (1989 HU).

SAF TAŞLARIN MUTLAK DENSİTE DEĞERLERİ (HU):**KOM:**

1. 2545	13. 1276	25. 2476	37. 2222
2. 1621	14. 2091	26. 2187	38. 2773
3. 2480	15. 2487	27. 1789	39. 2577
4. 2387	16. 2594	28. 1887	40. 2594
5. 2833	17. 2271	29. 2718	41. 1794
6. 1617	18. 2599	30. 1840	42. 1728
7. 1183	19. 2736	31. 2275	43. 1323
8. 1876	20. 2520	32. 1923	44. 2210
9. 1789	21. 2392	33. 2482	45. 2456
10. 2521	22. 2885	34. 2272	46. 2288
11. 1097	23. 1811	35. 2513	
12. 1956	24. 2398	36. 3388	

ÜRİK ASİT:

1. 852

KALSİYUM FOSFAT:

1. 1848

KOD:

1. 2467

2. 1261

3.1555

KOMPLEKS TAŞLARIN MUTLAK DENSİTE DEĞERLERİ (HU):**STRÜVİT-ÜRİK ASİT:**

1. 1286-347

KOM-ÜRİK ASİT:

1. 2241-824

2. 2068-556

3. 530-86

4. 1926-ölçülemedi

KOM-KOD:

1. 1161-292

2. 2122-526

KOM-KALSİYUM FOSFAT:

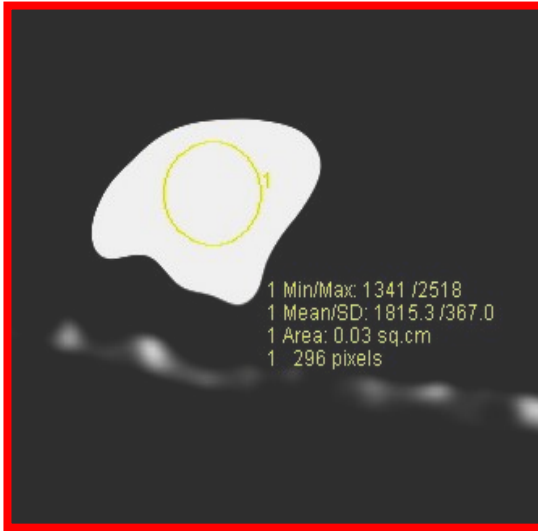
1. 3014-2140
2. 2196-1377
3. 2702-1562
4. 2637-1693

Bu sonuçları daha önceden belirlediğimiz dansite aralıklarıyla karşılaştırdığımızda, 46 saf kalsiyum okzalit monohidrat taşının 39 tanesini doğru olarak saptayabildik. 7 taş ise kalsiyum okzalit dihidrat ve kalsiyum fosfat için belirlenen dansite aralıklarıyla çakışmaktaydı. 1 adet saf ürik asit ve 1 adet kalsiyum fosfat taşının dansite değerleri beklenenden yüksek idi. 3 adet saf kalsiyum okzalit dihidrat taşlarından 2'si kalsiyum fosfat, 1'i ise kalsiyum okzalit monohidrat için belirlenen aralıklar ile çakışmaktaydı.

Kompleks taşlardan ürik asit için ölçtüğümüz 2 komponenti doğru olarak saptayabilirken, 2 tanesi strüvit için belirlenen dansite aralıklarıyla karışmaktaydı. 1 adet strüvit komponenti, beklenen değerden yüksek bulundu. Daha önce belirlediğimiz dansite değerlerinde kompleks taşlarda kalsiyum okzalit dihidrata ait bulgu bulunmama ile birlikte, bu çalışmada ölçülen 2 adet komponent, ürik asit için belirlenen dansite aralıklarıyla karışmaktaydı. 3 adet kalsiyum fosfat komponentinden 2'sini doğru olarak saptayabilirken, 1'i kalsiyum okzalit monohidrat için belirlenen dansite aralıklarıyla çakışmaktaydı. 9 adet kalsiyum okzalit monohidrat komponentinden 7'si doğru olarak saptanabilirken, 2 tanesi beklenenden düşük dansite değerlerine sahipti. Bunlardan kalsiyum okzalit monohidrat-ürik asit taşına ait olan bir tanesinin dansite değeri 530 HU olarak ölçülmüş

olup, bunun taşın ürik asit komponentinin fazla olmasına bağlı olduğu düşünüldük.

