



The use of non-contrast computed tomography and color Doppler ultrasound in the characterization of urinary stones – preliminary results

Üriner taşların karakterizasyonunda kontrastsız bilgisayarlı tomografi ve renkli Doppler ultrasonun kullanımı – ilk sonuçlar

Mesut Bulakçı¹, Tzevat Tefik², Fatih Akbulut³, Mehmet Tolgahan Örmeci¹, Caner Beşe², Öner Şanlı², Tayfun Oktar², Artür Salmaslıoğlu¹

ABSTRACT

Objective: To investigate the role of density value in computed tomography (CT) and twinkling artifact observed in color Doppler analysis for the prediction of the mineral composition of urinary stones.

Material and methods: A total of 42 patients who were operated via percutaneous or endoscopic means and had undergone abdominal non-contrast CT and color Doppler ultrasonography examinations were included in the study. X-ray diffraction method was utilized to analyze a total of 86 stones, and the correlations between calculated density values and twinkling intensities with stone types were investigated for each stone.

Results: Analyses of extracted stones revealed the presence of 40 calcium oxalate monohydrate, 12 calcium oxalate dihydrate, 9 uric acid, 11 calcium phosphate, and 14 cystine stones. The density values were calculated as 1499 ± 269 Hounsfield Units (HU) for calcium oxalate monohydrate, 1505 ± 221 HU for calcium oxalate dihydrate, 348 ± 67 HU for uric acid, 1106 ± 219 HU for calcium phosphate, and 563 ± 115 HU for cystine stones. The artifact intensities were determined as grade 0 in 15, grade 1 in 32, grade 2 in 24, and grade 3 in 15 stones.

Conclusion: In case the density value of the stone is measured below 780 HU and grade 3 artifact intensity is determined, it can be inferred that the mineral composition of the stone tends to be cystine.

Keywords: Color Doppler; computed tomography; Hounsfield unit; urinary stones; twinkling artifact

ÖZ

Amaç: Bilgisayarlı tomografi incelemesinde hesaplanan dansite değeri ile renkli Doppler incelemede izlenen twinkling artefaktının taşın mineral kompozisyonunu tahmin etmedeki rolünü araştırmak.

Gereç ve yöntemler: Kontrastsız abdominal bilgisayarlı tomografi ve renkli Doppler ultrason incelemesi olan ve perkütan ya da endoskopik yolla opere edilen toplam 42 hasta çalışmaya dahil edildi. X-ışını toz kırınımı yöntemi kullanılarak toplam 86 taşın analizi yapılmış olup her taş için hesaplanan dansite değerleri ve twinkling şiddeti ile taş tipi arasındaki korelasyon araştırılmıştır.

Bulgular: Opere edilen hastalardan çıkarılan taşların analizi ile 40 adet kalsiyum okzalat monohidrat taşı, 12 adet kalsiyum okzalat dihidrat taşı, 9 adet ürik asit taşı, 11 adet kalsiyum fosfat taşı ve 14 adet sistin taşı elde edilmiştir. Hounsfield ünitesi (HU) cinsinden dansite değerleri kalsiyum okzalat monohidrat taşları için 1499 ± 269 HU, kalsiyum okzalat dihidrat taşları için 1505 ± 221 HU, ürik asit taşları için 348 ± 67 HU, kalsiyum fosfat taşları için 1106 ± 219 HU ve sistin taşları için 563 ± 115 HU olarak hesaplandı. 15 taşta grade 0, 32 taşta grade 1, 24 taşta grade 2 ve 15 taşta grade 3 artefakt şiddeti kaydedildi.

Sonuç: Taşın dansite değerininin 780 HU nun altında ölçülmesi ve grade 3 artefakt sergilemesi durumunda taşın mineral kompozisyonu büyük olasılıkla sistin lehine değerlendirilebilir.

Anahtar kelimeler: Bilgisayarlı tomografi; Hounsfield ünitesi; renkli Doppler; twinkling artefaktı; üriner taşlar

¹Department of Radiology, İstanbul University İstanbul Faculty of Medicine, İstanbul, Turkey

²Department of Urology, İstanbul University İstanbul Faculty of Medicine, İstanbul, Turkey

³Department of Urology, Haseki Training and Research Hospital, İstanbul, Turkey

Submitted:
23.06.2015

Accepted:
27.08.2015

Correspondence:
Mesut Bulakçı
E-mail: mesutbulakci@yahoo.com

©Copyright 2015 by Turkish Association of Urology

Available online at
www.turkishjournalofurology.com

Giriş

Üriner trakt taş hastalığı gelişmiş ülkelerde popülasyonun %5-10'unu etkiler. Ancak son zamanlarda hastalık prevalans ve insidensinde artış olduğu da bildirilmektedir.^[1] Üriner sistemde taş oluşumunun yaygın görülmesi ve yüksek rekürrens oranları nedeni ile ciddi bir sağlık problemi olarak kabul edilmektedir.^[1]

