

Erişkin hastalarda mini perkütan nefrolitotomi deneyimlerimiz: Ön çalışma sonuçları*Experiences of mini percutaneous nephrolithotomy in adult patients: Results of pilot study***Mehmet Fatih Akbulut, Onur Küçüktopçu, Emre Kandemir, Erkan Sonmezay, Abdulmuttalip Şimşek, Zafer Gökhan Gürbüz**

Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Üroloji Kliniği, İstanbul

Özet

Amaç: Erişkin hastalarda böbrek taşlarının tedavisinde mini perkütan nefrolitotomi (mPCNL) deneyimimizin sunulması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler: Haziran 2013 ve Ağustos 2014 tarihleri arasında böbrek taşı tanısı olan 125 (87 erkek, 38 kadın) hastaya mPCNL uygulandı. Hastaların yaş ortalamaları, cinsiyet, vücut kitle indeksi, aynı taraf böbrek cerrahi hikâyesi, taş boyut, sayısı ve lokalizasyonu kaydedildi. Hastaların radyolojik değerlendirmesi intravenöz pyelografi (IVP) ve/veya batin tomografisi ile yapıldı.

Bulgular: Ortalama taş boyutu 400±300 mm² saptandı. Hastaların taşları sırası ile %50.4 çoklu kaliks(pelvis + en az 1 kaliks taşı ya da bir çok kalikte taşlar), %27,2 alt kaliks, %14.4 renal pelvis, %4 orta kaliks ve %4 üst kaliks lokalizasyonunda yerleşmişti. Hastaların ortalama ameliyat süresi 113.1±41, ortalama floroskopi süresi ise 6.3±4.1 dakika idi. Ameliyat sonrası ortalama hemoglobin seviyesi düşüşü 1.15±0.86 g/dl olarak saptandı. Hastanede ameliyat sonrası ortalama yatış süresi 70.3±26.9 saat idi. Genel taşsızlık oranı %70.4 saptanırken, bunlardan çoklu kalisiyel sistemde taşı olanlarda taşsızlık %51.8 iken, izole kaliks taşları veya renal pelvis taşlarında taşsızlık %91.2 olarak bulundu. Komplikasyonları modifiye Clavien sınıflaması ile değerlendirdiğimizde, 5 hastada(%4) 2.derece komplikasyon görülürken, postoperatif dönemde nefrostominin alınmasını takiben nefrostomi traktundan idrar akışının devam etmesi nedeni ile DJ katater takılan 26 hastada da(%20.8) 3. derece komplikasyon olarak saptanmıştır.

Sonuç: mPCNL, böbrek taşlarının cerrahi tedavisinde güvenli olması, düşük morbiditeye yol açması ve yüksek oranda taşsızlık oranları ile erişkin hastalarda da tedavide yerini almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Erişkin hastalar, mini perkütan nefrolitotomi, tedavi

Abstract

Objectives: To present our first experiences about treatment of adult kidney stones with mini percutaneous nephrolithotomy (mPCNL)

Material and Methods: Between June 2013 and October 2013, 125 adult patients (87 male and 38 female) underwent mPCNL. Mean age, gender, body mass index, stone size and localization, previous surgery history for the same sides were recorded. Radiologic evaluation was done by intravenous pyelography (IVP) and/or abdominal computed tomography.

Results: Mean stone size was 400±300 mm². Stone localizations were 50.4% multiple calyces (renal pelvis and at least one calyx or multiple calyx), 27.2% lower calyx, 14.4% renal pelvis, 4% middle calyx and 4% upper calyx. Mean operation time was 113.1±41 minutes and mean fluoroscopy time was 6.3±4.1 minutes. Mean hemoglobin drop was 1.15±0.86 g/dl. Mean hospitalization duration was 70.3±26.9 hours. Stone free rate for all localizations, multiple calyceal stones and single calyx or renal pelvis stones were 70.4%, 51.8% and 91.2% respectively. Complications were evaluated by Modified Clavien classification. 5 patients (4%) had grade 2 complication and 26 patients (20.8%) had urinary leakage from nephrostomy side and grade 3 complications because of need for double J catheter insertion.

Conclusion: mPCNL is a safe treatment for treatment of adult kidney stones with lower morbidity and higher success rates.

