



PERKUTAN NEFROLİTOTOMİDE KOMPLİKASYONLAR VE YAKLAŞIM

COMPLICATIONS IN PERCUTANEOUS NEPHROLITHOTOMY AND MANAGEMENT

Mutlu DEĞER¹, İbrahim Atilla ARIDOGAN¹

[0000-0002-8357-5744](https://orcid.org/0000-0002-8357-5744), [0000-0002-3805-7817](https://orcid.org/0000-0002-3805-7817)

¹ Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Ana Bilim Dalı, Adana

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mutlu DEĞER E-mail: drmutludeger@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 11.08.2019 Kabul Tarihi-Accepted: 28.08.2019 Available Online Date/Çevrimiçi Yayın Tarihi: 31.08.2019

Cite this article as: Değer M, Ardoğan İA. Perkutan Nefrolitotomide Komplikasyonlar Ve Yaklaşım. J Cukurova Anesth Surg. 2019;2(2):107-17.

Öz

Böbrek taşı hastalığı dünyada oldukça yaygın görülen bir hastalıktır. İki cm'den daha büyük böbrek taşlarında altın standart cerrahi yöntem Perkutan nefrolitotomi (PNL) işlemi olmasına rağmen bu işlemin %20'den %83'e varan komplikasyon oranları bildirilmiştir. PNL işleminin kanama, sepsis, toplayıcı sistem yaralanması, kolon, ince bağırsak, toraks, karaciğer, safra kesesi ve dalak gibi komşu organ yaralanması ve ölüm gibi oldukça çeşitli yelpazede komplikasyonları mevcuttur. Uygun hasta ve preoperatif iyi değerlendirilmelerle bu komplikasyonların oranları düşürülebilir. Deneyim arttıkça komplikasyon oranı azalmaktadır. En önemlisi komplikasyonu erken tanımlayabilmektir. Major komplikasyonlar konservatif ve minimal invaziv yöntemlerle çözülebilmektedir. Biz bu derlememizde PNL işleminin komplikasyonlarını ve bu komplikasyonlara yaklaşımı ele aldık.

Anahtar Kelimeler: Böbrek, böbrek taşı, perkutan nefrolitotomi

Abstract

Kidney stone disease is very common in the world. Although percutaneous nephrolithotomy (PCNL) is the gold standard surgical treatment for renal stones larger than 2 cm, complication rates of 20% to 83% have been reported. Complications of PCNL procedure include bleeding, sepsis, injury to the collecting system, injury to adjacent organs such as colon, small intestine, thoracic, liver, gallbladder and spleen, and death. These complications are minimized by choosing an appropriate patient and good preoperative evaluations. As experience increases, the complication rate decreases. The most important is the early identification of the complication. Major complications can be solved with conservative and minimally invasive methods. In this review, we discussed the complications and their management of PCNL.

Key Words: Kidney, kidney Stone, percutaneous nephrolithotomy

Giriş

Böbrek taşı hastalığı farklı coğrafyalarda, Kuzey Amerika'da %7-13, Avrupa'da %5-9 ve Asya'da %1-5 gibi, değişen oranlarda görülen yaygın bir hastalıktır¹. Böbrek toplayıcı sistemine perkutan girişi ilk kez 1950'lerde tarif edildi, 1970'lerde böbrek taşı için minimal invaziv tedavi seçeneği olarak

perkutan nefrolitotomi (PNL) kullanılmaya başlandı ve daha sonraki yıllarda daha da gelişmiştir^{2,3}. Ayrıca, aletlerin geliştirilmesi (esnek nefroskopl gibi) ve litotripsi teknolojisindeki ilerleme (holmium/itriyum-alüminyum-garnet lazer), perkutan nefrolitotomide taş parçalanmasının

etkinliğini arttırarak, taşsızlık oranının >%90 olmasını sağladı^{4,5}. Günümüzde PNL, 2 cm'den daha büyük böbrek taşlarında altın standart cerrahi tedavi yöntemi olmakla birlikte %20'den %83'e varan komplikasyon oranları bildirilmiştir⁶⁻⁸.

