

İzole Kaliks Taşlarının Etiyolojisinde Pelvikalisiyel Hacim Etkili mi?

Is Pelvicaliceal Volume Effective in Etiology of Solitary Caliceal Stones?

Serhat GÜROCAK,^a
Cenk ACAR,^b
İyimser ÜRE,^a
Bora KÜPELİ,^a
Sinan SÖZEN^a

^aÜroloji AD,
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara
^bÜroloji AD,
Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi,
İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 02.08.2013
Kabul Tarihi/Accepted: 26.11.2013

Yazışma Adresi/Correspondence:
Cenk ACAR
Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Üroloji AD, İstanbul,
TÜRKİYE/TURKEY
acarcentk@hotmail.com

ÖZET Amaç: Tek taraflı izole kalisiyel taşları olan hastalarda muhtemel bir anatomik risk faktörü olan pelvikalisiyel hacimin taş oluşumuna etkisini değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Kliniğimizde 1996-2007 yılları arasında tek taraflı izole kaliks taşları nedeni ile çok dalga hitotripsi uyguladığımız hastalardan daha önce geçirilmiş ürolojik taş cerrahi öyküsü olmayan, metabolik hastalığı olmayan, tekrarlayan taş atağı öyküsü olmayan ve hidronefrozu olmayan 171 hasta ve 42 sağlıklı birey kontrol grubu olarak çalışmaya alındı. Tüm hastaların infundibülopelvik açı (İPA), infundibüler uzunluk (İU), infundibüler genişlik (İG) ve pelvikalisiyel hacimleri (PH) intravenöz piyelogramları kullanılarak ölçüldü. **Bulgular:** Kaliks taşı olan hastaların demografik verileri ve pelvikalisiyel anatomik değişkenleri sağlıklı bireylerin böbrekleri ile karşılaştırıldığında sadece alt kaliks taşı olan hastaların İPA'sının sağlıklı bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede dar olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$). Kaliks taşı olan hastaların ($n: 171$) pelvikalisiyel hacimlerinin ($2205 \pm 1243,7 \text{ mm}^3$) sağlıklı bireylerinkine ($1801,4 \pm 1423,8 \text{ mm}^3$) göre daha geniş olduğu saptandı ($p: 0,001$). Üst, orta ve alt kaliks taşları olan hastaların PH'lerinin, sağlıklı bireylerin böbreklerinin PH'lerinden anlamlı olarak daha büyük olduğu gözlendi (sırasıyla $p: 0,019$, $p: 0,01$, $p: 0,029$). **Sonuç:** Pelvikalisiyel anatomik özelliklerden alt kaliks taşları için İPA ve tüm kaliks taşları için PH taş oluşumu riskinde önemli faktörler olarak görülmektedir. Ancak, prospektif ve daha güvenilir ölçüm metotları ile yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Anatomi, çarpraz-kesitli; böbrek taşları; böbrek kaliksleri

ABSTRACT Objective: To evaluate the effect of pelvicaliceal volume as a possible risk factor on stone formation in patients with solitary isolated caliceal stone. **Material and Methods:** In our clinic, among the patients who underwent shockwave lithotripsy (SWL) due to solitary isolated caliceal stone between 1996 and 2007, 171 patients without previous stone surgery, metabolic disease, history of recurrent stone episode and hydronephrosis, and 42 healthy individuals were enrolled to this study. The infundibulopelvic angle (IPA), infundibular length (IL), infundibular width (IW) and pelvicaliceal volume (PV) of each patient were measured by IVP. **Results:** When the demographic data and pelvicaliceal anatomic features of the patients with caliceal stone and healthy individuals were compared, statistically significant difference was only found in that the patients with lower caliceal stones had acute IPA than healthy individuals ($p < 0,05$). It was found that PVs of the patients with caliceal stone ($2205 \pm 1243,7 \text{ mm}^3$) were higher than PVs of healthy controls ($1801,4 \pm 1423,8 \text{ mm}^3$) ($p: 0,001$). PVs of the patients with upper, middle and lower caliceal stones were significantly higher than PVs of healthy individuals ($p: 0,019$, $p: 0,01$, $p: 0,029$, respectively). **Conclusion:** Among the pelvicaliceal anatomic features, IPA for lower caliceal stones and PV for all caliceal stones seem to be important risk factors for stone formation. However, the studies which will be prospective and use more reliable measurement methods are needed.