Üriner kalküller mineral içeriğine göre yaygın olarak, kalsiyum okzalat monohidrat (CaOxMH) taşları, kalsiyum okzalat dihidrat (CaOxDH) taşları, kalsiyum fosfat taşları (CaP), ürik asit taşları (UA) ve sistin taşları şeklinde sınıflandırılmaktadır.^[2] Taşın kimyasal kompozisyonunun bilinmesi doğru tedavi yaklaşımının belirlenmesinde önemli bir faktördür.^[2,3] Taş fragilitesinin görüntüleme yöntemleri ile kestirilebilmesi beden dışı şok dalga ile taş kırma (ESWL) ve endoskopik lazer litotripsi gibi operasyonlar öncesinde yol gösterici olabilir. Ayrıca diyet tedavisi ve diğer metabolik yaklaşımların planlanması açısından da faydalıdır.^[3] CaOxMH ve bazı sistin taşları zor kırılırken, CaOxDH ve ürik asit taşları daha kolay kırılmaktadır.^[2] Günümüze dek üriner taşların mineral kompozisyonunu görüntüleme yöntemleri ile tahmin edebilmek için çok sayıda *in vivo* ve *in vitro* çalışma yapılmıştır.^[2-5] Sonuçta bu çalışmaların -büyük çoğunluğu *in vitro* olmak üzere- temelde iki radyolojik görüntülemeye odaklandığı görülmektedir. Bu araştırmalar kontrastsız helikal bilgisayarlı tomografi (BT) incelemelerinde ölçülen taşın dansite değeri veya renkli Doppler ultrason (RDUS) incelemesinde izlenen twinkling artefaktı ile taşın kimyasal yapısı arasındaki ilişkinin aydınlatılması üzerine yoğunlaşmıştır.

Daha önce Hassani et al.^[2] yaptıkları *in vitro* çalışma ile hem kontrastsız helikal BT de Hounsfield Ünitesi (HU) cinsinden taşın dansite değerini hem de renkli Doppler ultrason incelemesinde izlenen twinkling artefaktını değerlendirmiş, bu iki incelemenin birlikte kullanıldıklarında üriner taşların mineral kompozisyonunu tespitindeki değerini araştırmışlardır. Bu çalışmada -bilgilerimize göre- benzer bir yaklaşım ilk kez hasta grubunda *in vivo* olarak kullanılmıştır. Ayrıca taşın dansitesi ile twinkling artefaktının şiddeti arasında herhangi bir korelasyon olup olmadığı da araştırılmıştır.

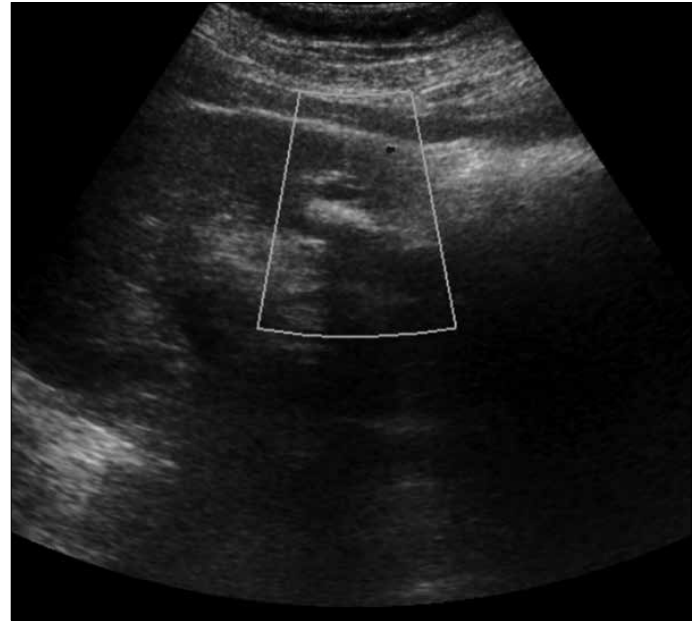
Gereç ve yöntemler

Hastanemiz etik kurulu tarafından bu çalışma protokolü onaylanmıştır (2014/1964). Bu çalışmanın retrospektif dizaynından dolayı yazılı hasta onamı çalışmaya katılan hastalardan alınmadı. Nisan 2014 ile Nisan 2015 tarihleri arasında bir yıllık süreçte klinik endikasyonla kontrastsız abdomen BT incelemesi yapılarak üriner kalkül tespit edilen ve daha sonrasında opere edilmiş olan toplam 80 hasta (46 erkek ve 34 kadın) retrospektif olarak çalışmaya alındı. Operasyon sonrası taş analiz sonucu olmayan

veya birden fazla taş tipi bulunan hastalar çalışmadan çıkarıldı. Sonuçta çalışma için uygun şartları taşıyan ve hem BT hem de RDUS incelemeleri radyoloji arşivinde mevcut olan 42 hasta (24 erkek ve 18 kadın) çalışmaya alındı. Hastaların tamamı 18 yaş üzerinde olup yaş ortalaması 47±9 idi (aralık: 21-68 yaş). Bütün taşların mineral kompozisyonları bu alanda tecrübeli bir merkezde X-ışını toz kırınımı cihazında yapılan analizle elde edilmiştir.