PNL'nin gerçek komplikasyon oranlarını belirlemek ve karşılaştırmak zordur çünkü çoğu PNL sonuçlarına ilişkin çağdaş incelemeler yalnızca işlemin spesifik komplikasyon oranlarını belirtmişlerdir. Otörler modifiye Clavien komplikasyon derecelendirme sistemini kullanarak PNL komplikasyonlarını standardize etmişlerdir⁸. Endouroloji Derneği'nin Klinik Araştırmalar ofisi(The Clinical Research Office of the Endourological Society)(CROES) tarafından yürütülen çalışmasında komplikasyonları bildirmek için modifiye Clavien sistemini kullandılar ve sınıf I, II, III, IV ve V için sırasıyla %11,1, %5,3, %3,6, %0,5 ve %0,03 olup komplikasyonların çoğunluğu düşük derece sınıftaydı⁹. En sık görülen küçük komplikasyonlar uzamış idrar kaçağı (%15) ve geçici ateş (%10-30) idi⁹⁻¹¹. PNL'nin ana komplikasyonları (grade III, IV ve V) sıklıkla böbrek toplayıcı sistemine perkütan erişimin performansı ile ilişkilidir ve bitişik organlara

hasar, plevral boşluğun ihlali, kanama veya enfeksiyonu içerir⁸. Biz bu derlememizde PNL komplikasyonlarını ve bunlara yaklaşımı ele aldık.

Komplikasyonları girişe ve taş çıkarılmasına bağlı olarak ikiye ayırmak mümkündür.

Girişe bağlı komplikasyonlar

- Kanama
- Komşu organ yaralanmaları (Akciğerler ve plevra, intraadominal organlar)

Taş çıkarılmasına bağlı komplikasyonlar

- Enfeksiyon komplikasyonları
- Sıvı Emilimi
- Ekstravazasyon

○ Kanama komplikasyonları

Hemarojik komplikasyonlar en sık görülen komplikasyonlardandır ve intraoperatif ve postoperatif dönemde meydana gelebilir¹². Büyük serilere baktığımızda transfüzyon oranları %1'den %34'e kadar olduğu bildirilmiştir¹³⁻²⁰. Cerrahin tekniği ve

tecrübesi, daha uzun ameliyat süresi, preoperatif anemi, diyabet, hasta yaşı, artmış taş yükü ve çoklu veya daha büyük erişim yolları gibi birçok faktör bu tür kanama komplikasyonları ile ilişkilendirilmiştir^{17,19,21}. Açık taş cerrahisi öyküsü ve intraoperatif yaralanmanın (yani infundibular veya pelvik duvarın yırtılması) da artmış kan kaybıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir²⁰.

PNL'ye bağlı kanamayı azaltmak için preoperatif değerlendirme önemlidir. Amerikan kılavuzu PNL işlemi öncesi kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) ve trombosit sayısı ile tam kan sayımı yapılmasını önermektedir²². Preoperatif antikoagulan kullanımı sorgulanmalıdır ve kanama riskini azaltmak için operasyon öncesi warfarin, anti-platelet ve anti-Xa gibi ilaçların kullanımı durdurulmalıdır²³. Leavitt ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada PNL'nin, periyodik olarak aspirine devam eden hastalarda güvenli olduğunu ve daha fazla kan transfüzyonu, anjiyoembolizasyon işlemi veya komplikasyona neden olmadığını bildirmişler ve tromboembolik olaylar için yüksek risk taşıyan büyük taş yükü olan hastaların, aspirini kesmeden güvenle PNL

yapılabileceği sonucuna varmışlardır²³. Ancak bu bizim kliniğimizde böyle bir tecrübe yoktur. Eğer mümkünse PNL işleminden önce diğer antikoagülanlar kesilmelidir²⁴.

Kanama, venöz, anterior veya posterior segmental arter, interlobar ve alt pol arteriyal lezyon, arteriovenöz fistül veya psödoanevrizmaya bağlı olabilir¹². Giriş esnasında perkütan iğneden kan geliyorsa iğne çıkarılıp başka yerden giriş yapılmalıdır. Brodel'in avasküler düzleminden geçerek böbrek toplayıcı sistemine ulaşmak ve posterior kaliks girişi tercih edilmelidir çünkü kanamayı en aza indirir²⁵. Girişten sonraki dilatasyon sadece toplayıcı sistemin sınırına kadar yapılmalıdır çünkü medial dilatasyon böbrek pelvis yaralanmasına ve kanamaya sebep olur. İnterkostal girişlere bağlı subkostal ve interkostal damar yaralanmasına bağlı kanama olabilir. Bu durum genelde "giriş kılıfı" çekildikten sonra olur ve tamponad yapılarak kontrol altına alınabilir. Trakt dilatasyonu ve genişliğinin intraoperatif ve postoperatif kanama ile ilişkisi çelişkilidir. Balon dilatasyonun kanama için daha güvenli olduğunu gösteren çalışmalar olmakla birlikte, seri dilasyonların daha düşük riske sahip olduğunu ve dilatasyon yönteminin kanama

