

Clinical significance of radiographic and lithotripter parameters in predicting ESWL success for kidney and ureteral stones

Böbrek ve üreter taşlarında ESWL başarısını öngörmeye radyografik ve litotriptör parametrelerinin klinik önemi

Özgür Efiloğlu , M.Çağlar Çakıcı , Hüseyin Özgür Kazan , Ferhat Keser , Asif Yıldırım 
Ramazan Gökhan Atış 

Istanbul Medeniyet University, Department of Urology, Istanbul, Turkey

ÖZET

Amaç: Ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ESWL), böbrek ve proksimal üreter taşlarının tedavisinde en sık kullanılan yöntemlerdendir. Çalışmamızda, ESWL başarısı için hangi parametrelerin etkili olduğunu saptamayı amaçladık.

Gereç ve Yöntemler: Ocak 2017 ile Aralık 2018 arasında, ESWL uygulanan 253 hasta prospektif olarak elde ettiğimiz ESWL veri tabanımızdan geriye dönük olarak analiz edildi. Kırk dört hastaya üreter taşı nedeniyle ESWL, 209 hastaya böbrek taşı nedeniyle ESWL uygulandı. Taş tipi, taş boyutları, hounsfield birim dansitesi (HBD), taş-cilt mesafesi (TCM) ve taşların yerleşimi, hastaların cinsiyeti ve yaşı, şok dalgalarının gücü ve sayısı ile toplam seans sayısı analiz edildi.

Bulgular: Genel tedavi başarı oranı tüm taşlar için %71,1, böbrek taşları için %70,3 ve üreter taşları için %75 idi. Taş boyutu, şok dalgası sayısı ve HBD böbrek taşlarının başarısını öngörmeye etkili parametrelerdi. Yaş ve taş boyutu, tek değişkenli regresyon analizinde üreter taşları için başarının belirleyicileriydi. Çok değişkenli regresyon analizinde hem böbrek hem de üreter taşları için başarıyı öngören tek parametre taş boyutuydu (sırasıyla $p=0,002$ ve $p=0,005$). Üreter taşları için başarı oranı, 11,5 mm boyutu kestirim değeri olarak tanımlandığında, %81,8 duyarlılık ve %78 özgüllükle tahmin edilebilir olarak saptandı.

Sonuç: Böbrek taşları ve üreter taşları ESWL ile başarıyla tedavi edilebilir. Daha küçük ve HBD daha düşük olan böbrek taşlarının başarı oranı daha yüksektir. Üreter taşlarında ise daha genç hastalar ve daha küçük taşlar daha etkili bir şekilde parçalanabilir. ESWL başarısı için en önemli parametre taş boyutudur.

Anahtar Kelimeler: vücut dışı şok dalga litotripsi, böbrek taşı, üreter taşı, hounsfield birim dansitesi

Sözlü sunum olarak gönderildiği kongre: Radiographic and lithotripter parameters to predict ESWL success for renal and ureteral stones, 5th Meeting of the EAU Section of Urolithiasis, Milano, Italy, 03 - 05 October 2019, Oral Presentation, P143.


This study was approved by the Ethics Committee of Istanbul Medeniyet University (Approval Number: 2021/0283. Date: May 26, 2021). All research was performed in accordance with relevant guidelines/regulations, and informed consent was obtained from all participants.

Corresponding Author: Özgür Efiloğlu, Istanbul Medeniyet University, 34700, Istanbul / Turkey

Tel: +90 533 300 11 99 **e-mail:** doctorozgur@gmail.com

Received: July 11, 2021 - **Accepted:** July 28, 2021



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. 

ABSTRACT

Objective: Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) is the most commonly utilized method for treating renal and proximal ureteral stones. We aimed to observe which parameters are efficacious for ESWL success.

Material and Methods: Between January 2017 and December 2018, 253 patients who underwent ESWL were analyzed retrospectively from our prospectively obtained ESWL database. 44 patients underwent ESWL due to ureteral stones and 209 patients due to kidney stones. Stone type, stone sizes, Hounsfield unit density (HUD), stone-skin distance (SSD) and location of stones, gender, and ages of patients, power, and number of shock waves and total sessions were analyzed.