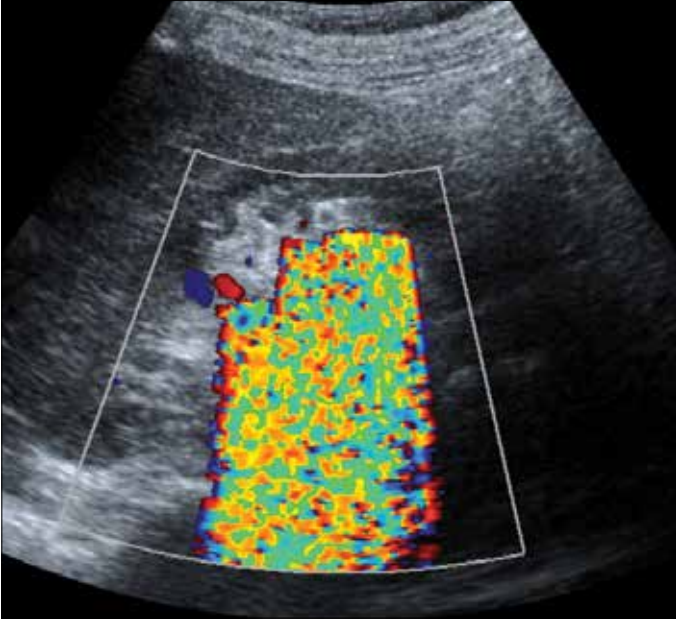
Hastaların ultrason incelemeleri abdominal sonografide 10 yıl tecrübeli radyolog (MB) tarafından aynı cihazda Siemens Sonoline Antares (Siemens Healthcare, Malvern, PA) geniş-band konveks prob ile (4C, bandwidth, 1,5-4,5 MHz) yapıldı. Sonografik incelemelerde hem statik görüntüler hem de hareketli görüntü serileri değerlendirildi. RDUS inceleme yapılırken tek fokal zon daima taş seviyesinden hafifçe daha derin lokalizasyona yerleştirildi. RDUS modunda izlenen twinkling artefaktının varlığı ve eğer mevcutsa sinyal şiddeti kaydedildi. Twinkling artefaktının sinyal şiddeti şu şekilde sınıflandırıldı: grade 0 hiç izlenmediğinde (Şekil 1); grade 1 fokal ve zayıf izlendiğinde; grade 2 taşın bir bölümünü güçlü bir şekilde kapladığında; grade 3 taşın tamamını güçlü bir şekilde kapladığında (Şekil 2).

Kontrastsız BT incelemeleri departmanımızın rutin doz taş protokolünde 64-kesit BT cihazı kullanılarak (Aquilion 64, Toshiba Medical Systems, Otawara-shi, Japan) elde edildi.



Şekil 1. Kırk yaşında kadın hastada sağ böbrekte kalküller mevcut. Renkli Doppler incelemede taş posteriorunda twinkling artefaktı izlenmiyor (Grade 0). URS operasyonu sonrasında çıkarılan bu taşın yapılan analiz sonucu CaP taşı ile uyumlu gelmiştir

URS: üreterorenoskopik litotripsi; CaP: kalsiyum fosfat taşları



Şekil 2. Otuz iki yaşında kadın hastanın her iki böbreğinde multipl sayıda kalkülleri var. Renkli Doppler incelemede taşların şiddetli artefakt oluşturduğu görülüyor (Grade 3). PNL operasyonu sonrasında çıkarılan taşların analiz sonucu sistin taşı ile uyumlu gelmiştir

PNL: perkütan nefrolitotomi



Şekil 3. Kırk üç yaşında erkek hastada kontrastsız abdominal BT incelemesinden alınan bir aksiyel kesit görüntüsünde sol böbrekte izlenen kalkülün dansite ölçümü görülüyor. Bu taşın ortalama dansite değeri 1618 ± 140 HU olarak hesaplanmış. Sol PNL sonrası çıkarılan kalkülün analiz sonucu ise CaOxMH ile uyumlu gelmiştir

BT: bilgisayarlı tomografi; HU: Hounsfield Ünitesi; PNL: perkütan nefrolitotomi; CaOxMH: kalsiyum okzalat monohidrat taşları

Takibeden helikal BT parametreleri kullanıldı: tüp akımı, 300 mA; tüp potansiyeli, 120 kV; kolimasyon, $64 \times 0,5$ mm; gantry dönüş zamanı, 0,5 s; pitch faktör, 1,1. Tarama aralığı diyafragmalardan simfizis pubise kadar alındı. Bütün incelemeler 512×512 piksellik görüntü matrisinde, 1 mm kalınlıkta ve 1 mm rekonstruksiyon aralığı kullanılarak oluşturuldu.