üzerine etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur²⁶⁻²⁹. Daha ince trakt genişliğinin kanama riskini azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur³⁰. İntraoperatif küçük kanamalar “giriş kılıfı”nın toplayıcı sisteme tekrar düzgün bir şekilde yerleştirilmesi ile durdurulabilir³¹. Daha fazla miktarda görüntüyü bozacak şekilde intraoperatif kanama görülürse, işlem durdurulmalı ve nefrostomi tüpü yerleştirilip klemplenmeli ve tamponad yapılmalıdır³². Nefrostomi tüpünün klemplenmesi venöz kanamaları genellikle durdurur. Eğer bu yöntem başarısız olursa veya arter kanaması şüphesi varsa anjiyoembolizasyon planlanmalıdır³¹. Dilatasyon esnasında hayatı tehdit eden ana renal damar yaralanmasına bağlı kanama olduğunda acil nefrektomi yapılmalıdır.

Taşlara ulaşılmadığında sert enstrümanlar ile manipülasyon yapılması kanamayı artırır. Bu aletlerin yerine fleksible enstrümanlar tercih edilmelidir³¹. Aynı şekilde “giriş kılıfı”nın fazla manipülasyonu da kanamayı arttırmaktadır özellikle de toplayıcı sistemden çıkıldığında kanama artmaktadır³¹.

Postoperatif dönemde nefrostomi tüpünün çıkarılmasından sonra, iyileşmemiş bir damardan kanama mümkündür. Böbreğe double J stent ve Foley kateter konulmalıdır. Gecikmiş kanamanın nedenleri arteriyovenöz fistüller ve arteriyel psödoanevrizmalardır. Her iki komplikasyon da nadirdir (%1,2)^{33,34}. Kanamanın devam ettiği durumlarda selektif damar embolizasyonu yapılmalıdır³⁵.

Minimal veya orta derecede perinefrik hematomlar PNL yapılan hastaların üçte birinde gözlenir³⁶. Çoğu subkapsüler hematomdur. Genellikle vakaların %1'inden azında seçici embolizasyona gerek duyulur. BT aktif kanamanın hakkında bilgi verir³⁶. Perinefrik hematomların geç komplikasyonu olarak “Page böbrek” görülebilir. Bu durum, böbreğin kompresyonuna bağlı hipertansiyon, iskemi, hipoperfüzyonu ile sonuçlanır. Böyle bir durumda perkütan drenaj yapılmalıdır³⁶.

○ **Torasik komplikasyonlar**

Pnömotoraks, hidrotoraks, hemotoraks ve ürinotoraks PNL'nin torasik komplikasyonlarıdır ve %2'den az gözüken nadir komplikasyonlardır³⁶. Bu komplikasyonlar plevranın intraoperatif

delinmesi ve genellikle “giriş kılıfı”nın çıkarılması veya nefrostomi tüpünün çıkarılmasından sonra teşhis edilir. Plevral komplikasyonların görülme sıklığı subkostal girişlerle karşılaştırıldığında suprakostal girişlerde (12. kaburga üstü) daha sık görülmektedir^{9,36,37}. Genel olarak 12. kotun üstü girişler dikkatli bir şekilde seçilmeli ve 11. kotun üstündeki girişlerden kaçınılmalıdır.