Key Words: Adult patients, mini percutaneous nephrolithotomy, treatment

Geliş tarihi (Submitted): 27.08.2014

Kabul tarihi (Accepted): 30.01.2015

Yazışma / Correspondence

Mehmet Fatih Akbulut
Seyitnizam Mahallesi Yunus Emre
Caddesi Merkez Park Yel Evleri A2
Blok Daire:3 Zeytinburnu/İstanbul
Tel: +90 505 686 19 36
E-mail: drfakbulut@hotmail.com

Giriş

Son 60 yılda böbrek taşı cerrahisinde olan yenilikler ve gelişmelerle birlikte aletlerin boyutlarının küçülmesi yapılan girişimlerin daha az invaziv hale gelmesine sebep oldu. Perkütan nefrolitotomi(PCNL) ve retrograd intrarenal cerrahi gibi minimal invaziv, vücut dışı şok dalga tedavisi(VŞDT) gibi non-invaziv işlemler taş cerrahisinde açık cerrahinin endikasyon sahasını oldukça daraltmıştır^[1]

Avrupa Üroloji Derneğinin üriner sistem taş hastalığı kılavuzunda, taş boyutu 2 cm'den büyük, kalsiyum okzalat gibi sert yapıda, VŞDT'nin başarısız olduğu ve Haunsfield ünitesinin 1000 ve üzeri olan taşlarda PCNL altın standart tedavi olarak önerilmiştir.^[2] PCNL'nin böbrek taşı tedavisinde çoğu hastada güvenli, efektif ve başarılı olmasına karşın kanama gibi bilinen ciddi ve tehlikeli komplikasyonlarının da meydana gelebilmesi nedeniyle amplatz kılıf ve nefroskop boyutlarında azalmaya gidilmiştir.^[3,4] Yapılan çalışmalarda perkütan trakt boyutunun küçülmesi ile beraber kanama ve morbidite azalmıştır.^[5,6] Çocuk hastalarda kullanılan mini PCNL(mPCNL) erişkin hastalarda da kullanılmaya başlanmıştır. mPCNL için kesin bir tanımlama yapılmamış olsa da, yayınlanan çalışmalarda kullanılan amplatz kılıf boyutları 14Fr ile 20 Fr arasında değişmektedir. Kullanılan aletlerin boyutunun azalması görüntü kalitesini azaltıp, ameliyat süresini uzatmasına rağmen taşsızlık oranları standart PCNL(sPCNL) ile benzer bulunmuştur.^[7]

Çalışmamızda, ülkemizde ilk defa erişkin hastalara uygulanan mPCNL operasyonunun sonuçlarını sunmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntemler

Haziran 2013 ve Ağustos 2014 tarihleri arasında böbrek taşı tanısı alan ve mPCNL operasyonu uygulanan 125 erişkin hasta retrospektif olarak değerlendirildi. Hastaların yaş ortalamaları, cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ), aynı taraf böbrek cerrahi hikâyesi, aynı taraf başarısız VŞDT hikayesi, taş boyutu, sayısı ve lokalizasyonu kaydedildi. Hastalar ameliyat öncesi tam kan sayımı, kan biyokimyası, koagülasyon parametreleri ve idrar kültürü ile değerlendirildi. Bütün hastalar idrar kültürü steril olarak operasyona alındı. Hastaların radyolojik değerlendirmesi intravenöz pyelografi (IVP) ve/veya batin tomografisi ile yapıldı. Taş boyutu ölçümü, Avrupa Üroloji Derneğinin

üriner sistem taş hastalığı kılavuzunda belirtilen taş yüzey alan formülü ile yapıldı. Tüm hastalara ameliyat hakkında bilgi verilerek ameliyat öncesi işleme özel onam formları alındı.^[8]