Results: The overall treatment success rate was 71.1% for all stones, 70.3% for renal stones, and 75% for ureteral stones. Stone size, number of shock waves, and HUD were efficacious parameters to predict success for renal stones. In univariate analyses, age and stone size were predictors of success for ureteral stones. In multivariate analyses, just stone sizes were the only predictor of success for renal and ureteral stones ($p=0.002$ and $p=0.005$, respectively). The success rate can be predicted for ureteral stones with a sensitivity of 81.8% and specificity of 78% when 11.5 mm size is defined as a cut-off point.

Conclusion: Renal stones and proximal ureteral stones can be treated successfully with ESWL. Renal stones that are smaller and lower HUD have more success rates. When we talk about ureteral stones, younger patients and smaller stones can be fragmented more effectively. The most important parameter for ESWL success is stone size.

Keywords: *extracorporeal shock wave lithotripsy, renal stone, ureteral stone, hounsfield unit density*

GİRİŞ

Üriner sistem taş tedavisinde kullanılan ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ESWL), üreterorenoskopi ve perkütan nefrolitotomi gibi diğer tedavilere kıyasla, invaziv olmayan bir seçenektir. Bu sebepten son dört dekattatır üriner sistem taş tedavisinde ESWL önemli bir role sahiptir. Chaussy ve ark, 1984 yılında üriner sistem taş tedavisinde ESWL kullanarak deneyimlerini ilk kez yayınlamışlardır (1). Yıllar içinde ESWL cihazlarının teknolojik gelişimi ile komplikasyon oranları azalmış ve başarı oranları artmıştır. Son dönem pandemi şartlarında, cerrahi ve anestezi komplikasyonları Covid-19 nedeniyle artmıştır. Acil olmayan prosedürlerin ertelenmesi ve hastaları uygun endikasyonla genel anestezi gerektirmeyen ESWL gibi tedavilere teşvik edilmeleri gündeme gelmiştir (2, 3).

Avrupa Üroloji Derneği kılavuzu, 2 cm'den küçük böbrek taşlarının tedavisinde ESWL'nin birinci basamak tedavi seçenekleri arasında değerlendirilmesini önermektedir. Taş boyutu, yeri, hasta alışkanlıkları, dar infundibulopelvik açığı, uzun kaliks, uzun TCM, dar infundibulum, şok dalgasına dayanıklı taşlar (kalsiyum oksalat monohidrat, bruşit veya sistin) gibi faktörler ESWL başarısını etkileyebilmektedir (4). Çalışmamızda, ESWL başarısı için hangi parametrelerin etkili olduğunu saptamayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Ocak 2017 ile Aralık 2018 arasında, ESWL uygulanan 253 hastanın verileri prospektif olarak elde ettiğimiz ESWL veri tabanımızdan geriye dönük olarak analiz edildi. Kırk dört hastaya üreter taşı nedeniyle ESWL, 209 hastaya böbrek taşı nedeniyle ESWL uygulandı. Tedavi için Lithostar Modularis Lithotripter (Siemens Medical Systems, Erlangen, Almanya) kullanıldı. Tüm hastalara tedavi öncesinde radyografik olarak kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) ile teşhis konuldu. Çalışma, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylandı (onay numarası: 2021/0283). Aktif üriner enfeksiyonu, anatomik anomalisi, kontrolsüz kanama diyatezi veya distal obstrüksiyonu olan hastalarda ESWL yapılmadı. Tüm hastaların ESWL öncesi idrar tahlili, tam kan sayımı ve kanama, pıhtılaşma süreleri değerlendirildi.

Çalışmada TCM, kontrastsız BT'de aksiyel kesitlerde 45 derecede cilt ile taşın merkezi arasındaki mesafe olarak ölçüldü. ESWL enerjisi seviyesi protokolü: 0–100 şok dalgaları arasında 0,1 Joule (J), 100–800 şok dalga-

ları arasında kademeli olarak yükseltildi ve 800 şok dalgasında enerji 1.0J yapıldı. Bu noktadan itibaren, her 150 şok dalgası için enerji 0.3J arttırıldı. Floroskopide taş fragmantasyonu görülene kadar maksimum 3000 şok dalgası veya 3,5 J enerjiye kadar çıkıldı.

