

Hemodiyaliz Kateterlerinin Komplikasyonları ve Genel Yaklaşım

A GENERAL APPROACH AND MANAGEMENT IN COMPLICATIONS OF HEMODIALYSIS CATHETERS: REVIEW

Dr. Ramazan DANIŞ,^a Dr. Şehmus ÖZMEN,^a Dr. Davut AKIN,^a Dr. Orhan YAZANEL^a

^aNefroloji BD, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, DİYARBAKIR

Özet

Böbrek yetmezliğinde hemodiyaliz için damar ulaşım yolu olarak santral venöz kateterler sıklıkla kullanılmaktadır. Kısa süreli kullanım için genellikle poliüretan yapısında yarı-rijid yapısında kateterler kullanılır. Daha uzun süreli kullanım için ise tünelli çift lümen yumuşak silikon yapıli kateterler tercih edilir. Geçici ya da kalıcı kateterlere bağlı komplikasyonlar 3 ana başlık altında incelenebilir: Yerleştirmeye bağlı komplikasyonlar, enfeksiyon ve tromboz. Enfeksiyon, hemodiyaliz ünitelerindeki nozokomial septisemilerin en sık nedenidir, kateter komplikasyonları arasında en ciddi olanıdır. Kateterle ilgili sık komplikasyonlardan birisi de kateter disfonksiyonu ve düşük akımdır. Geç kateter disfonksiyonları, genellikle total veya parsiyel trombozun bir sonucu olarak karşımıza çıkar. Stenoz ve tromboz riski nedeniyle subklavyen yoldan sakınılmalıdır. Kateter yerleştirilme işlemi uzman bir ekip tarafından ultrasonografi eşliğinde yapılmalıdır. Bunlar, son dönem böbrek yetmezliği olan hastalarda önemli bir morbidite ve mortalite nedenidir. Bu komplikasyonların tanısı ve yaklaşımı detaylarıyla tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Santral venöz kateter; hemodiyaliz ünitesi; tromboz

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2007, 27:701-710

Abstract

Central venous catheters are commonly used vascular access for hemodialysis in renal failure. Semi-rigid double-lumen polyurethane catheters may be considered for short-time use (up to 2-3 weeks). Soft silicone double-lumen or twin-catheters, preferably with subcutaneous tunneling, are highly desirable for prolonged usage. The complications related with catheters may be evaluated under three topics: insertion complications, thrombosis, and infection. Infections is the most common cause of the nosocomial sepsis and the most serious complication in dialysis centers. Catheter dysfunction is one of the common complications. The internal jugular route should be considered for mid-term use in order to facilitate the patient's mobilization and to reduce the risk of infection. The subclavian route should be avoided because of the risk of stenosis and/or thrombosis of the outflow vein. Catheter insertion must be performed by a trained physician with ultrasound guidance. Complications associated with insertion, infection, and thrombosis are a major source of morbidity and mortality in end stage renal disease patients. Diagnosis and management of these complications are discussed in details.

Key Words: Catheterization, central venous; hemodialysis units, hospital; thrombosis

Hemodiyaliz (HD) hastalarında ekstrakorporeal bir dolaşım için damar yolunun oluşturulması önemlidir. Bu yolun oluşturulmasında zamanlama, doğru bölgenin seçilmesi, işlem sonrası komplikasyonlarının tanınması ve gerektiğinde uygun müdahalenin yapılması can alıcı noktalardır. Akut HD ihtiyacında, kolayca yerleştirilebilen ve hemen kullanılabilen

akut diyaliz kateteri ve kafli (keçeli) tünelli diyaliz kateteri olmak üzere 2 tip kateter kullanılabilir.

Akut HD kateterlerinin ana kullanım alanları HD gerektiren akut durumlar olmasına rağmen, rutin HD programına alınan hastaların %58'inde işleme geçici tip kateterlerle başlanmaktadır. Bu istenmeyen bir durumdur. Çünkü akut HD kateterleri gerek takılma anında gerekse kullanımı sırasında gözlenen komplikasyonlar nedeniyle iki ucu keskin bıçağa benzetilmektedir. Ayrıca son dönem böbrek yetmezlikli (SDBY) hastalarda arteriyovenöz (AV) fistül/AV greft uygulama başarısı şansı da vasküler komplikasyonlardan dolayı azalmaktadır. Bunun için kronik böbrek yetmezlik-

Geliş Tarihi/Received: 11.12.2006 Kabul Tarihi/Accepted: 02.04.2007

Yazışma Adresi/Correspondence: Dr. Ramazan DANIŞ
Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nefroloji BD,
21280, DİYARBAKIR
drdanis@dicle.edu.tr

Copyright © 2007 by Türkiye Klinikleri

li (KBY) veya düşük klirensli hastalar yakın takip altında olmalı, zamanında en az komplikasyonla ve uzun süre diyaliz olanağı sağlayan AV fistül/AV greft için erken davranılmalıdır.

Akut HD Kateterleri

Çift lümenli, kafsız ve tünelsiz kateterlerdir. Çok sayıda değişik plastiklerin karışımından oluşmuşlardır. Genellikle poliüretan yapısında olup oda sıcaklığında rijid yapıda ancak vücut sıcaklığında yumuşama özelliğine sahiptirler. Akut HD için tercih edilirler. Çift lümenli kateterler, juguler, subklavyen ve femoral bölgeye Seldinger tekniği ile yerleştirilir.^{1,2} “The Dialysis Outcomes Quality Initiative (DOQI)” kılavuzunda juguler veya subklavyen kateter yerleştirildikten sonra hastayı diyalize almadan ve antikoagülasyon uygulamadan önce, olası komplikasyonlar ve kateterin yerini doğrulamak için göğüs röntgeni çekilmesi önerilmektedir.³ Akut kateterlerin subklavyen vene takılmasından kaçınılmalıdır. NKF-DOQI rehberinde subklavyen ven en son çözüm olarak ve sırasında real-time USG eşliğinde kanülasyonu önerilmektedir.⁴ Çünkü subklavyen tromboz (%10-30) ve stenoz (%50) ciddi bir sorundur. Subklavyen ven tromboz ve stenozunda kolda şişliğin görülmesi en belirgin özelliktir. Bu sorun aynı zamanda enfeksiyon riskini de arttırmaktadır.⁵ Heparinle yapılan antikoagülasyonu takiben uygulanan warfarin tedavisi birçok olguda ödemin başarıyla düzelmesini sağlar. İnternal juguler ven kullanımında ise stenoz oranı çok daha düşük olup, %0-10 arasında bulunmuştur.⁶

Kateterdeki kan akım hızını belirleyen majör etken lümenin genişliğidir ve son zamanlarda 10-12 F çaplı geçici kateterler yerine, 14 F çapında olanlar daha hızlı kan akımı sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir. NKF-DOQI rehberinde olması gereken minimum kan akım hızı 300 ml/dk. olarak ifade edilmiştir. Juguler veya subklavyen bölgeye yerleştirilen kateterlerin ucu vena kava superiora kadar uzanmalıdır. Optimal uzunluk 15 cm'dir. İdeal olarak juguler veya subklavyen bölgeye yerleştirilen kateterlerde sağ taraf tercih edilir sol plevra ve akciğer kubbesi sağa nazaran daha yüksekte olduğundan pnömotoraks riski daha fazladır.

