

Nefrolitiazis tanısında ve böbrek taşı boyut ölçümünde ultrasonografinin etkinliği ve doğruluğu

The effectiveness and accuracy of ultrasound in the diagnosis of nephrolithiasis and measurement of kidney stone size

İlhan Hekimsoy 

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

ÖZ

Amaç: Ultrasonografinin (US) nefrolitiazis tanısında ve böbrek taşı boyut ölçümündeki doğruluğunun ortaya konulması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Üriner sistem US tetkiki yapılan ve 1 ay içerisinde kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) tetkiki de mevcut olan 193 hastanın, US raporları ve BT görüntüleri retrospektif olarak incelenerek üriner sistemde taş varlığı ve boyutu, lokalizasyonu ve eşlik eden hidronefroz varlığı yönünden değerlendirilip taş boyutları karşılaştırıldı.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen 193 hastada, US veya BT ile 318 adet taş tespit edildi. BT ile saptanan taşların %57,7'si US ile saptanabildi.

Taş boyut ölçümü için karşılaştırma 141 (%73,0) hastada, hem US hem de BT'de saptanan 183 (%57,5) taş için yapıldı. Taşların boyut ortalaması US ve BT'de sırasıyla $8,78 \pm 6,79$ mm ve $8,11 \pm 6,72$ mm olarak ölçüldü ($p < 0,001$). Taşlar boyutlarına göre (≤ 5 mm, $>5-10$ mm, >10 mm) ayrıldığında tüm gruplarda US ile ölçülen ortalama taş boyutları BT'ye kıyasla daha büyüktü ($p < 0,001$). Tüm lokalizasyonlarda US ile ölçülen taş boyutu BT'ye göre daha büyük saptandı ($p < 0,05$). Hidronefrozu olan ve olmayan her iki grupta da taş boyutu US'de, BT'den daha büyük ölçüldü ($p < 0,001$). Hastaların %15'inde US'de taş boyutu klinik olarak anlamlı kabul edilen 5mm'den büyük ölçülürken; BT'de bu taşların 5mm'den küçük olduğu anlaşıldı.

Sonuç: US'nin nefrolitiazis tanısında duyarlılığı BT'ye kıyasla daha düşük olup, boyut, yerleşim ve hidronefroz varlığına göre taşlar incelendiğinde tüm gruplarda US ile ölçülen taş boyutları BT'ye kıyasla daha büyük olarak saptandı.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayarlı tomografi, Boyut ölçümü, Doğruluk, Nefrolitiazis, Ultrasonografi

ABSTRACT

Aim: To demonstrate the accuracy of ultrasonography (US) in diagnosing nephrolithiasis and measuring stone size.

Materials and Methods: Overall, 193 patients who underwent a urinary system US examination and had a non-contrast computed tomography (CT) examination within one month were retrospectively reviewed. US reports and CT images were evaluated regarding the presence and size of stones, their localization, and accompanying hydronephrosis, and the stone sizes were compared.

Results: In 193 patients included in the study, 318 stones were detected by US or CT. Overall, 57.7% of stones identified by CT were detected using US. The stone sizes measured were compared for 183 (57.5%) stones detected by both US and CT in 141 (73.0%) patients.

Sorumlu yazar: İlhan Hekimsoy

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

E-posta: ihelimsoy@gmail.com

Başvuru tarihi: 31.12.2024

Kabul tarihi: 18.04.2025

The mean stone size was 8.78±6.79 mm in US and 8.11±6.72 mm in CT (p<0.001). The mean stone sizes measured by US were higher than those measured by CT in all size groups (≤5 mm, >5–10 mm, >10 mm; p<0.001) and all localizations (p<0.05). In both groups with and without hydronephrosis, the stone size measured by US was higher than that measured by CT (p<0.001). In 15% of the patients, the stone size measured by US was greater than 5mm, considered clinically significant, while on the CT, these stones were smaller than 5mm.

