

Prone Perkütan Nefrolitotomi Prone Percutaneous Nephrolithotomy

Yusuf Özlülerden¹ , Ömer Levent Tuncay² 

¹ Pamukkale University, Department of Urology, Denizli, Turkey

ÖZET

Perkütan nefrolitotomi (PNL) 2 cm üzerindeki böbrek taşlarında, çoklu böbrek taşlarında ve staghorn tipi böbrek taşlarında tercih edilen ilk tedavi yöntemidir. PNL’de standart hasta pozisyonu prone (yüzükoyun) pozisyonudur. Prone pozisyonu, geniş bir alan sağlayarak hem böbreğe girişte; hem de böbreğe girdikten sonra çalışma sırasında avantaj sağlamaktadır.

Bu derlemenin amacı güncel literatürler eşliğinde prone PNL’yi yeniden gözden geçirmektir.

Prone PNL ve supin PNL güncel çalışmalar incelendiğinde benzer taşsızlık oranları, benzer organ yaralanması, idrar kaçağı ve genel komplikasyon oranları görülmektedir. Prone PNL özellikle obez hastalarda, ağrı palyasyonunun önemli olduğu spinal anestezi planlanan hastalarda, çoklu giriş gerektiren hastalarda, eş zamanlı bilateral PNL yapılması planlanan hastalarda güvenliği, etkinliği ve daha düşük komplikasyon oranlarıyla daha ön plana çıkmaktadır.

Her ne kadar supin PNL için literatür sayısında artışla beraber bazı avantajları nedeniyle tercih edilmesi hususunda desteklenme çabaları günümüzde yoğunlaşsada prone PNL den hala daha güvenli başarılı olduğu kanıtlanamamıştır. Prone PNL; kolay akses ve dilatasyon sağlaması, daha geniş operatif alana sahip olması, çoklu girişler için daha konforlu olması, obez hatta morbit obez hastalarda dahi güvenli olması ve akses kolaylığı sağlaması ve atnalı böbrekler gibi anomali böbreklerde de daha güvenli olması nedeniyle birçok ürolog tarafınca en çok tercih edilen yöntemdir. Ayrıca yıllar içinde edinilen tecrübe ve uygulanma oranı ile ön plana çıkmaktadır. Prone PNL de yeni akses kolaylığı sağlayan tekniklerin tanımlanması ve kombine Retrograd intrarenal cerrahi kullanımının sağlanması yöntemin hala gelişime açık olduğunu göstermektedir. Bu nedenle prone PNL eski bir yöntem olarak görünmesine rağmen eskimeyen bir yöntem olduğu akılda tutulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: *Perkütan nefrolitotomi, prone, supin, böbrek, taş hastalığı*

ABSTRACT

Percutaneous nephrolithotomy (PNL) is the first treatment method of choice for kidney stones over 2 cm, multiple kidney stones and staghorn type kidney stones. The standard patient position in PNL is prone position. Prone position provides a wide area both at the entrance to the kidney and it also provides an advantage during the operation after entering the kidney.

The aim of this review is to evaluate the prone PNL with new literature.

When Prone PNL and supine PNL current studies are examined, both had similar stone-free rates, similar organ injuries, urine leakage and general complication rates. Prone PNL is more prominent with its safety, efficacy and lower complication rates, especially in obese patients, patients with spinal anesthesia where pain palliation is important, patients requiring multiple accesses and patients scheduled for simultaneous bilateral PNL. Although the number of studies for supine PNL is increasing due to some advantages, it is not proved that safe and more successful than prone PNL. Prone PNL is the most preferred by many urologists because it provides easy access and dilatation collage, provides a wider operative area, is more comfortable for multiple entrances, is safe in obese or morbid obese patients,

Corresponding Author: Yusuf Özlülerden, Çamlaraltı, Pamukkale Ün. Hastane Yolu, 20070 Kınıklı/Pamukkale/Denizli /Turkey

T: +90 258 296 60 00 **F:** +90 258 296 60 01 **e-mail:** yusufozlu34@hotmail.com

Received: January 20, 2020 - **Accepted:** January 27, 2020



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

and is easier to access and is safer in anomaly kidneys such as horseshoe kidneys. It also comes to the forefront with the experience and implementation rate gained over the years. In Prone PNL, the identification of techniques that provide new accessories and the use of combined RIRS show that the method is still open to development. Therefore, it should be kept in mind that although prone PNL seems to be an old method, it is an obsolete method.

Keywords: *Percutaneous nephrolithotomy, prone, supine, kidney, stone disease*

GİRİŞ

Tıp alanındaki teknolojik gelişmelerle birlikte minimal invaziv bir yöntem olan perkütan nefrolitotomi (PNL) böbrek taşlarının tedavisinde açık cerrahiye tercih edilen bir metod haline almıştır. PNL ve diğer non-invaziv tekniklerin kullanımının artması ile birlikte böbrek taşı hastalığı tedavisinde açık cerrahi günümüzde gittikçe azalan bir hasta grubunda uygulanmaktadır. PNL 2 cm üzerindeki böbrek taşlarında, çoklu böbrek taşlarında ve staghorn tipi böbrek taşlarında tercih edilen ilk tedavi yöntemidir. Ayrıca beden dışın ses dalgası ile taş kırma (SWL)' nin yapılamadığı veya başarısız olduğu durumlarda ve 1 cm' yi geçen alt kaliks taşlarında da yüksek taşsızlık oranı nedeniyle tercih edilmektedir.

1941'de Rupel ve Brown ilk perkütan böbrek enstrümantasyonunu gerçekleştirmiştir. Daha sonra 1955 yılında Casey ve Goodwin hidronefrozu böbreklerde perkütan iğne aracılığıyla yapılan aspirasyon tedavi deneyimlerini ve antegrad piyelografi uygulamalarını açıkladıktan sonra, ilk perkütan trakt oluşturma yöntemi başlamış oldu (1). Böbrek taşlarının tedavisinde PNL ilk kez 1976 yılında Fernström ve Johansson tarafından tanımlanmıştır (2). Bunu takiben 5 olgudan oluşan ilk seri yayınlanmıştır. Böylece prone pozisyonunda PNL ile ilgili ilk tanımlama yapılmıştır.

1982 yılında Chaussy'nin ESWL ile ilgili deneyimlerini bildirmesi, böbrek taşlarının tedavisinde PNL'nin bir süre daha geri planda kalmasına neden olmuştur (3). Ancak daha sonraki yıllarda ESWL'nin bazı taşlar için yeterli başarıyı sağlayamaması ve yüksek oranda ek tedaviler gerektirdiğinin bildirilmesi üzerine 1990 lı yıllarda tekrar gündeme gelmiş ve 2000 li yıllarda PNL yeniden popüler hale gelmiştir.