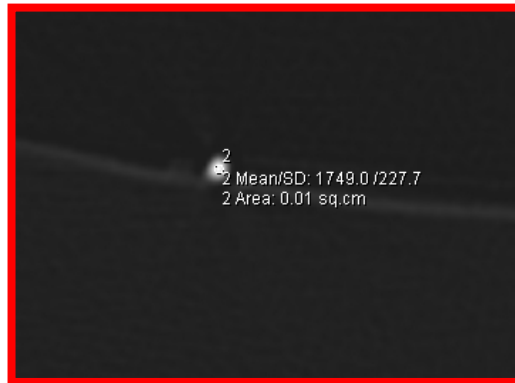
Bu sonuçlara göre saf taşları %80,3, kompleks taşları %57,8 oranında doğru olarak saptayabildik. Yine saf kalsiyum okzalat monohidrat taşlarını %84,7 oranında, kompleks taşların kalsiyum okzalat monohidrat komponentlerini ise %77,7 oranında doğru olarak saptayabildik. Kalsiyum okzalat monohidrat dışındaki diğer saf taşların sayılarının da az olması nedeniyle saptanabilirlik oranları düşük bulundu.



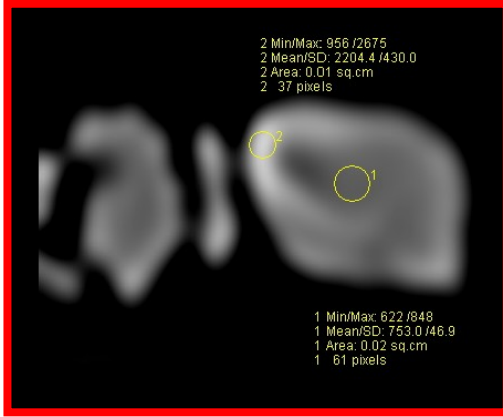
Resim 1: KOM (saf taş)



Resim 2: KOD (saf taş)



Resim 3: Kalsiyum fosfat (saf taş)



Resim 4: KOM-Ürik asit (kompleks taş) Resim 5: KOM-KOD (kompleks taş)



Resim 6: KOM-Kalsiyum fosfat
(kompleks taş)



Resim 7: Strüvit-Ürik asit (kompleks taş)

5. TARTIŞMA

Geçen 10 yıl içerisinde ürolitiazisin değerlendirilmesinde IVP ve DÜSG'e alternatifler ileri sürülmüştür. 1992'de ilk kez IVP'nin yerine DÜSG ve US'nin birlikte kullanılması önerilmiştir. 1995 yılında Smith ve arkadaşları tarafından ilk kez kontrastsız spiral BT, renal kolikle başvuran hastaların tanısında gündeme gelmiştir. Son yıllarda kontrastsız spiral BT üriner kolikli hastalarda, taşların saptanmasında tercih edilen inceleme yöntemi olmuştur. Yapılan çalışmalarda kontrastsız spiral BT'nin taşları saptamadaki duyarlılığı %91-98, özgüllüğü %95-100 bulunmuştur (91).

