

## ÜROLOJİDE PERKÜTAN GİRİŞİMLER PERCUTANEOUS INTERVENTIONS IN UROLOGY

### Perkütan Nefrolitotomide Floreskopi Kullanımı ve Radyasyondan Korunma The Use of Fluoroscopy and Radiation Protection During Percutaneous Nephrolithotomy

Ahmet Ali Sancaktutar, Haluk Söylemez

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Diyarbakır

#### Özet | Abstract

Perkütan nefrolitotomi (PNL), böbrek taşlarının tedavisinde kullanılan minimal invaziv bir cerrahi tekniğidir. Yüksek taşsızlık oranı, kısa hastanede yatma süresi ve kabul edilebilir yan etki oranları ile 2 cm'den büyük ve ESWL'ye dirençli böbrek taşlarının tedavisinde ilk sırada seçilmesi gereken bir yöntemdir. PNL sırasında güvenli ve doğru bir giriş yapmak başarıdaki esas noktadır. Bu amaçla ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi ve floreskopi kullanılır. Halen en sık tercih edilen yol floreskopi eşliğinde giriştir. PNL'nin yaygın kullanılmasıyla cerrahların, ameliyathane odası çalışanlarının ve hastaların radyasyona maruziyeti artmaktadır. Radyasyonun insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ve korunma metodları iyi bilinmektedir. Ancak bu yöntemlerin kullanılması çok yaygın değildir. Bu yazıda temel radyasyon bilgileri ve PNL sırasında radyasyon güvenliği anlatılmıştır. Amacımız ürologların bu konuda dikkatlerini çekmektir.

**Anahtar kelimeler:** Floreskopi, perkütan nefrolitotomi, radyasyondan korunma

Percutaneous nephrolithotomy (PNL) is a minimally invasive surgical procedure for the treatment of renal stones. PNL is the treatment modality that should be the first choice in the treatment of renal stones >2 cm with higher stone free rates, lower duration of hospital stay, and acceptable complication rates. The key to the success of any endourological procedure is the establishment of a safe and reliable percutaneous access to the renal collecting system. For this purpose, ultrasonography, computerized tomography, and fluoroscopy may be used. Primary fluoroscopic guidance for percutaneous access is still the preferred technique. The wide use of fluoroscopic guidance has increased the radiation exposure of urologists, patients, and other operating room staff. The negative effects and protection methods of radiation on the human body are well-known. However, the uses of these methods are not very common. This article describes basic radiation knowledge and radiation safety during PNL. In addition, we aimed to increase the awareness of urologists in this regard.

**Key words:** Fluoroscopy, percutaneous nephrolithotomy, radiation protection

#### A-Perkütan nefrolitotomi (PNL)

Vücut dışı şok dalgası litotripsi (SWL)'ye dirençli veya taş boyutu 2 cm üzerinde olan renal ve üreter üst kısım taşlarının tedavisinde; perkütan nefrolitotomi (PNL) son yıllarda açık cerrahi karşısında hızla tırmanışa geçmiştir.(1) Yüksek taşsızlık oranı, kısa hastanede kalış süresi, postoperatif dönemde estetik görünüm kaygısına neden olmaması ve kabul edilebilir yan etki oranlarıyla, uygun hasta gruplarında artık ilk seçenek olarak yerini almıştır. Bunun sonucu olarak taş tedavisinde açık cerrahi oranı %5'in altına düşmüştür.(2-4)

Perkütan renal cerrahinin en önemli aşaması toplayıcı sisteme giriş aşamasıdır. Bu aşamada ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi ve floreskopi kullanılmaktadır.(5) Ancak en yaygın olarak kullanılan yol C-kollu floreskopik giriştir.(6)

Gerek PNL gerekse üreteroskopi (URS), retrograd intrarenal cerrahi (RIRC) gibi birçok endoürolojik girişim sırasında floreskopi kullanımı pratik uygulamanın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. SWL sırasında taşın lokalizasyonu,

yerleştirilen stentin yerinin belirlenmesi, RIRC'de akses tüpün üreterden angajmanı sırasında, PNL sırasında giriş yerini belirlenmesi, doğru dilatasyonun yapılması, kalıksiyel sistemde taşın bulunması ve nefrostomi tüpünün emniyetli şekilde yerleştirilmesi floreskopi ile mümkün olmaktadır.(5, 7-9)

Özellikle uzamış floreskopi kullanımı hem hasta için hem de girişimsel işlemi yapan ekip için radyasyon maruziyeti demektir.(10) Bu durum PNL sırasında C kollu floreskopi ünitesine yakın mesafede çalışan cerrahi ekibin ve hastanın tam bir standart radyasyondan korunma protokolü ile korunması zorunluluğunu getirmektedir.