PNL'de standart hasta pozisyonu prone (yüzükoyun) pozisyonudur. Prone pozisyonu, geniş bir alan sağlayarak hem böbreğe girişte; hem de böbreğe girdikten sonra çalışma sırasında avantaj sağlamaktadır. Ayrıca bu pozisyon iç organ hasarını da azaltmaktadır. Bu avantajlarına rağmen prone pozisyonunun dezavantajları da mevcuttur. Başta solunum sıkıntıları olmak üzere muhtemel göz, spinal ve periferik sinir sorunları ile dolaşım sıkıntılarının neden olabilmektedir. Bu sorunlar özellikle obez, solunum ve dolaşım problemleri olan hastalarda daha ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle farklı pozisyon arayışları başlamış ve supin pozisyon gündeme gelmiştir.

Bu derlemenin amacı güncel literatürler eşliğinde prone PNL' yi yeniden gözden geçirmektir.

Perkütan Nefrolitotomi Öncesi Hasta Hazırlığı

Tam kan sayımı, böbrek ve karaciğer fonksiyon testleri, elektrolitler , tam idrar tetkiki ve pıhtılaşma profilini de kapsayan rutin laboratuvar testleri yapılmalıdır. Herhangi bir kanama diyatezi varsa cerrahi öncesi düzeltilmelidir. PNL için kesin kontrendikasyonlardan birinin düzeltilmemiş bir koagülopati olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Antiagregan veya antikoagülan ilaçlar elektif PNL'den önce kesilmeli ve riskli hastalar kardiyoloji,hematoloji veya anestezi bölümlerine danışılarak tedavisi düzenlenmelidir.

Diğer bir kontraendikasyon ise aktif üriner sistem enfeksiyonu varlığıdır. Üriner sistem enfeksiyonu olan veya şüphesi bulunan hastalara idrar kültürü yapılmalı ve sonucuna göre spesifik antibiyotiklerle tedavi edilmelidir. Tedavi sonrası negatif idrar kültürü elde edildikten sonra PNL planlanmalıdır.

Taşların sayısı ve yerleşimini belirlemede ve ayrıca perkütan yaklaşımı planlamada gerekli olan böbreğin anatomik detaylarını ortaya koymak için, İntravenöz Piyelografi (İVP) ve Bilgisayarlı Tomografi (BT) gibi preoperatif görüntülemeler kullanılmaktadır. Günümüzde en sık tercih edilen görüntüleme yöntemi non-contrast BT' dir. Özellikle son teknolojik gelişmelerle daha az radyasyon dozlarında da kaliteli görüntülerin elde edilmesiyle BT ön plana çıkmaktadır. BT nin diğer bir avantajıda komşu organlarla olan ilişkiyi daha iyi göstermesidir. Prone pozisyonu uygulanan kliniklerde BT çekiminde prone

pozisyonunda yapılması çevre yapıları ve akses uygunluğunu değerlendirmede yardımcı olmaktadır. Gerekli olduğu takdirde özellikle anomalili böbreklerde kontrastlı BT kullanımında avantaj sağlamaktadır. Fonksiyonel değerlendirme gereksinimi olması halinde ise DMSA, DTPA veya MAG-3 renal sintigrafik tetkikler özellikli vakalarda kullanılabilir.

Perkütan Nefrolitotomi Anestezi Tekniği

PNL işlemi prone pozisyonunda genellikle genel anestezi altında uygulanır. Ancak son zamanlarda epidural, iv sedasyon ve lokal anestezi altında yapılan PNL ameliyatları tariflenmiştir (4, 5). Özellikle spinal/epidural anestezi planlanan hastalarda intraoperatif ağrı palyasyonu açısından dikkatli olunmalı ve uzun sürecek işlemlerde yetersiz kalabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. PNL için dikkat edilmesi gereken medikal bir problem yoksa operasyonun genellikle prone pozisyonunda yapılmasında herhangi bir sıkıntı bulunmamaktadır. Obez hastalarda, prone pozisyonunda intraabdominal basınç artışı olacağından dolayı bu tür hastalarda prone pozisyonunda kardiyorespiratuar sıkıntılar olabileceği unutulmamalıdır (6). Ayrıca prone pozisyonunda muhtemel göz içi basınçta yükselme, spinal ve periferik sinir sorunları ile dolaşım sıkıntılarının neden olabilmektedir. Bu sorunlar özellikle obez, solunum ve dolaşım problemleri olan hastalarda daha ön plana çıkmaktadır. Bunların dışında PNL'nin ilk aşamasında hastaya üreteral kateter supin (sırtüstü) pozisyonunda konulmakta, sonra anestezi almakta olan hasta prone pozisyonuna çevrilmiştir. Bu sırada entübasyon tüpü malrotasyonu ve hasta yaralanmasına neden olabileceği için dikkatli olunmalıdır.

Prone Pozisyon Perkütan Nefrolitotomi Ameliyat Tekniği

Öncelikle hastaya uygun anestezi sağlandıktan sonra litotomi pozisyonuna alınarak sistoskopi eşliğinde ameliyat planlanan taraftaki üretere tercihen iki ucu açık üreter kateteri yerleştirilir. Bu sayede akses işlemi esnasında böbreğe kontrast madde yada hava enjekte etmek mümkün olur. Yine böbreğe girdikten sonra bu kateterden sıvı verilerek drenajın sağlandığından emin olunabilir ve içinden yollayacağımız kılavuz tel böbrek içinden alınarak through-through dediğimiz bir ucu üretradan diğer ucu böbrekten dışarı çıkan tel aracılığıyla güvenli yolu sağlanabilir. Ayrıca işlem sonrası eğer üretere taş parçaları kaçtığından şüphemiz varsa kateter içinden sıvı verilerek bu parçaları böbreğe push-back edip alabiliriz. Üreter kateterini koyulduktan sonra üretral sonda yerleştirilir ve hastayı prone pozisyonuna getirirken çıkmasını diye üreter kateteri sondaya tespit edilir. Üretral sonda aynı zamanda operasyon esnasında mesanenin dekompresyonunu sağlamaktadır. Bu aşama bittikten sonra çok dikkatli bir şekilde hastayı çevirerek yüzü koyun gelecek şekilde ameliyat masasına alınır. Hasta prone pozisyonuna alındığında özellikle akciğere bası olmaması için bu bölge silikon yastıklarla desteklenmelidir. Dizler, bilekler ve ayakların altına yastık konular, desteklenir ve emniyete alınır. Tüm hastalar flank ve genital bölgeleri antiseptiklerle boyandıktan sonra yapışkan, kendinden irrigasyon sıvılarını toplayan torbası olan örtü ile örtülür. Sonda ve üreter kateterindeki tespit kesilir ve üreter kateterinin ucunu steril şartlarda sahaya alınır.