Çoğu vakada postoperatif pnömotoraks genellikle küçüktür ve çoğunluğu müdahale etmeden kendiliğinden iyileşir. Yine de sıkı radyolojik takip önerilir³⁶. Hidrotoraks, ameliyat sırasında plevral boşlukta irrigasyon sıvısının birikmesine bağlı oluşmaktadır. Plevral yaralanma olduğu durumlarda “giriş kılıfı” tamponad görevi görür ve sıvı geçişini engeller. Küçük hacimli hidrotoraks uzun süreli böbrek drenajı ile iyileşir ancak önemli sıvı birikiminde toraks tüpü konulup drenaj sağlanmalıdır. Hemotoraks interkostal arterin delinmesi ve nadiren akciğerin doğrudan hasarı ile oluşur. Ürinotoraks, idrarın plevral lezyon yoluyla veya retroperitondan toraksa sızmasıyla olur¹². Plevral sıvı kreatininin serum kreatinine oranı 1’in üzerinde ise toraksda idrar varlığı düşünülmelidir³⁶. Bu

durumda nefrostomi tüpü ve toraks tüpü konularak iki sistemin ilişkisi kesilir. Önce toraks tüpü çıkartılmalı birkaç gün sonra nefrostomi tüpü çıkartılmalıdır.

○ *Kolon perforasyonu*

Kolon perforasyonu PNL işleminin oldukça nadir görülen bir komplikasyonudur ve %1’den az insidansı mevcuttur³⁸. Supin pozisyonda bu oran %1,9’lara yükselmektedir³⁹. Kolonun retrorenal yerleşmesinden, sol taraf, alt kaliks girişi, yaşlı hasta, kolon distansiyonu, atnalı böbrek, geçirilmiş cerrahisi olanlarda ve posterior aksiller hattın lateralindeki girişler kolon perforasyonu ile ilişkilidir^{31,39}. Preoperatif abdominal BT görüntüleme önemlidir. Prone pozisyonunda çekilen BT’lerde %16,2 oranında retro kolon tespit edilmiştir ve bu oran supin pozisyonda çekilenlere göre daha yüksektir³¹.

İntraoperatif olarak kolona opak madde geçişi ile anlaşılabilir. Postoperatif dönemde sebebi bilinmeyen ateş, hematokezya veya ishal, peritonit veya sepsis durumunda BT çekilmesi ile tanı konur⁴⁰. Kolon yaralanmalarında nefrokolik ilişkiyi keserek konservatif yöntemle tedavi edilebilir. Bunu böbreğe

üreteral stent konularak ve skopi altında nefrostomi tüpü kolona yerleştirilerek sağlanır⁴⁰. Geniş spektrumlu antibiyotik ve düşük rezidüel diyet verilmelidir. Birkaç gün sonra kolona yerleştirilen nefrostomi tüpü kolondan retroperitona dren olarak yerleştirilmelidir. Yaklaşık 7-10 gün sonra kontrastlı görüntüleme yapılarak nefrokolik fistül olmadığından emin olduktan sonra dren çekilir⁴⁰. Geç tanı konulanlarda parenteral beslenme, geniş spektrumlu antibiyotik ve geçici kolostomi açılması ile tedavi edilir⁴¹.

○ *İnce Bağırsak Yaralanması*

Literatürde PNL işleminde duodenum veya jejunum yaralanması olarak toplam 9 vaka bildirilmiştir³¹. İnce bağırsağın böbreğin alt pol veya pelvise bitişik olduğu olgularda risk yüksektir⁴². Endoskopik olarak ince bağırsak mukozası veya içeriğinin görülmesi ya da nefrostogram bağırsak ile toplayıcı sistem ilişkisi gösterilerek tanı konur. Cerrahi eksplorasyonun genel yaklaşım olması ile konservatif yaklaşım da yapılabilir. Konservatif yaklaşım ile yukarıda kolon perforasyonun da belirttiğimiz gibi iki sistemi birbirinden ayırarak geniş spektrumlu antibiyotik, nazogastrik sonda, oral alımını

keserek ve parenteral beslenme yapılarak, konservatif yaklaşım ile tedavi edilebilir.

○ *Karaciğer, Safra kesesi ve Dalak yaralanması*

PNL sırasında karaciğer yaralanması oldukça nadirdir. Suprakostal girişlerde ve hepatomegali durumunda risk %14'lere yükselmektedir⁴³. Preoperatif görüntüleme kullanılarak giriş yerinin belirlenmesi ve BT eşliğinde giriş yapılması ile bu komplikasyondan kaçınılabılır. Eğer karaciğer yaralanması olursa nefrostomi tüpünü 7-10 gün tutup tamponad yapılır. Konservatif tedavinin başarısız olduğu durumlarda açık cerrahi yapılmalıdır.