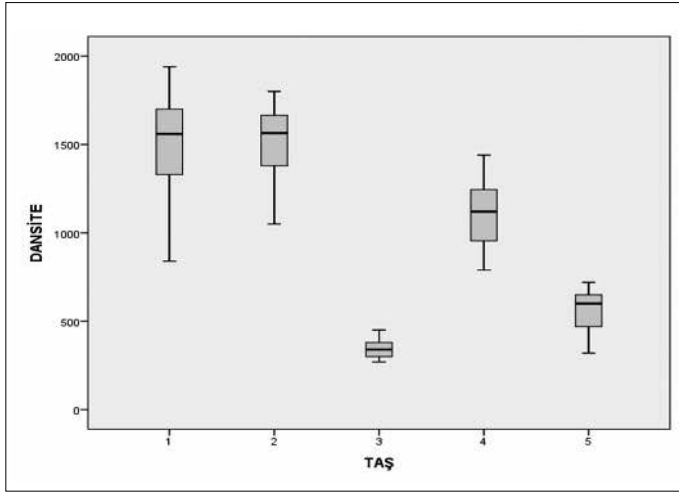
Her BT taraması abdominal radyolojide deneyimli bir radyolog tarafından (MB) taşın kimyasal kompozisyonundan habersiz bir biçimde ticari bir iş istasyonunda (ExtremePACS, Ankara, Türkiye) analiz edildi. Her bir taş için HU cinsinden ortalama dansite değeri ve standard sapma (SS) değerleri kaydedildi. Dansite ölçümleri region of interest (ROI) kullanılarak konvansiyonel yumuşak doku penceresinde gerçekleştirildi (Şekil 3). ROI nin etraf yumuşak dokuya taşmadan, taşı büyük oranda kapsamasına dikkat edildi. 5 mm'nin altındaki taşlar yanlış dansite ölçümünden kaçınmak için çalışma kapsamına sokulmadı. Her taş için benzer büyüklükte ROI kullanılarak üç farklı dansite ölçümü yapıldı bunların ortalaması hesaplandı. Ayrıca 1,5 cm'nin üzerindeki büyük taşlarda taşın farklı yerlerinden de ölçümler alınarak bu değerlerin ortalaması esas alındı. Tüm BT görüntüleri retrospektif şekilde değerlendirilerek tespit edilen taşların lokalizasyon, sayı ve en uzun çapları kaydedildi. Tespit edilen taşlar böbrek (sağ-sol böbrek; üst,orta ve alt zon) üreter ve mesane lümeni şeklinde kategorize edildi ve analiz sonuçları ile birebir eşleşme sağlanabilmesi için taşlar operasyon sırasında numaralandırılarak ayrı ayrı değerlendirildi.

İstatistiksel analiz

Bütün istatistiksel analizler SPSS 21.0 programı kullanılarak hesaplandı (IBM Statistical Package for the Social Sciences, New York, ABD). Çok sayıda kalitatif ve kantitatif değişkenler değerlendirildi. İstatistiksel analizlerde değerler sayı, standart sapma, yüzde ve aralıklar şeklinde ifade edildi. Normal dağılım Shapiro-Wilk testi kullanılarak analiz edildi. Taş boyutu ile dansite arasındaki ilişki için ANOVA testi kullanıldı. Taş tipine göre BT dansite değerleri için ROC analiz ile cut-off değerleri hesaplandı. Sonuçlarda p değerinin 0,05'in altında olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Hastaların 30'unda perkütan nefrolitotomi (PNL) ile 58 kalkül çıkarıldı. Geri kalan 12 hastada ise üreterorenoskopik litotripsi (URS) ile 28 kalkül çıkarıldı. Operasyon sonrası hastalardan elde edilen toplam 86 kalkülün laboratuvar analiz sonuçları şöyleydi: 40 adet CaOxMH taşı (%47), 12 adet CaOxDH taşı (%14), 9 adet UA taşı (%10), 11 adet CaP (%13) ve 14 adet sistin taşı (%16). Mikst tip taşlar dominant komponentine göre gruplandırıldı. Ortalama HU değeri $\pm$ SS ları: CaOxMH taşları için 1499 ± 269 , CaOxDH taşları için 1505 ± 221 , UA taşları