#### B-Radyasyon

Radyasyon, yüksek hızda partiküllerin ve elektromanyetik dalgaların ortamda yol alan enerjisi olarak tanımlanır. Modern dünyada radyasyondan izole yaşamak artık mümkün olmamaktadır.(11) İnsanlar günlük yaşamda yıllık 2-3 mSv çevresel radyasyon dozuna maruz kalırlar.(5) Günümüzde,

iyonlaştırıcı radyasyon ile ışınlamalardaki önemli bir pay medikal ışınlanmalardan ileri gelmektedir.(12) Dünya genelinde yılda 1.6 milyar radyolojik tetkik, 24 milyon nükleer tıp ve 5 milyon radyoterapi uygulaması yapılmaktadır. Ülkemizde de; özellikle son yıllarda tıbbi alet ve girişimsel radyolojik girişimsel cihaz sayısında hızla artış olmuştur. İki yıl önceki verilere Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) envanterine göre, ülkemizde 5500 civarında röntgen teşhis cihazı, 113 nükleer tıp, 194 radioimmuno assay (RIA) laboratuvarı, 51 adet teleterapi, 28 adet medikal lineer hızlandırıcı ve 23 adet brakiterapi laboratuvarında radyasyon kaynakları ile faaliyet gösterilmektedir.(13) İyonlaştırıcı radyasyonun zararlı etkilerinin anlaşılmasına rağmen bu uygulamaların giderek artan bir hızla yaygınlaşması, fayda-zarar analizlerinin bir sonucudur.(14)

**Radyasyon dozu:** Bir maddenin veya canlı dokunun, radyasyonla etkileşmesi sonucunda, madde veya doku içerisinde depolanmış enerjinin bir ölçümüdür. Birimleri, Rad, Gy, rem, Sv'dir. Havada yayılan radyasyon Röntgen (Roentgen) olarak ölçülür; 1 röntgen (R)=1000 miliröntgen'dir. İnsan vücudunun absorbe ettiği radyasyon dozu 'rad' (radiation absorbed dose) veya 'rem' (radiation equivalent man) olarak adlandırılır. Rad için uluslararası ünite Gy'dir. Gray (Gy); ışınlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'lük enerji soğutulması meydana getiren radyasyon miktarıdır.(15)

$$1 \text{ rad}=1 \text{ rem}=1000 \text{ mrad}=1000 \text{ mrem}=0,01 \text{ Gy}$$

İnsan vücudunda X ışınlarının biyolojik etkilerinin uluslararası ölçü birimi Sievert'dir.

$$1 \text{ Sv}=100 \text{ rad}; \text{ yani } 1 \text{ Sv}=1 \text{ Gy}=100 \text{ rad}=100 \text{ rem veya } 1 \text{ rem}=1 \text{ rad}=0,001 \text{ Sv'dir.}$$

Radyasyon bir enerji olduğu için etrafa yayılan dozunu hesaplamada ve ölçmede madde ile etkileşimi temel alınır. Günümüzde radyasyonlu ortamda çalışanların aldığı dozu değerlendirmede kullanılan birim Sievert'dir. Bunu belirleyen aletlere de dozimetre adı verilmektedir. Dozimetre, X-ray kaynağından ya da; radyoaktif kaynaklardan çıkan ışınların, çevrelerindeki canlılar üzerindeki etkilerini tespit etmeye yarayan bir düzenektir. Çalışma prensibi; bu ışınların kendilerine özgü özelliklerinden dolayı çeşitli maddelerde meydana getirdikleri renklenme, ağartma iyonlaştırma ve enerji soğurması şeklindeki olaylara dayanır.(16)