Akses Tekniği

Başarılı bir PNL ameliyatının en önemli basamaklarından birisi doğru yerden ve uygun bir şekilde giriş işleminin gerçekleştirilmesidir. Böbreğe girişte çeşitli yöntemler kullanılabilir. En sık kullanılanlar arasında tek planlı (monoplanar) giriş, iki planlı (biplanar) giriş ve triangulasyon tekniği sayılabilir. Biplanar giriş daha güvenli olduğu göz önünde bulundurulmalı ve özellikle nispeten akses tecrübesi daha az olan cerrahlar biplanar girişi tercih etmelidirler.

Perkütan trakt oluşturulurken radyolojik görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Genellikle bu amaçla en sık floroskopi kullanılmaktadır. Kompleks vakalarda BT ve magnetik rezonans (MR) eşliğinde PNL de uygulanabilmektedir. Ancak son zamanlarda radyasyondan korunmak amacıyla ultrasonografi ya da endoskopik yöntemlerinde kullanımı giderek artmaktadır (7).

Floroskopi, cerrahlar tarafından PNL ameliyatlarında en sık tercih edilen görüntüleme yöntemidir. En önemli tercih sebeplerinden birisi floroskopinin iğne, kılavuz tel gibi ekipmanları net olarak göstermesidir. Floroskopi kullanımı PNL esnasında böbreğe giriş sırasında, kılavuz tellerin manipülasyonları esnasında, trakt dilatasyonunda, işlem sonrası rezidü tayininde ve bunlara ulaşmada, nefrostomi kateteri yerleştirme ve antegrad pyelografi çekiminde çok önemli bir yer teşkil etmektedir. Cerrahların çoğunun floroskopi kullanımına aşina olması, radyopak taşları net

olarak göstermesi, taş lokalizasyonunu ve girilecek kaliksi tespit etmede opak madde kullanılabilmesi ve anatomik detayları çok iyi göstermesi en önemli avantajlarıdır. En büyük dezavantajı ise hastanın ve ameliyat ekibinin maruz kaldığı radyasyondur.

Floroskopi Eşliğinde Akses

Tek planlı giriş genellikle tecrübeli endoürologlar tarafından tercih edilir. Hasta pron pozisyonunda iken C kollu röntgen cihazı düz konumdadır yani 90°dir. Cerrah gireceği kaliksi belirler. Direkt taş görüntüsü hedeflenmeyecekse üreter kateterinden opak madde verilir ve kaliksler belirlenir, girilecek kaliks hedeflenerek iğne uygun cilt alanından hasta ile 30° oluşturacak şekilde hedefe ilerletilir. Böbreğe girildiği hissedilir ve skopide böbrek ile iğnenin hareketinden böbrek içinde olduğu anlaşılabilir. İğnenin iç kılıfı çıkarılarak idrar gelip gelmediği test edilir, yada üreter kateterinden steril sıvı (serum fizyolojik) verilerek iğneden gelip gelmediği kontrol edilir. Böbrek toplayıcı sistemi içinde olduğumuz teyit edildikten sonra kılavuz tel ilerletilir ve böbrek içine yerleştirilir. İdeali kılavuz telin üretere ilerletilmesidir ancak bu her zaman mümkün olmaz.

İki planlı giriş tekniğinde ise; C-kollu cerraha doğru takriben 30° rotasyon yaptırılır. Bu C-kollunun ekseninin böbrekle aynı düzleme gelmesini sağlayarak posterior kalikslerin doğrudan dikine görünümünü verir. Kaliks belirlendikten sonra cilt bölgesi bir klemp yardımıyla işaretlenir, iğne girilecek kalikse hedeflendikten sonra 30°lik skopi ile aynı plana getirilerek iğnenin nokta şeklinde görülmesi sağlanır. Bu floroskopi ekranındaki görüntüye "boğa gözü işareti (Bull eye)"denir. İğne bu pozisyonda ilerletilir daha sonra skopi 90°e getirilerek iğnenin böbreğe uzaklığı tespit edilir ve iğne uygun şekilde böbreğe yerleştirilir. Böbrek toplayıcı sistemi içinde olduğumuz teyit edildikten sonra kılavuz tel ilerletilir ve böbrek içine yerleştirilir. Üst kalikse girişte veya interkostal giriş tercih edilmediği durumlarda en sıklıkla kullanılan tekniklerden biri de triangulasyondur. C Kollu hastanın üzerinde dik açı (90°) pozisyonuna getirilir. C kollu bu pozisyonda iken cilt üzerinde bir klemp girişin arzu edildiği kaliks işaretlenir. Bu düzlem arzu edilen kalikse iğne girişinin medial mesafesini belirler. Daha sonra C-kollu cerraha doğru 30° eğilerek posterior kaliks grubunun dik görünümü sağlanır. C-kollu 30°de iken kaliksin üzerindeki cilt bölgesi ilk bölgenin daha lateralinde olmak üzere işaretlenir. Cerrah cilt yüzeyindeki bu noktayı kullanarak 12. kotun 1-2 cm altına kadar ilerler ve 3. Nokta işaretlenir. Bu 3. nokta iğne girişi için kullanılır. İğne bu noktadan vertikal düzlem ile 30°lik birleşme noktasına kadar ilerletilir. Böylece 3 eksenin birleşme yerinde böbreğe giriş sağlanır. Böbrek toplayıcı sistemi içinde olduğumuz teyit edildikten sonra kılavuz tel ilerletilir ve böbrek içine yerleştirilir.

Yeni geliştirilmiş dijital teknoloji, üç boyutlu floroskopik sistemlerdir. Bu sistemlerin en büyük avantajları böbreğin derinliği dahil bütün boyutlarına hakim olması ve bu sayede giriş planlanan kaliksiyel sistemin anatomisini çok iyi bir şekilde ortaya koymasındır. Bu amaçla domuzlar üzerinde üç boyutlu floroskopik sistemle böbrek kalislerine giriş denenmiş ve %100 başarı elde edilmiştir (8). Bu tekniğin insanlar üzerindeki sonuçları için daha fazla hayvan çalışması ve klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

