

Soliter Böbrekli Hastalarda Perkütan Nefrolitotominin Etkinliği ve Güvenirliliği: Tek Merkez Deneyimi

The Safety and Efficiency of Percutaneous Nephrolithotomy in Patients with Solitary Kidneys: A Single Center Experience

Tufan ÇİÇEK,^a
Umut GÖNÜLLALAN,^a
Okan İSTANBULLUOĞLU,^b
Murat KOŞAN,^a
Bülent ÖZTÜRK,^a
Hakan ÖZKARDEŞ^c

^aÜroloji AD,
Başkent Üniversitesi Konya Uygulama ve
Araştırma Merkezi,
^bÜroloji AD,
Mevlana Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Konya
^cÜroloji AD,
Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 16.10.2012
Kabul Tarihi/Accepted: 08.03.2013

Yazışma Adresi/Correspondence:
Tufan ÇİÇEK
Başkent Üniversitesi Konya Uygulama ve
Araştırma Merkezi,
Üroloji AD, Konya,
TÜRKİYE/TURKEY
tufan_cicek@yahoo.com

ÖZET Amaç: Bu çalışmada soliter böbrekli taş hastalarında uygulanan perkütan nefrolitotomi (PNL) operasyonunun güvenirliliği ve başarısını araştırmayı amaçladık. **Gereç ve Yöntemler:** 2004-2011 yılları arasında Başkent Üniversitesi Konya Uygulama ve Araştırma Merkezi Üroloji Kliniğinde standart PNL operasyonu uygulanan 34 soliter böbrekli hastanın operasyon özellikleri retrospektif olarak incelendi. Postoperatif komplikasyonlar Modifiye Clavien Sınıflaması (MCS)'na göre değerlendirildi. **Bulgular:** Hastaların yaş ortalaması 49,41 yıl, üriner taş alanı ortalaması 807,47±731,42 mm² idi. Operasyonda kullanılan anestezi yöntemi 20 (%58,8) hastada genel anestezi, 14 (%41,1) hastada spinal anestezi idi. Hastaların 26 (%76,5)'sına subkostal, 8 (%23,5)'ine interkostal renal giriş yapıldı. Ortalama operasyon, skopi ve hospitalizasyon süreleri sırasıyla 70±44,34 dk, 4,98±3,29 dk; ve 2,76± 2,24 gün idi. Operasyon başarısı açısından incelendiğinde postoperatif taşsızlık oranı %73,6, klinik önemsiz rezidüel fragman %8,8, rezidüel taş oranı %17,6 olarak bulundu. MCS'ye göre 7 (%20,6) hastada Grade I, 7 (%20,6) hastada Grade II, 3 (%8,8) hastada Grade IIIa ve 1 (%2,9) hastada Grade IIIb komplikasyon gelişti. Kalan 16 (%47,1) hastada herhangi bir komplikasyon saptanmadı. **Sonuç:** Soliter böbrekli taş hastalarında komplikasyonlar ve erken postoperatif sonuçları göz önüne alındığında PNL etkin ve güvenli bir cerrahi seçenektir. Spinal anestezi PNL operasyonunda alternatif bir yöntem olabilir.

Anahtar Kelimeler: Böbrek taşları; nefrostomi, perkütan; komplikasyonlar; anestezi