Femoral yerleşimlerde ise resirkülasyonu en aza indirmek için uzun kateterler tercih edilmelidir (20-24 cm).

Bu kateterlerin kullanım süresini enfeksiyon riskinden dolayı yerleştirildikleri alan belirlemektedir. Juguler kateterler 2-3 haftalık süreyi aşmamalı, femoral kateterler ise yüksek enfeksiyon riskinden dolayı özellikle yatağa bağımlı hastalarda 5 günden daha kısa sürede çekilmelidir.⁷

Kaflı (Keçeli) Tüneli Diyaliz Kateterleri

Bu kateterler, çift lümenli silastik/silikon ve diğer yumuşak fleksible plastik polimerlerden yapılmışlardır. Subklavyen, juguler veya femoral bölgeye yerleştirilebilir ve enfeksiyon riski daha az olduğundan, yerlerinde 6 ay veya daha uzun süre kalabilirler. Bazı çalışmalarda 2 veya 3 yıl kullanılabilceği söylenmesine rağmen, kanıtlar 1 yıl kadar kullanılmasını desteklemektedir.⁸⁻¹² Bu kateterlerin çoğu bakteriyemiden ötürü kaybedilmektedir.

Yerleştirme işlemi floroskopi altında yapılmaktadır. Floroskopi olanağının olmadığı durumlarda real-time USG denenebilmektedir.¹ Bu kateterler sağ atriyum yerleşimli olup, internal lümen çapları daha geniş olduğundan, akut kateterlere oranla daha yüksek kan akım hızına sahiptirler (400 ml/dk.). Ayrıca silastik/silikon yapılarından dolayı daha az trombojeniktirler. Cilt altına yerleştirilen kaf cilt florosındaki mikroorganizmaların migrasyonunu kısmen de olsa engellediğinden enfeksiyon oranı düşüktür. Kaflı (keçeli) tüneli diyaliz kateterleri, tüm diğer vasküler giriş yolu seçeneklerini tüketmiş, ciddi kalp yetmezliği olan, ciddi arteriyel vasküler hastalığı bulunan veya yaşam beklentisi kısa olan hastalarda tercih edilmelidir.

Akut Çift Lümenli Kateterlerde Komplikasyonlar

Geçici ya da akut kateterlere bağlı komplikasyonlar 3 ana başlık altında incelenebilir; yerleştirmeye bağlı komplikasyonlar, enfeksiyon ve tromboz. Bu komplikasyonların sıklığı veya şiddeti yerleştirilen bölgeye, kateterin kalma süresine, yerleştiren doktorun yetenek ve tecrübesine, katetere bakım yapan ve kateteri kullanan sağlık personelinin önem vermesine ve yerleştirme anında

Tablo 1. Kateter takılması, bakımı ve kullanımı için öneriler.**Kateterin takılması**

En önemli strateji primer AVF ile vasküler yol sağlamak ve kateter gereksinimini azaltmaktır.

Kateterin 4 haftadan daha uzun süre kalacağı düşünülüyorsa tünelli-kafli kateterler kullanılmalıdır.

Eğitilmiş personel ve sıkı aseptik teknik esastır.

Kateterlerin doppler USG rehberliğinde takılması tromboz ve enfeksiyon riskini azaltacaktır.

Eller yıkanmalı, steril eldiven giyilmeli ve maske takılmalıdır.

Giriş yeri %2'lik klorhexidin ile dezenfekte edilmelidir (%10'luk povidon-iodine ve %70'lik alkolden daha etkili olduğu gösterilmiştir).

Geniş bir alan steril örtü ile kapatılmalı ve hastanın maske takması sağlanmalıdır

Kateter tespit edildikten sonra giriş yerine povidon-iodine sürülmeli ve kuru gazlı bezle kapatılmalıdır.

Kullanılmış kateterler sterilize edilerek yeniden kullanılmamalıdır.

Kateter replasmanı gerekirse yeni kateter guide-wire ile aynı yere değil, bakteriyeminin eradikasyonundan sonra farklı bir giriş yerinden takılmalıdır.

Kateter Bakımı

Kateter pansumanlarının değişimi ve manipülasyonlar sadece eğitilmiş diyaliz personeli tarafından yapılmalıdır. Bu şekilde kateter enfeksiyonları en az 5 kat azalacaktır.

Hemşire mutlaka eldiven giymeli ve maske takılmalıdır.

Kateter çıkış yeri her HD'de enfeksiyon belirtileri açısından muayene edilmelidir.

Kateter çıkış yerine her pansumanda povidon-iodine sürülmelidir.

Kuru gazlı bezle kapatılmalı ve her HD'de değiştirilmelidir

Kateterlerin kullanımı

Her hasta için yeni temiz bir eldiven giyilmelidir.

Kateter kapakları ve set bağlantıları povidon-iodine ile 3-5 dk. iyice ıslatılmalı ve ayırmadan önce kurumasına müsaade edilmelidir.

Kateter lümeni ve ucu açık bırakılmamalıdır.

Kateterlerin başka amaçlarla kullanımı engellenmelidir.

Setin katetere bağlanması ve ayrılması sırasında hasta ve hemşire maske takmalıdır.

Bir kısmı çıkan kateterler asla geri itilmemelidir.

Diyaliz sonunda kateterin her iki lümeni de hacimlerine heparinli SF ile doldurularak kapatılmalıdır.

İnvaziv girişimlerden önce antibiyotik profilaksisi kalıcı kateteri ve grefti olanlarda yararlı olabilir.

