

# Kateter ve Diyaliz Ekipmanı

## Catheter and Dialysis Equipment

Ayhan Doğukan

Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Nefroloji BD, Elazığ

2007;16 (Ek / Supplement 2) 21-26

Periton diyalizinin (PD) başarılı olmasında periton diyalizi ekipmanının büyük önemi vardır. Yeni bağlantı sistemlerinin kullanılması ile peritonit insidansı giderek azalırken, kateterle ilişkili komplikasyonlar ana sorun haline gelmiştir. Kronik periton diyalizi kateterlerinin, transkütanöz yolla kullanılan tüm erişim aletleri içinde en başarılısı olduğunu söyleyebiliriz, çünkü yıllarca kalabilmekte ve fonksiyon görebilmektedir. Bu makalede periton diyalizinde kullanılan kateterlerin tipleri ve özellikleri, implantasyon teknikleri, ayrıca diyaliz solüsyonları anlatılmıştır. Kronik periton diyalizinde kullanılan set ve sistemlerden başka bir bölümde bahsedilmiştir.

### Kateter Tipleri

1. Akut kateterler: Yaklaşık 3 mm çapında ve 25-30 mm uzunluğunda tasarlanmış düz, nispeten sert, intraperitoneal kısmında çok sayıda ve genellikle 1 mm büyüklüğünde yan delikler içeren boru şeklindedir. Hasta yatağında yerleştirilebilir. Yerleştirme sırasında kılavuz olarak kateterin üzerinden kaydığı metal bir stile veya kıvrılabilir bir tel kullanılabilir. Akut kateterler keçe (cuff) içermediğinden bakteriyel migrasyon nedeniyle peritonit riski gün geçtikçe artar. Bu nedenle 2-3 günden daha fazla kullanılması önerilmez. Özellikle erişkinlerde akut diyaliz için nadir de olsa tercih edilmektedir. Peritonit dışında malfonksiyon ve bağırsak perforasyonu gibi komplikasyonlar görülebilir (1).
2. Kronik kateterler: Standart kalıcı periton diyalizi kateterleri silikon lastik veya poliüretan gibi yumuşak materyallerden yapılmıştır.
  - a. Silikon lastik en sık kullanılanıdır. Yumuşak, kıvrılabilir, nispeten biyoyumlu ve inerttir.

Çevre dokularda travmaya neden olmaz. Klinik açıdan bir risk taşımaz.

- b. Poliüretan kateterler ise daha iyi bir duvar gerginliğine sahiptir, duvarı ince olup lümenin daha geniş olması sağlanmıştır. Bu da daha hızlı bir akım oluşturur. Sıcaklığın artması ile daha kıvrılabilir bir hal alır. Ancak topikal olarak polietilen glikol, alkol veya mupirosin kullanımı ile hasara uğradığı bildirilmiştir (2).

Yapım malzemesini değiştirmekle kateter komplikasyonlarında bir değişme gözlenmemiştir. Yani, poliüretan kateterlerde peritonit insidansı veya dışı akım yetersizliğine neden olan omental yapışıklık oranı azalmamıştır. Ayrıca, bu tip kateterler Dacron keçeye daha zayıf bağlanır ve bu ilişkinin kopması kateter etrafından kaçaklara neden olabilir. Şu an için, biofilm oluşumuna dirençli bir kateter materyali mevcut değildir.