ABSTRACT Objective: We aimed to investigate the safety and success of percutaneous nephrolithotomy (PCNL) in patients with solitary kidney. **Material and Methods:** We retrospectively evaluated the medical records of 34 patients with solitary kidney who were underwent standard PCNL in Baskent University Konya Research and Training Center between 2004 and 2011. The postoperative complications were evaluated according to Modified Clavien Grading System (MCGS). **Results:** The mean age of patients was 49.41. The mean stone burden of patients was 807.47±731.42 mm². The methods of anesthesia were general in 20 (58.8%) patients and spinal in 14 (41.1%) patients. Renal access was performed subcostal in 26 (76.5%) patients and intercostal in 8 (23.5%) patients. The mean duration of operation, fluoroscopy and hospitalization was 70±44.34 min, 4.98±3.29 min and 2.76± 2.24 days respectively. We detected stone free in 73.6% of patients, clinically insignificant residual fragment in 8.8% of patients and residual stone in 17.6% of patients. The complications were Grade I in 7 (20.6%) patients, Grade II in 7 (20.6%) patients, Grade IIIa in 3 (8.8%) and Grade IIIb in one (2.9%) patient according to MCGS. We detected no complication in the remaining 16 (47.1%) patients. **Conclusion:** PCNL is a safe and successful surgical method in patients with solitary kidney according to early postoperative results and complications. Spinal anesthesia might be an alternative anesthesia method in PCNL.

Key Words: Kidney calculi; nephrostomy, percutaneous; complications; anesthesia

Soliter böbrekli hastalarda ürolojik patolojiler günümüz üroloji pratiğinde zaman zaman karşılaşılan bir durumdur. Genel popülasyonda renal displazi veya renal agenezi gibi nedenlerle konjenital soliter böbrek görülme sıklığı ultrason çalışmalarında 1/500 oranında bildirilmiştir.¹ Bu hastalar dışında renal travma, kanser veya nefrolityazis komplikasyonları nedeni ile tek taraflı nefrektomi yapılabilmekte ve bu, soliter böbrekli hasta sayısını artırmaktadır.²

Günümüzde perkütan nefrolitotomi (PNL) büyük, çok sayıda veya staghorn böbrek taşlarının tedavisinde ilk seçenektir.^{3,4} PNL düşük komplikasyon ve yüksek başarı oranları ile açık cerrahinin yerini almıştır.⁵ 1976 yılında ilk tariflendiğinden beri çeşitli değişikliklere uğrayan PNL genel anestezi dışında kombine spinal-epidural ve spinal anestezi altında uygulanabilmektedir.⁶⁻⁸ PNL'nin kanama, ateş, sıvı absorpsiyonu ve intoksikasyonu, komşu organ hasarı ve böbrek fonksiyon kaybı gibi komplikasyonları vardır.^{9,10} PNL'de tüm komplikasyonlarla karşılaşma riski %83 olarak bildirilse de, komplikasyonların çoğu kanama ve ateş gibi klinik açıdan önemsiz kabul edilmektedir.⁹ Fakat kontrol edilemeyen kanama sonucu uygulanan embolizasyon ve nefrektomi soliter böbrekli hastalarda diyaliz ile sonuçlanabilir. PNL komplikasyonlarının sınıflandırılmasında Modifiye Clavien Sınıflaması (MCS) standardizasyon için uygun bir seçenektir.¹¹

Bu çalışmada üriner sistem taş hastalığı nedeni ile PNL yapılan soliter böbrekli hastalarda PNL operasyonunun etkinliği ve güvenirliliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla PNL komplikasyonları MCS'ye göre sınıflandırılarak değerlendirilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Konya Uygulama ve Araştırma Merkezi Üroloji Kliniğinde 2004-2011 yılları arasında 1469 hastaya üst üriner sistem taş hastalığı nedeni ile genel ve spinal anestezi altında PNL operasyonu uygulanmıştır. Bu dönemde böbrek taşı nedeni ile PNL operasyonu uygulanan 34 soliter böbrekli hastanın kayıtları

retrospektif olarak incelendi. Soliter böbrek tanısı, nefrektomi öyküsü ve dimerkapto süksinik asit renografi ile konuldu.