Safra kesesi yaralanması da oldukça nadir bir komplikasyondur. Çoğu hastada peritonit ve septik şok bulgusu görülür. Açık veya laparoskopik kolesistektomi yapılarak tedavi edilir^{44,45}.

Dalak yaralanması suprakostal veya 11. kosta üstü girişlerde %33'lere ulaşan risklerde görülen bir komplikasyondur⁴³. Dalak yaralanmalarında ciddi kanama ve hipovolemik şok meydana gelebilir. Yatak istirahati, tamponad ve yakın takip

gerekmektedir. Ancak çoğu hasta splenektomi ile tedavi edilir^{43,44}.

○ *Toplayıcı Sistem Yaralanması*

PNL işlemi sırasında toplayıcı sistem yaralanması olabilir ve idrar ve irigasyon sıvısının ekstrevasiyonuna neden olup ürinoma yol açabilir. Toplayıcı sistem yaralanmasının %7'ye kadar olduğu bildirilmiştir³. Ürinom ise %0,2'in altında rapor edilmiştir⁴⁶. Operasyon esnasında karında distansiyon olsun ya da olmasın retroperitoneal yapılar, perirenal yağ görüldüğünde toplayıcı sistem perforasyonu düşünülmelidir. Ventilasyon güçlüğü, elektrolit/hemodinamik bozulma ve postoperatif ileusa neden olabilir. Nefrostomi tüpü veya DJ stent veya üreteral kateter takılması yeterlidir. Bazı olgularda ürinom için drenaj gerekebilir. Majör pelvikaliksiyel sistemin rüptürünün risk faktörleri olarak operasyon sırasında yüksek intrarenal basınç olması, sert kılavuz tellerinin ve “giriş kılıfı”nın gereğinden ince olması ve aynı zamanda aletlerin uygun olmayan açıda zorlayarak kullanılması sayılabilir³⁵.

Üreteral avülzyon toplayıcı sistem perforasyonun oldukça nadir görülen formudur. Üreteropelvik bileşkenin insizyonu

veya dilatasyonu sonucu meydana gelir. Konulabilirse stent veya re-entry kateter ile ya da açık onarım ile tedavi edilir.

○ *Enfeksiyon Komplikasyonları*

PNL operasyonları esnasında iğneyle ilk giriş ve taşın çıkarılması esnasında varolan enfeksiyon reaktif olabilir. Operasyon öncesi idrar tahlili ve idrar kültürü yollanmalıdır. Preoperatif idrar kültürlerinde bakteriüri olan hastalar uygun antibiyotiklerle tedavi edilmelidir. Ancak, steril idrar, taşta patojenlerin varlığını veya postoperatif bakteriüri gelişimini engellemez⁴⁷. PNL sonrası ateş insidansı %2,8 ile %32,1'i arasında değişmektedir⁴⁸. Sepsis oranı çok daha düşüktür ve %0 ile %3 arasında görülmektedir⁷. Ürosepsise yatkın faktörler olarak operasyon öncesi bakteriüri, böbrek anormallikleri, veziküler nörolojik problemler, uzamış ameliyat süresi ve yüksek intraoperatif su akış basıncı sıralanır⁴⁸. Özellikle staghorn tipi böbrek taşı veya 2,5 cm'den büyük taşlarda operasyondan 1 hafta öncesi antibiyotik başlanması sepsisi önlediği bildirilmiştir.

İlk giriş sırasında eğer püy gelirse geçici nefrostomi tüpü yerleştirilmeli ve operasyon

ertelenmelidir. Ürosepsis vakaları, uygun antibiyotik, elektrolit kontrolü, güçlendirilmiş diürez ve optimal böbrek drenajı uygulanarak yoğun bakım şartlarında tedavi edilmelidir⁸.

○ **Mortalite**

Mortalite PNL sonrası yaklaşık %0,2 oranında görülmektedir⁴⁹. CROES çalışmasının 6000 hastalık serisinde 2 ölüm bildirilmiştir⁵⁰. Çoğu ölüm sepsis, miyokardial enfarktüs, pulmoner emboli nedeniyle olmaktadır. Bu nedenle intraoperatif ve postoperatif kardiyopulmoner monitörizasyon oldukça önemlidir.