Radyasyon ve uygulama alanları konusunda dünya üzerinde otorite ve söz sahibi olan Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi (ICRP-International Commission on Radiation Protection) halk için ve radyasyonla uğraşan profesyoneller için azami izin verilen doz sınırlarını belirlemiştir (Tablo 1). Buna göre; radyasyon görevlileri için azami doz ardışık beş yıl için 20 mSv/yıl, tek yıl için 50 mSv/yıl iken halk için ardışık beş yıl için 10 mSv/yıl, tek yıl için 5 mSv/yıl'dır.(17)

Güvenli doz sınırının belirlenmiş olmasına rağmen, radyolojik girişimsel işlemler sırasında maruz kalınan radyasyonun etkileri henüz tam olarak ortaya konamadığı için iyonizan radyasyonun her dozda zararlı etkileri olabileceği unutulmamalıdır (5). Bu nedenle hangi radyasyon dozunun hangi hastada ve hangi zamanda zarar oluşturacağı net olarak bilinemez. Bu nedenle, doktorların çoğu, tek bir radyolojik grafinin bile küçük de olsa bir risk taşıdığına inanır. Bunun bir sonucu olarak, radyoloji pratiğinde, ALARA -As low as reasonably achievable- (mümkün olduğunca en az) prensibi altın standart olarak kabul edilmektedir.(18)

### Radyasyon Hangi Yolla Etki Yapar?

İyonizan radyasyon hücresel düzeyde ya direkt olarak DNA zincirinde kırılmalar oluşturur ya da hücre içindeki moleküllerle etkileşerek oksijen radikalleri oluşumunu sağlar.

Radyasyonun somatik düzeydeki etkileri de 2 yolla ortaya çıkar.

**a. Deterministik etki:** Hasarın oluşumu için bir eşik değer mevcuttur. Doz arttıkça hasar miktarı artar.

**b. Sitokastik etki:** Radyasyonun hep ya da hiç ilkesinin geçerli olduğu etki biçimidir. Eşik değer yoktur. Bu nedenle en düşük doz düzeylerinde bile ortaya çıkma ihtimali vardır. Medikal amaçlı görüntülemeler sırasında karşılaşmamız muhtemel etki sitokastik etkidir (5, 19). İngiltere'de her yıl yaklaşık 250-300 ölüm vakasının direk olarak medikal radyasyon maruziyetine bağlı ortaya çıkan kanser vakalarından meydana geldiği gösterilmiştir.(20) Literatürde, bir Batın CT nedeniyle 1/2500 oranında kanser gelişme riskinin olduğu iddia edilmiştir. Radyasyonun kümülatif etkisi nedeniyle özellikle pediatrik yaş grubunda ve reproduktif çağda bu durum çok daha önemlidir.

### Radyasyondan Korunma

Radyasyondan korunmanın amacı doku hasarına sebep olan deterministik etkileri önlemek ve sitokastik etkilerin meydana gelme olasılıklarını kabul edilebilir düzeylerde sınırlandırmaktır.

Bunu başarmak için 3 temel prensip vardır;

- **Gerekçeleştirme:** Her tetkikin ve girişimsel işlemin gerekçeli ve mantıklı bir nedeni olmalı,

**Tablo 1. ICRP raporuna göre yıllık izin verilen maksimum radyasyon dozları.**

Görevi Gereği Radyasyonla Çalışanlar İçin	mSv/yıl	Halk İçin	mSv/yıl
Bütün Vücut (Ardışık Beş Yıl Ort.)	20	Bütün Vücut (Ardışık Beş Yıl Ort.)	1
Bütün Vücut (Tek Bir Yıl)	50	Bütün Vücut (Tek Bir Yıl)	5
Göz	150	Göz	15
El-Ayak, Cilt	500	El-Ayak, Cilt	50

- **Optimizasyon:** Mümkün olan en iyi korunma sağlanmalı ve çekim sahasında sadece gerekli dokular bulunmalı,
  - **Doz sınırları:** Hasta veya medikal çalışanın aldığı dozlar yıllık olarak düzenli olarak tespit edilmelidir.
- Radyasyon uygulamalarında fiziksel korunma yöntemlerinin üç temel ilkesi vardır;
- **Zaman:** Radyasyona maruz kalınan süre arttıkça absorbe edilen doz da artar.
  - **Uzaklık:** Skopi kaynağından uzaklaştıkça maruz kalınan radyasyon miktarı uzaklığın karesi oranında dramatik olarak azalır.
  - **Zırhlama:** Dış radyasyon tehlikesinden korunmanın en etkin yöntemi zırhlanmadır. Medikal sahada en çok kurşun içerikli materyaller kullanılmaktadır.(5, 13, 21)