Böbrek taşı saptanan hastalarda taşın lokalizasyonu, boyutları, tek ya da multipl olması, üriner sistemin özellikleri, hastanın ek patolojileri, yaşı ve aktivitesi gibi faktörler, tedavinin planlanmasında önemlidir. Boyutları 4-5 mm.'ye kadar olan düzgün yüzeyli taşların medikal yöntemlerle düşürülebilme olasılığı %40-50 kadardır. Üriner sistemde gelişmiş olan taşların eritilmesinde medikal yöntemlerin, ürik asit taşları dışında pratik yararlılığı yoktur. ESWL, vücut dışından gönderilen şok dalgalarının üriner sistemdeki taşlar üzerine odaklanması ile bu taşların kırılmasını sağlayan yöntemdir. ESWL endikasyonlarında taşların cinsi de önem taşımaktadır. Çoğu taş ESWL ile kolaylıkla kırılmakla birlikte, özellikle kalsiyum okzalat monohidrat ve sistin taşlarını kırmak oldukça zordur. Ürik asit taşları kolaylıkla kırılmalarına rağmen non-opak oldukları için kullanılacak görüntüleme yöntemi açısından önem taşımaktadır. Taşlar kırılma kolaylıklarına göre strüvit, kalsiyum apatit, ürik asit, kalsiyum okzalat dihidrat, kalsiyum okzalat monohidrat ve sistin şeklinde sıralanırlar. Sistin taşlarının ESWL ile tedavisi için uygun büyüklük 1 cm.'nin altı olarak kabul edilir ve tedavi öncesi stent konulması önerilmektedir. Sistin taşlarında genellikle perkütan nefrolitotomi tercih edilir.

ESWL öncesinde taşların kompozisyonu ve fragilitésinin bilinmesi, ESWL'nin istenmeyen sonuçlarını azaltır. Bu nedenle taşın komponentinin BT ile saptanabilmesi, hastayı gereksiz girişimlerden kurtaracaktır.

Bu prospektif çalışmada, daha önce yaptığımız çalışmada belirlediğimiz dansite değerlerine göre, in-vitro ortamda doğruluk oranımızı saptamayı hedefledik. Tüm taşların değerlendirilmesinde, hem saf hem de kompleks taşlarda yüksek doğruluk oranları elde edildi. Bunların arasında en yüksek doğruluk oranları kalsiyum okzalat monohidrat taşlarında izlendi. Diğer taşlarda elde edilen düşük doğru değerlendirme oranları büyük ölçüde taş sayısının sınırlı olmasına bağlandı. Ancak taşları boyutlarına göre ayırmadığımız için boyut farkının dansite ölçümüne olan etkisi bu çalışmada belirlenmedi.

Taşların in-vitro ölçümündeki önemli bir limitasyon da ESWL ya da cerrahi işlem sonrası taşların fragmente olması nedeniyle dansite ölçümünün zorlaşmasıdır. Daha önce yaptığımız çalışmada da gördüğümüz şekilde kompleks taşlarda dansite ölçümleri birbirine daha yakın olmakta ve ölçüm aralıkları daha fazla çakışmaktadır. Bu nedenle dansite ölçüm aralıklarının tek başına taş kompozisyonunun belirlenmesinde etkisi sınırlı olmaktadır. Farklı kimyasal analizi olan taşlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, kalsiyum okzalat monohidrat taşlarını yüksek doğruluk oranı ile saptayabilirken, diğer komponentlerin dansite değer aralıklarının çoğunlukla birbiriyle çakıştığını saptadık. Kalsiyum okzalat monohidrat taşları hem en sık görülen taş tipidir, hem de özellikle boyutu da arttığında ESWL' ye rezistan olan komponenttir. Bu nedenle özellikle tedavi kararından önce taş dansitesinin belirlenmesi tedaviyi yönlendirmede yararlı olabilecektir. Diğer nadir görülen taş komponentleri değerlendirilirken ise, daha düşük dansiteler elde edildiğinde, hastanın klinik ve laboratuvar bulguları da göz önünde bulundurularak klinisyene tedavi öncesi bilgiler verebilir. Ancak diğer komponentlerin daha detaylı değerlendirilebilmesi için daha fazla sayıda taş ölçümlerine ihtiyaç vardır.

Daha önceki çalışmalarda su ve yağ içeren ortamlarda BT taramaları yapılmıştı. Biz dansitelerin çakışmaması ve su ve yağ tarafından x-ışınının

absorbe edilmemesi için hava ortamında çalıştık. 1 mm kesit kalınlığı kullanılarak parsiyel volüm etkisini azaltmayı amaçladık.