Hastaların fizik muayene bulguları, hemogram, kan üre azotu, serum kreatinin, elektrolit değerleri ve tam idrar tahlili sonuçları değerlendirildi. Taş alanı hesaplaması "Taş Alanı=Boy x En x π x 0,25" formülü ile yapıldı.¹² Postoperatif birinci gün, hastalardan hemogram ve kreatinin saptanması için kan alındı. Komplikasyonların değerlendirilmesi için Dindo ve ark. tarafından bildirilen MCS kullanıldı.¹³

CERRAHİ TEKNİK

Hastalara genel veya spinal anestezi altında litotomi pozisyonunda sistoskop yardımı ile retrograd kateterizasyon için 5F veya 6F üreter kateteri takıldı. Üreter kateteri mesanenin drenajı için takılan foleye tespit edildi. Ardından prone pozisyona alınan hastalarda hedeflenen kalikse bi-plan floroskopi yardımıyla 18 gauge iğne ile girildi. Dilatasyon yöntemi olarak amplatz dilatatörler kullanıldı, 30 Fr'e kadar dilatasyon yapıldıktan sonra 30 Fr kılıf yerleştirilerek standart PNL işlemi uygulandı. Tüm hastalarda pnömotik litotriptör kullanıldı. 26 Fr rijit nefroskop ve yakalama forsepsi yardımı ile taşlar toplandı. 4 mm ve daha küçük boyuttaki taşlar klinik önemsiz rezidüel fragman (KÖRF) olarak kabul edildi. Hastalarda rezidüel taş veya KÖRF varlığı operasyon sonunda floroskopi eşliğinde değerlendirildi.

Hastaların operasyona ait verilerinden anestezi tipi, giriş yeri ve sayısı, operasyon ve hastanede yatış süresi, floroskopi süresi, drenaj tipi, postoperatif başarı oranı, komplikasyonları, hemoglobin değişimi retrospektif olarak değerlendirildi.

SPİNAL ANESTEZİ TEKNİĞİ

Hastalara 15 mg/kg serum fizyolojik intravenöz infüzyonla 20-30 dk içinde verildikten sonra, hasta ameliyat olacağı tarafa yan yatar pozisyonda iken, uygun saha temizliğinin ardından L2-L3 intervertebral aralıktan subaraknoid boşluğa 15-20 mg levobupivakain verildi. Sedasyon için ayrıca 2,5 mg midazolam intravenöz olarak verildi.

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje no: KA11/229). Çalışmada veriler SPSS-17 (Scientific Packages for Social Sciences) programı kullanılarak karşılaştırıldı. Demografik veriler ve operasyon özellikleri tanımlayıcı istatistik testleri kullanılarak değerlendirildi. Değerler ortalama±standart sapma olarak verildi. Preoperatif ve postoperatif kreatinin değerlerinin karşılaştırılmasında Paired-t testi uygulandı ve $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmamızda, soliter böbrekte taş hastalığı nedeni ile PNL uygulanan 34 hasta değerlendirildi. Hastaların demografik verileri ve PNL operasyonlarının özellikleri Tablo 1’de görülmektedir. Çalışma grubu içinde hastaların 14’ünde afonksiyone atrofik böbrek, birinde renal agenezi, 19’unda kontrateral nefrektomi öyküsü tespit edildi. Taşlar yerleşim açısından değerlendirildiğinde 6 (%17,6) hastada pelvis, 11 (%32,4) hastada kaliks, 10 (%29,4) hastada pelvis ve kaliks taşı, 4 (%11,8) hastada staghorn, 2 (%5,9) hastada ise parsiyel staghorn taş vardı. Bu hastaların 19 (%55,9)’unda sol, 15 (%44,1)’inde sağ böbrekte taş hastalığı mevcuttu. Dört (%11,7) hastada, taş hastalığı nedeni ile başarısız vücut dışı şok dalga (ESWL) uygulaması öyküsü vardı.