### 3-PNL ve Radyasyon

PNL bilmeyen bir üroloğun 60 vakadan sonra bu operasyonu öğrendiği ancak öğrenme sürecinin 115 vakaya kadar devam ettiği ve bundan sonra deneyimli olduğu kabul edilmektedir. PNL'de floroskopi kullanım süresi de tecrübe ile paralel azalmaktadır.(22) Bu kadar uzun bir öğrenme eğrisi olan ve bu süreçte floroskopi gereken bir ameliyatta ilk vakalardan itibaren çok dikkatli olunmalı ve gerekli özen gösterilmelidir.

Medikal tetkik ve tedavi sırasında maruz kalınan radyasyon dozu sağlık personeli için çok önemlidir. Çünkü aynı cerrah veya asistan birçok kez aynı prosedürü uygulamak durumundadır.(22) Buna ek olarak, nefrolitiazis gibi tekrarlayıcı özelliği olan hastalıklarda da; hastalar benzer radyasyon maruziyeti riskiyle karşı karşıyadır. Nefrolitizisli hastalar semptomatik oldukları andan itibaren taşsız hale gelinceye kadar hemen hemen tüm tanı ve tedavi basamaklarında iyonize radyasyona maruz kalmaktadırlar. Yapılan bir çalışmada acil kliniğine renal kolikle başvuran hastalara 1 yıllık takipte cerrahi müdahale hariç ortalama 1,7 CT çekimi yapılmıştır.(23)

PNL sırasında 3 yolla radyasyona maruz kalınmaktadır. Birincisi direkt radyasyondur ki ellerin aldığı ışın buna örnektir. İkincisi ise indirekt radyasyondur. X ışını kaynaktan çıktıktan sonra ilk çarptığı engelden etrafa yayılan enerjidir. Bu engel PNL'de ameliyat masası ve hastadır. Üçüncü olarak sızma yoluyla maruziyettir. Beklenildiği gibi direkt maruziyet dozu daha fazladır.(21) Radyasyonda alınan doz uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azaldığı için çalışan diğer personel için risk göreceli olarak daha azdır. Ancak sürekli bu cerrahi ile uğraşan ve X ışını kaynağına en yakın yerde çalışan ürolog için durum daha ciddidir. Avustralyalı ortopedistlerde troid kanserindeki artışı gösteren çalışmalar konunun ne denli önemli olduğunu göstermektedir.(24)

Radyasyonun insan vücudundaki etkileri maruz kalınan doza ve maruz kalan dokuya göre değişir. Tiroid, kemik iliği, gonadlar ve lens en hassas organlar iken beyin ve kemik dokusu çok daha dirençlidir. Uluslararası Radyasyon Komitesi her doku için güvenlik sınırlarını belirlemiştir. Örneğin kemik

iliği için en fazla yılda 50 mSv iken uzun kemikler için 750 mSv'dir (5).

### D-PNL Radyasyon Açısından Güvenli mi?

Literatürdeki bir çalışmada 10 dk'lık bir floroskopi süresinde en fazla radyasyona maruz kalan bölgenin alt ekstremité-ayaklar (0,02 mSv), parmaklar (0,036 mSv), eller (0,057 mSv) gözlerin (0,07 mSv) olduğu gösterilmiştir.(25) Diğer yandan gövdenin (0,0023) daha az, baş-boyun bölgesinin (0,09 mSv) rölatif olarak daha fazla ışına maruz kaldığı görülmektedir.(23) Buna karşılık Inglis ve arkadaşları ise ortalama 4,4 dakikalık floroskopi süresinde tiroid dokusunun aldığı dozu 0,035 mSv olarak saptamışlardır.(26) Buna göre yıllık 100-1000 vaka arasında yapılan PNL işleminin bile güvenli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak üroloğun eli PNL sırasında hem direkt ışına hem de yansıyan ışına maruz kalması nedeniyle, diğer organlara göre daha fazla radyasyon almaktadır. Yapılan bir çalışmada, kurşun kaplı eldiven kullanmadan olgu başına alınan dozun sol el için ortalama 0,92 mSv, sağ el için ise 0,26 mSv olduğu saptamıştır. Başka bir çalışmada ise 20 dk'lık skopi süresinde ellerimizin ve parmaklarımızın maruz kaldığı radyasyon dozu sırasıyla 5,2 ve 7,5 mSv olarak bulunmuştur.(23) Eller için güvenlik sınırının 750 mSv olduğu dikkate alındığında kısa bir zamanda bu dozun aşılabileceği dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak ALARA prensiplerine bağlı kalmak şartıyla yıllık çok sayıda PNL ameliyatı bile ICRP'nin güvenlik rakamları içerisinde gözükmemektedir. Ancak bu rakamların standart radyasyon korunma protokolleriyle sağlanabileceği asla akıldan çıkarılmamalıdır.