Sonuç:

PNL işlemi; kanama, üriner sistem hasarlanması, komşu organ yaralanması, enfeksiyon ve ölüm gibi çeşitli komplikasyonlarla ilişkilidir. Uygun hasta ve preoperatif iyi değerlendirmelerle bu komplikasyonlar oldukça azaltılır. Deneyim arttıkça komplikasyon oranı azalmaktadır. En önemlisi komplikasyonu erken tanımlayabilmektir. Major komplikasyonlar konservatif ve minimal invazif yöntemlerle çözülebilmektedir.

Komplikasyon tecrübeli veya yeni başlayan her cerrahın başına gelebilir, hazırlıklı olmak ve dikkatli bir biçimde hastayı ele almak önemlidir. Ancak operasyon esnasında floroskopik – endoskopik kontrol, öğrenme eğrisine uyum, operasyona nerede son verilmesi gerektiğinin bilinmesi ve post-operatif yakın takip komplikasyonların önlenmesi ve kontrolü için gereklidir.

Finansman kaynakları:

Bu makalede açıklanan çalışma için herhangi bir finansman alınmadı.

Çıkar Çatışması:

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

1. Sorokin I, Mamoulakis C, Miyazawa K, et al. Epidemiology of stone disease across the World. *World J Urol*. 2017;35(9):1301-20. <https://doi.org/10.1007/s00345-017-2008-6>.
2. Ogg CS, Saxton HM, Cameron JS. Percutaneous needle nephrostomy. *Br Med J*. 1969; 4:657-60. <https://doi.org/10.1136/bmj.4.5684.657>
3. Alken P, Hutschenreiter G, Guenther R. Percutaneous kidney stone removal. *EurUrol*. 1982; 8:304–11. <https://doi.org/10.1159/000473540>
4. Hafron J, Fogarty JD, Boczek D, et al. Combined ureterorenoscopy and shock wave lithotripsy for large renal stone burden: an

alternative to percutaneous nephrolithotomy? J Endourol. 2005;19:464–8.

<https://doi.org/10.1089/end.2005.19.464>

5. Marguet CG, Springhart WP, Tan YH, et al. Simultaneous combined use of flexible ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy to reduce the number of access tracts in the management of complex renal calculi. BJU Int. 2005;96:1097–100.

<https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2005.05808.x>

6. Türk C, Knoll T, Petrik A et al. European association of urology, guidelines on urolithiasis. Eur Urol. 2015;69:468.

<https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.04.021>

7. Taylor E, Miller J, Chi T, et al. Complications associated with percutaneous nephrolithotomy. Transl Androl Urol. 2012;1(4):223–8.

<https://doi.org/10.3978/j.issn.2223-4683.2012.12.01>

8. Michel MS, Trojan L, Rassweiler JJ. Complications in percutaneous nephrolithotomy. Eur Urol 2007;51:899–906.

<https://doi.org/10.1016/j.eururo.2006.10.020>

9. de la Rosette J, Assimos D, Desai M, et al. The Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study: indications, complications, and outcomes in 5803 patients. J Endourol. 2011; 25:11–7.

<https://doi.org/10.1089/end.2010.0424>

10. Shin TS, Cho HJ, Hong SH, et al. Complications of Percutaneous Nephrolithotomy Classified by the Modified Clavien Grading System: A Single Center's Experience over 16 Years. Korean J Urol. 2011; 52:769–75.

<https://doi.org/10.4111/kju.2011.52.11.769>

11. Skolarikos A, de la Rosette J. Prevention and treatment of complications following percutaneous nephrolithotomy. Curr Opin Urol. 2008;18:229–34.

<https://dx.doi.org/10.3978%2Fj.issn.2223-4683.2012.12.01>

12. Tonolini M, Villa F, Ippolito S, et al. Cross-sectional imaging of iatrogenic complications after extracorporeal and endourological treatment of urolithiasis. Insights Imaging. 2014;5:677–89.

<https://doi.org/10.1007/s13244-014-0355-z>

13. Clayman RV, Surya V, Hunter D, et al. Renal vascular complications associated with the percutaneous removal of renal calculi. J Urol. 1984;132(2):228–30.

[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)49573-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)49573-5)

14. Lang EK. Percutaneous nephrostolithotomy and lithotripsy: a multi-institutional survey of complications. Radiology. 1987;162:25–30.

