



# Böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalarda endoskopik üreter taşı cerrahisinin glomerüler filtrasyon hızı üzerine etkisi

© Mehmet Caniklioğlu<sup>1</sup>, © Volkan Selmi<sup>1</sup>, © Sercan Sarı<sup>1</sup>, © Ünal Öztekin<sup>2</sup>, © Muharrem Özkaya<sup>3</sup>,  
© Levent Işıkkay<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Üroloji Anabilim Dalı, Yozgat, Türkiye.

<sup>2</sup> Sistem Hastanesi, Üroloji Kliniği, Kayseri, Türkiye.

<sup>3</sup> Sinop Atatürk Devlet Hastanesi, Sinop, Türkiye.

## Öz

**Böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalarda endoskopik üreter taşı cerrahisinin glomerüler filtrasyon hızı üzerine etkisi**

**Amaç:** Ameliyat öncesi tahmini glomerüler filtrasyon oranları (eGFR) düzeyi 60 ml/dk'nın altında olan bir hasta grubunda üst üreter taşlarında üreterorenoskopi (URS) ya da fleksible üreterorenoskopi (fURS) öncesi ve sonrası eGFR değişimini ve buna etki eden faktörleri değerlendirmeyi amaçladık.

**Yöntem:** Üst üreter taşı nedeniyle ameliyat planlanan ve kısa MDRD formülü ile hesaplanan ameliyat öncesi eGFR 60 ml/dk'nın altında olan 32 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası eGFR değişimlerine etki eden faktörler çoklu lineer regresyon analizi ile karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Düşük renal rezervli hastalar da tedavi sonrasında renal fonksiyonlar açısından iyi düzeyde bir iyileşme gösterdiler. Yaş, beden kitle indeksi (BKI) ve preoperatif eGFR anlamlı düzeyde postoperatif eGFR'yi etkiliyordu ( $p < 0.05$ ). Postoperatif eGFR'nin preoperatif eGFR ile doğru, diğer iki parametre ile ise ters orantılı olduğu görüldü.

**Sonuç:** Bu çalışma ile literatürde ilk defa renal rezerv düşük hasta popülasyonunda genç yaş, yüksek preoperatif eGFR değerleri ve düşük BKI'nin postoperatif eGFR yükselmesi açısından iyi prognoz parametreleri olduğu gösterildi.

**Anahtar Kelimeler:** Üriner Trakt Taşları, Üreterorenoskopi, Retrograd İntrarenal Cerrahi, Glomerüler Filtrasyon Hızı, Kronik Böbrek Yetmezliği

## Abstract

**Effect of endoscopic ureteral stone surgery on glomerular filtration rate in patients with renal impairment**

**Objective:** We aimed to evaluate the estimated glomerular filtration rates (eGFR) change in upper ureteral stones before and after ureterorenoscopy (URS) or flexible ureterorenoscopy (fURS) in a patient group with preoperative eGFR level below 60 ml / min and the factors affecting it.

**Method:** Thirty-two patients who were scheduled for surgery due to upper ureteral stones and whose preoperative eGFR that calculated with the short MDRD formula, below 60 mL / min were included in the study. Factors that affect preoperative and postoperative eGFR changes of the patients were investigated by multiple linear regression analysis.

**Results:** Patients with low renal reserve also showed a good improvement in renal function after treatment. Age, body mass index (BMI) and preoperative eGFR significantly affected postoperative eGFR ( $p < 0.05$ ). It was observed that postoperative eGFR was directly proportional to preoperative eGFR and inversely proportional to the other two parameters.

**Conclusion:** With this study, it was shown for the first time in the literature that young age, high preoperative eGFR values and low BMI are good prognosis parameters in terms of postoperative eGFR increase in the patient population with low renal reserve.