Şekil 4. Çalışmamızdaki 5 taş tipinin HU cinsinden dansite değerlerinin dağılımını gösteren grafik (1: CaOxMH, 2: CaOxDH, 3: UA, 4: CaP, 5: Sistin taşları)

HU: Hounsfield Ünitesi; CaOxMH: kalsiyum okzalat monohidrat taşları; CaOxDH: kalsiyum okzalat dihidrat taşları; UA: ürik asit taşları; CaP: kalsiyum fosfat taşları

Tablo 1. Taş tipine göre BT incelemede ölçülen dansite değerleri (HU-Hounsfield Ünitesi)

	Dansite değeri - (HU)			Taş sayısı (%)
	Ortalama±SS	Minimum	Maksimum	
CaOxMH	1499±269	840	1940	40 (47)
CaOxDH	1505±221	1050	1800	12 (14)
CaP	1106±220	790	1440	11 (13)
UA	348±67	270	450	9 (10)
Sistin	563±115	320	720	14 (16)

SS: standart sapma; BT: bilgisayarlı tomografi; CaOxMH: kalsiyum okzalat monohidrat taşları; CaOxDH: kalsiyum okzalat dihidrat taşları; CaP: kalsiyum fosfat taşları; UA: ürik asit taşları

Tablo 2. Taşın mineral yapısı ile twinkling artefaktının şiddeti arasındaki ilişki

	CaOxMH	CaOxDH	UA	CaP	Sistin	Total
Grade 0	8	2	3	2	0	15
Grade 1	17	4	5	6	0	32
Grade 2	13	5	1	3	2	24
Grade 3	2	1	0	0	12	15
Total	40	12	9	11	14	86

için 348±67, CaP taşları için 1106±220 ve sistin taşları için 563±115 olarak hesaplandı (Tablo 1 ve Şekil 4). Sistin taşları dansite ölçümleri ile kalsiyum taşlarından net ayrılabilir (p<0,001). ROC analizinde sistin taşları için 780 HU dansite cut-off değeri olarak belirlendi. Ancak taş sayısının istatistiksel

gücünün yeterli olmamasından ötürü twinkling gradelemesi için benzer bir cut-off değeri elde edilemedi.

Kırk iki hastadan elde edilen toplam 86 taşın en uzun çapları 6–35 mm arasındaydı. Taşların 28'i (%33) 20 mm'nin üzerinde, 41 tanesi (%48) 10-20 mm arasında ve 17 tanesi (%19) 10 mm'nin altındaydı. Taşların 82 tanesi (%95) böbreklerden (46 sağ böbrek ve 36 sol böbrek), 4 tanesi (%5) üreterlerden (3 sağ üreter ve 1 sol üreter) çıkartıldı. Taşların boyutu ile dansite değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı (p=0,306). On beş taşta grade 0 (%18), 32 taşta grade 1 (%36), 24 taşta grade 2 (%28) ve 15 taşta grade 3 (%18) artefakt şiddeti kaydedildi. On dört böbrek taşında ve 1 üreter taşında hiç artefakt izlenmedi. Ürik asit ve kalsiyum fosfat taşlarında grade 3 artefakt izlenmedi. 12 sistin taşında grade 3 geri kalan 2 sistin taşında ise grade 2 şiddetinde artefakt oluşumu kaydedildi (Tablo 2). BT'de ölçülen dansite değerleri ile twinkling artefaktının şiddeti arasında yine anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.

Tartışma

Taşın mineral yapısının bilinmesi optimal tedavinin belirlenmesinde önemlidir.^[6] İdrar pH değeri, kristal analizi, üreaz + bakteri varlığı, önceki taş öyküsü ve direkt grafi taş tipinin tahmin edilmesinde uzun yıllardır kullanılmış yöntemlerdir.^[6] Son dönemde ise BT incelemede ölçülen dansite değeri ve renkli Doppler incelemede bakılan twinkling artefaktı bu amaçla kullanılmıştır.

Daha önce yapılan in vitro taş çalışmalarında farklı mineral kompozisyonundaki taşların farklı dansite değerlerinde olduğu gösterilmiştir.^[7-10] Motley ve ark.^[11] yaptığı *in vivo* çalışma 4 farklı taş tipi nin dansitelerinde önemli ölçüde örtüşme olduğunu ve aynı taş tipi grubunda da çok heterojen bir dağılım olduğunu göstermiştir. Bu yüzden de HU cinsinden dansite ölçümünün in vivo olarak taş ayırımında başarılı olmadığını iddia etmişlerdir. Nakada ve ark.^[12] ise kalsiyum okzalat ve ürik asit taşlarının ayırımında dansite ölçümünün faydalı olduğunu bildirmiştir. Bu her iki çalışmada da dansite-boyut oranının yalnız dansite ölçümüne göre daha üstün olduğu belirtilmiştir. Spettel ve ark.^[13] da dansite ölçümü ile idrar pH'nın birlikte kullanımının ürik asit taşlarını belirlemede çok başarılı olduğunu göstermiştir. Biz de yaptığımız dansite ölçümlerinin her taş tipi için hesaplanan HU değerlerinde bazı farklılıklar bulunmakla birlikte literatür verileri ile temelde uyuştuğunu gözlemledik.