mPCNL Tekniği

Genel anestezi altında litotomi pozisyonunda 5F üreteral katater skopi eşliğinde yerleştirilip, mesane drenajı için takılan 16F foley sonda ile tespit edildi. Hastaya prone pozisyon verildikten sonra kalisiyel sistem seyreltilmiş kontrast madde ile görüntüledi. C kollu skopi eşliğinde hedeflenen kalikse 18G perkütan giriş iğnesi ile akses yapılmasını takiben 0.035 inch hidrofilik guidewire ile sistem kataterize edildi. Dual lümen katater üzerinden ikinci guidewire yerleştirildi. Amplatz ya da balon dilatatörler ile sistem 18 ya da 20F'e kadar dilate edilip amplatz kılıf yerleştirildi. 17F nefroskopi (Karl Storz, Almanya) girilerek taşlar 550 mikron lazer prob ile fragmente edilip 5F taş forcepsi ya da basket katater ile toplandı. Nefroskopi ulaşılamayan taşlara flexible nefroskopi (Karl Storz, Almanya) ulaşılarak taşlar lazer ile fragmente edilip basket katater ile alındı. Vakanın sonunda taşsızlık skopi ve nefroskopi kombinasyonu ile kontrol edildi. Guidewire üzerinden 14F re-entry nefrostomi, skopi eşliğinde takılarak operasyon sonlandırıldı. Tüpsüz işlem uygulanacaklarda 4.8 Fr DJ katater takılarak, tamamen tüpsüz yapılacaklarda üreter katateri hasta üzerinde bırakılarak operasyon sonlandırıldı.

Hastalar taşsızlık açısından peroperatif skopi ve nefroskopi kombinasyonu ile postoperatif dönemde ise direkt üriner sistem grafisi çekilerek değerlendirildi. Tam taşsızlık sağlanan hastalarda operasyon sonrası 1. gün sonda katater alınıp, nefrostomiden gelen idrar renginin açılması ile birlikte 1. veya 2. gün nefrostomisi alınarak eksterne edildi. Tüpsüz mPCNL uygulananlarda 1. Gün sondası alınarak, tamamen tüpsüz mPCNL yapılanlarda ise sonda ve üreter katateri alınarak eksterne edildi. DJ katater takılan hastaların 3 hafta sonra kataterleri alındı. Hastalarda operasyon sonrası kalan 3mm'den küçük taşlar (klinik anlamsız rezidüel fragmanlar), taşsızlık açısından tam başarı olarak değerlendirildi.^[9]

Hastalar, peroperatif ve postoperatif parametreler, hemogram değerleri, kan transfüzyon ihtiyacı, kan biyokimyası, operasyon süresi, yatış süresi ve operasyon başarısı açısından değerlendirildi.

Tablo 1: Hastaların demografik bilgileri ve taş lokalizasyonu

	mPCNL
Hasta sayısı	125
Cinsiyet (Erkek/Kadın)	87/38
Aynı taraf böbrek cerrahi hikâyesi (Yok /var)	71/54
Aynı taraf başarısız ESWL hikâyesi (Yok /var)	84/31
Yaş ortalaması ± SD (yıl)	43,7±13,5(18-76)
Vücut kitle indeksi ortalaması	27,7±5,1 (17,7-43)
Ortalama taş yüzey alanı (mm ²)	400±300 (43-1800)
Taraf (Sağ-sol)	68-57
Taş lokalizasyonu	
Üst kaliks	5 (%4)
Orta kaliks	5 (%4)
Alt kaliks	34 (%27.2)
Renal pelvis	18 (%14.4)
Çoklu kaliks	63 (%50.4)

Tablo 2: mPCNL yapılan hastaların peroperatif ve postoperatif sonuçlarının karşılaştırılması

	mPCNL	p değeri
Ortalama operasyon süresi ± SD (dk)	113.1±41 (50-250)	
Ortalama floroskopi süresi ± SD (dk)	6,3±4,1 (0.7-20)	
Başarı oranı ± SD (postoperatif 1. gün) (%)	98/125 (%70.4)	
Başarı oranı ± SD (postoperatif 3. ay) (%)	98/125 (%70.4)	p <0.001
Üst kaliks	3/5 (%60)	
Orta kaliks	4/5 (%80)	
Alt kaliks	31/34 (%91.2)	
Renal Pelvis	18/18 (%100)	
Çoklu kaliks	32/63 (%50.8)	
Hastanede yatış süresi (s)	70.3±26.9 (24-192)	
HB düşüşü(g/dl)	1,15±0,86 (0-4,6)	
Transfüzyon oranı (%)	5/125 (%4)	
Komplikasyonlar (Clavien sınıflaması)		
Clavien 1 (minör)	0 (%0)	
Clavien 2 (minör)	5 (%4)	
Clavien 3 (majör)	26 (%20.8)	
Clavien 4 (majör)	0 (%0)	
Clavien 5 (majör)	0 (%0)	

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmede değerler sayı, yüzde ve aralık şeklinde belirtildi. Ortalamalar ise ortalama ± standart sapma şeklinde belirtildi. Sayı ve yüzdelerin karşılaştırılmasında Ki kare testi kullanıldı. Ortalamaların

karşılaştırılması esnasında iki grup arasında homojen dağılım gösteren verilerin karşılaştırılmasında iki bağımsız örneklem T testi, homojen dağılım göstermeyen verilerin karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. İki'den fazla grubun karşılaştırılmasında ise tek yönlü ANOVA testi kullanıldı.