ESWL seansından 21 ila 30 gün sonra direkt üriner sistem grafisi, ultrasonografi veya kontrastsız BT (radyölüsent taşlar için) kontrolü yapıldı. Başarı, taşın kaybolması veya <4 mm kalıntı fragmanları olarak tanımlandı. İlk 3 seanstan sonra taş atımı olmayan ve/veya taş boyutunda azalma olmayan hastalar başarısızlık olarak tanımlandı ve diğer tedavi alternatiflerine yönlendirildi. Taş tipi, taş boyutları, HBD, TCM ve taşların yeri, hastaların cinsiyeti ve yaşı, şok dalgalarının gücü ve sayısı ile toplam seans sayısı analiz edildi.

İstatistiksel Analiz

Araştırmada tanımlayıcı istatistikler için normal dağılım gösteren nicel değişkenler ortalama±standart sapma, normal dağılım göstermeyen değişkenler ortanca (aralık) olarak sunuldu. Verilerin normalliği Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak analiz edildi. Normal dağılım gösteren nicel verilerin değişkenleri için t testi, diğerleri için Mann-Whitney testi kullanıldı. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılması Pearson ki-kare testi ve Fisher'in kesin testi ile yapıldı. ESWL başarısı ile ilişkili faktörleri belirlemek için tek değişkenli ve çok değişkenli Cox regresyon analizi yapıldı. Tüm testler için tip I hata olasılığı p=0,05 olarak kabul edildi. İstatistiksel analizler, IBM SPSS V20 paket yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Genel tedavi başarı oranı tüm taşlar için %71,1, böbrek taşları için %70,3 ve üreter taşları için %75 idi. Böbrek ve üreter taşlarının radyografik ve litotriptör parametreleri tablo 1 ve tablo 2'de özetlenmiştir. Yapılan tek değişkenli regresyon analizinde üreter taşlarında ESWL başarısını etkileyen faktörler yaş ve taş boyutuydu. Taş boyutu, vuruş sayısı ve HBD böbrek taşlarının başarısını öngörmede tek değişkenli regresyon analizinde etkili parametrelerdi. Çok değişkenli regresyon analizinde hem böbrek hem de üreter taşları için başarıyı öngören tek parametre taş boyutuydu (sırasıyla p=0,002 ve p=0,005) (Tablo 3). Üreter taşları için başarı oranı, 11,5 mm boyutu kestirim değeri olarak tanımlandığında, %81,8 duyarlılık ve %78 özgüllük tahmin edilebilir olarak saptandı.

Tablo 1. Böbrek taşlarının Radyografik ve Litotriptör parametreleri

Parametreler	Durum	Ortalama (±Std. Sapma)	p değeri
Yaş (Yıl)	Başarılı	46,24 (±13,12)	0,90
	Başarısız	46,01 (±13,05)	
BMI (kg/m ²)	Başarılı	27,54 (±4,58)	0,163
	Başarısız	28,51 (±4,58)	
Taş Boyutu (mm)	Başarılı	11,59 (±3,4)	0,002
	Başarısız	13,24 (±3,37)	
Güç (watt)	Başarılı	3,21 (±3,17)	0,377
	Başarısız	2,85 (±0,41)	
Frekans (Dakika başına şok dalgası)	Başarılı	81,18 (±13,3)	0,525
	Başarısız	79,91 (±12,62)	
Uygulanan Vuruş Sayısı	Başarılı	2761,72 (±499,42)	0,022
	Başarısız	2933,25 (±59,11)	
Enerji (joules)	Başarılı	100,38 (±24,45)	0,249
	Başarısız	96,07 (±24,7)	
Taş-Cilt Mesafesi (mm)	Başarılı	100,38 (±25,41)	0,475
	Başarısız	97,67 (±23,85)	
Hounsfield Birim Dansitesi (HBD)	Başarılı	935,36 (±313,94)	0,02
	Başarısız	1046,74 (±312,48)	