### Kronik Kateter Tipleri

Kronik kateterler de akut olanlarda olduğu gibi delikler içerir, sadece bir tipinde yanlarda bulunan delikler yerine lineer oluklar vardır. Bütün kronik kateterler bir veya iki ekstraperitoneal Dacron keçe içerir. İki keçe arasındaki uzaklık çoğunlukla 5 cm'dir. Obez hastalar için bu uzaklık uygun olmayabilir. Tek keçeli kateterler de, keçe derin konumda yerleştirilirse, çift keçeliler gibi akış ve stabilize fonksiyonlarını görebilirler. Bu keçeler 1 ay içinde fibröz doku ve granülasyon oluşturmaya yönelik lokal bir inflamatuvar yanıt oluşturur. Bu durum belki de biyoyumsuzluğun yararlı olduğu tek örnektir. Sklerotik sürecin oluşturduğu fibröz plak kateteri ilk pozisyonda sabitler, böylece kateter etrafından sıvı sızıntısını ve bakteri göçünü engeller. Genel olarak başarılı olmasına rağmen, PD programları için peritona erişim yetersizliği hâlâ önemli bir sorundur, hastaların yaklaşık %25'inde bırakma nedeni kateter yetersizliğidir. SAPD prog-

**Yazışma adresi:** Doç. Dr. Ayhan Doğukan  
Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nefroloji BD, Elazığ  
E-posta: aydogukan@hotmail.com

ramlarının başarısını artırmak periton kateterlerinin fonksiyonunu en uygun hale getirmeyi gerektirmektedir. Şu anki verilerle; kateterin fonksiyon görmesi konusunda, yerleştirme metodunun kateterin tipinden daha önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (2,3).

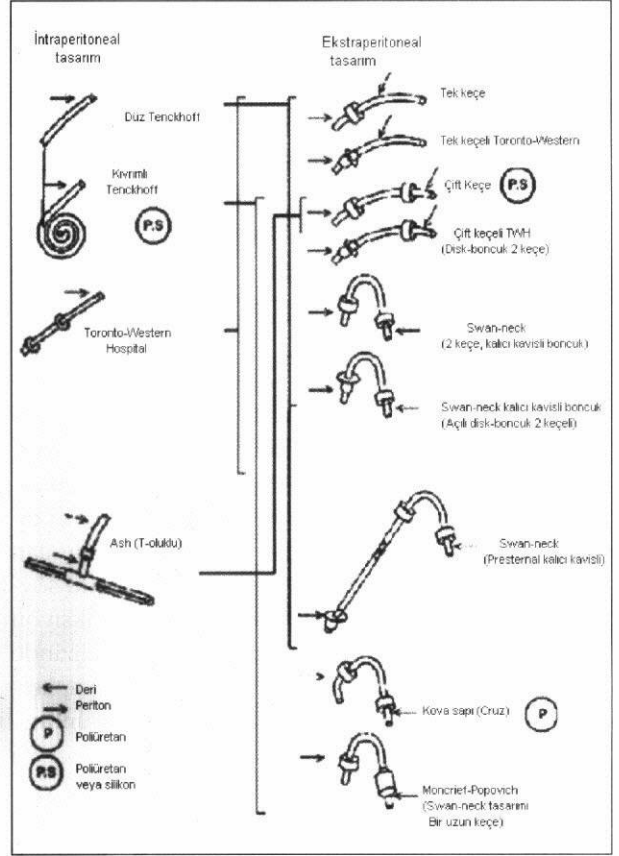
Şekil 1'de görüldüğü gibi, çok sayıda kateter söz konusudur. Farklı tasarımlardaki amaçlar; genellikle ağrıyı azaltmak, içe ve özellikle dışa akımı düzeltmek ve enfeksiyon riskini azaltmak olmuştur. Bununla birlikte, temel mekanizma ortak olup buna ek olarak az sayıda seçenek vardır.

### Intraperitoneal segment

Kateter sınıfının içe ve dışa kolayca akışına imkân vermelidir. Mevcut kateterlerle dışa akımda, özellikle direnajın son kısmında güçlüklerle karşılaşılabilir.