A. Kateterin Yerleştirilmesine Bağlı Komplikasyonlar

Bu komplikasyon, femoral bölgeye yerleştirilen kateterlerde daha düşük oranda olup, ana problem femoral arterin perforasyonundan kaynaklanmaktadır. Bu durum genellikle 10-15 dk.lık manuel tampon tedavisine cevap verir. Bazen büyük femoral veya retroperitoneal hematomlar meydana gelebilmektedir.¹⁴

Subklavyen yerleştirilen kateterler daha ciddi sorun potansiyeli taşımaktadır. Geçici karakterlerde oluşan benign atriyal veya ventriküler aritmiler hemodinamik olarak önemsizdir.¹⁵ Subklavyen arterin penetrasyonu veya kanulasyonu bazı olgularda torakotomi tüpü gerektirecek kadar hemothoraksa yol açabilir. Çok nadir de olsa perikard rüptürü/tamponadı veya brakiyal/laringeal sinir felçleri bildirilmiştir.¹⁶⁻²⁰ Pnömotoraks riski %1-10 arasında değişmektedir. Bu risk sol plevra ve akciğer kubbesi sağa nazaran daha yüksekte olduğundan, solda daha yüksektir.¹⁵

İnternal juguler vene kateter yerleşiminde arter penetrasyonu olasılığı yüksek olmasına rağmen pnömotoraks riski çok düşüktür (%0.1).

B. Enfeksiyon

Santral venöz kateterler, HD ünitelerindeki nozokomiyal septisemilerin en sık nedenidir. Kateter komplikasyonları içinde en ciddi olanıdır. Yüksek oranda mortalite ve morbiditeye neden olurlar. Kateter kayıplarının da en önemli nedenidir. Gram (+) bakteriler özellikle cilt florasında bulunan stafilokok ve streptokok türleri, enfeksiyonların çoğundan sorumludur. Bakteriyemi için en önemli risk faktörleri kateterizasyon süresi ve kateter lokalizasyonudur.^{1,2,7,21,22} Kateter enfeksiyonlarında mikroorganizmaların giriş yeri için 4 kaynak bulunmaktadır. Bunlar kateter giriş yeri, kateter ağızı (hub), kontamine infüzyon ve hematojen yoldur. Kateter enfeksiyonlarının %65'i kateter giriş yerinden, %30'u ise kateter ağızından ve %5'i diğer yerlerden kaynaklanmaktadır.²³⁻²⁷ Kateter enfeksiyonlarıyla mücadelenin en iyi yolu risk faktörlerinin iyi bilinmesi ve bunlara engel olunmasıdır (Tablo 2).

floroskopi veya USG kullanımı seçeneğine göre değişmektedir. Kateter komplikasyonlarını azaltmak için yerleştirme, bakım ve kullanım ile ilgili önerilere uyulmalıdır (Tablo 1).¹³

Tablo 2. Katater enfeksiyonları için risk faktörleri.

Kateterizasyon süresi ve kateter lokalizasyonu
Kötü aseptik teknikler, sık manipülasyonlar
Burun ve/veya ciltte kronik staf aureus taşıyıcılığı
Kateterlerin başka amaçlarla kullanılması (enjeksiyon, TPN)
Diyabetik hastalar, ağır malnutrisyon (hipoalbuminemi)
Kateter materyali ve lümen sayısı
Şeffaf plastik örtülerin kullanılması
Granülositopeni, immünsüpresif tedavi
Uzun süre geniş spektrumlu antibiyotik kullanılması
Başka yerde enfeksiyon odağı (hematojen yayılım)

i. Tanımlar

Kolonize kateter, klinik semptomlar olmaksızın kateter ucu, subkütan kateter segmenti veya kateter ağzında anlamlı sayıda bakteri (semikantitatif kültürde >15 cfu ya da kantitatif kültürde 1000'den fazla koloni saptanması) üremesidir.

Çıkış yeri enfeksiyonu, çıkış yeri çevresindeki 2 cm'lik alanda eritem, hasasiyet ya da pürülan akıntı olması, buna karşın sistemik enfeksiyon bulgularının olmaması ve kan kültürlerinin negatif olmasıdır.

Tünel enfeksiyonu, tünelli bir kateterin giriş yerinden 2 cm'den daha fazla uzaklıktaki bölgelerde tünel boyunca kızarıklık, ağrı ve şişkinlik belirtilerinin olması durumudur.

Kateterle ilişkili bakteriyemi (KİB), bakteriyemi bulguları olan bir hastada başka bir enfeksiyon kaynağı yokluğunda kateter ucundan ve periferik venden alınan kanda aynı mikroorganizmanın üremesidir. Santral venöz kateteri olan bir HD hastasında ateşin olması, aksi kanıtlanana kadar KİB olarak kabul edilmelidir.²⁸⁻³⁰

ii. Etiyoloji

Staphylococcus epidermidis (*S. epidermidis*) ve *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) en sık görülen enfeksiyon etkenleri olup, olguların yaklaşık %60-90'ından sorumludur. Bakteriyemilerde *S. aureus* en sık sorumlu patojen (%42-56) iken, çıkış yeri enfeksiyonları ve kateter kolonizasyonlarında bu rol *S. epidermidis*'e aittir (%60-75). Daha seyrek görülenler ise; *enterokoklar*, *pseudomonas*

aeruginosa, *actinobacter*, *enterobakter*, *klebisella*, *kandida* türleri, *korinebakterium JK*'dir.

iii. Tanı

Enfeksiyon tanısı klinik değerlendirme ve mikrobiyolojik belgelemeye dayanmaktadır. Katetere bağlı enfeksiyon bulguları diğer kaynaklardan kaynaklı enfeksiyon bulgularından ayırt edilemez. Ateş, titreme ve bunlara bazen eşlik eden hipotansiyon, hiperventilasyon, mental değişiklikler ve non-spesifik gastrointestinal bulgular (bulanıklık, kusma, karın ağrısı ve ishal gibi) söz konusudur.