Ancak literatürdeki verilere bakıldığında HU cinsinden dansite değerlerinde mutlak değerlere dayalı net bir konsensus oluşmadığı görülmektedir. *In vivo* ve *in vitro* ölçümler arasında farklılıkların yanı sıra farklı cihazlarla farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.^[12,14] Ayrıca aynı taş grubunda birbirinden çok farklı heterojen dansite değerleri ortaya çıkarken ve farklı taş

tiplerinde de benzer dansite değerleri hesaplanabilmektedir. Bu durum yeni tekniklerin geliştirilmesine olan ihtiyacı pekiştirmektedir. Son yıllarda dual-energy BT ile taş tipini belirlemeye yönelik araştırmalar mevcuttur.^[15-20] Bu çalışmalarda umut vadeden sonuçlar alınmış olup, bu nispeten yeni metodun konvansiyonel BT'e göre daha başarılı olduğu iddia edilmektedir. Wisenbaugh ve ark.^[19] bu yöntemin ürik asit taşlarını diğerlerinden ayırmada kullanılabileceğini iddia etmektedir. Medikal tedavi ile çözülebilen ürik asit taşlarının önceden tahmin edilebilmesi hastaları gereksiz invaziv yöntemlerden kurtaracaktır.^[18] Acharya ve ark.^[20] kalsiyum taşları subtiplerinin bu yöntemle ayırt edilebildiğini bildirmişlerdir. Böylelikle litotripsiye dirençli olan CaOxMH taşlarının ayırt edilebilmesi tedavi planlaması açısından ürologlara yol gösterici olacaktır. Çünkü konvansiyonel BT'de CaOxMH ile daha kolay kırılan CaOxDH taşlarının ayrımı net olarak yapılamamaktadır. Biz de kendi serimizde bu iki grup taşın dansite ölçümlerinde büyük oranda örtüşme olduğunu gördük.

Renkli Doppler Ultrason incelemesinde bazı taşların arkasında hızlıca değişen bir renk karışımı şeklinde izlenen ve twinkling artefaktı olarak isimlendirilen bir bulgu izlenebilmektedir. Bu artefakt üriner taşların tespitinde gri skala ultrasona ek katkı sağlamakta ve tanısal başarıyı arttırmaktadır.^[21,22] Bu bulgunun neden kaynaklandığı halen net olarak bilinmemektedir. Bazı taşlar hiç artefakt oluşturmazken bazıları çok fazla artefakta yol açmaktadır. Bu durum taşın tipi ile artefaktın şiddeti arasında bir ilişki olup olmadığı sorusunu da akla getirmektedir. Chelfouh ve ark.^[4] ilk kez bu ilişkiyi araştırmışlardır. Az sayıda taşla yapılan bu *in vitro* araştırmada CaOxMH taşları genellikle twinkling artefaktı ile ilişkili olmazken, CaOxDH taşları ilişkili bulunmuştur. Bu durum CaOxMH taşlarının daha düzgün yüzeyli olmasından ve ses dalgaları için daha az yansıtıcı özellik göstermesinden kaynaklandığı iddia edilmiştir.

Hassani ve ark.^[2] da yine *in vitro* çalışmalarında bu artefaktın mono ve dihidrat taşlarını ayırmada faydalı olduğunu bildirmiştir. Ancak diğer taşların ayırımında anlamlı bir ilişki kuramamıştır. Bizim kendi serimizde genel anlamda taş tipi ile twinkling artefaktı arasında anlamlı bir ilişki kurulamamıştır. CaOxMH ve CaOxDH taşları benzer düzeyde artefakt oluşturmuştur. Aynı taş tipinde ise grade 0 ile grade 2 arasında değişen artefaktlar kaydedilmiştir. Öte yandan sistin taşlarında diğer taş tiplerine göre belirgin olarak daha fazla artefakt olduğu görülmektedir. Çalışmamızdaki tüm sistin taşları grade 2-3 şiddetinde artefakt göstermiş olup bu diğer taş tiplerinden anlamlı derecede daha fazladır. Ancak daha önceki *in vitro* çalışmalarda sistin taşlarının bu şekilde yüksek derecede bir artefakt oluşumu göstermediğini görmekteyiz.^[2,4] Bu durum taşların insan vücudu içerisinde iken ses dalgaları ile daha farklı bir etkileşim sergilemesinden kaynaklı oluyor olabilir. Daha fazla sayıda taşla

yapılacak *in vivo* araştırmalar ya da *in vitro* bulgularla karşılaştırmalı çalışmalarda bu durumun nedeni aydınlatılabilir.