İn-vivo ortamda taş dansitesi ölçümleri yapıldığında ise taş dansitesi, etraftaki yumuşak dokuların x-ışınını absorpsiyonundan etkilenecek daha düşük değerlerde bulunabilir, bu nedenle ileri çalışmalarda in-vitro ölçümleri in-vivo ölçümlerle karşılaştırarak, farklılıkları belirlemek gerekmektedir.

6. SONUÇ

Kontrastsız multidedektör helikal BT, in vitro olarak üriner sistem taşlarının kimyasal yapısının gösterilmesinde değerli bir görüntüleme yöntemidir. Özellikle en sık rastlanan grup olan kalsiyum okzalat monohidrat taşlarını yüksek doğruluk oranı ile saptayabilmektedir. Bu grup taşların en sık görülmesi yanında, özellikle ESWL' ye rezistan olması da önceden belirlenebilmesini önemli kılmaktadır. Diğer taşların dansite aralıkları birbiriyle çakışmakla birlikte sayılarının az olması nedeniyle kesin bir sonuca varmak olası değildir. Hastanın klinik özelliklerinin de bilinmesi sistin, strüvit ve ürik asit taşlarının tanısında BT ile saptanan dansitelerle birlikte değerlendirildiğinde yol gösterici olabilir.

7. KAYNAKLAR

- 1- Deveci S, Coskun M, Tekin MI, Peskircioglu L, Tarhan NC, Ozkardes H. Spiral computed tomography: role in determination of chemical compositions of pure and mixed urinary stones--an in vitro study. *Urology*. 2004 Aug;64(2):237-240.
- 2- Miller OF, Rineer SK, Reichard SR, Buckley RG, Donovan MS, Graham IR, Goff WB, Kane CJ. Prospective comparison of unenhanced spiral computed tomography and intravenous urogram in the evaluation of acute flank pain. *Urology*, 1998 Dec; 52(6):982-7
- 3- Drach GW; Urinary lithiasis. Etiology, Diagnosis and medical management. In Walsh PC (ed); *Campbell's Urology*, ed G. Philadelphia; WB Saunders 2085-2156, 1992
- 4- Preminger GM, Herring LC, Klugman V, Favus MJ. Diagnosis and treatment of calcium kidney stones. *Advances in Endocrinology and Metabolism* 6: 117-142, 1995
- 5- Griffith DP, Musher DM, Campbell JW. Inhibition of bacterial urease. *Invest Urol* 11: 234-238, 1973
- 6- Mostafavi MR, Ernst RD, Saltzman B. Accurate determination of chemical composition of urinary calculi by spiral computerized tomography. *J Urol*. 1998 Mar; 159(3):673-5
- 7- Welshman SG, McGeown MG. A quantitative investigation of the effects on the growth of calcium oxalate crystals on potential inhibitors. *J Urol*. 1972 Dec;44(6):677-80.
- 8- Welshman SG, McGeown MG. The relationship of the urinary cations, calcium, magnesium, sodium and potassium, in patients with renal calculi. *Br J Urol* 1975;47:237-242.