iv. Enfeksiyonu destekleyen bulgular

Kateter giriş yerinde inflamasyon, aşık pürülan materyal varlığı, alternatif enfeksiyon kaynağının ve/veya predizpoze eden başka bir hastalığın bulunmaması, mikrobiyolojik olarak koagülaz (-) *Staphylococcus*, *corynebacterium* türleri, mantar (özellikle *candida*, trikofiton, *malassezia furfur*, *fusarium*) izole edilmesi, kateterin intraluminal pıhtıdan dolayı disfonksiyonu, sepsisin klinik bulgularının İV sıvı infüzyonu veya antibiyoterapi ile aniden kesilmesi veya düzelmesi ile kateterin çıkarılmasıyla kliniğin hızla düzelmesi enfeksiyonu destekleyen bulgulardır.^{31,32}

v. Mikrobiyolojik belgeleme

Kan enfeksiyonu varlığının ortaya konması (doğru yer, zaman, miktar) ve enfeksiyonun kateterle ilişkisinin olduğunun gösterilmesidir. Kateterden alınan kan kültürü örneğindeki koloni sayısının, periferik venden alınan kan kültürü örneğine oranının 5-10 kattan fazla olması durumu kateter enfeksiyonunu düşündürür. Kateter giriş yerinden ve periferik venden alınan kültürlerden aynı mikroorganizmanın izole edilmesi, kateterden alınan kan kültürünün periferik venden daha erken üreme göstermesi, kateter ucu kültüründe ve kan kültüründe aynı mikroorganizmanın üremesi ve kateter ucundan >15 cfu üremesi enfeksiyonun mikrobiyolojik olarak belgelenmesidir.³³⁻³⁸

vi. Tedavi

Santral venöz kateterle ilgili lokal enfeksiyonlarda hastada giriş yeri enfeksiyonu veya tromboflebit var ise kateter çıkarılmalıdır. Enfeksiyon varlığında kateterin kılavuz tel üzerinden de-

ğiştirilmesi, bakteriyemi veya septik emboliye yol açtığından dolayı önerilmemektedir. Vankomisin 15 mg/kg iv 12 saatte bir verilmeli. Böbrek yetmezliği var ise doz ayarlaması yapılmalıdır. Daha sonra kültür antibiyogramına göre tedavi değiştirilir. Bir diğer başlangıç tedavisi alternatifi ise teikoplanindir; vankomisine oranla daha az toksiktir ve kullanımı daha kolaydır. Ciddi MRSA enfeksiyonlarının tedavisinde vankomisinin yerini alıp almayacağı henüz kesinlik kazanmamıştır. Böbrek yetmezliği var ise doz ayarlaması yapılmalıdır. Tünel enfeksiyonu varlığında gerekli kültürler alınmalı, kateter çıkarılmalı ve vankomisin 15 mg/kg 12 saatte bir İV verilmelidir. Böbrek yetmezliğinde aynı doz ayarlaması yapılmalıdır. Daha sonra kültür antibiyogramına göre tedavi değiştirilir.^{39,40}

Sistemik enfeksiyonlardaki majör sorun kateterin çıkarılıp çıkarılmayacağı ve antibiyotik seçimidir (Tablo 3). Gerekli testler ve kültürlerden sonra ampirik antibiyotik tedavi başlanılmalıdır.⁴¹ Vankomisin 15 mg/kg iv 12 saatte bir, böbrek yetmezliği var ise doz ayarı yapılmalıdır. Üç günlük tedaviye rağmen sepsiste/bakteriyemide düzelme yok ise metastatik enfeksiyon düşünülmeli ve bakteriyel endokardit olasılığı nedeniyle hasta transözefajial ekokardiyografi (TÖE) ile incelenmelidir.⁴² Metastatik enfeksiyon (osteomyelit, endokardit) var ise antibiyotik tedavisi 4-6 hafta verilmelidir. Vankomisin, allerji varsa veya hasta vankomisin dirençli enterokoklar açısından risk altında ise teikoplanin, linezolid, quinupristin-dalfopristin veya daptomisin kullanmak uygun olabilir. Etken Gram (-) basiller ise aminoglikozidler (gentamisin, tobramisin -2 mg/kg iv bolus) verilebilir.

Böbrek fonksiyonu bozuk olan hastalarda aminoglikozidlere alternatif olarak cefepime, aztreonam, ciprofloksacin verilebilir. Carbapenem, meropenem gibi ilaçlar da antibiyotiğe dirençli multiple Gram (-) basillerde kullanılabilir. Fungal bir enfeksiyon şüphesi var ise derhal antifungal tedavi başlanılmalıdır. Enfeksiyonun klinik bulguları olmayan hastada kateter yolu ile alınan kan kültüründe üreme var, ancak periferik venden alınan kültürde üreme yok ise tedaviye başlamaya gerek yoktur. Bu durum muhtemelen kateterden

Tablo 3. Kateterin çıkarılma endikasyonları.

Enfeksiyonun Gram (-) basil kaynaklı olması (özellikle <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , multiple bakteri üremesi, mantar.)
Giriş enfeksiyonu
Granülositopeni
Kalp kapak hastalıkları
Septik tromboflebit
Endokardit
Metastatik apse
Ciddi sepsis veya septik şok
Antibiyotik tedavisinden 72 saat sonra devam eden bakteriyemi/sepsis

alınan kan kültür örneğinin cilt florası ile kontaminasyonuna bağlıdır.³³

Eğer hasta septik tabloda değil ama santral venöz kateter enfeksiyonu şüphesi var ise alternatif yaklaşım, kateterin kılavuz tel üzerinden değiştirilmesi ve kateter ucunun kültüre gönderilmesi şeklinde olabilir. Kültür sonucunda kateter ucunda 15 cfu ve üzeri bakteri varlığı ve aynı etkenin kandan elde edilmesi veya mantar üremesi durumunda kateter çıkartılır (Tablo 3).⁴³

C. Tromboz

Kateterle ilgili sık komplikasyonlardan birisi de kateter disfonksiyonu ve düşük akımdır. Kateterde düşük akımdan bahsetmek için kan akımının 300 ml/dk.dan düşük olması gerekmektedir. Kateter disfonksiyonları erken ve geç diye 2'ye ayrılır.⁴⁴ Erken kateter disfonksiyonları, kateterin yerleştirilmesi ile ilgili teknik sorunlar ve pozisyondan kaynaklanmaktadır. Teknik sorunlar, kateterin kink yapması ve sıkı sütür atmaya bağlıdır. Pozisyona bağlı sorunlar ise kateter ucunun maloryantasyonu, malpozisyonu ve kateterin azygos venine yerleştirilmesi sonucu ortaya çıkar. Sorun, kateter yerleştirilirken fark edilmeli ve düzeltilmelidir. Bu tip disfonksiyonlarda floroskopi kullanımı büyük önem taşır. Geç kateter disfonksiyonları, genellikle total veya parsiyel trombozun bir sonucu olarak karşımıza çıkar. Tromboz, kateter kayıplarının en yaygın nedenlerinden biridir.^{45,46} Kateter trombozu ekstrinsik ve intrinsik olmak üzere 2 ana gruba ayrılır.

i. Ekstrinsik tromboz

Ekstrinsik tromboz, kateter dışında katetere yapışık veya kateter ucunun içine gömülü veya dışarıda olabildiği tromboz şeklidir. Ekstrinsik trombozlar aksillo-subklavyen ven trombozu, mural tromboz ve intra-atriyal tromboz olmak üzere 3'e ayrılır.