Key Words: Anatomy, cross-sectional; kidney calculi; kidney calices

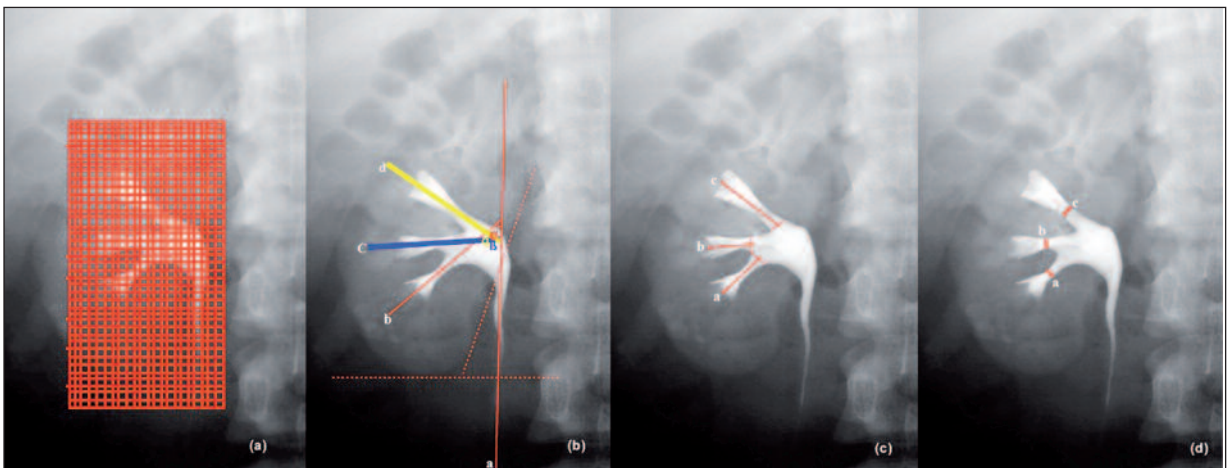
Ürolitiazis toplumda sık görülen bir üriner sistem hastalığıdır. Coğrafi ve sosyoekonomik duruma bağlı olarak prevalansı %2-20 arasında değişmektedir.¹ 2008 yılında yapılan epidemiyolojik bir çalışmada, Türkiye'deki taş hastalığı sıklığı %11,2, insidansı ise %1,7 olarak saptanmıştır.² Özellikle Güney-Doğu Anadolu ve Ege Bölgelerinde daha sık rastlanmaktadır. Dördüncü ve beşinci dekadlar arasında insidansı pik yapar ve kadın-erkek oranı eşittir. Üriner sistem taş hastalığının, tekrarlama olasılığı yüksektir ve özellikle kalsiyum oksalat taşlarında bu oran 10 yılda %50 olarak saptanmıştır.³ Taş oluşumunun muhtemel mekanizmalarını anlamak ve bu hastalığın risk faktörlerini belirlemek, hastaların daha kolay tedavi edilmesini, morbiditenin azaltılmasını ve ürolitiazis nedeni ile oluşan sağlık giderlerinin azaltılmasını sağlayabilir. Buna bağlı olarak, pelvikalisiyel anatomik farklılıkların ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ŞDL) sonrası taş temizlenmesine olan etkileri literatürde birçok kez değerlendirilmiş, ancak taş oluşumuna olan etkileri yeterince aydınlatılmamıştır. Bir hastada her iki böbrek üzerinde etkili olan tüm metabolik risk faktörlerinin aynı olduğu düşünüldüğünde, tek taraflı taşı olan hastalarda taş oluşumunun neden sadece bir böbrekte gerçekleştiğinin açıklaması, kalisiyel anatomik yapılarıdaki ve pelvikalisiyel hacim (PH)'deki muhtemel farklılıklar olarak yapılabilir.