- 9- Nakagawa Y, Ahmed M, Hall SL, et al. Isolation from human calcium oxalate renal stones of nephrocalcin, a glycoprotein inhibitor of calcium oxalate crystal growth. Evidence that nephrocalcin from patients with calcium oxalate nephrolithiasis is deficient in gamma-carboxyglutamic acid. *J Clin Invest* 1987;79:1782–1787
- 10- Ito H, Coe FL. Acidic peptide and polyribonucleotide crystal growth inhibitors in human urine. *Am J Physiol* 1977;233:455–463
- 11- Kumar S, Sigmon D, Miller T, et al. A new model of nephrolithiasis involving tubular dysfunction/injury. *J Urol* 1991;146:1384–1389
- 12- Coe FL, Parks JH, Asplin Jr. The pathogenesis and treatment of kidney stones. *N Engl J Med* 1992;327:1141–1152
- 13- Deganello S, Chou C. The uric acid-whewellite association in human kidney stones. *Scan Electron Microsc* 1984;2:927–933
- 14- Tiselius HG, Berg C, Fornander AM, Nilsson MA. Effects of citrate on the different phases of calcium oxalate crystallization. *Scanning Microsc* 1993;7:381–390
- 15- Preminger GM, Baker S, Peterson R. Hypomagnesiuric hypocitraturia: An apparent new entity for calcium nephrolithiasis. *J Lith Stone Dis* 1989;1:22–25
- 16- Gault MH, Chafe L, Morgan JM, et al. Comparison of patients with idiopathic calcium phosphate and calcium oxalate stones. *Medicine* 1991;70:345–359
- 17- Finlayson B, Smith A. Stability of first dissociable proton of uric acid. *J Chem Eng Data* 1974;19:94–97

- 18- Seegmiller JE, Laster L, Howell RR. Biochemistry of uric acid and its relation to gout. *N Engl J Med* 1968;268:712
- 19- Atsmon A, Devries A, Frank M. *Uric Acid Lithiasis*. Amsterdam, Elsevier Publishing, 1963
- 20- Sharma RN, Shah I, Gupta S, et al. Thermogravimetric analysis of urinary stones. *Br J Urol* 1989;64:564–566
- 21- Nemoy NJ, Stamey TA. Surgical, bacteriological, and biochemical management of "infection stones." *JAMA* 1971;215:1470–1476
- 22- Comarr AE, Kawaichi GR, Bors E. Renal calculosis in patients with traumatic cord lesions. *J Urol* 1962;85:647–656
- 23- Thompson RB, Stamey TA. Bacteriology of infected stones. *Urology* 1973;2:627–633
- 24- Thier SO, Segal S. Cystinuria. In Stanbury JB, Wyngaarden JB, Fredrickson DS (eds): *The Metabolic Basis of Inherited Disease*. New York, McGraw-Hill, 1972, pp 1504–1519
- 25- Sakhaee K, Poindexter JR, Pak CY. The spectrum of metabolic abnormalities in patients with cystine nephrolithiasis. *J Urol* 1989;141:819–821
- 26- Simmonds HA, Van Acker KJ, Cameron JS, Snedden W. The identification of 2,8-dihydroxyadenine, a new component of urinary stones. *Biochem J* 1976;157:485–487
- 27- Wyngaarden JB. Xanthinuria. In Stanbury JB, Wyngaarden JB, Fredrickson DS (eds). *The Metabolic Basis of Inherited Disease*, 3rd ed. New York, McGraw-Hill, 1972, pp 992–1002

- 28- Sperling O, Brosh S, Boer P, et al. Urinary xanthine stones in an allopurinol-treated gouty patient with partial deficiency of hypoxanthine-guanine phosphoribosyltransferase. *Isr J Med Sci* 1978;14:288–292
- 29- Haddad FS, Kouyoumdjian A. Silica stones in humans. *Urol Int* 1986;41:70–76
- 30- Boyce WH. Organic matrix of human urinary concretions. *Am J Med* 1968;45:673–683
- 31- Klohn M, Bolle JF, Reverdin NP, et al. Ammonium urate urinary stones. *Urol Res* 1986;14:315–318
- 32- Ettinger B, Oldroyd NO, Sorgel F. Triamterene nephrolithiasis. *JAMA* 1980;244:2443–2446
- 33- Kopp JB, Miller KD, Mican JA, et al. Crystalluria and urinary tract abnormalities associated with indinavir. *Ann Intern Med* 1997;127:119–125.
- 34- Schwartz BF, Schenkman N, Armenakas NA, Stoller ML. Imaging characteristics of indinavir calculi. *J Urol* 1999;161:1085–1087
- 35- Wickham JEA: Treatment of urinary tract stones. *Br Med J* 1993;307:1414–1417
- 36- Grasso M, Loisodes P, Beaghtler M, et al. The case for primary endoscopic management of upper urinary tract calculi. A critical review of 121 extracorporeal shock-wave lithotripsy failures. *Urology* 1995c;45:363–367
- 37- Dretler SP. Ureteral stone disease. Options for management. *Urol Clin North Am* 1990;17:217–230