Çalışmamızın bazı limitasyonları mevcuttur. İlk çalışmanın retrospektif olarak dizayn edilmiş olmasıdır. Diğer bir limitasyon da çalışmamızdaki hasta ve taş sayısının düşük kalması bundan ötürü de istatistiksel gücünün zayıf kalmasıdır. Bu nedenlerden ötürü daha fazla sayıda hasta ile prospektif çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Ancak biz literature sunduğumuz bu ilk verilerin sonraki araştırmacılara yol göstermesi açısından faydalı olacağına inanıyoruz.

Sonuç olarak, kontrastsız abdominal BT incelemesinde kalsiyum taşları (CaOxMH, CaOxDH ve CaP taşları) diğer taşlara göre (sistin ve UA taşları) daha yüksek dansiteye sahiptir. Kalsiyum taşları kendi arasında ve sistin ile ürik asit taşları da kendi aralarında dansite değerlerinde yaygın çakışmalar göstermektedir. Bu durumdan ötürü dansite ölçümleri ile bu gruplar birbirinden ayrılamamaktadır. Tüm taş grupları arasında twinkling artefaktının şiddetinde de benzer örtüşmeler gözlenmiştir. Öte yandan taşın dansite değerininin 780 HU nun altında ölçülmesi ve grade 3 artefakt sergilemesi durumunda taşın mineral kompozisyonu büyük olasılıkla sistin lehine değerlendirilebilir. Ancak prospektif olarak çok sayıda hasta üzerinde fazla sayıda taşların değerlendirilmesi ile bu verilerin sağlamaştırılmasına ihtiyaç vardır.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Istanbul University, Istanbul Faculty of Medicine.

Informed Consent: Due to the retrospective nature of the study, written informed consent could not obtained from patients who participated in this study.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - M.B., T.T., F.A., A.S.; Design - M.B., T.T., F.A.; Supervision - M.T.Ö., C.B., Ö.Ş., A.S.; Resources - T.T., F.A., M.T.Ö., C.B.; Materials - T.T., F.A., M.T.Ö., C.B.; Data Collection and/or Processing - M.T.Ö., C.B., T.O.; Analysis and/or Interpretation - Ö.Ş., T.O., A.S.; Literature Search - M.B., T.T., F.A.; Writing Manuscript - M.B., T.T., F.A.; Critical Review - Ö.Ş., T.O., A.S.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared by the authors.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Etik Kurulun'dan alınmıştır.

Hasta Onamı: Bu çalışmanın retrospektif dizaynından dolayı yazılı hasta onamı çalışmaya katılan hastalardan alınmadı.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - M.B., T.T., F.A., A.S.; Tasarım - M.B., T.T., F.A.; Denetleme - M.T.Ö., C.B., Ö.Ş., A.S.; Kaynaklar - T.T., F.A., M.T.Ö., C.B.; Malzemeler - T.T., F.A., M.T.Ö., C.B.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - M.T.Ö., C.B., T.O.; Analiz ve/veya Yorum - Ö.Ş., T.O., A.S.; Literatür Taraması - M.B., T.T., F.A.; Yazıyı Yazan - M.B., T.T., F.A.; Eleştirel İnceleme - Ö.Ş., T.O., A.S.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Kaynaklar