Conclusion: US is less sensitive than CT in diagnosing nephrolithiasis, and when stones are assessed per size, location, and the presence of hydronephrosis, the stone sizes measured using US were found to be larger than those measured using CT in all groups.

Keywords: Computed tomography, Accuracy, Nephrolithiasis, Size measurement, Ultrasonography

GİRİŞ

Ürolitiazis oldukça sık görülen bir hastalık olup yaşam boyunca insidansı %12 ve rekürrens oranı %50 olarak bildirilmiştir (1). Üriner sistem taşı tanısında altın standart görüntüleme yöntemi kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) olup, duyarlılık ve özgüllüğü sırasıyla %95–98 ve %94–99 olarak bildirilmiştir (2). Ancak görece yüksek maliyet ve iyonizan radyasyon riski kontrastsız BT'nin yaygın kullanımının önüne geçmektedir (2). Bunun tersine kolay ulaşılabilir olması, iyonizan radyasyon içermemesi ve görece ucuz olması nedeniyle ultrasonografi (US) böbrek taşı tanısında ilk görüntüleme yöntemi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. US'nin taş saptamadaki duyarlılık ve özgüllük değerleri çalışmalar arasında farklılık göstermekte olup, sırasıyla %24–81 ve %83–100 aralığında bildirilmiştir (3).

Böbrek taşının boyutu klinik yönetimde esas karar verici etken olarak kabul edilmektedir. Taşın boyutu 5mm'den daha küçük ise kendiliğinden düşme olasılığı daha yüksek olup, Coll ve ark. taşın boyutu arttıkça kendiliğinden düşme olasılığının azaldığını göstermiştir (4). Bu nedenle hangi hastaların gözlem ile takip edileceği ve hangi hastalara ürolojik girişim yapılacağı kararında taş boyutunun doğru tespiti kritik öneme sahiptir.

Böbrek taşı tanısında US'nin etkinliğini ve boyut ölçümündeki doğruluğunu değerlendiren çalışmalar farklı sonuçlar ortaya koymuştur (5–15). Bu çalışmada US'nin nefrolitiazis tanısında ve böbrek taşı boyut ölçümündeki etkinliği ve doğruluğunun saptanması, hangi boyuttaki taşların US ile doğru bir şekilde tespit edilebileceğinin ve hangi hastaların klinik yönetiminde US'nin etkin ve doğru bir

görüntüleme yöntemi olduğunun ortaya konulması amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Etik kurul onayı alındıktan sonra, Aralık 2022 ile Temmuz 2024 tarihleri arasında İzmir Torbalı Devlet Hastanesi'nde aynı radyoloji hekimi tarafından üriner sistem US tetkiki yapılan ve aynı hastanede 1 ay içerisinde kontrastsız BT tetkiki de mevcut olan 18 yaş üzeri hastalar retrospektif olarak incelendi. US ve BT tetkikleri arasında geçen sürede taşı düşürdüğü veya bu sürede böbrek taşı için cerrahi girişim uygulandığı tespit edilen olgular, US ve BT tetkiki yetersiz tanısal kalitede olan olgular ve geyik boynuzu şeklinde taşı olan olgular çalışmadan dışlandı. Ayrıca US veya BT tetkiklerinde üreter taşı tespit edilen ancak iki tetkik arasındaki sürenin 1 haftadan daha uzun olduğu olgular interval dönemde üreter taşlarının yer değiştirme olasılığına bağlı oluşacak birebir karşılaştırma güçlüğü nedeniyle çalışmaya dahil edilmedi. Bu kriterler doğrultusunda çalışmaya 193 hasta dahil edildi.