PNL operasyonu sırasında kullanılan anestezi yöntemi hastaların 20 (%58,8)’sinde genel anestezi, 14 (%41,1)’ünde spinal anestezi idi. İşlem esnasında böbrek girişlerinin dilatasyonu için tüm hastalarda amplatz dilatörler kullanıldı. PNL operasyonunda böbrek girişlerinin 26 (%76,5)’i subkostal, 8 (%23,5)’i interkostal aralıktan yapıldı. Yirmi dört (%70,6) hastada tek renal giriş, 10 (%29,4) hastada çoklu renal giriş yapılarak PNL uygulandı.

Bizim serimizde, postoperatif drenaj yöntemi olarak 19 (%55,9) hastada nefrostomi tüpü, 15 (%44,1) hastada double j stent veya tek gecelik üreter kateteri uygulandı. Operasyon başarısı açısından incelendiğinde postoperatif taşsızlık oranı %73,6, KÖRF %8,8, rezidüel taş %17,6 olarak bu-

TABLO 1: Hastaların demografik verileri ve operasyon özellikleri.

Hasta ve operasyon özellikleri	No (%)
Cinsiyet	
Erkek (n, %)	20, 58,8
Kadın (n, %)	14, 41,2
Yaş (median/yıl)	49,41±17,38
Taş alanı (mm ²)	807,4±731,42
Beden kitle indeksi (kg/m ²)	27,7±4,74
Operasyon süresi (dakika)	70±44,34
Skopi süresi (dakika)	4,98±3,29
Kreatinin (mg/dL)	
Preoperatif	1,16±0,33*
Postoperatif	1,20±0,34*
Hemoglobin değişimi (%)	15,67±1,94
Hospitalizasyon süresi (gün)	2,76± 2,24

* Preoperatif ve postoperatif kreatinin değerleri arasında anlamlı farklılık yoktur ($p=0,29$).

lundu. Hastaların preoperatif ve postoperatif kreatinin değerleri sırasıyla 1,16±0,33 ve 1,20±0,34 idi ve istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktu ($p=0,29$). Rezidüel taş kalan bir hastaya postoperatif 1. ay ESWL uygulandı. İki hastada preoperatif yüksek olan serum kreatinin değerleri postoperatif dönemde normal sınırlarda saptandı.

İşlem sonrasında taşı üretere düşen bir hastada geçici olarak postoperatif kreatinin 2,3 mg/dL’ye yükseldi ve üreterorenoskopi yapıldı. Bu hastada üreterorenoskopi sonrası kreatinin değeri preoperatif düzeye geri döndü. Genel anestezi altında PNL yapılan toplam 3 (%8,8) hastada akciğer ile ilgili komplikasyon (pnömoni, atelektazi, hidrotoraks) gelişti. Spinal anestezi yapılan 2 (%5,8) hastada baş ağrısı, 1 (%2,9) hastada ise uygulama yerinde ağrı izlendi. MCS’ye göre 7 (%20,6) hastada Grade 1, 7 (%20,6) hastada Grade II, 3 (%8,8) hastada Grade IIIa, 1 (%2,9) hastada Grade IIIb komplikasyon izlendi. On altı (%47,1) hastada ise herhangi bir komplikasyon saptanmadı (Tablo 2).

TARTIŞMA

PNL yüksek başarısı ve kanama, komşu organ yaralanmaları, sepsis gibi düşük komplikasyon oranlarıyla taş hastaları için etkili ve güvenli bir tedavi yöntemidir.^{14,15} Aynı zamanda, büyük ve kompleks kaliks ve staghorn taşlı soliter böbrekli hastalarda

TABLO 2: Modifiye Clavien Sınıflamasına göre komplikasyonlar.*

Modifiye Clavien Sınıflaması	n	%
Komplikasyon yok	16	47,1
Grade I	7	20,6
Giriş yeri enfeksiyonu	1	2,94
Spinal yerinde ağrı	1	2,94
Baş ağrısı	2	5,9
Geçici kreatinin yükselmesi	1	2,94
Ateş	1	2,94
Ateşin izlenmediği atelektazi	1	2,94
Grade II	7	20,6
Transfüzyon	6	17,7
Pnömoni	1	2,9
Grade IIIa	3	8,8
Hidrotoraks	2	5,9
Uzamış üriner drenaj	1	2,9
Grade IIIb	1	2,9
Rezidüel üreter taşı için Üreterorenoskopi gerekliliği	1	2,9