- 38- Vergauwe DA, Verbeeck RM, Oosterlinck W. Analysis of urinary calculi. *Acta Urol Belg* 1994;62:5–13
- 39- Schneider HJ, Berenyi M, Hesse A, Tscharnke J. Comparative urinary stone analyses. Quantitative chemical, x-ray diffraction, infrared spectroscopy and thermo-analytical procedures. *Int Urol Nephrol* 1973;5:9–17
- 40- Prien EL, Frondel C. Studies in urolithiasis. The composition of urinary calculi. *J Urol* 1947;57:949
- 41- Prien EL Sr. Crystallographic analysis of urinary calculi. 23-year survey study. *J Urol* 1963;89:917
- 42- Prien EL Sr. Symposium on renal lithiasis. The analysis of urinary calculi. *Urol Clin North Am* 1974;1:229–240
- 43- Sutor DJ. Difficulties in the identification of components of mixed urinary calculi using the x-ray powder method. *Br J Urol* 1968;40:29–32
- 44- Sutor DJ, Scheidt S. Identification standards for human urinary calculus components, using crystallographic methods. *Br J Urol* 1968;40:22–28
- 45- Elliot JS. Structure and composition of urinary calculi. *J Urol* 1973;109:82–83
- 46- Hazarika EZ, Rao BN. Spectrochemical analysis of urinary tract calculi. *Ind J Med Res* 1974;62:776–780., 674. Takasaki E: An observation on the composition and recurrence of urinary calculi. *Urol Int* 1975;30:228–236
- 47- Volmer M, Wolthers BG, Metting HJ, et al: Artificial neural network predictions of urinary calculus compositions analyzed with infrared spectroscopy. *Clin Chem* 1994;40:1692–1697

- 48- Peuchant E, Heches X, Sess D, Clerc M. Discriminant analysis of urinary calculi by near-infrared reflectance spectroscopy. *Clin Chim Acta* 1992;205:19–30
- 49- Volmer M, Wolthers BG, Metting HJ, de Haan TH, Coenegracht PM, van der Slik W. Artificial neural network predictions of urinary calculus compositions analyzed with infrared spectroscopy. *Clin Chem.* 1994 Sep;40(9):1692-7.
- 50- Meyer AS, Finlayson B, DuBois L. Direct observation of urinary stone ultrastructure. *Br J Urol* 1971;43:154–163
- 51- Daudon M, Bader CA, Jungers P. Urinary calculi: Review of classification methods and correlations with etiology. *Scan Microsc* 1993;7:1081–1106
- 52- Bowsher WG, Crocker P, Ramsay JW, Whitfield HN. Single urine sample diagnosis: A new concept in stone analysis. *Br J Urol* 1990;65:236–239
- 53- Dretler SP: Stone fragility. A new therapeutic distinction. *J Urol* 1988;139:1124–1127
- 54- Bhatta KM, Prien EL, Dretler SP. Cystine calculi—rough and smooth: A new clinical distinction. *J Urol* 1989;142:937–940
- 55- Sakamoto W, Kishimoto T, Takegaki Y, et al. Stone fragility—measurement of stone mineral content by dual photon absorptiometry. *Eur Urol* 1991;20:150–153
- 56- Wang YH, Grenabo L, Hedelin H, et al. Analysis of stone fragility in vitro and in vivo with piezoelectric shock waves using the EDAP LT 01. *J Urol* 1993;149:699–702