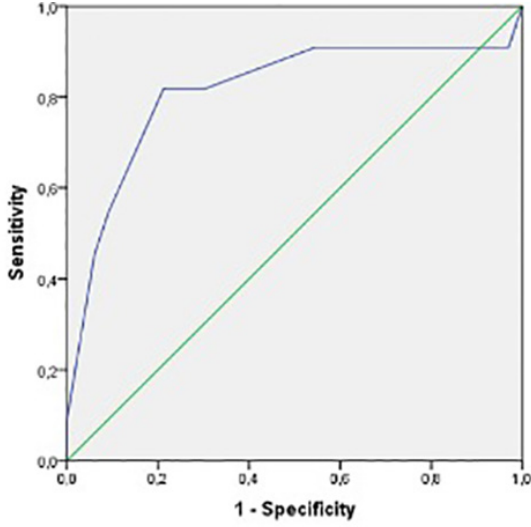
Tablo 2. Üreter Taşlarının Radyografik ve Litotriptör parametreleri

Parametreler	Durum	Ortalama (±Std. Sapma)	P value
Yaş (Yıl)	Başarılı	42,48 (±13,44)	0,034
	Başarısız	53,18 (±15,65)	
BMI (kg/m ²)	Başarılı	28,82 (±4,56)	0,706
	Başarısız	29,54 (±7,52)	
Taş Boyutu (mm)	Başarılı	9,57 (±2,48)	0,001
	Başarısız	12,81 (±3,18)	
Güç (watt)	Başarılı	3,79 (±4,72)	0,489
	Başarısız	2,79 (±0,45)	
Frekans (Dakika başına şok dalgası)	Başarılı	78,78 (±14,03)	0,068
	Başarısız	87,27 (±9,04)	
Uygulanan Vuruş Sayısı	Başarılı	2849,78 (±565,54)	0,881
	Başarısız	2818,18 (±716,68)	
Enerji (joules)	Başarılı	127,1 (±156,79)	0,526
	Başarısız	96,43 (±32,32)	
Taş-Cilt Mesafesi (mm)	Başarılı	126,27 (±22,94)	0,544
	Başarısız	131,36 (±26,73)	
Hounsfield Birim Dansitesi (HBD)	Başarılı	926,515 (±292,13)	0,893
	Başarısız	912,36 (±324,61)	

Tablo 3. ESWL başarısına etkili faktörlerin tek değişkenli ve çok değişkenli regresyon analizi

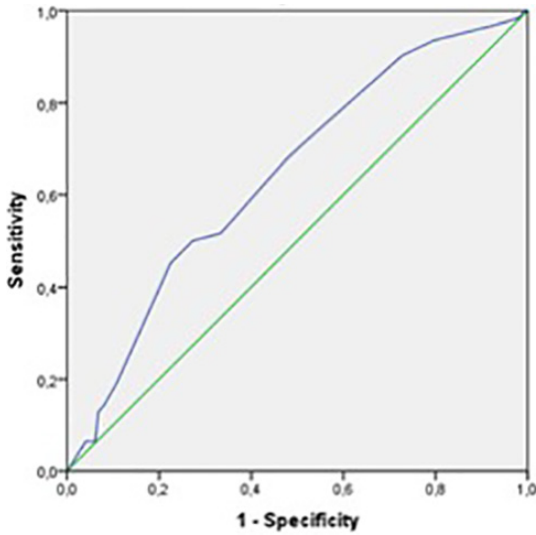
	Tek Değişkenli Analiz				Çok Değişkenli Analiz			
	OR	95% GA		p	OR	95% GA		p
Yaş								
-Renal	1,001	0,97	-	1,02	0,908			
-Üreter	0,946	0,89	-	0,99	0,043			
Cinsiyet								
-Renal	0,816	0,44	-	1,50	0,517			
-Üreter	0,313	0,06	-	1,48	0,142			
BMI								
-Renal	0,954	0,89	-	1,01	0,164			
-Üreter	0,975	0,86	-	1,10	0,699			
Taş Boyutu								
-Renal	0,872	0,79	-	0,95	0,002	0,872	0,79	0,95
-Üreter	0,640	0,46	-	0,87	0,005	0,640	0,46	0,87
Güç								
-Renal	1,645	0,54	-	4,97	0,378			
-Üreter	2,185	0,37	-	12,9	0,388			
Frekans								
-Renal	1,007	0,98	-	1,03	0,523			
-Üreter	0,936	0,86	-	1,01	0,097			
Vuruş sayısı								
-Renal	0,999	0,99	-	1,00	0,02			
-Üreter	1,000	0,99	-	1,00	0,875			
Enerji								
-Renal	1,00	0,99	-	1,02	0,433			
-Üreter	1,00	0,98	-	1,03	0,683			
Taş cilt mesafesi								
-Renal	1,004	0,99	-	1,01	0,474			
-Üreter	0,991	0,96	-	1,02	0,535			
Hounsfield birim dansitesi								
-Renal	0,999	0,99	-	1,00	0,02			
-Üreter	1,000	0,99	-	1,00	0,89			