**Keywords:** Urinary Tract Stones, Ureterorenoscopy, Retrograde Intrarenal Surgery, Glomerular Filtration Rate, Chronic Renal Failure

**Nasıl Atıf Yapmalı:** Caniklioğlu M, Selmi V, Sarı S, Öztekin Ü, Özkaya M, Işıkkay L. Böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalarda endoskopik üreter taşı cerrahisinin glomerüler filtrasyon hızı üzerine etkisi. MKÜ Tıp Dergisi. 2022;13(46):107-112. <https://doi.org/10.17944/mkutfd.930695>

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Mehmet Caniklioğlu, Yozgat Bozok Üniversitesi, Üroloji Anabilim Dalı, Yozgat, Türkiye.

**Email:** dr.mehmetcaniklioglu@gmail.com

**ORCID ID:** 0000-0003-2216-5677

**Geliş/Received:** 1 Mayıs 2021

**Kabul/Accepted:** 17 Ocak 2022

## GİRİŞ

Üriner taş hastalığı (UTH), geçmişten bu yana ürolojik gündemi meşgul eden bir klinik antitedir (1). Hastalığın semptomatik olduğunda vermiş olduğu klinik sorunların yanı sıra böbrek gibi oldukça vital bir organı yok edebilecek vahim sonuçlar doğurması da klinik önemini artırmaktadır (2). Bu nedenle UTH tedavisi için önemli çalışmalar yapılarak günümüzde tedavisi çoğunlukla pahalı ve kompleks endoskopik aletler ile yapılı hale gelmiştir (1).

“National Kidney Foundation’s Kidney Disease Outcomes Quality Initiative” 2012 yılında yayınladığı son kılavuzda kronik böbrek yetmezliğini (KBY) 3 aydan uzun süren böbrek hasarının tespit edilmesi ya da tahmini glomerüler filtrasyon hızının (eGFR) 60 ml/dk’nın altında olması şeklinde tanımlamıştır (3). KBY evrelemesi de eGFR üzerinden yapılmakta ve albüminüri değerlerine bağlı olarak progresif bir hastalık olarak kabul edilmektedir (4).

Ürolojik prosedürlerin eGFR üzerine etkisi çok sayıda çalışmada çalışılmış ve böbreğe faydası dokunacak her müdahalenin eGFR’de artış şeklinde faydasının tespit edilebildiği gösterilmiştir (5,7). Ancak hipotetik olarak renal rezervi düşük olgularda söz konusu artışın yeterince ortaya çıkamayabileceğini düşündük. Bu çalışmada ameliyat öncesi eGFR düzeyi 60 ml/dk’nın altında olan bir hasta grubunda üst ureter taşlarında ureterorenoskopi (URS) ya da fleksible ureterorenoskopi (fURS) öncesi ve sonrası eGFR değişimini ve buna etki eden faktörleri değerlendirmeyi amaçladık.

## YÖNTEM

Çalışma için yerel etik kuruldan (protokol no: 2017-KAEK-189\_2018.05.30\_14) izin alındı. Haziran 2018 – Kasım 2020 arasında ameliyat öncesi eGFR değerleri 60 ml/dk’nın altında hesaplanmış olan kliniğimizce endoskopik taş tedavisi görmüş olan 32 hasta çalışmaya dahil edildi ve retrospektif olarak incelendi. Katılımcıların hepsinden uygun etik onam alındı. Püye gelmesi ya da teknik aksaklık gibi sebeplerle taşa müdahalesi tamamlanamadan ameliyatı sonlandırılan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. URS ve fURS yapılan hastalar açısından standardizasyonun sağlanması amacıyla sadece üst ureter taşı olan hastalar çalışmaya dahil edildi.

Cerrahi profilaksi için ameliyattan 30 dakika önce intravenöz birinci kuşak sefalosporin uygulandı. Anestezi yöntemi anesteziyolojinin uygun gördüğü şekilde gerçekleştirildi. Retrograd intrarenal cerrahi (RIRS) prosedüründe cerrah, bir kılavuz tel rehberliğinde güvenli bir dilatasyon için 9.5