Bu çalışmanın amacı, tek taraflı izole kalisiyel taşları olan hastalarda muhtemel bir anatomik risk faktörü olan PH'nin taş oluşumuna etkisini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Kliniğimizde 1996-2007 yılları arasında tek taraflı izole kaliks taşları nedeni ile ŞDL uyguladığımız hastalardan, daha önce ürolojik taş cerrahisi öyküsü bulunanlar, metabolik hastalığı, tekrarlayan taş öyküsü ve hidronefrozu olanlar çalışma dışı bırakıldıktan sonra, 42 (%25)'si üst, 33 (%19)'ü orta ve 96 (%56)'sı alt kalikte olmak üzere toplam 171'i çalışmaya dâhil edildi. Ayrıca, üriner sistem şikâyetleri nedeni ile polikliniğimize başvuran, ancak yapılan intravenöz piyelogram (İVP) tetkikinde herhangi bir patolojiye rastlanmayan 42 sağlıklı birey kontrol grubu olarak çalışmaya alındı.

Taşlı böbreklerin ve sağlıklı bireylerin İVP'lerinden alt kaliks infundibülopelvik açısı (İPA), infundibüler uzunluk (İU) ve infundibüler genişlik (İG), Elbahnasy ve ark. tarafından tanımlanan ölçüm metodu kullanılarak ölçüldü.⁴ Bu metodun diğer kalikslere uyarlanması ile orta ve üst kaliks İPA, İU ve İG hesaplandı (Şekil 1).⁵ Bu ölçüm metoduna göre İPA, her kaliksin orta noktasından geçen çizgi ile ureteropelvik aks arasında kalan açı olarak ölçüldü. İU, her kaliksin en uç noktası ile



ŞEKİL 1: Pelvikalisiyel anatomik verilerin intravenöz piyelogram üzerinden ölçümünün şematik gösterimi. (a) 1 mm² kareli kâğıt kullanılarak pelvikalisiyel hacim ölçümü, (b) Alt, orta ve üst kaliks gruplarının infundibülopelvik açıları (IPA), (c) Alt, orta ve üst kaliks gruplarının infundibüler uzunlukları (IL), (d) Alt, orta ve üst kaliks gruplarının infundibüler genişlikleri (IW).

(Renkli hali için Bkz. <http://www.turkiyeklinikleri.com/journal/uroloji-dergisi/1309-632X/>)

pelvi-infundibüler bileşke arasındaki mesafe olarak kabul edildi. İG ise infundibüler aks üzerindeki en kısa genişlik olarak ölçüldü.

PH daha önce Danuser ve ark. tarafından tanımlanan formül kullanılarak ölçüldü: **PH=0,6 (yüzey alanı)^{1,27,6}** Orijinal çalışmada böbrek pelvisi ve kalikslerin alanı İVP üzerinde sonik-dijital bir kalemle ölçülse de, çalışmamızda bu işlem 1 mm²lik karelerden oluşan saydam kâğıt kullanılarak, pelvikalisiyel sistemin sınırlarının ölçülmesiyle yapıldı. Bu ölçümden elde edilen yüzey alanı, yukarıda bahsedilen formül ile hesaplanarak PH değerleri elde edildi. Bu pelvikalisiyel anatomik parametreler çalışmaya katılan üç araştırmacı tarafından ayrı ayrı ölçüldü ve çalışma verileri bu üç araştırmacının ölçümlerinin ortalaması olarak hesaplandı.

İstatistiksel analizler SPSS versiyon 17,0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı. İntrarenal anatomik değişkenlerin istatistiksel değerlendirmesi için Student t-testi ve her üç kaliks taşı grubunun demografik ve pelvikalisiyel özellikleri arasındaki değerlendirmeler için Kruskal-Wallis testi uygulandı. Anlamlılık düzeyi p<0,05 olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmada 42 (%25) üst, 33 (%19) orta ve 96 (%56) alt kaliks grubu taşı olan toplam 171 hasta ve 42 sağlıklı bireyin normal böbrekleri (n=84) değerlendirildi. Sağlıklı bireylerin ortalama yaşı 43,2±12,1 yıl idi. Sağlıklı bireylerin 23 (%54,7)'ü erkek, 19