Hastaların demografik özellikleri incelendikten sonra, kontrastsız BT görüntüleri US raporlarından bağımsız olarak değerlendirildi. Üriner sistemde taş varlığı ve boyutu, lokalizasyonu (böbrek üst pol, orta kesim, alt pol, üreter ve mesane) ve eşlik eden hidronefroz varlığı kaydedildi. Saptanan taşın en uzun boyutuna, yumuşak doku penceresine göre daha doğru sonuç verdiği bildirilen kemik penceresinde (16), üç planda (aksiyal, koronal ve sagittal) yapılan ölçümler sonucunda karar verildi. BT tetkiki 16 kesitli Toshiba Alexion (Toshiba Medical Systems Corporation, Houston, TX) cihazında 120 Kvp ile otomatik tüp akım modülasyonu kullanılarak elde olundu. Hastaların üriner sistem US tetkikleri aynı radyolog

tarafından LOGIQ™ P7 (GE Healthcare, Chicago, IL) ve V8 (Samsung Medison, Seoul, Korea) cihazlarında sırasıyla 1–5 ve 1–7 MHz konveks prob kullanılarak gerçekleştirildi. US raporunda taş varlığı ve en uzun boyutu, taşın lokalizasyonu, eşlik eden hidronefroz varlığı ayrıntılı şekilde kaydedildi ve raporlar elektronik hasta kayıt sisteminde arşivlendi.

BT görüntülerinden elde edilen taş boyutları altın standart kabul edilerek, US raporlarındaki veriler ile karşılaştırıldı. Ayrıca taşlar boyutlarına göre 3 gruba (≤ 5 mm, >5 – 10 mm, >10 mm) ayrılarak her bir alt grup için US ve BT'de saptanan taş boyut ortalamaları birbiri ile kıyaslandı. Benzer analiz taş lokalizasyonuna göre de yapıldı. Eşlik eden hidronefrozun taş boyut ölçümü üzerindeki etkisi de mesanede saptanan 5 adet taş analiz dışı bırakılarak değerlendirildi.

İstatistiksel analiz 'Statistical Package for the Social Sciences' (SPSS) versiyon 26 kullanılarak yapıldı. Normallik analizinde Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Nümerik veriler ortalama ve standart sapma, ortanca (çeyrekler arası aralık) veya sayı (yüzde) değerleri olarak verildi. Normal dağılım veriler bağımlı veya bağımsız gruplar t testi, normal dağılmayan veriler Wilcoxon işaretli sıralar testi ile karşılaştırıldı. Kategorik veriler arasındaki ilişki ise ki kare testi ile değerlendirildi. P değeri 0,05'in altında saptanır ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 193 hastada, US veya BT ile 318 adet taş tespit edildi. Hastaların 125 (%64,8)'i erkek ve 68 (%35,2)'i kadındı. Tüm hasta grubunun yaş ortalaması $48,17 \pm 16,72$ olup, kadın ve erkeklerin yaş ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,244$). Kadın ve erkeklerde US ile taş saptanma oranında anlamlı farklılık izlenmedi ($p=0,71$). BT tetkiki altın standart olarak kabul edildiğinde, US'nin taş saptamadaki duyarlılığı %57,7 (güven aralığı (GA); %52,1–%63,2) olarak bulundu.

Taş boyut ölçümü için karşılaştırma 141 (%73) hastada hem US hem de BT'de saptanan 183 taş için yapıldı. Sadece bir görüntüleme yöntemi ile taş tanısı alan 52 (%27) hastadan, 51

(%26,4)'inde taş yalnızca BT ile saptanırken, 1 (%0,6) hastada ise US'de saptanan taş BT ile izlenmedi. US ile saptanamayan 134 taşın ortalama boyutu $3,7 \pm 1,7$ mm olarak ölçüldü. Hem US hem de BT'de saptanan taşların boyut ortalaması US ve BT'de sırasıyla $8,78 \pm 6,79$ mm ve $8,11 \pm 6,72$ mm olarak ölçüldü ($p<0,001$). Bu taşların 118 (%64,5)'i US'de BT'ye kıyasla daha büyük, 54 (%29,5)'ü BT ile aynı ve 11 (%6,0)'i BT'den daha küçük boyutta ölçüldü.