F üreteroskopi (Karl Storz®, Tuttlingen, Almanya) üretere erişti. Üreteral erişim kılıfı (UAS) (Elite Flex®, Ankara, Türkiye) tüm olgularda üretere yerleştirildi. RIRS için 7.5 F esnek bir üreteroskop (Flex-X2®, Karl Storz, Tuttlingen, Almanya) kullanıldı. URS prosedüründe cerrah bir kılavuz tel eşliğinde 9.5 F üreteroskop (Karl Storz®, Tuttlingen, Almanya) ile üretere erişti ve taşlar doğrudan bu aletle görüldü. Her iki prosedürde de lazer litotripsi için 200 mm lazer fiber (Ho YAG Lazer; Dornier MedTech®, Münih, Almanya / Dornier Med-Tech GmbH, Medilas H20 ve HSolvo, Wessling, Almanya) kullanıldı. Lazerin enerjisi 0.8 – 1.5 J ile 8-15 Hz arasında kullanıldı. Operasyon sonunda tüm hastalara üreteral stent yerleştirildi. Ameliyat süresi sistoskopinin başlangıcından üreteral stent yerleştirilmesinin sonuna kadar belirlendi. Komplikasyonu olmayan hastalar postoperatif birinci günde taburcu edildi. Üreteral stentler 3. haftanın sonunda çekildi. Ameliyat sonrası ilk günde direkt üriner sistem grafisi (DÜSG) ile ve ameliyat sonrası 1. ayda kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) ile taşsızlık değerlendirildi.

Hastaların demografik verileri, ameliyat öncesi klinik parametreleri, operasyon esnasındaki verileri ve ameliyat sonrasındaki klinik parametreleri kayıt altına alındı. Yaş, cinsiyet, American Society of Anaesthesiologists physical status classification system (ASA) skoru, geçirilmiş cerrahi ve KBY dışı kronik hastalık öyküsü (diabetes mellitus, hipertansiyon, koroner arter hastalığı, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, ateroskleroz, trombotik sorunlar, vb.), antikoagülan kullanımı, kısa MDRD formülü ile hesaplanmış ameliyat öncesindeki ilk gün ve sonrasındaki 1. gün eGFR düzeyleri, taş ait parametreler (sayı, boyut, hacim, taraf, dansite, opasite), bilgisayarlı tomografiye (BT) göre hidronefroz derecesi, cerrahi ve anestezi tekniği, ameliyat parametreleri (operasyon ve taş kırma süresi, irrigasyon sıvısı miktarı, JJ stent kullanımı), taşsızlık verileri ve komplikasyon oranları tanımlayıcı analizlere tabi tutuldu. Bu analizler SPSS v25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) yazılımı ile yapıldı. Dağılım özellikleri skewness ve curtosis değerleri ile değerlendirildi. Normal dağılım göstermeyen öncesi sonrası karşılaştırmaları için Wilcoxon işaretli sıralar testi ve normal dağılım gösterenler verilerde paired-t test kullanıldı. Kategorik veriler arasındaki karşılaştırmalar ki-kare testi kullanılarak yapıldı. Ameliyat sonrası eGFR’yi en çok etkileyen ve öngörü sağlayabilecek faktörler için çoklu lineer regresyon analizi yapıldı. Yapılan ilk analizlerde taşın tarafı, ASA skoru, antikoagülan kullanımı, kronik hastalık varlığı, geçirilmiş operasyon varlığı, taşın sayısı, taşın boyutu, taş dansitesi, taş

hacmi, preoperatif hidronefroz varlığı, operasyon süresi, taş kırma süresi, irrigasyon sıvısının miktarı, operasyon tekniği, anestezi tekniği, taşsızlık, intraoperatif komplikasyon çoklu ilişkiye (multicollineality) sebebiyet verdiği için incelenen parametreler arasından çıkarıldı. Kalan parametreler ile çoklu lineer regresyon tamamlandı. İstatistiksel önem  $p < 0.05$  olarak kabul edildi.

## BULGULAR

Hastalara ait demografik veriler ve klinik parametreler tablo 1'de özetlenmiştir (Tablo 1). Hastaların ameliyat öncesi eGFR düzeyi ortalanca verisi 49.97 ml/dk. (20.12-60.88) idi. Postoperatif eGFR 63.74 ml/dk. (33.07-107.80) düzeylerini bularak anlamlı bir artış göstermekteydi ( $p < 0.001$ ). Hastaların %75'inde hidronefrozun saptanması ve ameliyat sonrasında bu durumun düzelmesi UTH'ye bağlı olarak hastaların eGFR parametrelerinde bir bozulma saptandığı bulgusunu destekleyebilir nitelikte bir veridir. Bunun dışında obstrüksiyonun varlığının eGFR'deki düzelmeye üzerine herhangi bir etkisi bulunmadığı yapılan ki-kare analizinde saptandı ( $p > 0.05$ ).