Kateterlerin intraperitoneal kısmı için 4 farklı tasarım vardır:

1. Düz Tenckhoff kateteri: 1 mm'lik yan delikler içeren 8 cm'lik uzunluğa sahiptir. 1960'da Tenckhoff tarafından keşfedildiğinden beri en sık kullanılan tasarımdır.
2. Kıvrık uçlu Tenckhoff kateteri: 1 mm'lik yan delikler içeren kıvrılmış halde 16 cm'lik uzunluğa sahiptir. Kıvrım sayesinde peritonun pariyetal ve viseral tabakalarının ayrılması sağlanır. Kateterin en uç kısmında akış daha iyidir, burada daha fazla delik vardır. Bu tasarımla düz katetere göre, akımın daha iyi, içe akım sırasında ağrının daha az, kateter göçünün ve omentum sarmasının daha az olduğuna ve organlara daha az zarar verdiğine inanılır. Bununla beraber, üstünlüğüne dair yeterli veri yoktur. Son zamanlarda yayımlanan, düz ve kıvrımlı kateterlerin karşılaştırıldığı bir makalede ilginç sonuçlar alınmıştır. Johnson ve arkadaşları yetersiz klirens riskinin kıvrımlı kateterlerde daha fazla olduğunu ve bunun sağkalımı olumsuz etkilediğini ileri sürdüler (Düz kateterde 2.1 yıl iken kıvrımlı kateterde 1.5 yıl). Enfeksiyon oranları açısından ise fark gözlenmedi (4).
3. İki dikey diskleri olan düz Tenckhoff (Toronto-Western) kateteri: Nadir kullanılır. Diskler sayesinde omentum ve bağırsak, çıkış deliklerinden uzak tutulur. Ayrıca pelviste kalacak ve böylece yer değiştirmeyi engelleyecek şekilde de tasarlanmıştır. Olumsuz yönü; implantasyonunun ve çıkarılmasının standart kateterlere göre daha zor olmasıdır.



**Şekil 1.** Şu anda kullanılan kronik periton diyalizi kateterleri. İntraperitoneal segmentlerle ekstraperitoneal segmentler arasında çizgilerle gösterildiği şekilde çeşitli kombinasyonlar yapılabilir (2).

4. T şeklinde oluklu kateter (Ash advantage): Pariyetal peritonun karşı yönünde yerleştirilir. İntraperitoneal parça, yan delikler yerine 8 adet 1 mm'lik oluklar içerir. Oluk içeren kateterlerde direnaj açısından yan deliklere göre daha fazla bir yüzey alanı oluşmaktadır. İrrite olan omentum, delikleri tama yakın kaplarken olukları zayıf şekilde etkilemektedir. Oluklu kateterlerdeki büyük delikler, erken ve geç fazda diyalizatın daha hızlı direnajını ve dışa akımın sonunda daha az bir rezidüel volüm kalmasını sağlar. Fonksiyone olarak kalma oranı 12 ayda %90'dır (5).

### Subkütan segment

Kateterlerin subkütan parçası laterale veya aşağıya doğru yön vermeyi sağlar. Bu durum çıkış yeri enfeksiyonu riskini en aza indirir. Çıkış yeri yukarıya doğru yönlendirilirse debris ve sıvı birikimi olur

ve enfeksiyon riski artar. Buna karşılık, swan-neck kateterin özel bir modifikasyonla presternal yerleşimi ile enfeksiyöz komplikasyonlarda azalma bildirilmiştir. Bu tip kateterler özellikle obez hastalarda (VKİ >35) kullanışlıdır. Fonksiyon görme süresi de diğer kateterlere göre daha uzundur (2 yıl için %95, 3 yıl için %86).

Kas duvarı ve çıkış yeri arasında kalan subkütan kısım için 2 temel şekil vardır:

1. Düz veya hafif kıvrımlı: Kavisli bir şekilde ucu laterale ve aşağıya dönük olarak yerleştirilir. Esnekliğinden dolayı gerilime eğilimli olduğundan kateter ucunun göçü ve dış keçenin dışarıya çıkması söz konusu olabilir (6).
2. Kalıcı kıvrımlı kateterler: Bu tasarımla düz kateterlerdeki esneklik dezavantajı elimine edilmiş olur (2).
  - a. Swan-neck (kuğu boynu) kateter: Derin ve yüzeysel keçeler arasında "U" şeklinde 170-180 derecelik bir açı vardır. Çift keçeli Tenckhoff'tan tek farkı bu açıdır. Boncuk-disk şeklinde keçe bu tasarıma eklenebilir.
  - b. Moncrief-Popovich kateter: Swan-neck kateterden farkı dış cilt keçesinin daha uzun (2.5 cm) olmasıdır.
  - c. Swan-neck Missouri: Silikon yapısında olan ve implantasyon esnasında uç uca bağlanan iki adet borudan oluşur.
  - d. Kova sapı (pail handle) kateter (Cruz): İki kıvrıma sahiptir. Biri intraperitoneal parçanın pariyetal peritona paralel olması için, diğeri subkütan parçanın aşağıya doğru olması içindir. Keçeler küçüktür, böylece peritoneoskopik yerleştirmeye izin verir. Klinik yararı, iç ve dış akımın daha hızlı olmasıdır.
  - e. Swan-neck presternal kateter: Missouri'nin modifiye şeklidir, ondan farkı subkütan tünelin uzun olmasıdır. Alt parça (abdominal) intraperitoneal segment ve intramural segmentin bir kısmından, üst parça (torakal) ise intramural kısım ve dış kateter segmentinden oluşur. Üst parça iki keçe içerir. Obez hastalarda ve ostomisi olan hastalarda tercih edilir.

### **Dacron keçe**

Dacron keçeler bir veya 2 adet olur ve poliester liflerden yapılmıştır. Dacron keçeler için 3 konum ve tasarım vardır:

1. Tek keçeli olanlar: Genellikle rektus kasının içine, bazen rektusun dış yüzüne yerleştirilir.

2. Çift keçeli olanlar: Biri rektus kası içine, diğeri cilt altı dokuya yerleştirilir. Derin keçenin en uygun yerleşim yeri rektus kasıdır. Cilt altı keçe ilave bir koruma sağlar.
3. Bir disk ve balondan oluşan derin keçeli olanlar: Keçe, Dacron disk ile silikon top arasında pariyetal peritona dikilmiştir (Toronto-Western ve Missouri kateterleri). Derin keçe (disk-top) kateterin sabitlenmesini ve yukarı doğru yer değiştirmesini engeller.

Keçe sayısı ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Tek keçeli kateterlerde ilk peritonit atağı daha erken olmakta, daha fazla çıkış yeri komplikasyonları görülmektedir. Ayrıca işlev görme süresi daha kısadır. Bu yüzden çift keçeli kateterlerin kullanılması önerilmektedir (6,7).

### **Lümen çapları**

Dış çapları yaklaşık 5 mm olan kronik kateterlerin 3 farklı iç çapı vardır:

1. 2.6 mm: Standart Tenckhoff kateter boyutu
2. 3.1 mm: Cruz kateteri
3. 3.5 mm: Flexneck kateter:

Silikon kateterlerle yapılan çalışmalarda akım oranları 2-2.6 ml/sn olarak rapor edilmiştir. Yani, 2 litrelik değişim 20-30 dakikalık bir zaman almaktadır. İç çapı 3.5 mm olan poliüretan kateterlerde iç ve dış akım zamanı anlamlı olarak kısalmaktadır (8). Cruz kateterlerinin iç çapının geniş olması daha düşük bir hidrolik dirence ve dış akımın erken fazında daha hızlı bir diyalizat akımına neden olur. Dış akımın daha geç fazında ise direnç, katetere daha çok yaklaşan periton yüzeyi tarafından asıl olarak belirlenir.

### **Kılavuzlar Ne Diyor?**

**EBPG (European Best Practice Guidelines):** Çift keçeli kateterlerin üstünlüğü ile ilgili çalışmalar olmakla birlikte, yeterli prospektif randomize kontrollü çalışma yoktur. Bazı hastalarda (obez, kolostomili hastalar) özel kateterler seçilebilir. Üniteler 1 yıllık kateter sağkalımını %80'in üstünde tutmalıdırlar (9).

**KDOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative):** Öneri yok

**CSN (Canadian Society of Nephrology):** Öneri yok

**BRA 2002 (British Renal Association):** Standart çift keçeli Tenckhoff katetere üstünlüğü gösterilen kateter yoktur.

**ISPD 1998 (International Society for Peritoneal Dialysis):** Çift keçeli kateterlerin, tek keçeli olanlara üstünlüğünü gösteren inandırıcı deliller vardır, bu nedenle tercih edilmeliler. Çıkış yeri yönünün aşağıya doğru olması kateterle ilişkili peritonit riskini azaltabilir. Swan-neck kateterler umut verici olmasına rağmen, hiçbir kateterin standart çift keçeli Tenckhoff kateterlere üstünlüğü gösterilememiştir. Geniş çaplı, randomize ileriye dönük çalışmalara ve uzun süreli deneyimlere ihtiyaç vardır.

### Kateter Yerleştirme

İmplantasyon tekniği hastalardaki uzun süreli seyri belirgin bir şekilde etkilemektedir. Kateter yerleştirme kararı verildiğinde çıkış yerinin lokalizasyonu, profilaktik antibiyotik kullanımı, implantasyon tekniği, pre ve postoperatif bakım önem arz etmektedir. Kateter mutlaka steril şartlarda ve deneyimli bir ekip tarafından takılmalıdır. Beş standart kural konusunda görüş birliği vardır (10).

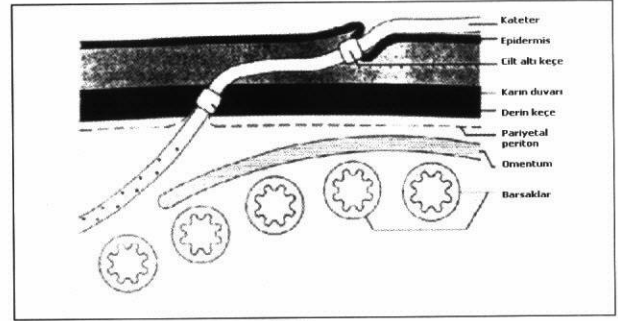
1. Derin keçe ön karın kasları içinde olmalıdır
2. Subkütan keçe deri yüzeyine yakın olmalı, çıkış yerinden uzaklığı 2 cm'den daha az olmamalıdır.
3. Kateter çıkışı laterale yönlendirilmelidir
4. Çıkış yeri laterale veya aşağıya doğru olmalıdır
5. İntraabdominal kısım viseral ve parietal periton arasına yerleştirilmelidir (Şekil 2)

Profilaktik antibiyotik: Kateter yerleştirilmeden hemen önce antibiyotik kullanılmasının yara enfeksiyonu ve peritonit riskini azalttığı gösterilmiştir. Vankomisine dirençli enterokok insidansında artış olduğundan sefalosporin grubu antibiyotikler tercih edilmelidir (11).

### Kateter Yerleştirme Teknikleri (2,12,13,14)

3 seçenek vardır:

1. Körlemesine yerleştirme: Bir trokar veya kılavuz tel yardımıyla yapılabilir. İşlemden önce karın sıvı ile doldurulur, sonra iğne ile kas duvarı geçilir. Kılavuz tel yerleştirilerek yol dilate edilir. Bir split-sheat ile kateter itilir. Derin keçe dış rektusta bırakılıp split-sheat ayrılır ve çıkarılır. Kör teknikte sadece Tenckhoff tip kateterler yerleştirilebilir. Avantajları; kısa sürede yapılabilmesi, ucuz olması ve küçük bir insizyonun yeterli olmasıdır. Kateterin kısa zamanda kullanılabilmesi de bir diğer avantajdır. Dezavantajları ise daha çok teknikle ilgilidir. Kör teknikle yapıldığından organ ve/veya damar perforasyonu riski daha fazladır. Ayrıca, sızıntılara ve kateter akım yetersizliğine