(%45,3)'u kadındı. Üst, orta ve alt kaliks taşı olan hastaların yaş, cinsiyet, taş boyutu ve ŞDL özellikleri Tablo 1'de gösterilmektedir. Kaliks taşı olan hastaların bu demografik özellikleri birbiri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p>0,05). Ayrıca, tüm kaliks taşı olan hastaların demografik verileri ve pelvikalisiyel anatomik değişkenleri (IPA, IU, IG) ayrı ayrı sağlıklı bireylerin böbrekleri ile karşılaştırıldığında sadece alt kaliks taşı olan hastaların IPA'sının sağlıklı bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede dar olduğu gözlemlendi (p<0,05).

Kaliks taşı olan hastaların ve sağlıklı bireylerin PH'leri Tablo 2'de görülmektedir. Üst, orta ve alt kaliks taşları olan hastaların PH'lerinin, sağlıklı bireylerin böbreklerinin PH'lerinden anlamlı olarak daha geniş olduğu gözlemlendi ve bu farklar istatistiksel açıdan anlamlı olarak saptandı (p: 0,019, p: 0,01, p: 0,029). Yine tüm kaliks taşı olan hastaların (n: 171) PH'lerinin (2205±1243,7 mm³) sağlıklı bireylerinkine (1801,4±1423,8 mm³) göre daha geniş olduğu saptandı ve bu fark istatistiksel açıdan anlamlı olarak bulundu (p:0,001).

TARTIŞMA

Üriner sistem taş hastalığı antik çağlardan beri insanlığı etkilemektedir. Epidemiyolojik veriler, bu hastalığın insidans ve prevalansının arttığını göstermektedir.² Bunun sonucunda taş hastalığına yönelik medikal ve cerrahi girişimler de artmaktadır. Bu nedenle nüks taş oluşumunun engellenmesi ve etkileyen faktörlerin önceden belirlenmesi oldukça

TABLO 1: Kaliks taşı olan hastaların demografik veri ve ŞDL özelliklerinin karşılaştırılması.

Demografik veriler		Taş lokalizasyonu			p değeri
		Alt kaliks (n=96)	Orta kaliks (n=33)	Üst kaliks (n=42)	
Yaş (ort.±S.S)		43±10,5	41,4±11,2	40,8±10,3	>0,05
Cinsiyet	Erkek	53	16	22	>0,05
	Kadın	43	17	20	>0,05
Taş boyutu (mm ²) (ort.±S.S)		98,9±80,9	109,6±115,1	153,47±92,5	>0,05
ŞDL özellikleri (ort.±S.S)	Seans	1,5±0,68	1,7±0,91	1,6±0,73	>0,05
	Enerji	18,2±1,06	18,6±0,69	18,7±0,82	>0,05
	Şok dalga sayısı	2831±517,6	3127,4±598,6	3046,4±543,4	>0,05

ŞD: Şok dalga litotripsi.

TABLO 2: Taş lokalizasyonuna göre, taşlı böbrekler ve sağlıklı bireylerin normal böbrekleri arasında pelvikalisiyel hacim farklılıkları.

Taş lokalizasyonu	Taşlı böbrekler (n:171)	Sağlıklı bireylerin normal böbrekleri (n:84)	P
Üst kaliks	2455,2±1380,2	1801,4±1423,8	0,019
Orta kaliks	2270,5±1097,7	1801,4±1423,8	0,01
Alt kaliks	2073±1221	1801,4±1423,8	0,029
Genel	2205±1243,7	1801,4±1423,8	0,001

önem kazanmıştır. Hiperkalsiüri ve hipositratüri gibi metabolik nedenlerin kalsiyum oksalat taş oluşumunu etkileyen faktörler olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir.⁷ Ayrıca, ureteropelvik darlık ve at nalı böbrek gibi anatomik nedenler de taş oluşumunda önemli rol oynamaktadır.⁸ Ancak, son yıllarda belirgin metabolik ve anatomik anormallikleri bulunmayan hastalarda taş oluşumunun muhtemel nedeni olarak pelvikalisiyel anatomik özelliklerin etkisi sorgulanmaktadır.