Taşlar boyutlarına göre üç gruba (≤ 5 mm, >5 – 10 mm, >10 mm) ayrıldı. US'nin duyarlılığı, ≤ 5 mm boyutlu taşlar için %42,3 (GA; %35,3–%49,6), >5 – 10 mm boyutlu taşlar için %72,0 (GA; %60,4–%81,8), >10 mm olan taşlar için ise %100 (GA; %92,5–%100) olarak bulundu. Her üç grupta da US ile ölçülen ortalama taş boyutları BT'ye kıyasla istatistiksel anlamlı olarak büyük saptandı ($p<0,001$, Tablo-1, Şekil-1 ve 2).

US'nin taş yönetimi üzerine etkisini araştırmak için klinik olarak anlamlı taş boyutu önceki çalışmalara benzer şekilde 5 mm olarak kabul edildi (4,9). Bu boyuttan küçük taşlara herhangi bir işlem önerilmediği göz önüne alındığında, 21 (%15,0) hastada, US ile 5 mm'den büyük boyutta ölçülen 21 (%11,5) adet taşın BT'de 5 mm'den daha küçük boyutta olduğu anlaşıldı.

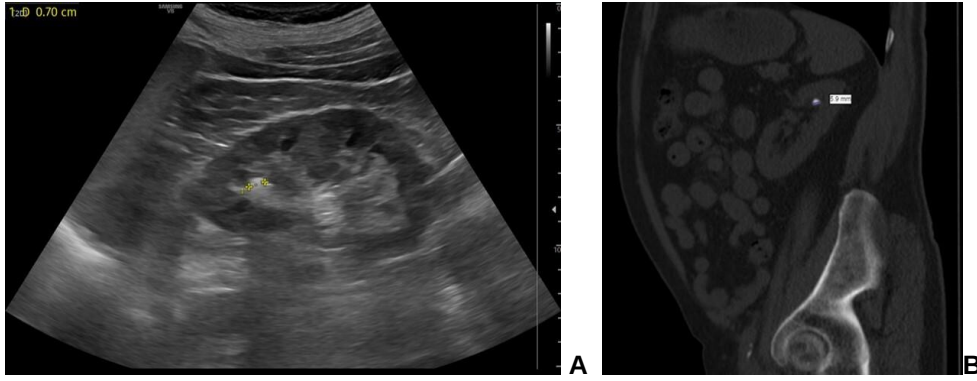
Taş yerleşiminin boyut ölçümü üzerindeki etkisini araştırmak için, taşlar yerleşimine göre dört gruba ayrıldı (böbrek üst pol, orta kesim, alt pol, ureter-mesane). Tüm lokalizasyonlarda US ile ölçülen taş boyutu BT'ye göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde büyük saptandı ($p<0,05$, Tablo-2).

Hidronefrozun taş boyut ölçümü üzerindeki etkisini araştırmak için böbrek ve ureter yerleşimli 178 adet taş için yapılan analizde, hidronefroz olan ve olmayan her iki grupta da US ile ölçülen taş boyutu BT ile ölçülenden daha büyük saptandı ($p<0,001$, Tablo-3). Hidronefroz eşlik ettiği 57 taş boyutuna göre 3 gruba (≤ 5 mm, >5 – 10 mm, >10 mm) ayrıldığında, ≤ 5 mm ve >10 mm boyutlu taşlarda US ile ölçülen taş boyutu BT'ye kıyasla anlamlı ölçüde büyük saptandı (sırasıyla $p<0,001$ ve $p=0,04$, Tablo-4). Boyutu >5 – 10 mm olan taşlarda ise ölçümler arasında anlamlı fark izlenmedi ($p=0,114$).