USG Yardımlı Akses

Ultrasonografi (USG) eşliğinde böbrek içine giriş ehil ellerde oldukça başarılı olarak gerçekleştirilmektedir (Resim 3). Başarı oranları %88 ile %99 arasında bildirilirken komplikasyon oranları ise %4-8 rapor edilmektedir(7, 9, 10). USG eşliğinde böbrek içine giriş tekniğinin en önemli avantajları arasında radyasyon içermemesi, böbrek ile cilt arasındaki dokuların yapısı ile böbrek etrafındaki organların konumunun net anlaşılabilmesi, kontrast maddeye ihtiyaç duyulmaması, renkli Doppler USG sayesinde intrarenal vasküler hasardan kaçınılmasıdır. Aynı zamanda bu teknik supin pozisyonunda da uygulanabilir ve özellikle çocuk hastalarda güvenli böbrek girişi sağlayabilir (7). Ancak iğnenin böbrek içinde olduğunun anlaşılması operatörün tecrübesine bağlıdır. Ayrıca iğneyle böbreğe girdikten sonra kılavuz telin yerleştirilmesi esnasında telin sonografik olarak belirlenememesi sorun olabilmektedir. Bu aşamada bazı cerrahlar, özellikle tecrübesi az olanlar, floroskopiden yardım alarak kombine bir yöntem kullanabilirler. Böylece toplamda maruz kalınan radyasyon dozunda ciddi bir azalma sağlanır. Yapılan bir çalışmada sadece USG kullanarak gerçekleştirilen PNL sonrasında taşsızlık oranları sırasıyla soliter tek böbrek taşı için %92.6, staghorn ve multipl taşlar için %82.9 olarak rapor edilmiştir (11). Ayrıca yazarlar bu çalışmada %16 civarında minör komplikasyon oranı bildirmişlerdir.

Endoskopi Yardımlı Akses

Endoskopik yolla, üreter aracılığıyla böbreğe ulaşmak ve retrograd yoldan böbrek dışına delici telle çıkarak bu tel üzerinden dilatasyon yapmak suretiyle böbrek içine girme işleminin kökeni aslında oldukça eskilere dayanmaktadır (12). Günümüzdeki teknolojik gelişmelere paralel olarak fleksibl üreterorenoskop (URS) aracılığıyla bu işlemi gerçekleştirmek daha kolaydır. Kawahara ve ark.'ları fleksibl URS aracılığıyla retrograd yolla girilecek kaliksle ulaşmışlar, buradan delici tel aracılığıyla cilt dışına çıkıp antegrad olarak dilatasyon yapmak suretiyle PNL ameliyatı gerçekleştirmişlerdir (13). Bu yöntemin avantajları arasında daha az radyasyona maruz kalma, daha az kanama ve daha kısa operasyon zamanının olması göze çarpmaktadır. Bir başka önemli avantajı ise dilate olmayan sistemlere kolayca girerek PNL ameliyatının gerçekleştirilebilmesidir

BT ve MR Yardımlı Akses

Özellikle kompleks vakalar için diğer bir giriş alternatifi BT eşliğinde aksestir. Bu yöntem özellikle morbid obezlerde, splenomegali, hepatomegali gibi durumlarda, skolyoz, kifoz gibi iskelet anomalilerinde, daha önce majör abdominal ameliyat geçirenlerde ve minimal ya da hiç hidronefrozu olmayanlarda tercih edilebilir (20,27). MR eşliğinde akses oldukça sınırlı olarak kullanılmaktadır. Özellikle kılavuz tellerin MR'da görülme zorluğu önemli bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır.

Laparoskopi Yardımlı Akses

Laparoskopi yardımlı PNL de; uygun vakalarda tercih edilebilir. Laparotomi sonrası böbrek serbestlenir, direk görüş altında böbreğe akses sağlanır, kılavuz tel yerleştirilir ve sonra hasta tekrar standart pozisyona alınarak işleme devam edilir. Özellikle kompleks hastalarda (retrokolon), atnalı böbrek veya ektopik böbrek gibi yerleşim anomalilerinde ve laparoskopi yapılması gereken başka hastalıkların eşlik ettiği durumlarda tercih edilebilir. Robot yardımlı PNL de uygulanabilir, ancak robotik sistemlerin kompleks yapıları ve maliyetleri nedeniyle çok tercih edilmemektedir

Dilatasyon

Böbrek içine girilip kılavuz tel yerleştirildikten sonra traktın dilatasyonu işlemine geçilir. Dilatasyonun ana prensibi her zaman bir rehber tel üzerinden uygulanması gereğidir. Metalik teleskopik dilatatörler (MTD), Amplatz dilatatörler (AD), balon dilatatörler (BD) ve one-shot dilatatörler (OSD) gibi çeşitli yöntemler traktın dilatasyonunda kullanılabilir. Trakt genişletildikten sonra, çalışma kılıfı böbrek içine yerleştirilir. Aslında tek bir seferde trakt dilatasyonunun yapılması, sıralı şekilde küçükten büyüğe doğru çapı artan çoklu dilatasyona göre daha kısa süreye sahip olması ve bu kısa süreli işlem nedeniyle daha az radyasyona maruziyetine olanak sağlamaktadır. Ayrıca ardışık girişler esnasında kılavuz telin çıkması, doğru plandan farklı alanlara sapılması, toplayıcı sistem perforasyonu ve kanamaya sebep olması da mümkündür (14). 2013 yılında yayınlanan ve dört dilatasyon tekniğini karşılaştıran bir meta-analiz çalışmasında; sırasıyla yapılan çoklu dilatasyon yerine tek seferde en büyük dilatatörün yerleştirilmesi esasına dayanan OSD tekniğinin MTD'ye göre daha az floroskopi zamanı ve hemogloblin kaybına neden olduğu tespit edilmiştir (15). Daha önce açık böbrek ameliyatı geçirmeyen hastalarda BD'nin, AD'ye göre daha az transfüzyon ve daha kısa ameliyat sürelerine sahip olduğu rapor edilmiştir. Yine bu meta-analizde PNL uygulanacak çoğu hastada OSD'nin tercih edilebileceği bildirilmiştir. Başka bir meta analizde tek aşamalı OSD tekniği ile çok aşamalı dilatasyon teknikleri karşılaştırılmış ve OSD' nin kısa giriş ve skopi zamanı ile birlikte düşük komplikasyon oranlarına sahip olduğu, bu nedenle de OSD' nin etkili ve güvenli bir yöntem olarak kabul edilmesi gerektiği bildirilmiştir (16).

Taş Kırma ve Çıkarma

Çalışma kılıfı içinden nefroskop ile girilir ve ardından taşlar bulunarak çeşitli taş kırma sistemleri kullanarak fragmente edilir. Günümüzde PNL esnasında genellikle taş kırmak için ultrasonik, pnömotik, lazer ya da kombine sistemler kullanılır. Ultrasonik sistemin avantajları arasında taşı büyük parçalara ayırmadan kırması ve böylece kırılan büyük parçaların dışarı alınması ya da diğer kalikslere kaçan taşların aranması gibi sorunların olmaması nedeniyle işlem daha kısa sürede tamamlanmasıdır. Dezavantajları arasında sert taşlarda etkisinin azalması ve ultrasonik probun uzun kullanımlarda ısınmasıdır. Pnömotik taş kırma sistemi özellikle sert taşlarda ultrasonik sistemlerden daha etkilidir.