* (n=34).

tercih edilen tedavi yöntemlerinden biridir.^{16,17} Literatürde soliter böbrekli taş hastalarında PNL sonrası taşsızlık oranları %65,4-81,3 arasında değişmektedir.¹⁶⁻¹⁹ Bu değerler erken dönemdeki sonuçlardır ve sekonder prosedürler ile artmaktadır. Bizim 34 soliter böbrekli hasta serimizde ise PNL sonrası taşsızlık oranı %73,5, KÖRF oranı ise %8,8 olarak saptandı. Bu oranlar postoperatif erken dönemde skopi ile değerlendirmede ortaya konan değerlerdir. Yüz seksen dokuz soliter böbrekli hastanın PNL sonuçlarının bilateral böbrekli hastaların PNL sonuçlarıyla karşılaştırıldığı Bucuras ve ark.nın çalışmasında, soliter böbrekli hasta grubunda taşsızlık oranı %65,4 olarak saptanırken bilateral böbrekli hastalarda %76,1 olarak saptanmış ve anlamlı olarak düşük bulunmuştur.¹⁸ Ancak bizim serimizde %73,6 olan taşsızlık oranımız, bilateral böbrekli PNL hastalarının taşsızlık oranına yakın bir sonuçtur.¹⁸

Soliter böbrekli hastalarda PNL operasyonu ile ilgili önemli bir sorun, böbrek fonksiyonlarının korunmasıdır. PNL sonrası erken dönemde serum kreatinin değerlerinde artma ve renal fonksiyonlarda bozulma bildiren çalışmalar vardır.^{20,21} Diğer taraftan, soliter böbrekli hastalarda PNL sonrası aylık ve yıllık dönemde böbrek fonksiyonlarının

düzeltilmesini bildiren çalışmalar da mevcuttur.^{17,20,22} Bizim serimizde, bir hastada rezidüel taşın üretire düşmesi sonucu serum kreatinin düzeyinde artış olmuş ve üreterorenoskopi ile taşın alınması sonrasında bu değer yaklaşık postoperatif 4. günde preoperatif değerine dönmüştür. İki hastamızda ise preoperatif serum kreatinin değerleri yüksek iken, postoperatif dönemde normale düşmüştür. Ancak, bizim serimizde preoperatif ve postoperatif serum kreatinin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

PNL uygulanan soliter böbrekli hastalarda komplikasyonlar ile karşılaşma oranları %10-68,8 arasında değişmektedir.^{16,17} Bu komplikasyon oranları taş boyutlarına göre farklılık göstermektedir. Çalışmamızda PNL sonrası komplikasyon oranı %52,9 olarak saptanmıştır. Tefekli ve ark. MCS'yi PNL'ye uyarlamış ve PNL komplikasyonlarında standardizasyonu sağlamaya çalışmıştır.¹¹

Çalışmamızda, MCS'ye göre Grade I komplikasyonlar içinde en sık baş ağrısı (%5,8) izlenmiştir. Spinal anestezi sonrası baş ağrısı sıklığı erişkinlerde %1-5 arasında bildirilmiştir.²³ Baş ağrısının spinal anestezi sonrasında oluşmasında iğnenin boyutu, yaş, cinsiyet ve çoklu giriş gibi faktörler etkilidir.²⁴ Literatürde az sayıda çalışmada rejonel anestezi altında PNL sonuçları incelenmiş ve Mehrabi ve ark., baş ağrısı görülme sıklığını %3,8 olarak saptamıştır.⁷ Bazı çalışmalarda ise PNL operasyonu sonrası rejonel anesteziye bağlı baş ağrısı bildirilmemiştir.^{8,25}