Şekil 1. ESWL başarılı üreter taşlarının ROC eğrisi (Taş boyutuna göre)



Eğri altı alan: 0,813

Şekil 2. ESWL başarılı böbrek taşlarının ROC eğrisi (Taş boyutuna göre)



Eğri altı alan: 0,644

TARTIŞMA

ESWL, kullanım kolaylığı, invaziv olmaması ve üst üriner sistem taşlarında yüksek etkinliği nedeniyle tedavi seçenekleri arasında önemli yere sahiptir. ESWL başarısını etkileyen yaş, cinsiyet, BMI gibi klinik parametrelerin yanı sıra taş konumu, sayısı, çapı, HBD, TCM ve hidronefroz varlığı gibi BT parametreleri mevcuttur (5). Ürologların ESWL için ideal hastaları daha iyi belirlemelerine yardımcı olmak için klinik nomogramlar kullanılmaktadır (6). ESWL başarısını etkileyen faktörlerin bilinmesi ESWL'yi daha uygun maliyetli hale getirecek ve gereksiz prosedürlerin önlenmesine yardımcı olacaktır.

Yaşlı hastalarda böbrek taşlarının olası daha düşük taşsızlık oranının nedeni bilinmemektedir. Abe ve ark yaptığı tek merkezli ESWL uygulanan böbrek ve üreter taşları olan 3023 hastalık çalışmada başarı oranı %85,7 idi. Yaşlı hastalarda önemli ölçüde daha düşük taşsızlık oranına sahip olduğunu ortaya koydu (7). Çalışmamızda üreter taşlarında tek değişkenli regresyon analizinde yaş, ESWL başarısına etkili ancak böbrek taşında etkisiz bir faktör olarak saptanmıştır. Yaşa bağlı sklerotik böbrek, akustik empedansı etkileyebilir ve ESWL'nin etkinliğini azaltabilir. ESWL sonucunun bir öngörücüsü olarak yaşı doğrulamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (8). Yaşın, üreter taşında ESWL başarısını etkileyen faktörler ise yaşlılarda hareketliliğin az olması, üreteral düz kasın daha düşük kasılma fonksiyonu olması ve sıvı alımının az olması olabilir. Ancak çalışmamızda bu faktörler değerlendirilememiştir.

Önceki çalışmalar, taş boyutunun ESWL tedavi başarısının önemli bir belirleyicisi olduğunu göstermiştir. Taş boyutu ne kadar büyük olursa, ESWL başarısızlığı riski de o kadar yüksek olmaktadır (9, 10). Benzer şekilde çalışmamızda da ESWL başarısını belirleyen önemli faktörlerden biri taş boyutuydu. Üreter taşları için başarı oranı, 11,5 mm boyutu kestirim değeri olarak tanımlandığında, %81,8 duyarlılık ve %78 özgüllük tahmin edilebilir olarak saptandı. Böbrek taşlarında eğri altı alan daha düşük olduğunda yüksek duyarlılık ve özgüllükte bir kestirim değeri saptanamadı.

ESWL'de taşın yüksek ortalama HBD olması, daha yüksek rezidü taş olasılığı ve daha düşük bir başarı oranına yol açar. Bu nedenle başarılı tedavi için kritik bir prediktif gösterge olarak kabul edilir (11). Kontrastsız BT'de 1.000 HBD üstü (ve yüksek homojenliğe sahip) olan taşların ESWL ile parçalanma olasılığı daha düşüktür (4). Joseph ve ark. 6 haftalık takip döneminde 1000 HBD üstü taşlar için %55 taşsızlık oranı bildirmiştir (12). Abdelhamid ve ark. ise 1000 HBD üstü taşlar için %52 taşsızlık oranı saptamıştır (13). Neto ve ark ise taşları boyutlarına göre gruplandırdıklarında 1000 HBD üstü ve 1 cm'den büyük taşlar için taşsızlık oranı %45,8 ancak 1 cm'den küçük ve 1000 HBD üstü olan taşlar için taşsızlık oranı %76 olarak saptadı (10). Çalışmamızda HBD böbrek taşlarının başarısını öngörmeye tek değişkenli regresyon analizinde etkili parametreydi ancak çok değişkenli analizde anlamlı saptanmadı.