Bulgular

Hastaların ameliyat öncesi yaş ortalamaları, cinsiyet, VKİ, aynı taraf böbrek cerrahi hikâyesi, taş boyutları, sayısı ve lokalizasyonu gibi demografik verileri değerlendirildi. (Tablo 1) Hastaların yaş ortalaması 43,7±13,5, VKİ ortalaması 27,7±5,1 idi. Ortalama taş boyutu 400±300 mm² saptandı. Hastaların taşları sırası ile %50.4 çoklu kaliks(pelvis + en az 1 kaliks taşı ya da birçok kalikte taşlar), %27.2 alt kaliks, %14,4 renal pelvis, %4 orta kaliks ve %4 üst kaliks lokalizasyonunda yerleşimliydi.

Hastaların, 105'inde(%84) alt kaliks girişi, 10'unda(%8) orta kaliks girişi ve 4'ünde (%3.2) üst kaliks girişi yapıldı. 6 hastada da(%4.8) çift kaliks girişi yapıldı. 1 hastada görüntü sağlanamadığından standart PCNL'ye (sPCNL) geçildi. 4 hastaya tüpsüz mPCNL uygulanırken, 2 hastaya da tamamen tüpsüz mPCNL uygulandı. Hastaların ortalama ameliyat ve floroskopi süreleri sırası ile 113.1± 41 ve 6.3±4.1 dakika idi. Ameliyat sonrası ortalama hemoglobin seviyesi düşüşü 1.15±0.86 g/dl olarak saptandı. Hastanede ameliyat sonrası ortalama yatış süresi 70.3±26.9 saat idi.

Hastaların postoperatif 1. günde çekilen direkt üriner sistem grafisinde değerlendirilmesi sonucu 98 (%70.4) hastada taşsızlık saptanmışken, 3. ay takiplerinde de bu oranın değişmediği görülmüştür. Bu hastalardan çoklu kalisiyel sistemde taşı olanlarda taşsızlık %51.8 iken, izole kaliks taşları veya renal pelvis taşlarında taşsızlık %91.2 olarak saptandı. Taşsızlık oranları taş boyutuna göre değerlendirildiğinde, taş yüzey alanı 314 mm² den (taş boyutu 2cm) küçük taşlarda taşsızlık oranı %75,7 iken, 314 mm² den (taş boyutu 2cm) büyük taşlarda ise %65,7 saptanmıştır (p=0,120). mPCNL uyguladığımız hastaların sonuçları VKİ'ne göre değerlendirildiğinde hastaların ortalama taş boyutları, preoperatif taş lokalizasyonları, cerrahi hikayeleri, ortalama skopi süresi, ortalama operasyon süreleri benzerdi. Ancak obez hastalarda (VKİ >30) olan hastaların postoperatif 3. ay görüntülemelerde daha yüksek rezidü taş oranı saptandı (p=0,005).

Transfüzyon ihtiyacı, 5(%4) hastada gerekli oldu. Komplikasyonları modifiye Clavien sınıflaması ile değerlendirildiğimizde, 5 hastada(%4) 2.derece komplikasyon görülürken, postoperatif dönemde nefrostominin alınmasını takiben nefrostomi traktından idrar akışının devam etmesi nedeni ile DJ katater takılan 26 hastada da(%20.8) 3. derece komplikasyon olarak değerlendirildi. Peroperatif ve postoperatif parametreler Tablo 2'de belirtildi.