1. Bartoletti R, Cai T, Mondaini N, Melone F, Travaglini F, Carini M, et al. Epidemiology and risk factors in urolithiasis. *Urol Int* 2007; 79(Suppl 1): 3-7. [\[CrossRef\]](#)
2. Hassani H, Raynal G, Spie R, Daudon M, Vallée JN. Imaging-based assessment of the mineral composition of urinary stones: an in vitro study of the combination of hounsfield unit measurement in noncontrast helical computerized tomography and the twinkling artifact in color Doppler ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 2012; 38: 803-10. [\[CrossRef\]](#)
3. Bellin MF, Renard-Penna R, Conort P, Bissery A, Meric JB, Daudon M, et al. Helical CT evaluation of the chemical composition of urinary tract calculi with a discriminant analysis of CT-attenuation values and density. *Eur Radiol* 2004; 14: 2134-40. [\[CrossRef\]](#)
4. Chelfouh N, Grenier N, Higuieret D, Trillaud H, Levantal O, Pariente JL, et al. Characterization of urinary calculi: In vitro study of "twinkling artifact" revealed by color-flow sonography. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171: 1055-60. [\[CrossRef\]](#)
5. Primak AN, Fletcher JG, Vrtiska TJ, Dzyubak OP, Lieske JC, Jackson ME, et al. Noninvasive differentiation of uric acid versus non-uric acid kidney stones using dual-energy CT. *Acad Radiol* 2007; 14: 1441-7. [\[CrossRef\]](#)
6. Gücük A, Uyetürk U. Usefulness of hounsfield unit and density in the assessment and treatment of urinary stones. *World J Nephrol* 2014; 3: 282-6. [\[CrossRef\]](#)
7. Mitcheson HD, Zamenhof RG, Bankoff MS, Prien EL. Determination of the chemical composition of urinary calculi by computerized tomography. *J Urol* 1983; 130: 814-9.
8. Hillman BJ, Drach GW, Tracey P, Gaines JA. Computed tomographic analysis of renal calculi. *AJR Am J Roentgenol* 1984; 142: 549-52. [\[CrossRef\]](#)
9. Newhouse JH, Prien EL, Amis ES Jr, Dretler SP, Pfister RC. Computed tomographic analysis of urinary calculi. *AJR Am J Roentgenol* 1984; 142: 545-8. [\[CrossRef\]](#)
10. Mostafavi MR, Ernst RD, Saltzman B. Accurate determination of chemical composition of urinary calculi by spiral computerized tomography. *J Urol* 1998; 159: 673-5. [\[CrossRef\]](#)
11. Motley G, Dalrymple N, Keesling C, Fischer J, Harmon W. Hounsfield unit density in the determination of urinary stone composition. *Urology* 2001; 58: 170-3. [\[CrossRef\]](#)
12. Nakada SY, Hoff DG, Attai S, Heisey D, Blankenbaker D, Pozniak M. Determination of stone composition by noncontrast spiral computed tomography in the clinical setting. *Urology* 2000; 55: 816-9. [\[CrossRef\]](#)
13. Spettel S, Shah P, Sekhar K, Herr A, White MD. Using Hounsfield unit measurement and urine parameters to predict uric acid stones. *Urology* 2013; 82: 22-6. [\[CrossRef\]](#)
14. Grosjean R, Daudon M, Chammas MF Jr, Claudon M, Eschwege P, Felblinger J, et al. Pitfalls in urinary stone identification using CT attenuation values: are we getting the same information on different scanner models? *Eur J Radiol* 2013; 82: 1201-6. [\[CrossRef\]](#)
15. Thomas C, Patschan O, Ketelsen D, Tsiflikas I, Reimann A, Brodoefel H, et al. Dual-energy CT for the characterization of urinary calculi: In vitro and in vivo evaluation of a low-dose scanning protocol. *Eur Radiol* 2009; 19: 1553-9. [\[CrossRef\]](#)
16. Manglaviti G, Tresoldi S, Guerrer CS, Di Leo G, Montanari E, Sardanelli F, et al. In vivo evaluation of the chemical composition of urinary stones using dual-energy CT. *AJR Am J Roentgenol* 2011; 197: W76-83. [\[CrossRef\]](#)
17. Li X, Zhao R, Liu B, Yu Y. Gemstone spectral imaging dual-energy computed tomography: a novel technique to determine urinary stone composition. *Urology* 2013; 81: 727-30. [\[CrossRef\]](#)
18. Hidas G, Eliahou R, Duvdevani M, Coulon P, Lemaitre L, Gofrit ON, et al. Determination of renal stone composition with dual-energy CT: in vivo analysis and comparison with x-ray diffraction. *Radiology* 2010; 257: 394-401. [\[CrossRef\]](#)
19. Wisenbaugh ES, Paden RG, Silva AC, Humphreys MR. Dual-energy vs conventional computed tomography in determining stone composition. *Urology* 2014; 83: 1243-7. [\[CrossRef\]](#)
20. Acharya S, Goyal A, Bhalla AS, Sharma R, Seth A, Gupta AK. In vivo characterization of urinary calculi on dual-energy CT: going a step ahead with sub-differentiation of calcium stones. *Acta Radiol* 2015; 56: 881-9. [\[CrossRef\]](#)
21. Winkel RR, Kalhauge A, Fredfeldt KE. The usefulness of ultrasound colour-Doppler twinkling artefact for detecting urolithiasis compared with low dose nonenhanced computerized tomography. *Ultrasound Med Biol* 2012; 38: 1180-7. [\[CrossRef\]](#)
22. Korkmaz M, Aras B, Sanal B, Yücel M, Güneşli S, Koçak A, et al. Investigating the clinical significance of twinkling artifacts in patients with urolithiasis smaller than 5 mm. *Jpn J Radiol* 2014; 32: 482-6. [\[CrossRef\]](#)