Aksillo-subklavyen ven trombozu: Santral ven içinde tromboz sonucu oluşur. Genellikle subklavyen vende oluşur. Subklavyen vendeki kateter, trombozu presipite eder. %2-64 oranda görülür. Klinik olarak, lokal inflamasyon, ağrı, hassasiyet, el-kol ödemi bulguları ile karşımıza çıkar. Tanıda dijital substraksiyon anjiyografi (DSA) en sensitif ve spesifik araçtır. Ancak pahalı, invaziv ve uygulaması zor olduğundan bunun yerine genellikle Doppler USG kullanılır. Doppler USG'nin sensitivitesi %81-94 ve spesifite %96-97'dir.⁴⁷⁻⁵¹ Bu hastalarda mümkünse kateter çekilmesi (çoğu hastada semptomlar düzelir), şiddetli ve semptomatik hastalarda düşük molekül ağırlıklı heparin (LMWH) 5-7 gün süresince verilmelidir. Oral antikoagülan tedavi de 24 saat içinde başlanmalı, 3 ay süresince verilmelidir (hedef INR 2-3). Kontrendikasyonun olmadığı durumlarda tromboz yaygınsa trombolitik verilebilir. Kateter, yerinde kalacaksa antikoagülasyon ve yakın takip yapılmalıdır. Bu olgulara trombolitik yararlı olabilir.

Mural tromboz: Tüneli kateterlerin ucu sağ atriyumda sürekli hareket içinde olduğundan kateter ucunun bu hareketi damar duvarı ve atriyuma zarar verebileceği gibi bu durum trombozla da sonuçlanabilir.⁵²⁻⁵⁴ Genellikle kateter disfonksiyonu olduğunda fark edilir. Kateterden yapılan venografi ile tanı konur. Büyük olanları semptomatik olabilir ve pulmoner emboliye yol açabilir.⁵⁵ Bunlar TÖE ile de tanımlanabilir. Küçük olanlarda kateterin çıkarılması yeterlidir. Büyük trombüslerde aksillosubklavyen trombozda olduğu gibi antikoagülasyon yapılmalı ve ekokardiyografi ile yakın takip edilmelidir.⁵² Eğer trombus enfekte olursa prognoz oldukça kötüleşir.⁵⁵

Intra-atriyal tromboz: Trombüsün büyüklüğü önemlidir. Çapı 2 cm'den küçük olanların klinik açıdan önemi olmadığı kabul edilir. Tedavide kateteri çekmek yeterli olurken, bazı nefrologlar

kateteri çıkarmadan önce 1-2 hafta antikoagülasyon uygulaması gerektiğini önermektedir. Çapı 2 cm'den büyük olanlarda ise sonuçlar ciddi olabilir. Bunlarda, kateter disfonksiyonu, sistemik enfeksiyon, pulmoner veya sistemik emboli olabilir. Ekokardiyografi veya anjiyografi ile tanı konulur. Kateter disfonksiyonu gelişmiş ve büyük trombusu olan olgulara değişik tedavi seçenekleri vardır. Kateterin çıkarılması, uzun süre (6 ay) antikoagülasyon tedavisi ve bazen cerrahi trombektomi yapılabilir.^{56,57}

ii. İntrinsik tromboz

HD kateterlerinin temel komplikasyonlarından biri olup kateter kayıplarının en sık nedenlerinden biridir. İntrinsik trombozun intraluminal tromboz, kateter ucu trombozu, fibrin kılıf trombozu olmak üzere 3 tipi vardır.

Intraluminal tromboz, kateter lümeni içinde tromboz gelişmesidir. Lümenin heparinizasyonunda yetersizlik ve kateterde kan bulunmasına bağlı gelişir. Her diyaliz seansının başında her iki lümendeki heparin geri çekildikten sonra her iki lümen serum fizyolojik (SF) ile puşe yapılarak temizlenirse intraluminal tromboz sıklığı azalır.

Kateter ucu trombozu, tıkaçıcı veya hareketli tromboz ile karakterizedir. Lümenin heparinizasyonunda yetersizlik ve kateterde kan bulunmasına bağlı gelişir. Diyaliz öncesi ve sonrası hızlı SF puşeleme ile önlenir.

Fibrin kılıf trombozu, kronik diyaliz kateterlerindeki en yaygın tromboz formlarından biridir. Dolayısıyla kateter disfonksiyonunun en sık nedenidir. Kateteri sıvamış ve sarmış halde bulunur. Bu durumun insidansı %13-57 oranındadır.⁴⁶ Kateter takılmadan haftalar veya aylar sonra görülmekle beraber, en erken 2 gün sonra saptanmıştır.⁵⁸ Fibrin kılıf trombozu gelişmiş hastalarda infüzyon kolay ama kan alma daha zordur.

iii. İntrinsik tromboza bağlı geç gelişen akım problemlerin tedavisi

Kateter malfonksiyonunun öncelikle iyi tanımlanması ve seri bir şekilde müdahale edilmesi gerekmektedir. İntrinsik trombozda primer veya sekonder tedavi vardır.

Primer Tedavi

Hemen diyaliz ünitesinde uygulanabilecek hızlı SF puşe, intraluminal litik enzim ve litik enzim infüzyonu gibi tedavi seçeneklerini içerir.

Hızlı SF puşelerin yapılması, daha önce yeterince fonksiyone olduğu bilinen kateterde gelişen malfonksiyon tedavisinde ilk yaklaşım olmalıdır.⁴⁴ Enjektörle üretilebilecek güç enjektörün hacmi ile ters orantılıdır. Bu nedenle kateter rüptür riskini azaltmak için enjektör hacmi 5 mL'den küçük olmamalıdır. 10 mL'lik enjektörler genellikle yeterlidir. Enjektör SF ile doldurulmalı ve en büyük güç ile puşe edilmelidir, ardından kan aspirasyonu denenmeli, kan aspire edilemiyorsa işlem defalarca tekrarlanmalıdır. Bu teknik kolay, ekonomik, güvenli ve sıklıkla etkindir. Dezavantajları başarısız olabilmesi, kalıcı bir tedavi olmaması ve düşük de olsa kateter rüptür riskinin olmasıdır.