Bizim serimizde MCS Grade II komplikasyonlar içinde en sık saptanan komplikasyon, kanama sonucu yapılan kan transfüzyonudur. Günümüzde, PNL operasyonları sonrası kan transfüzyon oranları %6,9-10,9 arasında bildirilmektedir.^{5,8,26} Bu oranlar, ülkemizde soliter böbrekli hastalarda yapılan PNL operasyonlarını inceleyen iki farklı çalışmada %6,4-18,8 arasında değişmektedir.^{16,17} Bucuras ve ark. tarafından 189 soliter böbrekli hastanın PNL sonuçlarının incelendiği en geniş çalışmada kan transfüzyon oranı %10,1 olarak saptanmış ve bilateral böbrekli hastalarla (%5,6) karşılaştırıldığında anlamlı olarak fazla bulunmuştur.¹⁸ Bizim serimizde %17,7 hastaya kanama ne-

deni ile kan transfüzyonu yapılmıştır. Çalışmamızda transfüzyon oranlarının yüksek çıkmasının nedeninin %17,7 oranındaki hastanın staghorn veya parsiyel staghorn böbrek taşı olması, %29,4 hastaya çoklu renal giriş yapılması ve rijid nefroskop kullanılması olduğunu düşünüyoruz. Transfüzyon oranlarımızın tek renal giriş ve fleksibl nefroskop kullanımı ile azalacağına inanmaktayız.

Literatürde, MCS kullanılarak PNL operasyonu sonrası gelişen komplikasyonları sınıflandıran az sayıda çalışma vardır. Literatürdeki geniş serilerde Grade IIIa komplikasyon oranları %2,3-6,6 arasında değişmektedir.^{11,26,27} Grade IIIb komplikasyon oranları ise %0,7-2,8 arasında bildirilmiştir.^{11,26,27} Soliter böbrekli hastalarda PNL operasyonu sonrası gelişen komplikasyonları MCS kullanarak sınıflandıran bir çalışma yoktur. Bu çalışmada, Grade IIIa ve IIIb komplikasyonlar sırasıyla %8,8-2,9 olarak saptanmıştır. Bizim serimizde saptanan yüksek oranların hasta sayımızın az olmasından ve çoklu renal giriş yapılan hasta oranımızın fazlalığından kaynaklandığını düşünüyoruz.

Bizim serimizde PNL sonrası A-V fistül, komşu organ yaralanması, nefrektomi, sepsis gibi majör komplikasyonlara rastlanmamıştır. Ancak PNL operasyonları sonrası %0,3-4,7 ürosepsis, %0,3-1 komşu organ yaralanması, %1,4 oranında embolizasyona gerek duyulduğu akılda tutulmalıdır.^{11,27,28}

Ürolojik girişimlerde spinal veya epidural anestezi kullanılmaktadır.²⁹ PNL operasyonu sıklıkla genel anestezi altında yapılmasına rağmen rejyonel anestezi ile de yapılabileceğini bildiren çalışmalar vardır.^{7,8,25} Sınırlı sayıdaki çalışmada, rejyonel anestezinin genel anestezi kadar başarılı ve güvenli bir PNL operasyonu sağladığı bildirilmektedir.^{8,25} Bizim serimizde, hastalarımızın %41,1'ine

spinal anestezi altında PNL operasyonu uygulanmıştır. Hasta sayımızın yetersizliği nedeni ile genel anestezi yöntemi kullanılan hastalarla istatistiksel karşılaştırma yapamamakla birlikte, soliter böbrekli taş hastalarında spinal anestezinin uygulanabilir bir anestezi metodu olduğuna inanıyoruz.