**Şekil 2.** Düz bir Tenckhoff kateterinin komşu dokularla ilişkisini gösteren şematik resim.

de sık rastlanır. Bu tip teknikle sorunlar avantajlara ağır basar. Özellikle obez hastalarda ve daha önce abdominal cerrahi uygulanmış hastalarda denenmemelidir. Hızla düzelmesi beklenen akut böbrek yetersizliği hastaları ve anesteziyi tolere edemeyen hastalar tercih nedeni olabilir.

2. Cerrahi diseksiyon yöntemi: Önce 3-5 cm'lik cilt insizyonu, arkasından 2-3 cm'lik rektus kası kesişi yapılır. Parietal periton görülür, kesi yapılır ve boşluk oluşacak şekilde asılır. Kateter, derin keçe rektus kasında kalacak şekilde itilir. Genellikle genel anestezi altında, bazen lokal anestezi ile yapılır. Bugün pratikte en çok tercih edilen yöntemdir. Dezavantajları; daha uzun zaman alması, yüksek maliyet ve geniş kesi gerektirmesidir. Gömülü (buried) kateter tekniği: Standart cerrahi teknikten farklıdır. Kateterin tümü kullanılmaya hazır oluncaya kadar (genellikle 4-6 hafta) cilt altında gömülü olarak bırakılır. Sonra, kateter ucu insizyonla çıkarılır. Peritonit riskinde azalma sağlanır. Dezavantajları; iki işlem gerektirmesi ve kateter kullanımının uzun süre almasıdır.
3. Peritoneoskopik (laparoskopik) yöntem: Kateterin hemen kullanımına izin verir ve deneyimli ellerde nispeten basit ve hızlı bir işlemdir. Periton boşluğunun daha iyi görülmesini sağlar. Bu da kateterin barsak lupları veya omentum arasına ve adezyonların olduğu alana yerleştirilmesini önler. Bununla birlikte, özel deneyimli ekip gerektirir. Bir diğer dezavantajı bu tekniğin Missouri veya Toronto-Western tip kateterler için kullanılmamasıdır.

Sonuç olarak, her bir tekniğin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Periton kateterlerin başarısı tasarımlarından çok yerleştirme tekniğine bağlıdır. Peritoneoskopik teknikte kateter komplikasyonu

oranı en düşüktür, kateter sağkalımı cerrahi diseksiyon tekniğine göre 2 kat daha fazladır. Enfeksiyöz komplikasyonlar, dışa akım yetersizliği, sızıntı gelişimi, erken kullanım gibi durumlar da dikkate alındığında, bu yöntem tercih edilmesi gereken yöntem olarak ortaya çıkmaktadır.

### **Diyaliz solüsyonları**

PD solüsyonları şeffaf, yumuşak plastik torbalarla korunur. Erişkin hastalar için SAPD solüsyonları 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 litrelik torbalar halinde bulunmaktadır. Torbalarda rutin yıkamada kullanılmak üzere yaklaşık 100 ml'lik fazlalık vardır.