Tartışma

Böbrek taşı cerrahisinde PCNL, yüksek taşsızlık oranları, kısa sürede tedavinin sonuçlandırılması ve ateşli üriner sistem enfeksiyon riskini azaltması nedeniyle VŞDT'ne üstün olduğunu kanıtlamıştır. PCNL'den çekinilmesine neden olan sebepler ise uzun yatış süresi ve ameliyat komplikasyonlarıdır. Komplikasyonlardan en riskli olan kanamadır ve bu hastalarda transfüzyon ihtiyacı, anjiyoembolizasyon ve nefrektomi gerekebilmektedir.^[10,11] Bu nedenle geleneksel olarak 30 FR amplatz kılıf kullanılarak uygulanan sPCNL'ye göre amplatz kılıfın çapı ≤ 20 FR olarak uygulanan mPCNL'de böbreğe hasarın daha az olacağı düşünülerek bu teknik Jackman ve arkadaşları tarafından tanımlanarak erişkin hastalarda uygulanmaya başlandı.^[12]

Hemoglobin düşüşü ve transfüzyon ihtiyacı açısından mPCNL ve sPCNL karşılaştırıldığında, mPCNL'de hemoglobin düşüşü ve transfüzyon ihtiyacının daha az olduğu görülmektedir. Bilen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 20-26 FR amplatz kılıf kullanılarak PCNL yapılan hastalarda transfüzyon oranı yüksek iken(%13), 14FR amplatz kılıf kullanılan hasta grubunda transfüzyon ihtiyacı saptanmamıştır.^[13] Mishra ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hemoglobin düşüşünün, mPCNL grubunda sPCNL grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olarak daha az olduğu izlenmiştir.^[10] Bizim çalışmamızda da mPCNL yapılan hastalarda Hb düşüşü $1,15 \pm 0,86$ g/dl iken, transfüzyon ihtiyacının ise 5 hastada(%4) olduğu saptandı.

Geleneksel olarak sPCNL, böbrek taşı tedavisinde kısa sürede taşsızlık hedefine ulaşması ve yüksek taşsızlık oranları nedeniyle VŞDT'nin yerini almaktadır. Komplikasyonların azaltılması için kullanılmaya başlanan mPCNL'de taşsızlık oranları sPCNL'yi yakalamaktadır.(%60-90)^[12-15] Jackman ve arkadaşlarının yaptığı

ilk mPCNL serisinde taşsızlık oranları %89 olarak saptanmıştır.^[12] Zeng ve arkadaşlarının yaptığı en geniş mPCNL serisinde(12482 hasta) %78,6 hastada taşsızlık sağlanmıştır.^[16] Yakın zamanda Desai ve arkadaşlarının geliştirdiği Ultra mPCNL(11-13 FR metal kılıf) ile < 2 cm taşlara yapılan vaka serisinde, operasyon sonrası 1. ayın sonunda %97.2 taşsızlık oranı yakalanmıştır. Desai ve arkadaşlarının ulaştığı %97.2 gibi çok yüksek başarı oranının arka planında, taşların tek kaliks ve/veya renal pelvis taşı olması ve taş boyutunun < 2 cm olması yatmaktadır. Bizim serimizde ise mPCNL grubunda genel taşsızlık oranı %70,4; < 2 cm taşlarda %75,7 olarak saptanmıştır. Özellikle < 2 cm taşlarda taşsızlık oranlarının mPCNL'de sPCNL ile aynı olması, perkütan böbrek cerrahisi yapılacak olan bu grupta, morbiditesi daha az olan mPCNL'nin tercih edilmesi gerekliliğini göstermektedir.

Çalışmamızda peroperatif komplikasyonları değerlendirmek için modifiye Clavien sınıflaması kullanıldı. Tefekli ve arkadaşları tarafından PCNL için modifiye Clavien sınıflamasının uyarlandığı çalışmada sPCNL yapılan hastalarda komplikasyon oranları %29.2 idi. Çalışmada derece I, II, III, IV ve V komplikasyonlar sırası ile %4, %16.3, %9.4, %1.4 ve %0.1 idi.^[4] Seitz ve arkadaşlarının sPCNL yapılan hastalarda aynı sınıflama ile yaptığı değerlendirmede ise %88.1 derece I,%7 derece II,%5.4 derece III, %0.6 derece IV ve %0.04 derece V komplikasyonlar saptanmıştır.^[17] Zeng ve arkadaşlarının yaptığı mPCNL serisinde komplikasyon oranı %25.5 olarak bulunmuştur. Özellikle III, IV ve V. derece komplikasyonlar(major komplikasyonlar) bu çalışmada çok nadir olarak görülmüştür.^[18] Çalışmamızda, III. derece komplikasyon oranının %20.8 olması literatür sonuçlarına göre yüksek olmakla beraber, bu oranın tecrübenin artması ile beraber düşeceği düşünüldü. Genel komplikasyon oranı ise literatürle uyumlu bir şekilde %24.8 olarak bulundu.