Ancak aspirasyon sistemleri yoktur ve taş parçalara ayrıldıktan sonra forceps yardımıyla çalışma kılıfı içinden dışarıya çıkarılır. Bazen bu kırılan parçalar irrigasyon sıvısının etkisi ile diğer kalikslere kaçabilir ve bu parçaları bulmak ve dışarı almak için geçen süre toplam ameliyat süresini uzatabilir. Ayrıca ultrasonik ve pnömotik sistemlerin kombine olduğu cihazlar da vardır ve bu cihazlar her iki taş kırma sistemini de aynı anda kullanarak etkili olmaktadır. Lazer taş kırma yöntemi genellikle küçük boyutlu nefroskoplarda tercih edilmektedir. Taş lazer yardımıyla ya tamamen küçük parçalara ayrılır ya da uygun büyüklükte parçalara ayrılarak dışarı alınır. Mikro PNL işleminde ise taş çıkarma olmadığı için taş aynı RIRS' ta olduğu gibi toz haline getirilir.

Taş kırma ve çıkarma işlemleri bittikten sonra çalışma kılıfı içerisinden bir katater gönderilerek antegrad pyelografi çekilir. Hem rezüdü taş tayini hem de toplayıcı sitem yarananması olup olmadığı kontrol edilir. Hastanın durumuna göre böbrek içine reentry kateter, nefrostomi tüpü ve/veya D-J stent yerleştirilerek ameliyata son verilir. Uygun vakalarda tubeless (nefrostomi takılmadan sadece D-J stent yerleştirilmesi) veya total tubeless (ne nefrostomi tüpü, ne de D-J stent takılır) PNL yapılabilir.

PRONE PNL' de YENİLİKLER

Needle Kiss Tekniği (İğne-öpücük Tekniği)

C Kollu hastanın üzerinde dik açı (90°) pozisyonuna getirilir. C kollu bu pozisyonda iken girişin arzu edildiği kaliks işaretlenir. 20G iğne ile dik olarak kalikse girene kadar ilerlenir. Bu düzlem arzu edilen kalikse iğne girişinin derinliğini belirler. Daha sonra C-kollu cerraha doğru 30° eğilerek kaliks grubunun açıklığındaki iğne hedeflenerek 18G başka bir iğne ile giriş yapılır. Her iki iğneninde aynı hedefte bulunduğu gözlenince iğne içi çıkarılır ve sıvı geldiği görüldüğünde doğru yerde olduğu belirlenir (17). Sonrasında standart uygulamaya devam edilir

Prone Split-Leg PNL

Prone pozisyonda flexible URS ile çalışma imkanı tanır. Böylece hem akses sırasında yardımcı olur hem de sonrasında rezüdü taşlara müdahale için kullanılabilir.

1. Hasta supin pozisyonunda anestezi sağlandıktan sonra klasik prone pozisyona alınır. Ardından her iki bacak laterale doğru ayrılarak bacakların arasından çalışma boşluğu oluşturulur. Genital bölgeleri de kapsayacak şekilde steril örtüm yapılır.
2. Flexible sistoskop yardımıyla üretradan mesaneye ulaşılır ve kılavuz tel böbreğe gönderilir. Ardından üreteral akses kılıf yerleştirilir. Flexible URS ile böbreğe ulaşılır.
3. Flexible URS ile akses sağlanacak uygun kalikse girilir.
4. Floroskopi ve Flexible URS sile direk görüş altında iğne böbreğe ilerletilir. Bu sırada flexible URS ile iğne ucunun sisteme girmesi kontrol edilir.
5. Guide iğne içerisinden gönderilir.
6. Guide üzerinden trakt dilatasyonu yapılır. Bu aşamada Flexible URS ile dilatatörler kontrol edilir. Çalışma kılıfı yerleştirilir.
7. Taş kırma işlemi yapılarak taşlar böbrekten alınır.
8. Antegrad Flexible nefroskop veya Flexible URS ile taş kalmadığı doğrulanır.
9. D-J stent guide üzerinden yerleştirilir.
10. Ardından çalışma kılıfı çıkarılarak trakt sütüre edilir. Sonrasında hasta supin pozisyona alınarak uyandırılır.

Endoskopi Yardımlı Akses

Hasta Prone Split-Leg pozisyonunda hazırlanır. Yerleştirilen üreteral akses sheat içinden flexible URS yardımı ile uygun kaliks bulunduktan sonra lazer fiberi veya Lawson retrograd nefrostomi tel delme seti ile böbrek delinir ve ciltten dışarı doğru fiber veya telin çıkması beklenir. Ardından fiber veya tel kılavuz olarak kullanarak böbreğe akses sağlanır. Standart dilatasyon ile işleme devam edilir (18-20).

Prone ve Supin PNL Literatür Değerlendirmesi

Günümüzde, gerek ülkemizde, gerekse de dünyada birçok merkezde PNL işlemi prone pozisyonda yapılmaktadır.

Prone pozisyonun daha fazla tercih edilmesinin sebebi ürologların supine pozisyona alışkın olmamaları ve buna bağlı olarak tecrübelerinin az oluşudur. Taş cerrahisinde asıl hedef mümkün olan tüm taşların temizlenmesidir ve buda stone free rate(SFR)' veya 'taşsızlık oranı' olarak bildirilmektedir. Güncel meta-analizlerde supine ve prone PNL arasında cerrahinin başarı yani taşsızlık oranı açısından anlamlı farklılık olmadığına dair kanıtlar bulunmaktadır (21-24). Çok merkezli CROES çalışmasında; prone pozisyonda yapılan PNL hastalarında supine pozisyonda yapılan hastalara göre operasyon sonrasında daha iyi taşsızlık oranlarının olduğu raporlanmıştır (%59'e karşı %48, $p<0.001$) (25). Yine ayrı bir güncel meta-analizde 6881 hastanın verileri değerlendirilmiştir ve prone pozisyonda yapılan PNL hastalarında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek taşsızlık oranları raporlanmıştır (%77'e karşı %74, $p<0.001$) (21).

Prone pozisyonda PNL yapılırken hastaya önce supine pozisyonda üreter katateri takılır ve ardından hasta prone pozisyona çevrilir. Bu esnada önemli miktarda vakit kaybedilmektedir. Supine pozisyonda yapılan PNL işlemi sırasında hastada pozisyon değişikliği yapılmadığı için bu vakit kaybı genelde olmamaktadır. Yuan ve arkadaşlarının yaptıkları derlemede supine pozisyonda PNL yapılan hastalarda cerrahi süresinin daha kısa olduğu raporlanmıştır (23). Yine başka bir randomize kontrollü çalışmada prone pozisyonda PNL yapılan hastalarda ortalama cerrahi süresinin supine pozisyonda PNL yapılan hastalara göre daha uzun olduğunu belirlenmiştir (111 dk vs. 86 dk) (26). Buna karşın başka bir meta-analizde 20 çalışmanın sonuçları değerlendirilmiş ve prone pozisyonun toplam PNL süresini uzatmadığı bildirilmiştir (22).