Taş oluşumunu etkileyen anatomik faktörlerin araştırılmasına yönelik bilinen ilk çalışma, 1940 yılında Randall tarafından yapılan kendi ismi ile adlandırılan renal papiller plakların taş oluşumunda etkisi olabileceğini gösterdiği çalışmadır.⁹ Bin kadavra böbreğinin kullanıldığı büyük kabul gören bu çalışmada, böbrek papillasının intertisyumunda meydana gelen kalsiyum fosfat birikimlerinin (plak) kalsiyum oksalat taşı oluşumu için önemli bir alan oluşturduğu savunulmaktadır. Ancak bu verilerin in vivo çalışmalarla desteklenmemiştir. 1990'lı yılların başlarında Sampaio ve ark.nın çalışmasında böbreğin pelvikalisiyel yapısının üç boyutlu olarak değerlendirilmesi ile kalisiyel özelliklerin ŞDL başarısı üzerine etkileri değerlendirilmiştir.¹⁰ Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda, bu anatomik özelliklerin taş oluşumu üzerine etkileri araştırılmıştır. Nabi ve ark., alt kaliks taşı olan 100 hastada alt kaliks İPA ve İU'nun taş oluşumuna etkisini değerlendirmiş ve alt kaliks İPA'nın taşlı böbreklerde istatistiksel olarak anlamlı derecede daha dar olduğunu saptamışlardır.¹¹ Gökalp ve ark.nın 119 alt kaliks taşı olan hastanın taşlı böbreklerinin alt kaliks infundübü-

ler çap ve uzunluğunu 40 sağlıklı bireyin böbrekleri ile karşılaştırdıkları çalışmada, her iki anatomik özelliğin de taş oluşumuna etkili faktörler olduğu belirtilmiştir.¹² Schulz ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ise pelvikalisiyel idrar akım paternlerinin taş oluşumu üzerine etkisi değerlendirilmiştir.¹³ Böbrek taşı olan hastalarla sağlıklı bireylerin karşılaştırıldığı bu çalışmada, dört farklı idrar akım paterninin gözlemlendiği ve bunlardan patolojik olan iki tanesinin taşlı hastaların %77'sinde bulunduğu gösterilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada taş hastalığı bulunanların İVP'lerinde sağlıklı bireylere göre daha büyük renal pelvis ve kalikslerin bulunduğu saptanmıştır. Bu hastalarda idrarın 20 kat kadar daha uzun süre pelvikalisiyel sistemde durakladığı gösterilmiştir. Bu çalışma, özellikle nidus varlığında hipersatüre idrarın geniş pelvikalisiyel sistemde taş oluşumuna neden olabileceğini öne sürmektedir. Bununla birlikte, Ishikawa ve ark.nın tek taraflı tekrarlayan taş düşürme öyküsü olan 50 hastada yaptıkları çalışmada, taş oluşan böbreklerin normal böbreklere göre daha fazla minör ve majör kalikse sahip olduğu ve taşlı böbreklerin pelvikalisiyel alanlarının istatistiksel olarak anlamlı derecede daha büyük olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada, olumsuz pelvikalisiyel özelliklerin fizyolojik idrar akım biçimini bozarak taş oluşumuna neden olabileceği belirtilmektedir.¹⁴ PH ilk olarak Danuser ve ark. tarafından antegrad endopiyelotomi başarısının değerlendirilmesi için bilgisayar yardımıyla hazırlanmış bir formül ile hesaplanmıştır.⁶ Çalışma grubumuz tarafından izole alt kaliks ve üst kaliks taşlarında pelvikalisiyel özelliklerin değerlendirildiği çalışmalarda, diğer parametrelerin (İPA, İU ve İG) aksine PH'nin taş oluşumunu etkileyen faktörlerden biri olabileceği saptanmıştır.^{5,15} Bu çalışmamızda ise tüm kaliks taşları içerisinde sadece alt kaliks taşı olan hastalar sağlıklı bireylerin böbrekleri ile karşılaştırıldığında, alt kaliks İPA'sının istatistiksel olarak anlamlı derecede dar olduğu görülmektedir. Bunun dışında, kaliks taşı olan hastaların (alt, orta ve üst) PH'lerinin (2205±1243,7 mm³) sağlıklı bireylerin PH'lerine (1801,4±1423,8 mm³) göre daha büyük olduğu gözlemlenmiştir (p<0,001). Bu sonuçlar, artmış PH'nin idrar akımının pelvikalisiyel sistemde durağanlaş-