Çalışma grubuna uygulanan çoklu lineer regresyon analizine yaş, beden kitle indeksi (BKİ), preoperatif eGFR, ameliyat öncesi ve sonra JJ stent kullanımı ve cerrahi teknik parametreleri dahil edildi. Bu parametreler içerisinde yaş, BKİ ve preoperatif eGFR anlamlı düzeyde postoperatif eGFR'yi etkiliyordu ( $p < 0.05$ ; Tablo 2). Postoperatif eGFR'nin preoperatif eGFR ile doğru, diğer iki parametre ile ise ters orantılı olduğu görüldü. Preoperatif eGFR'nin düşük olması durumunda da ameliyat sonrasında elde edilecek eGFR yükselmesi o kadar düşük düzeyde kalıyordu. Standardize olmayan beta değerleri sonucuna göre; yaştaki bir birimlik düşüş postoperatif eGFR'de 0.66'lık bir artış ile, preoperatif eGFR'deki bir birimlik artış postoperatif eGFR'de 0.73'lük bir artış ile ve BKİ'deki bir birimlik düşüş postoperatif eGFR'de 1.36'lık bir artış ile ilişkilidir.

**Tablo 1. Hastaların demografik ve klinik verileri**

Parametre		Ortanca veya n	min-max veya %
Yaş		60	34-85
Cinsiyet	Kadın (30)	10	31.3
	Erkek (35)	22	68.8
BMI		29	22 -45
eGFR	Ameliyat Öncesi	49.97	20.12-60.88
	Ameliyat Sonrası	63.74	33.07-107.80
Taşın tarafı	Sağ	14	43.8
	Sol	13	40.6
	Bilateral	4	12.5
Antikoagülan kullanımı	Var	8	25
	Yok	24	75
Geçirilmiş genitouriner cerrahi	Var	14	43.8
	Yok	18	56.3
Kronik hastalık	Var	8	25
	Yok	24	75
Hidronefroz	Yok	8	25
	Evre 1	9	28.1
	Evre 2	12	37.5
	Evre 3	3	9.4
Taş parametreleri	Sayı	1	1-8
	Boyut (mm)	11.50	5-38
	Yoğunluk (HU)	900	358-1600
	Hacim (cc)	305.76	52-9600
	Opasite	Opak	22
Nonopak		10	31.3
Cerrahi teknik	RIRS	16	50
	URS	16	50
Anestezi tekniği	Genel	20	62.5
	Spinal	11	34.4
	Epidural	1	3.1
Perioperatif parametreler	Operasyon süresi (dk)	60	7-148
	Taş kırma süresi (dk)	33	0-125
	Kullanılan yıkama sıvısı (ml)	1750	150-4500
Taşsızlık sağlandı mı?	Evet	25	78.1
	Hayır	7	21.9
Komplikasyon	Yok	24	75
	İntraoperatif	5	15.6
	Postoperatif	3	9.4

Sayısal değerler ortalanca (min-max) ve kategorik değerler n (%) olarak verilmiştir. VKİ: Vücut kitle indeksi; eGFR: Tahmini glomerüler filtrasyon oranı; HU: Hounsfield ünitesi; RIRS: Retrograd intrarenal cerrahi; URS: Üreterorenoskopi.

**Tablo 2. Çeşitli parametrelerin postoperatif GFR üzerindeki etkilerinin çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları**

Parametreler	$\beta$	p	R	R <sup>2</sup>	F
Yaş	-0.66	0.022			
Preop GFR	0.73	0.026	0.63	0.25	2.77
BKİ	-1.36	0.049			

Postoperatif eGFR yaş, ameliyat öncesi GFR anda BKİ'den etkilenir. GFR: Glomerüler filtrasyon oranı; Preop\_GFR: Ameliyat öncesi eGFR; BKİ: Beden kitle indeksi.