Klasik PNL pozisyonu olan prone pozisyona alındıklarında barsakların retroperitona daha çok yaklaşması beklenir. Bu görüş klinik çalışmalarca da desteklenmiştir. Sharma ve ark. yaptıkları çalışmada supine pozisyonda çekilen bilgisayarlı tomografide retrokolon görülme ihtimali %2, prone pozisyonda çekilen bilgisayarlı tomografide ise %6,8 olarak belirlemişlerdir (27). Başka bir çalışmada ise PNL de oblik olarak giriş yapıldığı takdirde kolon hasarı riski supine pozisyonda %0 iken, prone pozisyonda bu riskin %3 olduğunu belirtmişlerdir (28). Ancak Valdivia ve ark. yaptıkları çalışmalarında kolon yaralanma riskinin supine ve prone pozisyonda sırasıyla %3,4 ve %3,3 olarak bulmuşlardır ve istatistiksel olarak benzer olduğunu bildirmişlerdir (29). Genel komplikasyon oranlarına bakıldığında supin PNL' de daha iyi sonuçlar beklenmektedir. Fakat yapılan güncel bazı meta-analizlerde genel komplikasyon oranları açısından prone ve supin PNL için istatistiksel bir fark gözlenmediği bildirilmiştir (22-24, 30).

Plevral yaralanma PNL' de diğer önemli komplikasyonlardan biridir. Yapılan çalışmalarda prone ve supin pozisyonda PNL' de plevral yaralanma açısından bir farklılık gösterilememiştir (31)(26, 29, 32). Uzamış idrar kaçağı açısından bakıldığında supin PNL ile prone PNL arasında bir farklılık bulunmamaktadır (33-35). Supin PNL' de operasyon süresinin daha kısa olduğu savunulmakta (68.7 vs 54.2 dk) olmasına rağmen bunun hastanede kalış süresi ve kan transfüzyonu gereksinim açısından anlamlı bir farklılık oluşturmadığı belirtilmektedir (36, 37). Prone PNL' de pozisyona bağlı solunum fonksiyonlarında değişiklikler gösterdiği belirtilmesine rağmen özellikle obez hastalarda yapılan bir çalışmada tepe inspiratuvar basıncın, obezitenin doğrudan kendisiyle alakalı olduğu ve prone pozisyonunda ek bir artışın olmadığı gösterilmiştir (38).

Obez hastalarda hastalarda PNL' nin güvenli ve uygulanabilir bir cerrahi olduğu bilinmektedir. Hatta morbid obez hastalarda da güvenle uygulanabileceği gösterilmiştir (39-41). Yapılan bir çalışmada cerrahların çoğunun obez hastalarda taş cilt mesafesinin göreceli kısa olduğu için supin yerine prone PNL' yi tercih ettiğini bildirmişlerdir (42). Prone PNL ile 3 farklı pozisyonda yapılan supin PNL' yi karşılaştıran güncel bir çalışmada akses sayısı, taşsızlık oranı, hastanede kalış süresi, hemoglobin düşüşü, kan transfüzyonu sayısı ve grade 3 ve üzeri komplikasyon oranları açısından istatistiksel bir farklılığın olmadığını bildirilmektedir (43).

Operasyon esnasında radyasyon maruziyeti için supin PNL' nin daha avantajlı olduğu söylenmektedir. Güncel bir çalışmada prone ve supin pozisyonda maruz kalınan radyasyon riski prone PNL' de 1.5 kat, supin PNL' de ise 1.3 kat olarak bulunmuştur. Her ne kadar Prone PNL' de risk sayısal olarak daha yüksek bulunmuş olsa bile bu farkın savunulanın aksine çok da belirgin olmadığı gözlenmektedir(44).

Özellikle intraoperatif ve postoperatif kanama ve kan transfüzyonu gereksinimi hala PNL' de sık karşılaşılan komplikasyonlardandır. Bunun azaltılması için standart 30 Fr çalışma kılıfları yerine daha küçük boyutlu çalışma kılıflarının kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Güncel bir çalışmada prone ve supin PNL' de miniyatürize çalışma kılıflarının kullanımı karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı olmasa da hematokrit düşüşü, kan transfüzyonu ve anjiyoembolizasyon oranı supin PNL' de daha fazla saptanmıştır (45).

Bilateral böbrek taşı olan hastalarda eş zamanlı bilateral PNL yapılması hakkında günümüzde halen bir

kararsızlık mevcuttur. Eş zamanlı bilateral PNL ile ilgili yapılan güncel bir çalışmada prone pozisyonunun güvenli, taşsızlık oranının yüksek olduğunu saptanmıştır (46). Prone ve supin pozisyonda eş zamanlı bilateral PNL yapılan hastaların karşılaştırıldığı bir çalışmada prone PNL nin toplam operasyon süresi ve hastanede kalış süreleri bakımından daha iyi sonuçları olduğunu belirlenmiştir (47).

Spinal anestezi altında prone ve supin PNL' de hemodinamik ve ağrı kontrolünün karşılaştırıldığı güncel bir çalışmada yazarlar, hemodinamik sorunlu hastalarda supin PNL tercih edilebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca eğer ağrı kontrolünün daha iyi sağlanması ve analjezik sürenin daha uzun olması gerektiği durumlarda Prone PNL' nin daha iyi olduğu belirlenmiştir (48).

Güncel bir çalışmada prone PNL; kolay akses sağlanması, daha kısa taş cilt mesafesi ile dilatasyon kolaylığına sahip olması, daha kısa taş cilt mesafesi ile dilatasyon kolağlığı sağlanması, daha geniş operatif alan sağlanması sayesinde hem çalışma kolaylığı sağlanması hem de çoklu girişler için alan sağlanması, morbit obez hastalarda dahi güvenli olması ve akses kolaylığı sağlanması ve atnalı böbreklerde daha güvenli olması nedeniyle hala popüleritesini koruduğu belirtilmektedir (49). Aynı çalışmada supin PNL' nin prone pozisyonda daha etkili ve güvenli olduğunun hala kanıtlanmadığı vurgulanmıştır.

Sonuç olarak güncel 4 adet derlemenin sonucuna baktığımızda prone ve supin PNL için birinin diğerine daha üstün olmadığı, supin PNL nin daha az uygulandığını ve her iki yöntemde birbirine karşı avantajları/dezavantajları olmasına rağmen pozisyon seçiminde cerrahi tecrübenin en önemli faktör olduğu görülmektedir (49-52).