<https://doi.org/10.1148/radiology.162.1.3786771>

15. Roth RA, Beckmann CF. Complications of extracorporeal shock-wave lithotripsy and percutaneous nephrolithotomy. Urol Clin N Am. 1988;15(2):155–66.

16. Srivastava A, Singh KJ, Suri A, et al. Vascular complications after percutaneous nephrolithotomy: are there any predictive factors? Urology 2005;66(1):38–40.

<https://doi.org/10.1016/j.urology.2005.02.010>

17. Stoller ML, Wolf JS Jr, StLezin MA. Estimated blood loss and transfusion rates associated with percutaneous nephrolithotomy. J Urol. 1994;152:1977–81.

[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)32283-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)32283-8)

18. El-Nahas AR, Shokeir AA, El-Assmy AM, et al. Post percutaneous nephrolithotomy extensive hemorrhage: a study of risk factors. J Urol. 2007;177(2):576–9.

<https://doi.org/10.1016/j.juro.2006.09.048>

19. Kukreja R, Desai M, Patel S, et al. Factors affecting blood loss during percutaneous nephrolithotomy: prospective study. J Endourol. 2004;18(8):715–22.

<https://doi.org/10.1089/end.2004.18.715>

20. Said SH, Al Kadum Hassan MA, Ali RH, et al. Percutaneous nephrolithotomy; alarming variables for postoperative bleeding. Arab J Urol. 2017;15(1):24–9.

<https://doi.org/10.1016/j.aju.2016.12.001>

21. Turna B, Nazli O, Demiryoguran S, et al. Percutaneous nephrolithotomy: variables that influence hemorrhage. Urology 2007;69(4):603–7.

<https://doi.org/10.1016/j.urology.2006.12.021>

22. Assimos D, Krambeck A, Miller NL, et al. Surgical management of stones: American Urological Association/Endourological Society Guideline, PART I. J Urol. 2016;196(4):1153–60.

<https://doi.org/10.1016/j.juro.2016.05.090>

23. Leavitt DA, Theckumparampil N, Moreira DM, et al. Continuing aspirin therapy during percutaneous nephrolithotomy: unsafe or underutilized? J Endourol. 2014;28(12):1399–1403. <https://doi.org/10.1089/end.2014.0235>