### **Diyaliz solüsyonun içeriği şu şekildedir (15):**

- Elektrolitler
  - a. Sodyum: 120-140 mmol/L arasında değişen (ortalama 132 mmol/L) konsantrasyonlarda olabilir. Bazı çalışmalarda 98-120 mmol/L gibi daha düşük sodyum konsantrasyonları ile net sodyum atılımında artış ve daha iyi kan basıncı kontrolü sağlandığı ileri sürülmüştür.
  - b. Potasyum: Genellikle kronik PD solüsyonlarına eklenmez. Serum K<sup>+</sup> konsantrasyonunu yaklaşık 4.0 mEq/L iken diyalizat ile olan K<sup>+</sup> kaybı 35-40 mEq/gün civarındadır.
  - c. Magnezyum: 0.5 mEq/L konsantrasyonda Mg<sup>2+</sup> solüsyonlar şimdi yaygın olarak kullanılmaktadır.
  - d. Kalsiyum: İlk solüsyonlar 3.5 mEq/l Ca<sup>++</sup> içeriyordu. Fosfor bağlayıcı olarak kalsiyum tuzlarının kullanılması ile hiperkalsemi (hastaların %35-56'sında) ve metastatik kalsifikasyon gözlemlendi. Bu komplikasyonlar nedeniyle, daha düşük ve fizyolojik (2.5 mEq/L) Ca<sup>++</sup> konsantrasyonları içeren solüsyonlar üretilmiştir. Bu düzeyde, bazı hastalarda net Ca<sup>++</sup> kaybı, negatif Ca<sup>++</sup> dengesi ve parathormon seviyelerinde artış ortaya çıkmıştır.
- Tamponlar
 

Ticari PD solüsyonları 35-40 mmol/L laktat, 34 mmol/L pür bikarbonat ve 25 mmol/L laktat+15 mmol/L bikarbonat içerir. Laktat içeren sıvılar biyoyuumsuzdur. Peritoneal hücrelerin tüm hücresel fonksiyonları bozuktur. Bu durumun klinik önemi iyi bilinmemektedir. 35 mmol/L laktat ile hastaların

büyük bir kısmında hafif-orta derecede asidoz gelişir (16). Bikarbonat bazlı tampon sistemi tercih edilebilir, bu solüsyonlarla kan bikarbonat düzeylerinde düzelme sağlanmıştır. Ayrıca, laktat infüzyonu sırasında hastaların önemli bir kısmında görülen peritoneal ağrı ve rahatsızlık hissi ortadan kalkmıştır. Bu solüsyonlarla oluşabilecek alkalozun klinik sonuçları hakkında yeterli veri yoktur. Fiziksel ve kimyasal açıdan bakıldığında, yüksek pH kalsiyum çökmesine ve dolayısıyla yumuşak doku kalsifikasyonuna neden olabilir. Bikarbonatlı solüsyonlarda çift torba sistemi kullanıldığından, glukoz yıkım ürünleri de daha azdır. Bunlara ek olarak, bir hayvan modeli çalışmasında bikarbonatlı solüsyonun periton damarları üzerine vazoaktif etkilerinin olmadığı ve inflamatuvar uyarılara karşı fizyolojik yanıtı inhibe etmediği gösterilmiştir (17).

- Glüköz ve glukoz yıkım ürünleri (18,19)
 

Standart solüsyonlardaki yüksek glukoz içeriği hiperglisemi, hiperinsülinemi ve glukagon azlığına neden olabilir. Bu bozuklukların normal popülasyonda ateroskleroz ve obezite gelişimine neden olduğu bilinmektedir. *In vitro* çalışmalarda, mezotel hücreleri, lökositler ve savunma mekanizmaları üzerine lokal glukoz toksisitesi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, peritoneal mikro damarlarda diyabet benzeri değişikliklere neden olmaktadır.

Isı sterilizasyonu ile oluşan glukoz yıkım ürünleri de (GDP) peritoneal hücrelere toksiktir, hatta glukozun kendisinden daha hızlı bir glukolizasyona neden olur. Glukoz bazlı olup az miktarda GDP içeren ve laktat ya da bikarbonat ile tamponlanmış solüsyonlar mevcuttur. Bu solüsyonlar çift kamara sistemiyle hazırlanır ve pH'sı ya 6.3 (laktatlı) ya da 7.4'tür (Bikarbonat/laktat). Torbalar iki veya daha fazla kompartımana bölündüklerinden glukoz ayrı olarak daha düşük bir pH'da sterilize edilebilir, böylece GDP oluşumu azalır.

Düşük GDP içeren solüsyonlarının şu ana kadar bilinen tek dezavantajı maliyetinin geleneksel solüsyonlara göre daha fazla olmasıdır.