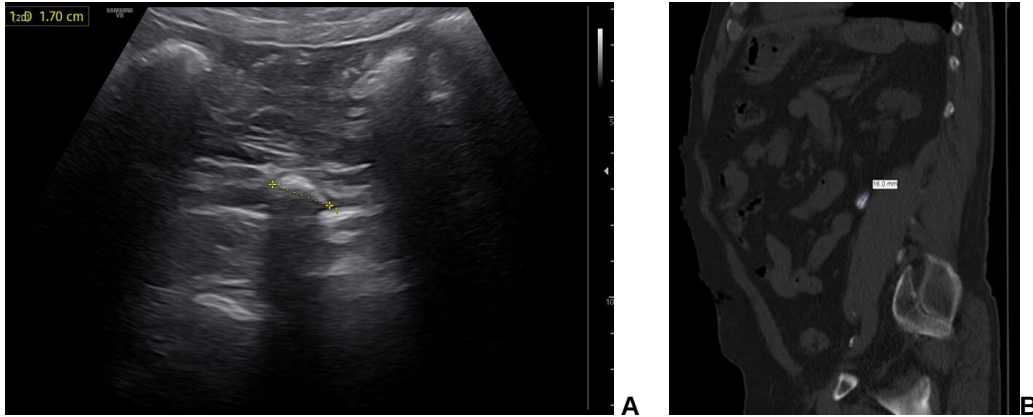
Tablo-1. Hem ultrasonografi (US) hem de bilgisayarlı tomografide (BT) saptanan taşların boyuta göre dağılımı ve boyut ortalamaları.

Taş boyut	Taş sayısı	US'de boyutu daha büyük ölçülen taş sayısı	BT'de ölçülen taş boyut ortalaması	US'de ölçülen taş boyut ortalaması	p
≤5mm	82 (44,8)	52 (63,4)	3,63±0,98	4,33±1,20	<0,001
>5–10mm	54 (29,5)	32 (59,3)	7,26±1,40	7,83±1,72	<0,001
>10mm	47 (25,7)	34 (72,3)	16,89±7,70	17,63±7,74	<0,001

Veriler sayı (yüzde) veya ortalama ± standart sapma olarak gösterildi.



Şekil-1. 69 yaşında erkek hastanın yan ağrısı nedeniyle yapılan üriner sistem ultrasonografi tetkikinde sol böbrek üst pol düzeyinde 7 mm boyutunda taş ile uyumlu hiperekoik lezyon izlendi (1A). Olgunun elde olunan bilgisayarlı tomografi tetkikinde ise sagittal görüntülerde üst polde yerleşim gösteren taşın boyutu 5,9 mm olarak ölçüldü (1B).



Şekil-2. 72 yaşında erkek hastanın hematüri nedeniyle elde olunan üriner sistem ultrasonografi tetkikinde sol üreter orta kesim düzeyinde 17 mm boyutunda taş ile uyumlu hiperekoik lezyon ve arkasında akustik gölgelenme izlendi (2A).

Olgunun 1 hafta içerisinde elde olunan bilgisayarlı tomografi tetkikinde ise sagittal görüntülerde psoas kası anterior komşuluğunda üreter orta kesim düzeyinde taş ile uyumlu hiperdens lezyonun boyutu 16 mm olarak ölçüldü (2B).

Tablo-2. Hem ultrasonografi (US) hem de bilgisayarlı tomografide (BT) saptanan taşların yerleşimine göre dağılımı ve boyut ortalamaları.

Taş yerleşimi	Taş sayısı	US'de boyutu daha büyük ölçülen taş sayısı	BT'de ölçülen taş boyutu	US'de ölçülen taş boyutu	p
Böbrek üst pol	14 (7,7)	8 (57,1)	6,51±3,15	7,25±3,19	0,002
Böbrek orta kesim	66 (36,1)	48 (72,7)	5,75 (3,0–13,63)	6,25 (4,0–14,25)	<0,001
Böbrek alt pol	55 (30,0)	38 (69,1)	7,16±4,37	7,84±4,39	<0,001
Üreter-mesane	48 (26,2)	24 (50,0)	8,07±4,98	8,52±5,16	0,003

Veriler sayı (yüzde), ortalama ± standart sapma veya ortanca (çeyrekler arası aralık) olarak gösterildi.