**TARTIŞMA**

UTH'lı olgularda taşın büyüklüğüne de bağlı olarak KBY prevalansının %20'leri bulunduğu bazı çalışmalarda gösterilmiştir (8). Staghorn taşları hariç tutacak olursak böbrek taşlarının genellikle böbrek fonksiyonları açısından benign bir klinik seyir gösterdiğini söylemek yanlış olmaz (9,10). Ancak KBY'li hastalarda bu durumun farklılık arz ettiği ve söz konusu taşların böbrek fonksiyonlarının progresif bozulmasına katkıda bulunduğu da bildirilmiştir (10). Bu çalışmada renal rezervi düşük hastalarda da iyileşme cevabının belirgin olduğunu; ameliyat öncesi Cre değerinin, hasta yaşının ve BKİ'nin bu cevabı belirlemede etkili faktörler olduğunu ortaya koymuş olduk.

Özellikle üreteropelvik bileşke ve üreter taşlarında daha çok gördüğümüz üriner obstrüksiyona sekonder olarak akut renal yetmezlik (ABY) gelişimi, ister sağlıklı bireylerde isterse de KBY zemininde gelişsin, renal fonksiyonlardaki düşüşü daha hızlandırabilmekte ve daha büyük bir tehdit oluşturmaktadır (11). ABY geliştikten sonra insanlarda ilk 7 günde erken, 7-90 gün arasında ise geç iyileşme görülebilmekte, 90 günden sonra ise artık kalıcı hasar geliştiği bildirilmektedir (12). Ancak 7. günden itibaren progresif ilerleyen olgular da bildirilmiştir (13). Bu nedenle böylesi klinik prezentasyonlarda erken tanı oldukça önemlidir ve ilk 1-2 haftalık takipteki kreatinin düzeyleri daha sıkı takip edilmelidir (11).

Obstrüktif üropatilerde obstrüksiyonun çözülmesi ile renal fonksiyonlarda anlamlı artış gözlemlendiği birçok çalışma ile gösterilmiştir. Huang ve ark. tek böbrekli ve çoğunda hidronefroz tespit edilen 41 hastaya minimal invazif perkütan nefrolitotomi (mPNL) yaptılar (5). Çalışmanın sonucunda gerek erken dönemde gerekse de geç dönemde renal fonksiyonların korunduğunu ya da artış gösterdiğini raporladılar. Erken dönemde hastaların split renal fonksiyonların oldukça anlamlı düzeyde iyileşme gösterdiğini bildirdiler. Shi ve ark. perkütan nefrolitotomi (PCNL) sonrası renal fonksiyonlar açısından 53 soliter böbrekli hastayı match-pair yaptıkları 53 bilateral böbrekli hasta ile karşılaştırdılar (7). Her iki grupta

da anlamlı düzeyde fonksiyonel iyileşme saptadılar. Bizim çalışmamızda eGFR de anlamlı bir iyileşme saptadık ancak obstrüksiyonun varlığının literatür ile paralel olarak düşük renal rezervi olan hastalarımızda eGFR'deki düzelme üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını gösterdik. Çoklu regresyon analizinde de ortaya konulduğu gibi, konu renal fonksiyonlar olduğunda preoperatif Cre değerinin daha önemli olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmalarda ameliyat öncesi ve sonrası fonksiyonlar açısından yapılan değerlendirmelerde ameliyat sonrasındaki ilk saatlerde split renal fonksiyonlarda geçici bir bozulma görülmekle birlikte 3-6 aylık bir süreçte split ve total fonksiyonlarda artış saptandığı bildirilmiştir (14-16). Çalışmamızda ele alınan renal rezervi düşük hasta popülasyonunda da durumun değişmediği ve endoskopik üreter taşı tedavisinden sonra görülen klinik faydanın bu hastalarda da belirgin bir şekilde görüldüğü ortaya konulmuş oldu.