Intraluminal litik enzim, kateter disfonksiyonu tedavisi için diyaliz ünitesinde uygulanabilecek çok yararlı bir yöntemdir. Bu amaçla geçmişte ürokinaz kullanılmışken şu anda doku plazminojen aktivatörleri (tPA) tercih edilmektedir.⁵⁹⁻⁶² Bir çalışmada lümen içine 1-2 ml tPA verilmesi ile %83-98 başarı sağlanmıştır.⁶² Bu dozlarda uygulanan t-PA'nın sistemik etkisi görülmemiştir. 570 kateterlik prospektif bir çalışmada her tedavi sonrasında 10-18 günlük ilave kateter açıklığı sağlanmıştır.⁴⁸ Litik tedaviye cevap yoksa kateter değiştirilmelidir. t-PA'nın etkisi geçicidir, çünkü kateter lümeni ve ucunda etkili iken, kateter disfonksiyonundan en sık sorumlu olan fibrin kılıf üzerine etkili değildir.

Litik enzim infüzyonu, HD süresince veya dışında kateterden ürokinaz kullanımı geçmişte başarıyla kullanılmıştır.^{48,59-64} Benzer şekilde tPA da bu amaçla kullanılmıştır. Bir çalışmada 55 kateter disfonksiyonunda 2.5 mg tPA 50 cc SF içinde 3 saatte infüze edilerek kateterlerin %91'inde en az bir ek HD seansı imkanı yaratılmıştır. 30 günlük kateter açıklığı oranı %55 olmuş ve komplikasyon bildirilmemiştir.⁶⁵ Bu yaklaşım daha pahalı olduğundan ve intraluminal enzim tedavisine üstünlüğü gösterilemediğinden önerilmemektedir.

Sekonder Tedavi

Hasta başında HD ünitesinde primer tedavi seçenekleri başarısızsa, görüntüleme eşliğinde yapılan sekonder tedavi seçeneklerine başvurulmalıdır. Kılavuz teli üzerinden kateter değiştirilmesi, intrinsik kateter trombozu tedavisinde tercih edilen sekonder tedavi seçeneğidir. Öncesinde fibrin kılıf varlığı dışlanmalıdır. Güvenli, kolay ve başarılıdır.^{66,67} Bir çalışmada başarı oranı %43 olarak bildirilmiş ve enfeksiyon oranında artış görülmemiştir.⁶⁸

Fibrin kılıfın soyulması, 'Snare' kateter aracılığıyla yapılır. Femoral venden girilerek kateter düzeyine ulaşıp fibrin kılıf soyulmaya çalışılır. Başarı oranı %75-98 olarak bildirilmiştir.^{13,69-73} Başka bir çalışmada 15, 30 ve 45 günlük açıklık oranları sırasıyla %75, %52 ve %35 olarak bulunmuştur.⁶⁸ Karşılaştırmalı bir diğer çalışmada kateter değiştirme daha başarılı bulunmuştur.⁷³ Ancak pahalı, invaziv ve konforsuz olduğundan önerilmemektedir.

Katater ve Koplasyonlarının Maliyeti

Damar ulaşım yolları maliyet açısından karşılaştırıldığında AV fistülün kataterden daha pahalı olduğu görülmektedir (5668 avro/AVF, 3993 avro/katater) ancak komplikasyonlar açısından incelendiğinde durum tersine dönmektedir (1679 avro/katater yıl, 570 avro/AVF yıl). Toplam maliyet incelendiğinde ise 1. yılda fistül maliyetinin daha yüksek, sonraki yıllarda katater maliyetinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.⁷⁴

Sonuç

Gereğinden fazla santral kateter kullanılmakta ve yetersiz bakım nedeniyle bunlardan optimum yarar sağlanamamaktadır. Kateterizasyonlara bağlı santral venöz stenoz, hemotoraks, pnömotoraks ve enfeksiyon gibi komplikasyonların oranı yüksektir. HD'e giren tüm hastalara zamanında en az komplikasyonla ve uzun süre diyaliz olanağı sağlayan AV fistül yapılamamaktadır. Bilgili ve deneyimli bir hemşire, hasta için hayati öneme sahip damar yolunun daha uzun süre açık kalmasında son derece önemli rol oynamaktadır.