Radyasyonun etkileri uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalmaktadır.(23) PNL'de birinci cerrah dışındaki asistan, hemşire ve diğer personelin maruz kaldığı radyasyon hızla azalmaktadır. Yukarıdaki rakamlara göre ürolog dışındaki diğer ekibin yıllık aldıkları doz miktarları bu hesaba göre oldukça düşük kalmaktadır.

Tüm bu verilere karşın, doktor ve sağlık ekibi için durum böyle iken hastaların durumu nedir? Yapılan çalışmalarda normal zamanlı bir PNL sırasında cildin 0,25 mSv, testisin 1,6 mSv, 5,8 overlerin mSv kadar radyasyona maruz kaldığı hesaplanmıştır.(27) Buna göre elde edilen dozların bir IVP'nin dozuna eşit olduğu gösterilmiştir. Literatürdeki diğer çalışmalara yıllara göre bakıldığında hasta dozları sırasıyla 250 mSv, 10,2 mSv, 4,5 mSv ve 0,59 mSv olduğu saptanmıştır.(23) Bu durum yıllar içinde PNL deneyiminin artması veya daha az radyasyon yayan cihazların kullanımının bir sonucu olabilir. Son dönemde yapılan bir çalışmada organ spesifik dozlar bile ortaya konmuştur. Buna göre; bir PNL sırasında ortalama olarak deri 0,24, karaciğer 0,043, karşı böbrek 0,003, transvers kolon 0,002 mSv doza maruz kalmaktadır.(28)

Bütün bu verileri göz önüne aldığımızda kar-zarar hesabı yaparak ALARA prensiplerine uymak ve yeterli koruma önlemleri almak şartıyla PNL'nin hem sağlık ekibi (birinci

cerrah dahil) hem de hastalar açısından güvenli olduğu söylenebilir. Bu güvenliği elde etmek için PNL sırasında doktor, asistan ve hemşire mutlaka kurşun önlük giymeli, kurşun eldiven ve tiroid koruyucu kullanmalıdır. Lens dokusunun aşırı radyosensitif olması nedeniyle de 1. cerrah ise mümkünse kurşun gözlük kullanılmalıdır.

Kurşun bariyerler sanıldığı kadar aksine radyasyonu tamamen durdurmaz. 0,24 mm kurşun tabaka içeren bir önlük gelen radyasyonu %50 azaltır. Diğer taraftan 1mm kurşun kalınlığındaki bariyer ise; radyasyonu %90-95 oranında azaltır. (29)

PNL sırasında floroskopi kullanılırken dozu azaltmak için temel adımlar (5, 13, 17, 23).

- (1) Floroskopi cihazını acemi kişiler kumanda etmemeli,
- (2) Floroskopi ünitesinin ekranı hafızalı ekran olmalı,
- (3) Kurşun kaplı masa altı ünitesi kullanılmalı,
- (4) "Önce düşün sonra bas" prensibi kullanılmalı,
- (5) C kolun oblik kullanımı en az düzeyde tutulmalı,
- (6) X- ışını kaynağı çalışma sırasında masa altında olmalı,
- (7) Sürekli skopi yerine aralıklı skopi kullanılmalı.