Bu çalışmada renal rezervi düşük hastalarda eGFR değişimine etki eden ve iyileşmeyi öngörebilecek faktörler de araştırılmıştır. Aslında literatürde preoperatif renal fonksiyonların UPJ nedeniyle hidronefrotik olan böbreklerde postoperatif renal fonksiyonları etkileyen belki de en önemli faktör olduğu gösterilmiştir (17,18). Multivariate regresyon analizi ile soliter böbrekli hastalarda PCNL'nin ABY gelişimine etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada Shi ve ark. PCNL sonrası akut böbrek yetmezliği öngörüsünde preoperatif Cre değerinin, diyabetik ve soliter böbrekli olmanın en önemli faktörler olduğunu ortaya koydular (7). Ancak literatürde bizim yaptığımız taramaya göre URS/RIRS öncesi ve sonrasında eGFR değişimini değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızın literatürde bu konu ile alakalı yapılmış ilk çalışma olduğunu düşünmekteyiz. Elde ettiğimiz sonuçlara göre genç yaş, ameliyat öncesi eGFR'nin yüksekliği ve düşük BKİ iyi prognostik faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Multicollineality sebebiyle analizden çıkardığımız parametrelerin de belki prediktif değeri olabilir ancak toplam sayısı düşük olan grubumuzda bu ilişkiyi gösteremedik.

**Kısıtlılıklar**

Çalışmamızın limitasyonlarının başında düşük hasta sayısı gelmektedir. Ancak literatür ile kıyaslandığında düşük renal rezervli hastalarda yapılan taş çalışmalarını genellikle hasta sayılarının düşük olduğu görülebilir. Çalışmamızın tek merkezli bir çalışma olması da diğer önemli limitasyondur. Bu çalışmadan hareketle separe fonksiyonları da değerlendiren sintigrafik çalışmaların literatüre olumlu katkılar sağlayacağından şüphemiz yoktur.

**SONUÇ**

Literatürde bir ilk olarak bu çalışmada düşük renal rezervi olan hasta popülasyonunda URS ve RIRS öncesi ve sonrasında renal iyileşmeyi öngörebilecek faktörler araştırıldı. Genç yaş, yüksek preoperatif eGFR değerleri ve düşük BKİ'nin postoperatif eGFR yükselmesi açısından iyi prognoz parametreleri olduğu gösterildi. Daha geniş hasta gruplarında, sintigrafik değerlendirmeleri de içeren prospektif çalışmalar bu konu ile alakalı daha fazla bilgi sunacaktır.

**BİLDİRİMLER****Değerlendirme**

İç ve dış danışmanlarca değerlendirilmiştir.

**Çıkar Çatışması**

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek**

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir malî destek kullanımı bildirmemişlerdir.

**Etik Beyan**

Bu çalışma için Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan/Girişimsel Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 30.05.2018 tarih ve 2017-KAEK-189\_2018.05.30\_14 sayılı yazı ile izin alınmış olup Helsinki Bildirgesi kriterleri göz önünde bulundurulmuştur.

**Yazar Katkıları**

Konsept: V. S., M. C., Dizayn: V. S., M. C. L. I., Veri Toplama veya İşleme: V. S., S. S., Ü. Ö., M. Ö., Analiz veya Yorumlama: M. C., L. I., Literatür Arama: M. C., V. S., Yazan: M. C.