Şok dalgasının vücutta katettiği mesafe arttıkça şok dalgasının gücünün azalabileceği düşünülmektedir. TCM, üreter ve böbrek taşlarında tedavi başarısının bir göstergesidir. Literatürde ESWL başarısını öngörmek için 9 cm ile 11 cm arasında TCM kestirim değerleri veren çalışmalar mevcuttur (14–16). Ayrıca TCM'nin ESWL başarısı ile ilişkisiz olduğunu gösteren yayınlarda mevcuttur (17). Ancak bu çalışmalarda kullanılan ESWL cihazlarının eski teknolojiye sahip kısa odak noktalı cihazlar olduğu ve TCM ölçümünde kullanılan yöntemlerin farklı oluşu unutulmamalıdır. Çalışmamızda TCM hem tek hem de çok değişkenli regresyon analizinde böbrek ve üreter taşlarında ESWL başarısı ile ilişkili bulunmamıştır. Geng ve ark, artan karın içi yağın taş hedeflemeyi engelleyebileceği veya şok dalgalarını baskılayabileceğini bildirmiştir. Çalışmalarında çok değişkenli regresyon analizinde karın içi yağ alanının ESWL başarısında bağımsız risk faktörü olarak saptamışlardır. TCM ise çok değişkenli regresyon analizinde risk faktörü olarak saptanmamıştır (18).

Bu çalışmanın bazı sınırlamaları vardır. Veriler prospektif olarak tutulsa da, çalışma retrospektif olarak planlanmıştır. İkincisi, çalışma tek merkezli ve tek bir ESWL cihazı ile yapılmıştır. Ayrıca taşların böbrek içinde yerleşimine göre gruplama yapılmamış, hidronefroz derecesi ve infundubulopelvik açısı hesaplanmamıştır. Diğer bir kısıtlılık ise hastaların metabolik değerlendirme verilerinin olmamasıdır.

SONUÇ

Böbrek taşları ve üreter taşları ESWL ile başarıyla tedavi edilebilir. Daha küçük boyutlu ve HBD daha düşük olan böbrek taşlarının tedavisinde başarı oranı daha yüksektir. Üreter taşlarında ise daha genç hastalar ve daha küçük taşlar daha etkili bir şekilde parçalanabilir. ESWL başarısı için en önemli parametrelerden biri taş boyutudur. Elde edilen sonuçlar çok merkezli, daha yüksek hasta sayılı ve prospektif çalışmalarla desteklenmelidir.

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

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Etik Kurul: Bu çalışma için İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmaları Etik Kuruldan onay alınmıştır (Karar No: 2021/0283. 26/05/2021). Çalışma protokolünde, Helsinki Bildirgesi etik kuralları takip edilmiştir.

Yazar Katkıları: Konsept ve dizayn; Efiloğlu, Ö; Çakıcı, MÇ; Kazan, HÖ; Keser, F; Yıldırım, A; Atış, RG, Veri toplama; Efiloğlu, Ö; Çakıcı, MÇ; Kazan, HÖ; Keser, F, Veri analizi ve yorumlama; Efiloğlu, Ö; Çakıcı, MÇ; Yıldırım, A; Atış, RG, Makalenin yazılması; Efiloğlu, Ö, Makalenin içeriğinin gözden geçirilmesi; Efiloğlu, Ö; Çakıcı, MÇ; Kazan, HÖ; Keser, F; Yıldırım, A; Atış, RG, İstatistiksel analiz; Çakıcı, MÇ, Denetleme; Yıldırım, A; Atış, RG.