SONUÇ

Her ne kadar supin PNL için literatür sayısında artışla beraber bazı avantajları nedeniyle tercih edilmesi hususunda desteklenme çabaları günümüzde yoğunlaşsa da prone PNL' den hala daha başarılı ve güvenli olduğu kanıtlanamamıştır. Prone PNL kolay akses ve dilatasyon kolağlığı sağlanması, daha geniş operatif alana sahip olması, çoklu girişler için daha konforlu olması, obez hatta morbit obez hastalarda dahi güvenli olması ve akses kolaylığı sağlanması ve atnalı böbrekler gibi anomalili böbreklerde de daha güvenli olması nedeniyle birçok ürolog tarafınca en çok tercih edilen yöntemdir. Ayrıca yıllar içinde edinilen tecrübe ve uygulanma oranı ile ön plana çıkmaktadır. Prone PNL' de yeni akses kolaylığı sağlayan tekniklerin tanımlanması ve kombine RIRS kullanımının sağlanması yöntemin hala gelişime açık olduğunu göstermektedir. Bu nedenle prone PNL eski bir yöntem olarak görünmesine rağmen eskimeyen bir yöntem olduğu akılda tutulmalıdır.

Bilgilendirilmiş Onam

Olgu raporunun yayınlanması için hastadan yazılı onam alındı.

REFERANSLAR

1. Casey WC, Goodwin WE. Percutaneous antegrade pyelography and hydronephrosis; direct, intrapelvic injection of urographic contrast material to secure a pyeloureterogram after percutaneous needle puncture and aspiration of hydronephrosis. J Urol 1955;74:164-73.
2. Fernstrom I, Johansson B. Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. Scand J Urol Nephrol 1976;10:257-9.
3. Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssmann B, Walther V. First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. J Urol 1982;127:417-20.
4. Kanaroglou A, Razvi H. Percutaneous nephrolithotomy under conscious sedation in morbidly obese patients. Can J Urol 2006;13:3153-5.
5. Cicek T, Gonulalan U, Dogan R, Kosan M, Istanbuluoglu O, Gonen M, et al. Spinal anesthesia is an efficient and safe anesthetic method for percutaneous nephrolithotomy. Urology 2014;83:50-5.
6. Ko R, Soucy F, Denstedt JD, Razvi H. Percutaneous nephrolithotomy made easier: a practical guide, tips and tricks. BJU Int 2008;101:535-9.
7. Lojanapiwat B. The ideal puncture approach for PCNL: Fluoroscopy, ultrasound or endoscopy? Indian J Urol 2013;29:208-13.
8. Soria F, Delgado MI, Sanchez FM, Allona A, Jimenez Cruz JF, Morell E, et al. Effectiveness of three-dimensional

fluoroscopy in percutaneous nephrostomy: an animal model study. *Urology* 2009;73:649-52; discussion 52-4.

9. Tepeler A, Armagan A, Akman T, Polat EC, Ersoz C, Topaktas R, et al. Impact of percutaneous renal access technique on outcomes of percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol* 2012;26:828-33.
10. Chen ML, Shukla G, Jackman SV, Tsao AK, Smaldone MC, Ost MC, et al. Real-time tomographic reflection in facilitating percutaneous access to the renal collecting system. *J Endourol* 2011;25:743-5.
11. Yan S, Xiang F, Yongsheng S. Percutaneous nephrolithotomy guided solely by ultrasonography: a 5-year study of >700 cases. *BJU Int* 2013;112:965-71.
12. Spirnak JP, Resnick MI. Retrograde percutaneous stone removal using modified Lawson technique. *Urology* 1987;30:551-3.
13. Kawahara T, Ito H, Terao H, Yoshida M, Ogawa T, Uemura H, et al. Ureterscopy assisted retrograde nephrostomy: a new technique for percutaneous nephrolithotomy (PCNL). *BJU Int* 2012;110:588-90.
14. Safak M, Gogus C, Soygur T. Nephrostomy tract dilation using a balloon dilator in percutaneous renal surgery experience with 95 cases and comparison with the fascial dilator system. *Urol Int* 2003;71:382-4.
15. Dehong C, Liangren L, Huawei L, Qiang W. A comparison among four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis* 2013;41:523-30.
16. Li Y, Yang L, Xu P, Shen P, Qian S, Wei W, et al. One-shot versus gradual dilation technique for tract creation in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis* 2013;41:443-8.
17. Carrion DM, Cansino JR, Quintana LM, Gomez Rivas J, Mainez Rodriguez JA, Perez-Carral JR, et al. Prone percutaneous nephrolithotomy: its advantages and our technique for puncture. *Transl Androl Urol* 2018;7:950-59.
18. Uribe CA, Osorio H, Benavides J, Martinez CH, Valley ZA, Kaler KS. A New Technique for Percutaneous Nephrolithotomy Using Retrograde Ureterscopy and Laser Fiber to Achieve Percutaneous Nephrostomy Access: The Initial Case Report. *J Endourol Case Rep* 2019;5:131-36.
19. Kaler KS, Parkhomenko E, Lin CY, Valley ZA, Kim WK, Okhunov Z, et al. A New Twist on an Old Technique: Lawson Retrograde Endoscopic-Guided Nephrostomy Access for Percutaneous Nephrolithotomy in Prone Split-Leg Position. *J Endourol Case Rep* 2018;4:190-94.
20. Marchini GS, Torricelli FC, Mazzucchi E, Srougi M, Monga M. Prone split-leg position to manage encrusted ureteral stents in a single-stage procedure in women: Step-by-step surgical technique. *Can Urol Assoc J* 2015;9:E494-9.
21. Patel RM, Okhunov Z, Clayman RV, Landman J. Prone Versus Supine Percutaneous Nephrolithotomy: What Is Your Position? *Curr Urol Rep* 2017;18:26.
22. Falahatkar S, Mokhtari G, Teimoori M. An Update on Supine Versus Prone Percutaneous Nephrolithotomy: A Meta-analysis. *Urol J* 2016;13:2814-22.
23. Yuan D, Liu Y, Rao H, Cheng T, Sun Z, Wang Y, et al. Supine Versus Prone Position in Percutaneous Nephrolithotomy for Kidney Calculi: A Meta-Analysis. *J Endourol* 2016;30:754-63.
24. Zhang X, Xia L, Xu T, Wang X, Zhong S, Shen Z. Is the supine position superior to the prone position for percutaneous nephrolithotomy (PCNL)? *Urolithiasis* 2014;42:87-93.
25. Astroza G, Lipkin M, Neisius A, Preminger G, De Sio M, Sodha H, et al. Effect of supine vs prone position on outcomes of percutaneous nephrolithotomy in staghorn calculi: results from the Clinical Research Office of the Endourology Society Study. *Urology* 2013;82:1240-4.
26. Al-Dessoukey AA, Moussa AS, Abdelbary AM, Zayed A, Abdallah R, Elderwy AA, et al. Percutaneous nephrolithotomy in the oblique supine lithotomy position and prone position: a comparative study. *J Endourol* 2014;28:1058-63.
27. Sharma G, Jangid DK, Yadav SS, Mathur R, Tomar V. Retro-renal colon: role in percutaneous access. *Urolithiasis* 2015;43:171-5.
28. Tuttle DN, Yeh BM, Meng MV, Breiman RS, Stoller ML, Coakley FV. Risk of injury to adjacent organs with lower-pole fluoroscopically guided percutaneous nephrostomy: evaluation with prone, supine, and multiplanar reformatted CT. *J Vasc Interv Radiol* 2005;16:1489-92.
29. Valdivia JG, Scarpa RM, Duvdevani M, Gross AJ, Nadler RB, Nutahara K, et al. Supine versus prone position during percutaneous nephrolithotomy: a report from the clinical research office of the endourological society percutaneous nephrolithotomy global study. *J Endourol* 2011;25:1619-25.
30. Liu L, Zheng S, Xu Y, Wei Q. Systematic review and meta-analysis of percutaneous nephrolithotomy for patients in the supine versus prone position. *J Endourol* 2010;24:1941-6.