Bütün akut kateter uygulamalarında mümkün olduğu sürece juguler ve daha az oranda femoral bölge kullanılmalı, subklavyen bölgeden kaçınılmalıdır. HD kateterlerine ait enfeksiyon oranlarını azaltmanın 1. basamağı AV fistül kullanımının yaygınlaştırılması, 2. basamağı ise enfeksiyon için risk faktörlerinin belirlenerek bunların modifiye edilmesidir. Günümüzde el yıkama ve kateter girişimi sırasında aseptik tekniklerin uygulanmasının, katetere bağlı enfeksiyonların önlenmesindeki en önemli unsur olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Fan PY, Schwab SJ. Vascular access: Concepts for the 1990s. *J Am Soc Nephrol* 1992;3:1-11.
- Bander SJ, Schwab SJ. Central venous angioaccess for hemodialysis and its complications. *Semin Dial* 1992;5:121-8.
- NKF-DOQI Clinical Practice Guidelines for Vascular Access. VI. Acute hemodialysis vascular access Non-cuffed catheters. *Am J Kidney Dis* 2001;37(Suppl 1):S146.
- NKF-DOQI clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis* 1997;30(Suppl.3):150-89.
- Hernández D, Díaz F, Rufino M, Lorenzo V, Pérez T, Rodríguez A, et al. Subclavian vascular access stenosis in dialysis patients: Natural history and risk factors. *J Am Soc Nephrol* 1998;9:1507-10.
- Schillinger F, Schillinger D, Montagnac R, Milcent T. Post catheterisation vein stenosis in haemodialysis: Comparative angiographic study of 50 subclavian and 50 internal jugular accesses. *Nephrol Dial Transplant* 1991;6:722-4.
- Cheesbrough JS, Finch RG, Burden RP. A prospective study of the mechanisms of infection associated with hemodialysis catheters. *J Infect Dis* 1986;154:579-89.
- Swartz RD, Messana JM, Boyer CJ, Lunde NM, Weitzel WF, Hartman TL. Successful use of cuffed central venous hemodialysis catheters inserted percutaneously. *J Am Soc Nephrol* 1994;4:1719-25.
- Uldall R, DeBruyne M, Besley M, McMillan J, Simons M, Francoeur R. A new vascular access catheter for hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1993;21:270-7.
- Mosquera DA, Gibson SP, Goldman MD. Vascular access surgery: A 2-year study and comparison with the Perm-cath. *Nephrol Dial Transplant* 1992;7:1111-5.
- Duncan ND, Singh S, Cairns TD, Clark M, El-Tayar A, Griffith M, et al. Tesio-Caths provide effective and safe long-term vascular access. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:2816-22.
- Suhocki PV, Conlon PJ Jr, Knelson MH, Harland R, Schwab SJ. Silastic cuffed catheters for hemodialysis vascular access: Thrombolytic and mechanical correction of malfunction. *Am J Kidney Dis* 1996;28:379-86.
- NKF-DOQI clinical practice guidelines for vascular access. National Kidney Foundation-Dialysis Outcomes Quality Initiative. *Am J Kidney Dis* 1997;30(4 Suppl 3):S150-91.
- Raja RM, Fernandes M, Kramer MS, Barber K, Rosenbaum JL. Comparison of subclavian vein with femoral vein catheterization for hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1983;2:474-6.
- Fan PY. Acute vascular access: New advances. *Adv Ren Replace Ther* 1994;1:90-8.
- Vanholder R, Lameire N, Verbanck J, van Rattinhe R, Kunnen M, Ringoir S. Complications of subclavian catheter hemodialysis: A 5 year prospective study in 257 consecutive patients. *Int J Artif Organs* 1982;5:297-303.
- Edwards H, King TC. Cardiac tamponade from central venous catheters. *Arch Surg* 1982;117:965-7.
- Bernard RW, Stahl WM. Subclavian vein catheterizations: A prospective study. I. Non-infectious complications. *Ann Surg* 1971;173:184-90.
- Tarng DC, Huang TP, Lin KP. Brachial plexus compression due to subclavian pseudoaneurysm from cannulation of jugular vein hemodialysis catheter. *Am J Kidney Dis* 1998;31:694-7.
- Vanherweghem JL, Cabolet P, Dhaene M, Goldman M, Stolar JC, Sabot JP, et al. Complications related to subclavian catheters for hemodialysis. Report and review. *Am J Nephrol* 1986;6:339-45.
- Dahlberg PJ, Yutuc WR, Newcomer KL. Subclavian hemodialysis catheter infections. *Am J Kidney Dis* 1986;7:421-7.
- Nielsen J, Ladefoged SD, Kolmos HJ. Dialysis catheter-related septicaemia--focus on Staphylococcus aureus septicaemia *Nephrol Dial Transplant* 1998;13:2847-52.
- Eggimann P, Pittet D. Overview of catheter-related infections with special emphasis on prevention based on educational programs. *Clin Microbiol Infect* 2002;8:295-309.
- Afif C, Raad I. Intravascular catheter-related infections. In: Schlossberg D, ed. *Current Therapy of Infectious Diseases*. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 2001. p.416-8.
- Bouza E, Burillo A, Muñoz P. Catheter-related infections: Diagnosis and intravascular treatment *Clin Microbiol Infect* 2002;8:265-74.
- Crump JA, Collignon PJ. Intravascular catheter-associated infections. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2000;19:1-8.
- Pascual A. Pathogenesis of catheter-related infections: Lessons for new designs. *Clin Microbiol Infect* 2002;8:256-64.
- Canaud B. Haemodialysis catheter-related infection: Time for action. *Nephrol Dial Transplant* 1999;14:2288-90.
- Maki DG, Weise CE, Sarafin HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous-catheter-related infection. *N Engl J Med* 1977;296:1305-9.
- Wang EE, Prober CG, Ford-Jones L, Gold R. The management of central intravenous catheter infections. *Pediatr Infect Dis* 1984;3:110-3.
- Raad II, Bodey GP. Infectious complications of indwelling vascular catheters. *Clin Infect Dis* 1992;15:197-208.
- Safdar N, Maki DG. Inflammation at the insertion site is not predictive of catheter-related bloodstream infection with short-term, noncuffed central venous catheters. *Crit Care Med* 2002;30:2632-5.
- Bryant JK, Strand CL. Reliability of blood cultures collected from intravascular catheter versus venipuncture. *Am J Clin Pathol* 1987;88:113-6.