- 57- Wu TT, Hsu TH, Chen MT, et al. Efficacy of in vitro fragmentation by extracorporeal electrohydraulic, and pulsed-dye laser lithotripsy. *J Endourol* 1993;7:391–393
- 58- Pittomvils G, Vandeursen H, Wevers M, et al. The influence of internal stone structure upon the fracture behavior of urinary calculi. *Ultrasound Med Biol* 1994;20:803–810
- 59- Teichman JMH, Vassar GJ, Glickman RD. Holmium:yttrium-aluminium-garnet lithotripsy efficiency varies with stone composition. *Urology* 1998d;52:392–397
- 60- Bhatta KM, Prien EL, Dretler SP. Cystine calculi—rough and smooth. A new clinical distinction. *J Urol* 1989;142:937–940
- 61- Saw KC, Lingeman JE. Lesson 20—management of calyceal stones. *AUA Update Series* 1999;20:154–159
- 62- Chow GK, Strem SB. Contemporary urological intervention for cystinuric patients: Immediate and long-term impact and implications. *J Urol* 1998;160:341–345
- 63- Hockley NM, Lingeman JE, Hutchinson CL. Relative efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy in the management of cystine calculi. *J Endourol* 1989;3:273–285
- 64- Dretler SP, Ploykoff G. Calcium oxalate stone morphology: Fine tuning our therapeutic distinctions. *J Urol* 1996;155:828–833
- 65- Ramakumar S, Patterson DE, LeRoy AJ, et al. Prediction of stone composition from plain radiographs: A prospective study. *J Endourol* 1999;13:397–401

- 66- Mostafavi MR, Ernst RD, Saltzman B. Accurate determination of chemical composition of urinary calculi by spiral computerized tomography. *J Urol* 1998b;159:673–675
- 67- Saw KC, McAteer JA, Fineberg NS, et al. Calcium stone fragility is predicted by helical CT attenuation values. *J Endourol* 2000a;14:465–468
- 68- Saw KC, McAteer JA, Monga AG, et al: Helical CT of urinary calculi: effect of stone composition, stone size, and scan collimation. *AJR Am J Roentgenol* 2000b;175:329–332
- 69- Akyar S. Konvansiyonel BT'den multidedektör BT'ye. 23. Ulusal Radyoloji Kongresi. 5-8 Kasım 2002;1-5
- 70- Bushong SC. Radiologic science for technologists. 6th ed., St Louis, Mosby Year Book, 1997;377-406
- 71- Eisenberg RL. Radiology: An illustrated History. St Louis, Missouri, Mosby Year Book, 1992;467-477
- 72- Brink JA. Technical aspects of helical (spiral) CT. *Radiol Clin Nort Am* 1995;33:825-41
- 73- Dixon AK. Spiral (Helical) CT-10 years on. *Eur J Radiol* 1998;28: 1
- 74- Oyar O, Gülsoy UK. Tıbbi görüntüleme fiziği, 1.baskı, Ankara, Rekmay Ltd. Şti. 2003;235-276
- 75- Huda W, Slone RM. Review of Radiologic Physics. Baltimore, Williams and Wilkins 1995;93-104

- 76- Dillon EH, van Leewen MS, Arancha Fernandez M, Eikelboom BC, Mali WPTM. CT angiography: application to the evaluation of carotid artery stenosis. *Radiology* 1993;189:211-219
- 77- Katada K. Half-second, half millimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. *Medical Review* 1999;68:1-8
- 78- Flohr T, Bruder H, Stierstorfer K, Simon J, Schaller S, Ohnesorge B. New technical developments in multislice CT, part 2: Sub-millimeter 16-slice scanning and increased gantry rotation speed for cardiac imaging. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 2002;174(8):1022-1027
- 79- Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, Preteux F, Brauner MW, Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol* 2002;12:1022-44
- 80- Saito Y. Multislice CT scanner. *Medical Review* 1998;66:1-8
- 81- Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000;215:55-62
- 82- Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics* 2002;22:949-62
- 83- Schoepf UJ, Kessler MA, Rieger CT, Herzog P, Klotz E, Wiesgigl S, Becker CR, Exarhos DN, Reiser MF. Multislice CT imaging of pulmoner embolism. *Eur Radiol* 2001;11:2278-86
- 84- Kato Y, Nair S, Sano H, Sanjaykumar MS, Katada K, Hayakawa M, Kanno T. Multi-slice 3D-CTA an improvoment over single slice helical CTA for cerebral aneurysms. *Acta Nerochir* 2002;144:715-22.