31. Sanguedolce F, Breda A, Millan F, Brehmer M, Knoll T, Liatsikos E, et al. Lower pole stones: prone PCNL versus supine PCNL in the International Cooperation in Endourology (ICE) group experience. *World J Urol* 2013;31:1575-80.
32. Mazzucchi E, Vicentini FC, Marchini GS, Danilovic A, Brito AH, Srougi M. Percutaneous nephrolithotomy in obese patients: comparison between the prone and total supine position. *J Endourol* 2012;26:1437-42.
33. Falahatkar S, Moghaddam AA, Salehi M, Nikpour S, Esmaili F, Khaki N. Complete supine percutaneous nephrolithotripsy comparison with the prone standard technique. *J Endourol* 2008;22:2513-7.
34. De Sio M, Autorino R, Quarto G, Calabro F, Damiano R, Giugliano F, et al. Modified supine versus prone position in percutaneous nephrolithotomy for renal stones treatable with a single percutaneous access: a prospective randomized trial. *Eur J Urol* 2008;54:196-202.
35. Shoma AM, Eraky I, El-Kenawy MR, El-Kappany HA. Percutaneous nephrolithotomy in the supine position: technical aspects and functional outcome compared with the prone technique. *Urology* 2002;60:388-92.
36. Karami H, Mohammadi R, Lotfi B. A study on comparative outcomes of percutaneous nephrolithotomy in prone, supine, and flank positions. *World J Urol* 2013;31:1225-30.
37. McCahy P, Rzetelski-West K, Gleeson J. Complete stone clearance using a modified supine position: initial experience and comparison with prone percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol* 2013;27:705-9.
38. Siev M, Motamedinia P, Leavitt D, Fakhoury M, Barcohana K, Hoenig D, et al. Does Peak Inspiratory Pressure Increase in the Prone Position? An Analysis Related to Body Mass Index. *J Urol* 2015;194:1302-6.
39. Koo BC, Burt G, Burgess NA. Percutaneous stone surgery in the obese: outcome stratified according to body mass index. *BJU Int* 2004;93:1296-9.
40. Keheila M, Leavitt D, Galli R, Motamedinia P, Theckumpampil N, Siev M, et al. Percutaneous nephrolithotomy in super obese patients (body mass index ≥ 50 kg/m²): overcoming the challenges. *BJU Int* 2016;117:300-6.
41. Zhou X, Sun X, Chen X, Gong X, Yang Y, Chen C, et al. Effect of Obesity on Outcomes of Percutaneous Nephrolithotomy in Renal Stone Management: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Urol Int* 2017;98:382-90.
42. Fuller A, Razvi H, Denstedt JD, Nott L, Hendriks A, Luke M, et al. The clinical research office of the endourological society percutaneous nephrolithotomy global study: Outcomes in the morbidly obese patient - a case control analysis. *Can Urol Assoc J* 2014;8:E393-7.
43. Melo PAS, Vicentini FC, Perrella R, Murta CB, Claro JFA. Comparative study of percutaneous nephrolithotomy performed in the traditional prone position and in three different supine positions. *Int Braz J Urol* 2019;45:108-17.
44. St-Laurent MP, Doizi S, Rosec M, Terrasa JB, Villa L, Traxer O, et al. Radiation exposure in prone vs. modified supine position during PCNL: Results with an anthropomorphic model. *Can Urol Assoc J* 2019;13:246-49.
45. Ozdemir H, Erbin A, Sahan M, Savun M, Cubuk A, Yazici O, et al. Comparison of supine and prone miniaturized percutaneous nephrolithotomy in the treatment of lower pole, middle pole and renal pelvic stones: A matched pair analysis. *Int Braz J Urol* 2019;45:956-64.
46. Adhikari MB, Karna S, Kasaju A. Safety and Efficacy of Bilateral Simultaneous Percutaneous Nephrolithotomy. *J Nepal Health Res Counc* 2019;17:114-18.
47. Sofer M, Proietti S, Bar-Yosef Y, Dekalo S, Rosso M, Mintz I, et al. Assessment of bilateral supine and prone tubeless percutaneous nephrolithotomy. *Can J Urol* 2017;24:9114-20.
48. Roodneshin F, Poor Zamany Nejat Kermany M, Rostami P, Ahmadzadeh N, Gharaei B, Kamranmanesh MR. Comparison of Hemodynamic Stability and Pain Control in Lateral and Prone Positions in Patients undergoing Percutaneous Nephrolithotomy; a Randomized Controlled Trial Study. *Urol J* 2019.
49. Mourmouris P, Berdempes M, Markopoulos T, Lazarou L, Tzelvels L, Skolarikos A. Patient positioning during percutaneous nephrolithotomy: what is the current best practice? *Res Rep Urol* 2018;10:189-93.
50. Mak DK, Smith Y, Buchholz N, El-Husseiny T. What is better in percutaneous nephrolithotomy - Prone or supine? A systematic review. *Arab J Urol* 2016;14:101-7.
51. Salvado JA, Mendez CE. Supine versus prone position for percutaneous nephrolithotomy. *Minerva Urol Nefrol* 2015;67:325-33.
52. Cracco CM, Alken P, Scoffone CM. Positioning for percutaneous nephrolithotomy. *Curr Opin Urol* 2016;26:81-7.