Günümüzde teknolojik gelişim ile birlikte minimal invaziv PNL ve retrograd intrarenal cerrahi kombinasyonu kullanılarak soliter böbrekli taş hastalarının başarıyla tedavi edildiğini bildiren çalışmalar mevcuttur.^{30,31} Bu yöntemler kompansatris hipertrofi sonucu kalın parankime sahip soliter böbrekli hastalarda giriş sayısını ve kanama gibi komplikasyonları azaltmaktadır. Bu nedenle konvansiyonel PNL'ye alternatif cerrahi seçenekler olarak akılda tutulmalıdır.

Bu çalışmada hastalarımızın uzun dönem izlemlerinin ve taş analizinin olmaması çalışmamızı sınırlandıran en önemli faktörlerdir. Özellikle farklı anestezi tiplerinin bu hastalara uygulanabilmesi açısından daha geniş serili çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Çalışmamızda, günümüzde üroloji pratiğinde zaman zaman karşılaştığımız soliter böbrekli hastalarda gelişen taş hastalığı tedavisinde PNL'nin etkinliği ve güvenirliliğini incelenmiştir. Soliter böbrekli taş hastalarında PNL operasyonu güvenli ve başarılı bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu seride MCS ile değerlendirilen komplikasyonlar açısından incelendiğinde organ kaybı ve ürosepsisi gibi majör komplikasyonların olmaması ve renal fonksiyonların etkilenmesi PNL operasyonunu açık taş ameliyatlarına göre ön plana çıkarmaktadır. Bu grup hastalarda spinal anestezi de bir alternatif olarak akılda tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Shapiro E, Goldfarb DA, Ritchey ML. The congenital and acquired solitary kidney. *Rev Urol* 2003;5(1):2-8.
2. Woolf AS, Hillman KA. Unilateral renal agenesis and the congenital solitary functioning kidney: developmental, genetic and clinical perspectives. *BJU Int* 2007;99(1):17-21.
3. Liatsikos EN, Kapoor R, Lee B, Jabbour M, Barbalias G, Smith AD. "Angular percutaneous renal access". Multiple tracts through a single incision for staghorn calculous treatment in a single session. *Eur Urol* 2005; 48(5):832-7.
4. Skolarikos A, Alivizatos G, de la Rosette JJ. Percutaneous nephrolithotomy and its legacy. *Eur Urol* 2005;47(1):22-8.
5. Mousavi-Bahar SH, Mehrabi S, Moslemi MK. Percutaneous nephrolithotomy complications in 671 consecutive patients. *Urol J* 2011;8(4): 271-6.
6. Fernström I, Johansson B. Percutaneous pyelolithotomy: a new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol* 1976;10(3):257-9.
7. Mehrabi S, Karimzadeh Shirazi K. Results and complications of spinal anesthesia in percutaneous nephrolithotomy. *Urol J* 2010;7(1):22-5.
8. Kuzgunbay B, Turunc T, Akin S, Ergenoğlu P, Ariboğan A, Ozkardes H. Percutaneous nephrolithotomy under general versus combined spinal-epidural anesthesia. *J Endourol* 2009;23(11):1835-8.
9. Michel MS, Trojan L, Rassweiler JJ. Complications in percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol* 2007;51(4):899-906.
10. Skolarikos A, de la Rosette J. Prevention and treatment of complications following percutaneous nephrolithotomy. *Curr Opin Urol* 2008; 18(2):229-34.
11. Tefekli A, Ali Karadag M, Tepeler K, Sari E, Berberoglu Y, Baykal M, et al [Classification of percutaneous nephrolithotomy complications using the modified clavién grading system: looking for a standard]. *Eur Urol* 2008;53(1): 184-90.
12. Tiselius HG, Andersson A. Stone burden in an average Swedish population of stone formers requiring active stone removal: how can the stone size be estimated in the clinical routine? *Eur Urol* 2003;43(3):275-81.
13. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgery complications: a new proposal with evaluation in a cohort of a 6336 patients and result survey. *Ann Surg* 2004; 240(2):205-13.
14. Opondo D, Tefekli A, Esen T, Labate G, Sangam K, De Lisa A et al; CROES PCNL study group. Impact of case volumes on the outcomes of percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol* 2012;62(6):1181-7.
15. Seitz C, Desai M, Häcker A, Hakenberg OW, Liatsikos E, Nagele U, et al. [Incidence, prevention and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy]. *Eur Urol* 2012;61(1):146-58.
16. Akman T, Binbay M, Tekinarslan E, Ozkuvanci U, Kezer C, Erbin A, et al. [Outcomes of percutaneous nephrolithotomy in patients with solitary kidneys: a single center experience]. *Urology* 2011;78(2):272-6.
17. Resorlu B, Kara C, Oguz U, Bayindir M, Unsal A. [Percutaneous nephrolithotomy for complex caliceal and staghorn stones in patients with solitary kidney]. *Urol Res* 2011;39(3):171-6.
18. Bucuras V, Gopalakrishnam G, Wolf JS Jr, Sun Y, Bianchi G, Erdogru T, et al; CROES PCNL Study Group. The Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study: nephrolithotomy in 189 patients with solitary kidneys. *J Endourol* 2012;26(4):336-41.
19. Mahboub M, Shakibi MH. Percutaneous nephrolithotomy in patients with solitary kidney. *Urol J* 2008;5(1):24-27.
20. Canes D, Hegarty NJ, Kamoi K, Haber GP, Berger A, Aron M, et al. Functional outcomes following percutaneous surgery in the solitary kidney. *J Urol* 2009;181(1):154-60.
21. Ekelund L, Lindstedt E, Lundquist SB, Sundin T, White T. [Studies on renal damage from percutaneous nephrolithotholapaxy]. *J Urol* 1986;135(4):682-5.
22. Mayo ME, Krieger JN, Rudd TG. Effect of percutaneous nephrostolithotomy on renal function. *J Urol* 1985;133(2):167-9.
23. Zencirci B. Postdural puncture headache and pregabalin. *J Pain Res* 2010;3:11-4.
24. Reid JA, Thorburn J. Headache after spinal anesthesia. *Br J Anaesth* 1991;67(6):674-7.
25. Singh V, Sinha RJ, Sankhwar SN, Malik A. A prospective randomized study comparing percutaneous nephrolithotomy under combined spinal-epidural anesthesia with percutaneous nephrolithotomy under general anesthesia. *Urol Int* 2011;87(3):293-8.
26. de la Rosette J, Assimos D, Desai M, Gutierrez J, Lingeman J, Scarpa R, et al; CROES PCNL Study Group. The Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study: indications, complications and outcomes in 5803 patients. *J Endourol* 2011;25(1):11-7.
27. Shin TS, Cho HJ, Hong SH, Lee JY, Kim SW, Hwang TK. Complications of percutaneous nephrolithotomy classified by the Modified Clavién Grading System: A Single Center's Experience over 16 Years. *Korean J Urol* 2011;52(11):769-75.
28. Srivastava A, Singh KJ, Suri A, Dubey D, Kumar A, Kapoor R, et al. Vascular complication after percutaneous nephrolithotomy: are there any predictive factors? *Urology* 2005; 66(1):38-40.
29. Kırđemir P, Topal M, Özmen S, Altınışık U, Tunçer Peker T. [Comparison of spinal and single dose epidural anesthesia for urological procedures]. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2009; 29(2):405-9.
30. Lai D, He Y, Dai Y, Li X. Combined minimally invasive percutaneous nephrolithotomy and retrograde intrarenal surgery for staghorn calculi in patients with solitary kidney. *PLoS One* 2012;7(10):e48435.
31. Xu G, Li X, He Y, He Z. Staged single-tract minimally invasive percutaneous nephrolithotomy and flexible ureteroscopy in the treatment of staghorn stone in patients with solitary kidney. *Urol Res* 2012;40(6):745-9.