Tablo-3. Hem ultrasonografi (US) hem de bilgisayarlı tomografide (BT) böbrek veya üreterde saptanan taşların eşlik eden hidronefroz varlığına göre dağılımı ve boyut ortalamaları.

Hidronefroz	Taş sayısı	BT'de ölçülen taş boyutu	US'de ölçülen taş boyutu	p
Var	57 (32,0)	7,18±4,55	7,68±4,58	<0,001
Yok	121 (68,0)	5,5 (3,85–10,25)	6,5 (4,75–11,25)	<0,001

Veriler sayı (yüzde), ortalama ± standart sapma veya ortanca (çeyrekler arası aralık) olarak gösterildi.

Tablo-4. Hem ultrasonografi (US) hem de bilgisayarlı tomografide (BT) böbrek veya üreterde saptanan ve hidronefroz eşlik eden taşların boyuta göre dağılımı ve boyut ortalamaları.

Taş boyut	Taş sayısı	BT'de ölçülen taş boyut ortalaması	US'de ölçülen taş boyut ortalaması	p
≤5mm	26 (45,6)	3,67±0,95	4,30±1,06	<0,001
>5–10mm	17 (29,8)	6,83±0,86	7,10±1,25	0,114
>10mm	14 (24,6)	14,12±3,15	14,67±3,25	0,040

Veriler sayı (yüzde) veya ortalama ± standart sapma olarak gösterildi.

TARTIŞMA

Bu çalışmada US'nin taş saptamadaki duyarlılığı BT'ye kıyasla düşük olup, taş boyutu ile ilişkili bulundu. Taşlar boyut, yerleşim ve eşlik eden hidronefroz varlığına göre gruplara ayrıldığında, tüm gruplarda US'de ölçülen taş boyutu BT'ye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde büyük saptandı. Hidronefrozun eşlik ettiği taşlar boyutlarına göre gruplandırıldığında yalnızca boyutu >5–10 mm olan taşlarda US ile BT boyut ölçümleri arasında anlamlı fark izlenmedi.

Literatürdeki çalışmalarda US'nin üriner sistem taşlarını saptamadaki duyarlılığı %12 ile %93 arasında değişkenlik göstermekte olup (10,17), bu çalışmada Ganesan ve ark.'nın (10)

çalışmasına benzer şekilde %57,7 olarak bulundu. US'nin taş saptamadaki duyarlılığı özellikle 5mm'den küçük boyutlu taşlarda düşük olmakla birlikte, daha önceki çalışmalara (10,11) paralel şekilde bu çalışmanın sonuçlarında da ortaya konulduğu gibi taş boyutu arttıkça US'nin duyarlılığı da artmaktadır.

US'nin taş boyut ölçümündeki doğruluğunu araştıran çalışmalar arasında görüş birliği bulunmamaktadır (6,8–12,15). Çalışmaların çoğunda US'nin BT'ye kıyasla taş boyutunu 2–3 mm kadar daha büyük ölçtüğü bildirilse de (6,8–10), bazı çalışmalarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken (11,12), Abbas ve ark.'nın çalışmasında ise US'nin BT'ye kıyasla taş boyutunu daha küçük ölçtüğü tespit edilmiştir

(15). Bu çalışmada ise taş boyutuna, yerleşimine ve hidronefroz varlığına göre oluşturulan tüm alt gruplarda US ile ölçülen boyutlar BT'ye kıyasla daha büyük olarak ölçüldü. Yalnızca hidronefrozun eşlik ettiği taşlar boyutlarına göre de sınıflandırıldığında boyutu >5–10 mm olan taşlarda US ile BT boyut ortalamaları arasında anlamlı fark izlenmedi. BT'deki taş boyut ölçümünün taşın cinsinden etkilendiğini gösteren deneysel çalışma mevcut olup (16), çalışmalar arasındaki bu fark seçilen örneklemdeki taşların cinsi ve kullanılan US cihazları arasındaki fark nedeniyle ortaya çıkmış olabilir.