## Kaynaklar

1. Daugirdas, Teitelbaum I, Burkart J. Peritoneal dialysis. *Am J Kid Dis* 2003;42(5):1082-1096.
2. Gokal R, Alexander S, Ash S, et al. Peritoneal catheters and exit site practise:toward optimum peritoneal access: 1998 update. *Perit Dial Int* 1998;18:11-33.
3. Ash SR. Chronic peritoneal dialysis catheters:effects of catheter design, materials and location. *Semin Dial* 1990;3:39-46.
4. Johnson DW, Wong J, Wiggins KJ, et al. A randomized controlled trial of coiled versus straight swan-neck Tenckhoff catheters in peritoneal dialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2006;48(5):812-21.
5. Ash SR, Janle EM. T-fluted peritoneal dialysis catheter. *Adv Perit Dial* 1993;9:223-6.
6. Favazza A, Petri R, Montanaro D, Boscutti G, Bresadola F, Mioni G. Insertion of a straight peritoneal catheter in an arcuate subcutaneous tunnel by a tunneler: long-term experience. *Perit Dial Int.* 1995 Oct-Dec;15(8):357-62.
7. Gadallah MF, Mignone J, Torres C, Ramdeen G, Pervez A. The role of peritoneal dialysis catheter configuration in preventing catheter tip migration. *Adv Perit Dial* 2000;16:47-50
8. Cruz C. Improved function of new dialysis catheters? *Semin Dial* 1999;12(3):155-156.
9. Dombros N, Dratwa M, Feriani M, et al; EBPG Expert Group on Peritoneal Dialysis. European best practice guidelines for peritoneal dialysis. 3 Peritoneal Access *Nephrol Dial Transplant.* 2005;20 Suppl 9:8-12.
10. Ash SR. Chronic peritoneal dialysis catheters: overview of design, placement, and removal procedures. *Semin Dial* 2003;16:323-334.
11. Gadallah MF, Ramdeen G, Mignone J, et al. Role of preoperative antibiotic prophylaxis in preventing postoperative peritonitis in newly placed peritoneal dialysis catheters. *Am J Kid Dis* 2000;36:1014-1019.
12. Gadallah MF, Pervez A, el-Shahaway MA, et al. Peritoneoscopic versus surgical placement of peritoneal dialysis catheters: a prospective randomised study on outcome. *Am J Kid Dis* 1999;33:118-122.
13. Ash SR. Bedside peritoneoscopic peritoneal catheter placement of Tenckhoff and newer peritoneal catheters. *Adv Perit Dial* 1998;14:75-79.
14. Ozener C, Bihorac A, Akoglu E. Technical survival of CAPD catheters: comparison between percutaneous and conventional surgical placement techniques. *Nephrol Dial Transplant* 2001;16(9):739-741.
15. Dombros N, Dratwa M, Feriani M, et al. EBPG Expert Group on Peritoneal Dialysis. European best practice guidelines for peritoneal dialysis. 5 Peritoneal dialysis solutions. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20 (Suppl 9):16-20.
16. Feriani M. Buffers: bicarbonate, lactate and pyruvate. *Kidney Int* 1996;50 (Suppl 56):S75-S80.
17. Mortier S, De Vriese AS, McLoughlin RM, et al. Effects of conventional and new peritoneal dialysis fluids on leukocyte recruitment in the rat peritoneal membrane. *J Am Soc Nephrol* 2003;14:1296-1306.
18. Witowski J, Bender TO, Wisniewska-Elnar J, et al. Mesothelial toxicity of peritoneal dialysis fluids is related primarily to glucose degradation products, not to glucose per se. *Perit Dial Int* 2003;23:381-390.
19. Rippe B, Simonsen O, Heimbürger O, et al. Long-term clinical effects of a peritoneal dialysis fluid with less glucose degradation products. *Kidney Int* 2001;59:348-357.