C-kollu floroskopi ünitesinin disiplinli kullanılmasının çok önemli olmasının yanı sıra; son zamanlarda mini C-kollu aletler hizmete girmiştir. Bu cihazların önceki jenerasyon cihazlara göre %50 daha az radyasyon yaydığı gösterilmiştir.(30) Elbette beden boyutları çok küçük olan çocuklarda ve özellikle bebeklerde bu enstrümanın kullanılması daha önemlidir. Ancak bu konuda literatürde ürologların yaptığı bir çalışma bulunmamaktadır.

Radyasyondan korunma konusunda pediatrik yaş grubu özellikle ele alınmalıdır. Çünkü ürolitiazisin çocukluk yaş grubunda tekrarlama ihtimali daha yüksektir ve erişkinlerden daha çok seans radyasyona maruz kalma riski vardır.(8) Özellikle vücut hacmi çok küçük ve derinliği az olan infantil çağdaki hastalarda çok daha fazla dikkatli olunmalıdır. Örneğin rutin kolimatör ayarı kullanılarak yapılan bir PNL sırasında 1 yaşındaki bir bebeğin neredeyse vücut hacminin yarısı radyasyona maruz kalmaktadır. (Resim 1). Bu konuda literatürde Ünsal ve arkadaşlarının çocuk hastalarda uygulamakta olduğu üzere çalışma alanının dışında kalan bölgelerde ameliyat masasına kurşun önlük serilmesi uygulaması çok akıllıca görülmektedir.(31)

Bu arada gözden kaçtığına inandığımız bir konu da; şu şekilde detaylandırılabilir. PNL sırasında X ışını kaynağı masanın altında kalmaktadır. Prone pozisyonunda yapılan PNL sırasında özellikle testisler radyasyon kaynağına çok yakın bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak testisler daha çok radyasyona maruz kalmaktadır. IRPC'ye göre incelenen alanı örtmediği sürece tüm radyolojik görüntülemeler sırasında gonad koruyucu kullanılması önerilmektedir.(32) Bu olumsuz durumdan kaçınmak için sistoskopi sonrası hasta prone pozisyonuna çevrilirken testisler radyasyona karşı korunmalıdır. Biz kendi kliniğimizde tüm endoürolojik girişimlerde bir testis kalkanı modeli kullanmaktayız. (Resim 2) Buna göre skrotum kurşun bir eldivene içersine konulmaktadır. Bu uy-

gulamamızın ön sonuçlarına göre bu yolla testisle ulaşan radyasyon %90 oranında azalmaktadır.(33)

Literatürde PNL sırasında hastanın ve cerrahi ekibin korunmasına yönelik bazı çalışmalar bulunmaktadır. Cerrahi ekibe yönelik olarak Ronald ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kurşun kaplı örtüler cerrahın ellerini kısıtlamayacak şekilde paravan tarzında kullanılmıştır.(34) Çok pratik olması nedeniyle bu korunma yönteminin kolayca uygulanabileceği görülmektedir. Araştırmacılar bu yolla radyasyon dozunu %75-95 azaltmayı başarmıştır. Jerry ve arkadaşları ise; hastaları korumaya yönelik olarak kurşun örtü (dreap) kullanımını önermiştir.(35)

Hangi koruma önlemi alınırsa alınsın, floroskopi eşliğinde yapılan PNL sırasında tüm koruma tedbirlerine rağmen



**Resim 1. Floroskopi sırasında kalimatör ve çocuk hasta arasındaki boyut ilişkisi.**



**Resim 2. Kliniğimizde kullanmakta olduğumuz bir testis kalkanı modeli.**





**Resim 3. CT’de retrorenal kolon saptadığımız bir çocuk hastada ultrasonografik giriş.**

radyasyona maruziyetini sıfırlamak mümkün değildir. Belki de; en etkin korunma floroskopinin hiç kullanılmadığı veya daha az kullanıldığı yöntemlerin tercih edilmesidir. Bu amaçla son yıllarda PNL’de floroskopi yerine ultrasonik girişle ilgili çalışmalar ön plana çıkmıştır. Bu çalışmalarda tek pelvis renalis taşarında sadece ultrasonik giriş veya daha kompleks vakalarda floroskopik-ultrasonik girişin kombine edilmesi amaçlanmıştır.(36, 37) Biz de; kendi pratiğimizde ileri derecede dilate sistemlerde, CT’de retrorenal kolon tespit edilen hastalarda, piyonefroz gibi bir nedenle daha önceden perkütan nefrostomi yerleştirilmiş veya taşın tam lokalizyonu hakkında bilgi sahibi olduğumuz hastalarda ultrasonik giriş tercih etmekteyiz (Resim 3).(38)