Hasta sayısının az olması retrospektif olan çalışmamızın kısıtlı yönleridir. Ayrıca taş analizlerinin olmaması, başarı kriterlerinin değerlendirmesinde bir eksiklik olarak çalışmamızın diğer kısıtlı yönüdür.

Sonuç olarak, mPCNL böbrek taşlarının cerrahi tedavisinde güvenli olması, düşük morbiditeye yol açması ve yüksek oranda taşsızlık oranları ile özellikle < 2 cm küçük taşlarda sPCNL'ye alternatif bir tedavi modalitesi olarak erişkin hastalarda da yerini almaktadır.

Kaynaklar

1. Childs MA, Rangel LJ, Lingeman JE and Krambeck AE. Factors influencing urologist treatment preference in surgical management of stone disease. *Urology* 2012; 79: 996-1003.
2. Türk C, Knoll T, Petrik A, et al. Guidelines on Urolithiasis, European Urology Association, 2015, pp 1-98.
3. Michel MS, Trojan L and Rassweiler JJ. Complications in percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol* 2007;51: 899-906; discussion 906.
4. Tefekli A, Ali Karadag M, Tepeler K, et al. Classification of percutaneous nephrolithotomy complications using the modified clavien grading system: looking for a standard. *Eur Urol* 2008;53: 184-90.
5. Bader MJ, Gratzke C, Seitz M, Sharma R, Stief CG, Desai M. The "all-seeing needle": initial results of an optical puncture system confirming access in percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol* 2011; 59: 1054-9.
6. Desai MR, Sharma R, Mishra S, Sabnis RB, Stief C, Bader M. Single-step percutaneous nephrolithotomy (microperc): the initial clinical report. *J Urol* 2011; 186: 140-5.
7. Cheng F, Yu W, Zhang X, Yang S, Xia Y, Ruan Y. Minimally invasive tract in percutaneous nephrolithotomy for renal stones. *J Endourol* 2010; 24: 1579-82.
8. Türk C, Knoll T, Petrik A, et al. Guideline on Urolithiasis, 2010 : 1 – 106.
9. Pareek G, Armenakas NA and Fracchia JA. Hounsfield units on computerized tomography predict stone-free rates after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 2003;169: 1679-81.
10. Mishra S, Sharma R, Garg C, Kurien A, Sabnis, R Desai M. Prospective comparative study of miniperc and standard PNL for treatment of 1 to 2 cm size renal stone. *BJU Int* 2011; 108: 899-900.
11. Webb DR, Payne SR, Wickham JE. Extracorporeal shock-wave lithotripsy and percutaneous renal surgery. Comparisons, combinations and conclusions. *Br J Urol* 1986;58: 1-5.
12. Jackman SV, Docimo SG, Cadeddu JA, Bishoff JT, Kavoussi LR, Jarrett TW. The "mini-perc" technique: a less invasive alternative to percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol* 1998;16: 371-4.
13. Bilen CY, Kocak B, Kitirci G, Ozkaya O, Sarikaya S. Percutaneous nephrolithotomy in children: lessons learned in 5 years at a single institution. *J Urol* 2007;177: 1867-71.
14. Jackman SV, Hedican SP, Peters CA, Docimo SG. Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urology* 1998;52: 697-701.
15. Giusti G, Piccinelli A, Taverna G, et al. Miniperc? No, thank you! *Eur Urol* 2007;51: 810-4.
16. Zeng G, Mai Z, Zhao Z, et al. Treatment of upper urinary calculi with Chinese minimally invasive percutaneous nephrolithotomy: a single-center experience with 12,482 consecutive patients over 20 years. *Urolithiasis* 2013; 41: 225-9.
17. Seitz C, Desai M, Hacker A, et al. Incidence, prevention, and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy. *Eur Urol* 2012;61: 146-58.
18. Zeng G, Zhao Z, Wan S, et al. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for simple and complex renal caliceal stones: a comparative analysis of more than 10,000 cases. *J Endourol* 2013;27:1203-8.