Nefrolitiazisin klinik yönetiminde, taş boyutu en önemli belirleyici faktör olarak kabul edilmektedir. Yapılan çalışmalarda 5 mm'den daha küçük boyutlu taşların kendiliğinden düşme olasılığının daha yüksek olduğu gösterilmiştir (4). Bu nedenle taş boyutunun US ile doğru olarak ölçülmesi kritik role sahiptir. Bu çalışmada taşı hem US hem de BT de tespit edilen hastaların %15'inde, BT ile gözlem önerilecek iken, US'de ise bu hastalarda taş boyutu 5 mm'den daha büyük ölçüldü. Benzer şekilde, Ganesan ve ark.'nın çalışmasında bu oran %14, Sternberg ve ark.'nın çalışmasında ise %26,8 olarak bildirilmiştir.

Nefrolitiazis tanısında BT altın standart olmakla birlikte, iyonizan radyasyon maruziyeti ve görece yüksek maliyeti nedeniyle US gibi alternatif görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak US'nin duyarlılığının düşük olması ve taş boyut ölçümündeki değişken doğruluk değerleri nefrolitiazis tanısında ve klinik yönetiminde tek başına kullanımının önüne geçmektedir. Yapılan çalışmalarda standartlaştırılmış taş yazılım programlarının kullanılması ve taşın kendisi yerine gölgesinin ölçülmesi, US'nin taş boyut ölçümündeki doğruluğunu arttırdığı gösterilmiştir (8,18). Ayrıca yazılımlar aracılığı ile hesaplanan

taş hacminin, yalnızca lineer boyut ölçümüne göre taşın kendiliğinden düşüp düşmeyeceğini daha doğru bir şekilde ön gördüğü bildirilmektedir (13). Çeşitli görüntü yeniden yapılandırma modelleri ile US'nin taş boyut ölçümündeki hata payının azaltılabileceği de gösterilmiştir (14).

Bu çalışmanın retrospektif dizaynına ek olarak çeşitli sınırlılıkları mevcuttur. Bunlardan ilki verilerin tek merkezden elde edilmesi bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. İkinci olarak verilerin tek radyoloji hekimi tarafından değerlendirilmesi, gözlemciler arası uyumun değerlendirilmesine engel olmuştur. Benzer şekilde gözlemci içi uyum da bu çalışmada değerlendirilmemiştir. Son olarak, boyut ölçümü üzerine etkisi olduğu bildirilen taş natürünün analiz edilmemesi de çalışmanın bir diğer sınırlılığıdır.

SONUÇ

Böbrek taşı boyutunun doğru ölçümü hastaların klinik yönetiminde önemli role sahiptir. Bu çalışmada boyut, yerleşim ve eşlik eden hidronefroz varlığına göre taşlar incelendiğinde tüm gruplarda US ile ölçülen taş boyutları BT'ye kıyasla daha büyük olarak saptandı. Buna ek olarak, US'nin nefrolitiazis tanısında duyarlılığı BT'ye kıyasla daha düşük olup, bu fark ≤5 mm boyutlu taşlarda en belirgin olarak izlendi. Tanımlanan bu sınırlılıklar US'nin nefrolitiazis tanısı ve klinik yönetiminde tek başına kullanımını engellemektedir. Son yıllarda kullanılan çeşitli yazılımlar ve görüntü yeniden yapılandırma modelleri ise US'nin taş boyut ölçümündeki doğruluğunu artırmada umut vadetmektedir.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Kaynaklar