Sonuçta, her ne kadar PNL prosedürü radyasyona maruziyet açısından güvenli gibi görünse de; radyasyonun kümülatif özellik göstermesi ve sitokastik etkisi nedeniyle korunma metodları iyi bilinmeli ve gerekli özen gösterilmelidir. Bu metodların başarısı ve olası zararlarından korunma fluoroskopiye bizzat kullanan ürologların bilgi ve eğitimleri ile doğrudan ilgilidir. Çünkü farkında olmayan korunmaz ve korunmayan korumaz.

### Kaynaklar

1. Méndez Probst CE, Denstedt JD, Razvi H. Preoperative indications for percutaneous nephrolithotripsy in 2009. J Endourol 2009;23:1557-61. [\[CrossRef\]](#)
2. Schuster TK, Smaldone MC, Averch TD, Ost MC. Percutaneous nephrolithotomy in children. J Endourol 2009;23:1699-705. [\[CrossRef\]](#)
3. Noga A, Szkodny A, Prajsner A, Bar K, Szkodny G. Percutaneous nephrolithotripsy--indications for the procedure and its technique. Przegł Lek 1992;49:131-2.
4. Matlaga BR, Assimos DG. Changing indications of open stone surgery. Urology 2002;59:490-3. [\[CrossRef\]](#)
5. Özden E, Özyar Ş, Şahin A. Perkütan Nefrolitotomide Radyasyondan Korunma. Türkiye Klinikleri J Surg Med 2006;2:6-9.
6. Saussine C, Lechevallier E, Traxer O. Percutaneous surgery in urolithiasis: specific considerations about percutaneous access. Prog Urol 2008;18:891-6. [\[CrossRef\]](#)
7. Ngo TC, Macleod LC, Rosenstein DI, Reese JH, Shinghal R. Tracking intraoperative fluoroscopy utilization reduces radiati-

- on exposure during ureteroscopy. J Endourol 2011;25:763-7. [\[CrossRef\]](#)
8. Stratton KL, Pope JC 4th, Adams MC, Brock JW 3rd, Thomas JC. Implications of ionizing radiation in the pediatric urology patient. J Urol 2010;183:2137-42. [\[CrossRef\]](#)
9. Basiri A, Mehrabi S, Kianian H, Javaherforooshzadeh A. Blind puncture in comparison with fluoroscopic guidance in percutaneous nephrolithotomy: a randomized controlled trial. Urol J 2007;4:79-83.
10. Majidpour HS. Risk of radiation exposure during PCNL. Urol J 2010;10:87-9.
11. Copplestone D, Howard BJ, Bréchnignac F. The ecological relevance of current approaches for environmental protection from exposure to ionising radiation. J Environ Radioact 2004;74:31-41. [\[CrossRef\]](#)
12. Mercuri M, Sheth T, Natarajan MK. Radiation exposure from medical imaging: a silent harm? CMAJ 2011;8:413-4. [\[CrossRef\]](#)
13. Gündüz H. 3. Radyoloji Teknisyenleri Mesleki Eğitim Toplantıları Kitabı. 2009. Sayfa 37-8.
14. Yaren H, Karayılanoğlu T. Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri”. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni 2005;4:199-208.
15. Bush WH, Brannen GE, Gibbons RP, Correa RJ, Elder JS. Radiation exposure to patient and urologist during percutaneous nephrostolithotomy. J Urol 1984;132:1148-52.
16. Zeyrek CT, Gündüz H. Occupational exposure to ionising radiation with thermoluminescence dosimetry system in Turkey, in 2003. Radiat Prot Dosimetry 2005;113:374-80. [\[CrossRef\]](#)
17. International Commission on Radiological Protection (homepage on internet [http://www.icrp.org/docs/summary\\_B\\_sacn\\_ICRP\\_60\\_Ann\\_ICRP\\_1990\\_Recs.pdf](http://www.icrp.org/docs/summary_B_sacn_ICRP_60_Ann_ICRP_1990_Recs.pdf))
18. Slovis TL. Children, computed tomography radiation dose, and the As Low As Reasonably Achievable (ALARA) concept. Pediatrics 2003;112:971-2. [\[CrossRef\]](#)
19. Bolus NE. Basic review of radiation biology and terminology. J Nucl Med Technol 2001; 29:67-73.
20. Royal College of Radiologists and National Radiological Protection Board. Patient dose reduction in diagnostic radiology. Documents of the National Radiological Protection Board 1990;1:No 3.
21. Kase KR. Radiation Protective Principles of NCRP. Health Phys 2004;87:251-7. [\[CrossRef\]](#)
22. Allen D, O’Brien T, Tiptaft R, Glass J. Defining the learning curve for percutaneous nephrolithotomy. J Endourol 2005;19:279-82. [\[CrossRef\]](#)
23. Kumar P. Radiation safety issues in fluoroscopy during percutaneous nephrolithotomy. Urol J 2008;5:15-23.
24. Hellawell GO, Mutch SJ, Thevendran G, Wells E, Morgan RJ. Radiation exposure and the urologist: What are the risks? J Urol 2005;174:948-52. [\[CrossRef\]](#)
25. Kumari G, Kumar P, Wadwa P, Aron M, Gupta NP, Dogra PN. Radiation exposure to the patient and operating room personnel during percutaneous nephrolithotomy. Int Urol Nephrol 2006;38:207-10. [\[CrossRef\]](#)
26. Inglis JA, Tolley DA, Law J. Radiation safety during percutaneous nephrolithotomy. Br J Urol 1989;63:591. [\[CrossRef\]](#)
27. Tepeler A, Binbay M, Yuruk E, et al. Factors affecting the fluoroscopic screening time during percutaneous nephrolithotomy. J Endourol 2009;23:1825-9. [\[CrossRef\]](#)