**KAYNAKLAR**

- Knoll T, Alken P. Looking back on 50 years of stone treatment. *Aktuelle Urol.* 2019;50:157–65. <https://doi.org/10.1055/a-0828-9936>
- Zhe M, Hang Z. Nephrolithiasis as a risk factor of chronic kidney disease: a meta-analysis of cohort studies with 4,770,691 participants. *Urolithiasis.* 2017;45:441–8. <https://doi.org/10.1007/s00240-016-0938-x>
- Inker LA, Astor BC, Fox CH, Isakova T, Lash JP, Peralta CA, et al. KDOQI Commentary KDOQI US Commentary on the 2012 KDIGO Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of CKD. *Am J Kidney Dis.* 2014;63:713–35. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2014.01.416>
- Vassalotti JA, Centor R, Turner BJ, Greer RC, Choi M, Sequist TD. Practical Approach to Detection and Management of Chronic Kidney Disease for the Primary Care Clinician. Vol. 129, *American Journal of Medicine.* Elsevier Inc.; 2016 [cited 2021 Apr 18]. p. 153-162.e7. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2015.08.025>
- Huang Z, Fu F, Zhong Z, Zhang L, Xu R, Zhao X. Chinese minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for intrarenal stones in patients with solitary kidney: A single-center experience. *PLoS One.* 2012;7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040577>
- Nishi M, Matsumoto K, Fujita T, Iwamura M. Improvement in Renal Function and Symptoms of Patients Treated with Laparoscopic Pyeloplasty for Ureteropelvic Junction Obstruction with Less Than 20% Split Renal Function. *J Endourol.* 2016;30:1214–8. <https://doi.org/10.1089/end.2016.0553>
- Shi X, Peng Y, Li L, Li X, Wang Q, Zhang W, et al. Renal function changes after percutaneous nephrolithotomy in patients with renal calculi with a solitary kidney compared to bilateral kidneys. *BJU Int.* 2018;122:633–8. <https://doi.org/10.1111/bju.14413>
- Saucier NA, Sinha MK, Liang K V, Krambeck AE, Weaver AL, Bergstralh EJ, et al. Risk Factors for CKD in Persons With Kidney Stones: A Case-Control Study in Olmsted County, Minnesota. *Am J Kidney Dis.* 2010;55:61–8. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.08.008>
- Teichman JM, Long RD, Hulbert JC. Long-term renal fate and prognosis after staghorn calculus management. *J Urol.* 1995;153:1403–7.
- Sairam K, Scoffone CM, Alken P, Turna B, Sodha HS, Rioja J, et al. Percutaneous nephrolithotomy and chronic kidney disease: Results from the CROES PCNL global study. *J Urol.* 2012;188:1195–200. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.06.027>
- Cheung CM, Ponnusamy A, Anderton JG. Management of acute renal failure in the elderly patient: A clinician's guide. Vol. 25, *Drugs and Aging.* 2008. p. 455–76. <https://doi.org/10.2165/00002512-200825060-00002>
- Forni LG, Darmon M, Ostermann M, Oudemans-van Straaten HM, Pettilä V, Prowle JR, et al. Renal recovery after acute kidney injury. *Intensive Care Med.* 2017;43:855–66. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4809-x>
- Chaabane W, Praddaude F, Buleon M, Jaafar A, Vallet M, Rischmann P, et al. Renal functional decline and glomerulotubular injury are arrested but not restored by release of unilateral ureteral obstruction (UUO). *Am J Physiol -Ren Physiol.* 2013;304. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00425.2012>
- Demirtaş A, Caniklioğlu M, Kula M, Sofikerim M, Akınsal EC, Ergül MA, et al. Assessment of the Effects of Access Count in Percutaneous Nephrolithotomy on Renal Functions by Technetium-99m-Dimercaptosuccinic Acid Scintigraphy. *ISRN Urol.* 2013;2013:1–5. <https://doi.org/10.1155/2013/827121>

15. Reeves T, Pietropaolo A, Somani BK. Uteroscopy and Laser Stone Fragmentation Is Safe and Tends to Improve Renal Function in Patients with Chronic Kidney Disease: Prospective Outcomes with a Minimum Follow-Up of 6 Months. *J Endourol.* 2020;34:423–8. <https://doi.org/10.1089/end.2019.0784>
16. Desai MM, Grover R, Aron M, Ganpule A, Joshi SS, Desai MR, et al. Robotic flexible ureteroscopy for renal calculi: Initial clinical experience. *J Urol.* 2011;186:563–8. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.03.128>
17. Castagnetti M, Novara G, Beniamin F, Vezzú B, Rigamonti W, Artibani W. Scintigraphic renal function after unilateral pyeloplasty in children: A systematic review. *BJU Int.* 2008;102:862–8. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2008.07597.x>
18. Tan BJ, Smith AD. Ureteropelvic junction obstruction repair: When, how, what? *Curr Opin Urol.* 2004;14:55–9. <https://doi.org/10.1097/00042307-200403000-00002>