1. Nadeem M, Ather MH, Jamshaid A, Zaigham S, Mirza R, Salam B. Rationale use of unenhanced multi-detector CT (CT KUB) in evaluation of suspected renal colic. *Int J Surg*. 2012;10(10):634–7.
2. Smith-Bindman R, Aubin C, Bailitz J, Bengiamin RN, Camargo CA, Corbo J, et al. Ultrasonography versus computed tomography for suspected nephrolithiasis. *N Engl J Med*. 2014;371(12):1100–10.
3. Vijayakumar M, Ganpule A, Singh A, Sabnis R, Desai M. Review of techniques for ultrasonic determination of kidney stone size. *Res Rep Urol*. 2018;10:57–61.
4. Coll DM, Varanelli MJ, Smith RC. Relationship of spontaneous passage of ureteral calculi to stone size and location as revealed by unenhanced helical CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;178(1):101–3.
5. Fowler KAB, Locken JA, Duchesne JH, Williamson MR. US for detecting renal calculi with nonenhanced CT as a reference standard. *Radiology*. 2002;222(1):109–13.

6. Ray AA, Ghiculete D, Pace KT, Honey RJD. Limitations to ultrasound in the detection and measurement of urinary tract calculi. *Urology*. 2010;76(2):295–300.
7. Kanno T, Kubota M, Sakamoto H, Nishiyama R, Okada T, Higashi Y, et al. The efficacy of ultrasonography for the detection of renal stone. *Urology*. 2014;84(2):285–8.
8. Dunmire B, Lee FC, Hsi RS, Cunitz BW, Paun M, Bailey MR, et al. Tools to improve the accuracy of kidney stone sizing with ultrasound. *J Endourol*. 2015;29(2):147–52.
9. Sternberg KM, Eisner B, Larson T, Hernandez N, Han J, Pais VM. Ultrasonography Significantly Overestimates Stone Size When Compared to Low-dose, Noncontrast Computed Tomography. *Urology*. 2016;95:67–71.
10. Ganesan V, De S, Greene D, Torricelli FCM, Monga M. Accuracy of ultrasonography for renal stone detection and size determination: is it good enough for management decisions? *BJU Int*. 2017;119(3):464–9.
11. Ahmed F, Askarpour MR, Eslahi A, Nikbakht HA, Jafari SH, Hassanpour A, et al. The role of ultrasonography in detecting urinary tract calculi compared to CT scan. *Res Rep Urol*. 2018;10:199–203.
12. Alahmadi AE, Aljuhani FM, Alshoabi SA, Aloufi KM, Alsharif WM, Alamri AM. The gap between ultrasonography and computed tomography in measuring the size of urinary calculi. *J Family Med Prim Care*. 2020;9(9):4925–8.
13. Chiou T, Meagher MF, Berger JH, Chen TT, Sur RL, Bechis SK. Software-Estimated Stone Volume Is Better Predictor of Spontaneous Passage for Acute Nephrolithiasis. *J Endourol*. 2023;37(1):85–92.
14. Schlunk S, Hsi R, Byram B. Enhancing sizing accuracy in ultrasound images with an alternative ADMIRE model and dynamic range considerations. *Ultrasonics*. 2023;131:106952.
15. Abbas SK, Al-Omary TSS, Fawzi HA. Ultrasound accuracy in evaluating renal calculi in Maysan province. *J Med Life*. 2024;17(2):226–32.
16. Eisner BH, Kambadakone A, Monga M, Anderson JK, Thoreson AA, Lee H, et al. Computerized tomography magnified bone windows are superior to standard soft tissue windows for accurate measurement of stone size: an in vitro and clinical study. *J Urol*. 2009;181(4):1710–5.
17. Ripollés T, Errando J, Agramunt M, Martínez MJ. Ureteral colic: US versus CT. *Abdom Imaging*. 2004;29(2):263–6.
18. Dunmire B, Harper JD, Cunitz BW, Lee FC, Hsi R, Liu Z, et al. Use of the Acoustic Shadow Width to Determine Kidney Stone Size with Ultrasound. *J Urol*. 2016;195(1):171–7.