28. Lipkin ME, Mancini JG, Toncheva G, et al. Organ-Specific Radiation Dose Rates and Effective Dose Rates During Percutaneous Nephrolithotomy. *J Endourol* 2011 [Epub ahead of print].
29. Pugsley L. Expectation and experience: dissonances between novice and expert perceptions in medical education research. *Med Educ* 2008;42:866-71. [\[CrossRef\]](#)
30. Dawe EJ, Fawzy E, Kaczynski J, Hassman P, Palmer SH. A comparative study of radiation dose and screening time between mini C-arm and standard fluoroscopy in elective foot and ankle surgery. *Foot Ankle Surg* 2011;17:33-6. [\[CrossRef\]](#)
31. Ali Ünsal. Çocuklarda böbrek taşı tedavisinde perkütan nefrolitotomi. *Endouroloji Bülteni* 2008;4:1-6.
32. National Radiological Protection Board. Guidance Notes -Protection of Patients, 3.24-3.25. London: NRPB, 1988; 11.
33. Sancaktutar AA, Bozkurt Y, Onder H, Söylemez H, Atar M, Penbegül N, et al. A New Practical Model Of Testes Shield: The Effectiveness During Abdominopelvic Computerized Tomography. *J Androl* 2011. (Epub ahead of print)
34. Yang RM, Morgan T, Bellman GC. Radiation protection during percutaneous nephrolithotomy: a new urologic surgery radiation shield. *J Endourol* 2002;16:727-31. [\[CrossRef\]](#)
35. King JN, Champlin AM, Kelsey CA, Tripp DA. Using a sterile disposable protective surgical drape for reduction of radiation exposure to interventionalists. *AJR Am J Roentgenol* 2002;178:153-7.
36. Gamal WM, Hussein M, Aldahshoury M, et al. Solo ultrasonography-guided percutaneous nephrolithotomy for single stone pelvis. *J Endourol* 2011;25:593-6. [\[CrossRef\]](#)
37. Alan C, Koçoğlu H, Ateş F, Ersay AR. Ultrasound-guided X-ray free percutaneous nephrolithotomy for treatment of simple stones in the flank position. *Urol Res* 2011;39:205-12. [\[CrossRef\]](#)
38. Penbegül N, Tepeler A, Sancaktutar AA, Bozkurt Y, Atar M, Yıldırım K, et al. Safety and Efficacy of Ultrasound-guided Percutaneous Nephrolithotomy for Treatment of Urinary Stone Disease in Children. *Urology* 2011. (Epub ahead of print)