masıyla kristal birikimine yol açtığı taş oluşumunu kolaylaştırdığı hipotezini desteklemektedir. Bu nedenle, PH'nin son yıllarda yapılan çalışmaların aksine diğer pelvikalisiyel anatomik değişkenlerden daha önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Son yıllarda bilgisayarlı tomografi (BT) üriner sistem taş hastalığının tanı ve takibinde önemli bir yer edinmiştir. Buna bağlı olarak bazı araştırmacılar, BT'nin teknik üstünlüklerinden faydalanarak pelvikalisiyel sistemi ve taş oluşumunu değerlendirdikleri çalışmalar yapmışlardır. Filho ve ark., alt kaliks pelvikalisiyel anatomisini değerlendirmek için kullanılan İVP ile 3 boyutlu helikal BT'yi karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada 3 boyutlu helikal BT'nin taşın yerini, tümörleri ve damarları daha iyi belirlediği, ancak alt kaliks anatomik ölçümlerinde her iki görüntüleme yöntemi arasında fark olmadığı saptanmıştır.¹⁶ Baran ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ise 82 böbrek taşı olan hasta ile 81 sağlıklı bireyin renal papilla ve korteks Hounsfield Ünite değerleri karşılaştırıldığında, böbrek taşı olan hastaların tüm kaliks ölçümlerinin kontrol grubuna göre yüksek olduğu saptanmıştır. Bu ölçüm yönteminin taş oluşumunun önceden belirlenmesi için kullanılabileceği belirtilmiştir.¹⁷

Taş oluşumunun pelvikalisiyel anatomik özellikler ile açıklanmaya çalışıldığı araştırmaları sınırlandıran önemli faktörlerden biri, ölçüm metotlarının güvenilirliğinin ve geçerliliğinin düşük olmasıdır.