KAYNAKLAR

1. Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, et al. Extracorporeal shock-wave lithotripsy (ESWL) for treatment of urolithiasis. *Urology* 1984; 23:59–66.
2. COVIDSurg Collaborative Mortality and pulmonary complications in patients undergoing surgery with perioperative SARS-CoV-2 infection: an international cohort study. *Lancet Lond Engl* 2020; 396:27–38.
3. Maria J. Ribal, Philip Cornford, Alberto Briganti, et al. COVID-19 Recommendations EAU Guidelines Office Rapid Reaction Group: An organisation-wide collaborative effort to adapt the EAU guidelines recommendations to the COVID era. In: Uroweb. <https://uroweb.org/guideline/covid-19-recommendations/>. Accessed 11 Jul 2021
4. Türk C, Neisius A, Petřík A, Seitz C, Skolarikos A, Somani B, Thomas K, Gambaro G. Guidelines Associates: N.F. Davis, J.F. Donaldson, R. Lombardo, L. Tzelves (2021) EAU Guidelines: Urolithiasis. In: Uroweb. <https://uroweb.org/guideline/urolithiasis/>. Accessed 11 Jul 2021
5. Kim JK, Ha SB, Jeon CH, et al. Clinical Nomograms to Predict Stone-Free Rates after Shock-Wave Lithotripsy: Development and Internal-Validation. *PLOS ONE* 2016; 11:0149333.
6. Tran TY, McGillen K, Cone EB, Pareek G. Triple D Score Is a Reportable Predictor of Shockwave Lithotripsy Stone-Free Rates. *J Endourol* 2015; 29:226–230.
7. Abe T, Akakura K, Kawaguchi M, et al. Outcomes of shockwave lithotripsy for upper urinary-tract stones: a large-scale study at a single institution. *J Endourol* 2005; 19:768–773.
8. Shinde S, Al Balushi Y, Hossny M, et al. Factors Affecting the Outcome of Extracorporeal Shockwave Lithotripsy in Urinary Stone Treatment. *Oman Med J* 2018; 33:209–217.
9. Choi JW, Song PH, Kim HT. Predictive factors of the outcome of extracorporeal shockwave lithotripsy for ureteral stones. *Korean J Urol* 2012; 53:424–430.
10. Azal Neto W, Reis LO, Pedro RN. Prediction of stone-free rates following extracorporeal shockwave lithotripsy in a contemporary cohort of patients with stone densities exceeding 1000 HU. *Scand J Urol* 2020; 54:344–348.
11. Pareek G, Armenakas NA, Panagopoulos G, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy success based on body mass index and Hounsfield units. *Urology* 2005; 65:33–36.
12. Joseph P, Mandal AK, Singh SK, et al. Computerized tomography attenuation value of renal calculus: can it predict successful fragmentation of the calculus by extracorporeal shock wave lithotripsy? A preliminary study. *J Urol* 2002; 167:1968–1971.
13. Abdelhamid M, Mosharafa AA, Ibrahim H, et al. A Prospective Evaluation of High-Resolution CT Parameters in Predicting Extracorporeal Shockwave Lithotripsy Success for Upper Urinary Tract Calculi. *J Endourol* 2016; 30:1227–1232.
14. Wiesenthal JD, Ghiculete D, John D'A Honey R, Pace KT. Evaluating the importance of mean stone density and skin-to-stone distance in predicting successful shock wave lithotripsy of renal and ureteric calculi. *Urol Res* 2010; 38:307–313.
15. Pareek G, Hedican SP, Lee FT, Nakada SY. Shock wave lithotripsy success determined by skin-to-stone distance on computed tomography. *Urology* 2005; 66:941–944.
16. Perks AE, Schuler TD, Lee J, et al. Stone attenuation and skin-to-stone distance on computed tomography predicts for stone fragmentation by shock wave lithotripsy. *Urology* 2008; 72:765–769.
17. Jacobs BL, Smaldone MC, Smaldone AM, et al. Effect of Skin-to-Stone Distance on Shockwave Lithotripsy Success. *J Endourol* 2008; 22:1623–1628.
18. Geng J-H, Tu H-P, Shih PM-C, et al. Noncontrast computed tomography can predict the outcome of shock-wave lithotripsy via accurate stone measurement and abdominal fat distribution determination. *Kaohsiung J Med Sci* 2015; 31:34–41.