- 85- Catalano C, Laghi A, Fraioli F, Pediconi F, Napoli A, Danti M, Passariello R. High-resolution CT angiography of the abdomen. *Abdom Imaging* 2002;27(5):479-87
- 86- Prokop M. Multislice CT angiography. *Eur J Radiol* 2000;36(2):86-96
- 87- Laghi A, Jannaccone R, Catalani C, Passariello R. Multislice spiral computed tomography angiography of mesenteric arteries. *Lancet* 2001;358:638-39
- 88- Wintermark M, Poletti PA, Becker CD, Schnyder P. Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency environment. *Eur Radiol* 2002;12:959-68
- 89- Murakami T, Kim T, Takamura M, Hori M, Takahashi S, Federle MP, Tsuda K, Osuga K, Kawata S, Nakamura H, Kudo M. Hypervascular hepatocellular carcinoma: detection with double arterial phase multi-detector row helical CT. *Radiology* 2001;218(3):763-7
- 90- Atasoy C. Multislice BT: genel ilkeler ve yararlılıklar. 23. Ulusal Radyoloji Kongresi. 5-8 Kasım 2002;6-9
- 91- Eshed I, Kornecki A, Rabin A, Elias S, Katz R: Unenhanced spiral CT for the assesment of renal colic. How does limiting the referral base effect the discovery of additional findings not related to urinary tract calculi?. *Eur J Radiol.* 2002 Jan; 41(1): 60-4.)

8. İNGİLİZCE ÖZET

Purpose: Non-contrast multidetector computed tomography (MDCT) is the most effective imaging modality to detect urinary stones. It was shown in our previous study that the chemical compositions of the urinary stones can be determined by non-contrast MDCT in an in-vitro setting according to the differences between the densities measured in Hounsfield Units (HU). On this prospective study, our aim was to determine the accuracy of non-contrast MDCT in determination of chemical compositions of urinary stones in an in-vitro setting.

Materials and Methods: Sixty-two pieces urinary stones were extracted through ESWL or endoscopic surgery and evaluated with non-contrast MDCT (Volume Zoom, Siemens). The images were obtained at the energy level of 120 kV with 1 mm slice thickness as determined in our previous in-vitro study. All stones were analyzed for their chemical compositions with integrated analysis approach. The chemical compositions of the urinary stones were assessed on the basis of the differences in the densities measured in HU. The results were compared to the density intervals obtained in our previous in-vitro study. The ratio of accuracy of our current results were calculated.

Findings: 52 were pure stones, 10 stones had two components each. The density results ranged for pure stones (HU); calcium oxalate monohydrate: 1097-3388 (n=46), calcium oxalate dihydrate:1261-2467 (n=3), uric acid: 852 (n=1). The density results ranged for the two components of mixed stones; calcium oxalate monohydrate: 530-3014 (n=9), calcium oxalate dihydrate: 292-526 (n=2), calcium phosphate: 1377-2140 (n=3), struvite: 1286 (n=1), uric acid: 86-824 (n=4). Ratio of accuracy of pure stones were %80,3 and mixed stones were %57,8, pure calcium oxalate monohydrate stones were %84,7, mixed calcium oxalate monohydrate stones were %77,7.

Conclusion: In calcium oxalate monohydrate stones, CT density value determination of the composition was highly accurate whereas in other types of stones it was lower. These other chemical components of stones had limited numbers which made it difficult to determine with CT density alone. To correlate the density measurements with the patients' clinical and laboratory findings will help the clinician to determine of the stone composition and the treatment option. This preliminary study shows that with increase of stone types and numbers, CT density measurement can be quite valuable in determination of chemical compositions in an in-vitro setting.