Ancak, Elbahnasy ve ark.nın yaptığı çalışmada, tanımlanan ölçüm metodunun alt kaliks ŞDL başarısının önceden belirlenmesinde daha güvenilir olduğu belirtilmektedir.¹⁸ Araştırmamızda, ölçümler arası güvenilirliği sağlamak amacıyla çalışmada yer alan üç araştırmacı tarafından ölçülen değerlerin ortalaması alınmıştır. Hasta sayısının gruplar arası farkı değerlendirmek için yeterli olmaması ve çalışmamızın retrospektif yapısı çalışmamızı sınırlandıran faktörlerdir. Ayrıca, hastaların fizyolojik ve anormal idrar akım paternlerinin belirlenmesi için idrar akımının dinamik ölçümlerle (MAG-3 renal sintigrafi gibi) değerlendirilmesinin çalışmamızın bilimsel değerini arttırabilecek faktörlerden biri olduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, yapılan çalışmalar göstermiştir ki, izole kaliks taşlarında taş oluşumunu etkileyen başta metabolik anormallikler olmak üzere diğer pelvikalisiyel ve anatomik özelliklerin de katkıda bulunduğu birçok faktör bulunmaktadır. Ancak, pelvikalisiyel özelliklerden alt kaliks taşları için İPA'nın, tüm kaliks taşları için ise PH'nin taş oluşumunda diğer değişkenlere göre daha önemli olduğunu düşünmekteyiz. Buna rağmen, ölçüm metotlarının farklılığı ve yapılan çalışmaların retrospektif olması nedeni ile kesin bir yargıya varmak mümkün değildir. Bu nedenle, prospektif ve daha güvenilir ölçüm metotları ile yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Tiselius HG. Epidemiology and medical management of stone disease. *BJU Int* 2003;91 (8):758-67.
2. Muslumanoglu AY, Binbay M, Yuruk E, Akman T, Tepeler A, Esen T, et al. Updated epidemiologic study of urolithiasis in Turkey. I: Changing characteristics of urolithiasis. *Urol Res* 2011;39(4):309-14.
3. Uribarri J, Man S, Carroll J. The first kidney stone. *Ann Intern Med* 1989;111(12):1006-9.
4. Elbahnasy AM, Shalhav AL, Hoening DM, Elashry OM, Smith DS, McDougall EM, et al. Lower caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy or ureteroscopy: the impact of lower pole radiographic anatomy. *J Urol* 1998;159(3):676-82.
5. Acar C, Kùpeli B, Gürocağ S, Alkibay T, Güneri C, Ozkan S, et al. Is pelvicaliceal anatomy a risk factor for stone formation in patients with solitary upper caliceal stone? *Urology* 2006;67 (6):1159-63.
6. Danuser H, Hochreiter W, Böhlen D, Ackermann DK, Studer UE. Impact of pyelocaliceal volume and renal function on the success rate of antegrade endopyelotomy. *J Urol* 1998; 159:56A.
7. Fernandino MN, Pietrow P, Preminger G. Evaluation and medical management of urinary lithiasis. *Campbell-Walsh Urology*. In: Walsh P, ed. 10th ed. Saunders: 2012. p.1287-323.
8. Matlaga B, Lingeman J. Surgical management of upper urinary tract calculi. *Campbell-Walsh Urology*. In: Walsh P, ed. 10th ed. Saunders: 2012. p. 1357-410.
9. Khan SR, Rodriguez DE, Gower LB, Monga M. Association of Randall plaque with collagen fibers and membrane vesicles. *J Urol* 2012;187(3):1094-100.
10. Sampaio FJ, Aragao AH. Inferior pole collecting system anatomy: its probable role in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1992;147(2):322-4.
11. Nabi G, Gupta NP, Mandal S, Hemal AK, Dogra PN, Ansari MS. Is infundibuloureteropelvic angle (IUPA) a significant risk factor in formation of inferior calyceal calculi? *Eur Urol* 2002;42(6):590-3.

12. Gökalp A, Tahmaz L, Peşkiroglu L, Özgök Y, Sağlam M, Kibar Y, et al. Effect of lower infundibulopelvic angle, lower infundibulum diameter and inferior calyceal length on stone formation. *Urol Int* 1999;63(2):107-9.
13. Schulz E, Hengst E, Brundig P, Haerting R, Pirlich W, Günther H. Disturbed urinary transport in the pelvi-calyceal system in calcium-oxalate stone patients. *Urol Res* 1987;15(2):109-13.
14. Ishikawa Y, Kohri K, Iguchi M, Umekawa T, Katayama Y, Kodama M, et al. Influence of morphologic factors on calcium-containing stone formation. *Urol Int* 1992;48(2):206-9.
15. Kupeli B, Tunc L, Acar C, Gurocak S, Alkibay T, Guneri C, et al. The impact of pelvicaliceal anatomical variation between the stone-bearing and normal contralateral kidney on stone formation in adult patients with lower caliceal stones. *Int Braz J Urol* 2006;32:287-94.
16. Rachid Filho D, Favorito LA, Costa WS, Sampaio FJ. Kidney lower pole pelvicaliceal anatomy: comparative analysis between intravenous urogram and three-dimensional helical computed tomography. *J Endourol* 2009;23(12):2035-40.
17. Baran I, Voyvoda N, Tokgöz Ö, Tokgöz H. Can Hounsfield unit values of the cortex and papillae determined by computed tomography demonstrate the possibility of kidney stone formation? *Eur J Radiol* 2012;81(7):1446-9.
18. Knoll T, Musial A, Trojan L, Ptashnyk T, Michel MS, Alken P, et al. Measurement of renal anatomy for prediction of lower-pole caliceal stone clearance: reproducibility of different parameters. *J Endourol* 2003;17(7):447-51.