24. Culkin DJ, Exaire EJ, Green D, et al. Anticoagulation and antiplatelet therapy in urological practice: ICUD/AUA review paper. *J Urol*. 2014;192(4):1026–34.
<https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.04.103>
25. Mahaffey KG, Bolton DM, Stoller ML. Urologist directed percutaneous nephrostomy tube placement. *J Urol*. 1994;152:1973–6.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)32282-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)32282-6)
26. Davidoff R, Bellman GC. Influence of technique of percutaneous tract creation on incidence of renal hemorrhage. *J Urol*. 1997; 157(4):1229–31.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(01\)64931-0](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(01)64931-0)
27. Yamaguchi A, Skolarikos A, Buchholz NP, et al. Operating times and bleeding complications in percutaneous nephrolithotomy: a comparison of tract dilation methods in 5537 patients in the Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study. *J Endourol*. 2011;25(6):933–9.
<https://doi.org/10.1089/end.2010.0606>
28. Li Y, Yang L, Xu P, et al. One-shot versus gradual dilation technique for tract creation in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis*. 2013;41(5):443–8.
<https://doi.org/10.1007/s00240-013-0583-6>
29. Srivastava A, Singh S, Dhayal IR, et al. A prospective randomized study comparing the four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol*. 2017;35(5):803–7.
<https://doi.org/10.1007/s00345-016-1929-9>
30. Karakose A, Aydogdu O, Atesci YZ. Does the use of smaller Amplatz sheath size reduce complication rates in percutaneous nephrolithotomy? *Urol J*. 2014;11(4):1752–6.
<http://dx.doi.org/10.22037/uj.v11i4.2277>
31. Wollin DA, Preminger GM. Percutaneous nephrolithotomy: complications and how to deal with them. *Urolithiasis*. 2018;46(1):87–97.
<https://doi.org/10.1007/s00240-017-1022-x>
32. Cormio L, Preminger G, Saussine C, et al. Nephrostomy in percutaneous nephrolithotomy (PCNL): does nephrostomy tube size matter? Results from the Global PCNL Study from the Clinical Research Office Endourology Society. *World J Urol*. 2013;31(6):1563–8.
<https://doi.org/10.1007/s00345-012-0969-z>
33. Keoghane SR, Cetti RJ, Rogers AE, et al. Blood transfusion, embolization and nephrectomy after percutaneous nephrolithotomy (PCNL). *BJU Int*. 2013; 111:628–32.
<https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2012.11394.x>
34. Richstone L, Reggio E, Ost MC, et al. Hemorrhage following percutaneous renal surgery: characterization of angiographic findings. *J Endourol*. 2008; 22:1129–35.
<https://doi.org/10.1089/end.2008.0061>
35. Kyriazis I, Panagopoulos V, Kallidonis P, et al. Complications in percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol*. 2015; 33:1069–77.
<https://doi.org/10.1007/s00345-014-1400-8>
36. Kallidonis P, Panagopoulos V, Kyriazis I, et al. Complications of percutaneous nephrolithotomy: classification, management, and prevention. *Curr Opin Urol*. 2016 Jan;26(1):88–94.
<https://doi.org/10.1097/MOU.0000000000000232>
37. Munver R, Delvecchio FC, Newman GE, et al. Critical analysis of supracostal access for percutaneous renal surgery. *J Urol*. 2001; 166:1242–6.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)65745-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(05)65745-X)
38. Lee WJ, Smith AD, Cubelli V, et al. Complications of percutaneous nephrolithotomy. *Am J Roentgenol*. 1987;148(1):177–80.
<https://doi.org/10.2214/ajr.148.1.177>
39. Traxer O. Management of injury to the bowel during percutaneous stone removal. *J Endourol*. 2009; 23:1777–80.
<https://doi.org/10.1089/end.2009.1553>
40. Gerspach JM, Bellman GC, Stoller ML, Fugelso P. Conservative management of colon injury following percutaneous renal surgery. *Urology*. 1997;49(6):831–6.
[https://doi.org/10.1016/S0090-4295\(97\)00237-9](https://doi.org/10.1016/S0090-4295(97)00237-9)
41. Seitz C, Desai M, Hacker A, et al. Incidence, prevention, and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy. *Eur Urol*. 2012; 61:146–58.
<https://doi.org/10.1016/j.eururo.2011.09.016>
42. Culkin DJ, Wheeler JS Jr, Canning JR. Nephro-duodenal fistula: a complication of percutaneous nephrolithotomy. *J Urol*. 1985; 134(3): 528–30.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)47276-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)47276-4)
43. Hopper KD, Yakes WF. The posterior intercostal approach for percutaneous renal procedures: risk of puncturing the lung, spleen, and liver as determined by CT. *Am J Roentgenol*. 1990;154(1): 115–7.

<https://doi.org/10.2214/ajr.154.1.2104692>

44. Ozturk H. Gastrointestinal system complications in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review. *J Endourol* 2014; 28(11): 1256–67.

<https://doi.org/10.1089/end.2014.0344>

45. Fisher MB, Bianco FJJr, Carlin AM, Triest JA. Biliary peritonitis complicating percutaneous nephrolithomy requiring laparoscopic cholecystectomy. *J Urol*. 2004;171:791–2. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000099167.05819.77>

46. Mousavi-Bahar SH, Mehrabi S, Moslemi MK. Percutaneous nephrolithotomy complications in 671 consecutive patients: a single-center experience. *Urol J* 2011; 8:271–276.

<http://dx.doi.org/10.22037/uj.v8i4.1233>

47. Paonessa JE, Gnessin E, Bhojani N, et al. Preoperative Bladder Urine Culture as a Predict or of Intraoperative Stone Culture Results: Clinical Implications and Relationship to Stone Composition. *J Urol*. 2016;196(3):769-74. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2016.03.148>

48. Yang MG, Zheng ZD, Xu ZQ, et al. Prophylatic antibiotic use in percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *ZhonghuaWai Ke ZaZhi* 2013;51:922–97.

49. Morris DS, Wei JT, Taub DA, et al. Temporal trends in the use of percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 2006;175(5):1731–6.

[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)00994-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(05)00994-8)

50. Kamphuis GM, Baard J, Westendarp M, et al. Lessons learned from the CROES percutaneous nephrolithotomy global study. *World J Urol*. 2015; 33(2):223–33.

<https://doi.org/10.1007/s00345-014-1367-5>