34. DesJardin JA, Falagas ME, Ruthazer R, Griffith J, Wawrose D, Schenkein D, et al. Clinical utility of blood cultures drawn from indwelling central venous catheters in hospitalized patients with cancer. *Ann Intern Med* 1999;131:641-7.
35. Wormser GP, Onorato IM, Preminger TJ, Culver D, Martone WJ. Sensitivity and specificity of blood cultures obtained through intravascular catheters *Crit Care Med* 1990;18:152-6.
36. Tafuro P, Colbourn D, Gurevich I, Schoch P, Wachs H, Krystofiak S, et al. Comparison of blood cultures obtained simultaneously by venepuncture and from vascular lines. *J Hosp Infect* 1986;7:283-8.
37. Raad I, Hanna HA, Alakech B, Chatzinikolaou I, Johnson MM, Tarrand J. Differential time to positivity: A useful method for diagnosing catheter-related bloodstream infections. *Ann Intern Med* 2004;140:18-25.
38. Malgrange VB, Escande MC, Theobald S. Validity of earlier positivity of central venous blood cultures in comparison with peripheral blood cultures for diagnosing catheter-related bacteremia in cancer patients *J Clin Microbiol* 2001;39:274-8.
39. Benezra D, Kiehn TE, Gold JW, Brown AE, Turnbull AD, Armstrong D. Prospective study of infections in indwelling central venous catheters using quantitative blood cultures. *Am J Med* 1988;85:495-8.
40. Press OW, Ramsey PG, Larson EB, Fefer A, Hickman RO. Hickman catheter infections in patients with malignancies. *Medicine (Baltimore)* 1984;63:189-200.
41. Raad I, Davis S, Khan A, Tarrand J, Elting L, Bodey GP. Impact of central venous catheter removal on the recurrence of catheter-related coagulase-negative staphylococcal bacteremia. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992;13:215-21.
42. Rosen AB, Fowler VG Jr, Corey GR, Downs SM, Biddle AK, Li J, et al. Cost-effectiveness of transesophageal echocardiography to determine the duration of therapy for intravascular catheter-associated *Staphylococcus aureus* bacteremia. *Ann Intern Med* 1999;130:810-20.
43. Maki DG, Weise CE, Sarafin HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous-catheter-related infection. *N Engl J Med* 1977;296:1305-9.
44. Beathard GA. Catheter thrombosis. *Semin Dial* 2001;14:441-5.
45. Lund GB, Trerotola SO, Scheel PF Jr, Savader SJ, Mitchell SE, Venbrux AC, et al. Outcome of tunneled hemodialysis catheters placed by radiologists. *Radiology* 1996;198:467-72.
46. Suhocki PV, Conlon PJ Jr, Knelson MH, Harland R, Schwab SJ. Silastic cuffed catheters for hemodialysis vascular access: Thrombolytic and mechanical correction of malfunction. *Am J Kidney Dis* 1996;28:379-86.
47. Horattas MC, Wright DJ, Fenton AH, Evans DM, Oddi MA, Kamienski RW, et al. Changing concepts of deep venous thrombosis of the upper extremity--report of a series and review of the literature. *Surgery* 1988;104:561-7.
48. Little MA, Walshe JJ. A longitudinal study of the repeated use of alteplase as therapy for tunneled hemodialysis catheter dysfunction. *Am J Kidney Dis* 2002;39:86-91.
49. Haire WD, Lynch TG, Lieberman RP, Lund GB, Edney JA. Utility of duplex ultrasound in the diagnosis of asymptomatic catheter-induced subclavian vein thrombosis. *J Ultrasound Med* 1991;10:493-6.
50. Haage P, Krings T, Schmitz-Rode T. Nontraumatic vascular emergencies: Imaging and intervention in acute venous occlusion. *Eur Radiol* 2002;12:2627-43.
51. Male C, Chait P, Ginsberg JS, Hanna K, Andrew M, Halton J, et al. Comparison of venography and ultrasound for the diagnosis of asymptomatic deep vein thrombosis in the upper body in children: Results of the PARKAA study. Prophylactic Antithrombin Replacement in Kids with ALL treated with Asparaginase. *Thromb Haemost* 2002;87:593-8.
52. Fuchs S, Pollak A, Gilon D. Central venous catheter mechanical irritation of the right atrial free Wall: A cause for thrombus formation. *Cardiology* 1999;91:169-72
53. Forauer AR, Theoharis C. Histologic changes in the human vein wall adjacent to indwelling central venous catheters. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14(9 Pt 1):1163-8.
54. Kohler TR, Kirkman TR. Central venous catheter failure is induced by injury and can be prevented by stabilizing the catheter tip. *J Vasc Surg* 1998;28:59-65.
55. Ghani MK, Boccalandro F, Denktas AE, Barasch E. Right atrial thrombus formation associated with central venous catheters utilization in hemodialysis patients. *Intensive Care Med* 2003;29:1829-32.
56. Shah A, Murray M, Nzerue C. Right atrial thrombi complicating use of central venous catheters in hemodialysis. *Int J Artif Organs* 2004;27:772-8.
57. Negulescu O, Coco M, Croll J, Mokrzycki MH. Large atrial thrombus formation associated with tunneled cuffed hemodialysis catheters. *Clin Nephrol* 2003;59:40-6.
58. Hoshal VL Jr, Aulsebrook RG, Hoskins PA. Fibrin sleeve formation on indwelling subclavian central venous catheters. *Arch Surg* 1971;102:253-8.
59. Eyrich H, Walton T, Macon EJ, Howe A. Alteplase versus urokinase in restoring blood flow in hemodialysis-catheter thrombosis. *Am J Health Syst Pharm* 2002;59:1437-40.
60. Haire WD, Atkinson JB, Stephens LC, Kotulak GD. Urokinase versus recombinant tissue plasminogen activator in thrombosed central venous catheters: A double-blinded, randomized trial. *Thromb Haemost* 1994;72:543-7.
61. Zacharias JM, Weatherston CP, Spewak CR, Vercaigne LM. Alteplase versus urokinase for occluded hemodialysis catheters. *Ann Pharmacother* 2003;37:27-33.
62. Clase CM, Crowther MA, Ingram AJ, Cinà CS. Thrombolysis for restoration of patency to haemodialysis central venous catheters: A systematic review. *J Thromb Thrombolysis* 2001;11:127-36.
63. Twardowski ZJ The clotted central vein catheter for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1998;13:2203-6.
64. Savader SJ, Ehrman KO, Porter DJ, Haikal LC, Oteham AC. Treatment of hemodialysis catheter-associated fibrin sheaths by rt-PA infusion: Critical analysis of 124 procedures. *J Vasc Interv Radiol* 2001;12:711-5.
65. Lund GB, Trerotola SO, Scheel PF Jr, Savader SJ, Mitchell SE, Venbrux AC, et al. Outcome of tunneled hemodialysis catheters placed by radiologists. *Radiology* 1996;198:467-72.

66. Shaffer D. Catheter-related sepsis complicating long-term, tunneled central venous dialysis catheters: Management by guidewire exchange. *Am J Kidney Dis* 1995;25:593-6.
67. Duszak R Jr, Haskal ZJ, Thomas-Hawkins C, Soulen MC, Baum RA, Shlansky-Goldberg RD, et al. Replacement of failing tunneled hemodialysis catheters through pre-existing subcutaneous tunnels: A comparison of catheter function and infection rates for de novo placements and over-the-wire exchanges. *J Vasc Interv Radiol* 1998;9:321-7.
68. Haskal ZJ, Leen VH, Thomas-Hawkins C, Shlansky-Goldberg RD, Baum RA, Soulen MC. Transvenous removal of fibrin sheaths from tunneled hemodialysis catheters. *J Vasc Interv Radiol* 1996;7:513-7.
69. Gray RJ, Levitin A, Buck D, Brown LC, Sparling YH, Jablonski KA, et al. Percutaneous fibrin sheath stripping versus transcatheter urokinase infusion for malfunctioning well-positioned tunneled central venous dialysis catheters: A prospective, randomized trial. *J Vasc Interv Radiol* 2000;11:1121-9.
70. Johnstone RD, Stewart GA, Akoh JA, Fleet M, Akyol M, Moss JG. Percutaneous fibrin sleeve stripping of failing haemodialysis catheters. *Nephrol Dial Transplant* 1999;14:688-91.
71. Brady PS, Spence LD, Levitin A, Mickolich CT, Dolmatch BL. Efficacy of percutaneous fibrin sheath stripping in restoring patency of tunneled hemodialysis catheters. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173:1023-7.
72. Merport M, Murphy TP, Egglin TK, Dubel GJ. Fibrin sheath stripping versus catheter exchange for the treatment of failed tunneled hemodialysis catheters: Randomized clinical trial. *J Vasc Interv Radiol* 2000;11:1115-20.
73. Crain MR, Mewissen MW, Ostrowski GJ, Paz-Fumagalli R, Beres RA, Wertz RA. Fibrin sleeve stripping for salvage of failing hemodialysis catheters: Technique and initial results. *Radiology* 1996;198:41-4.
74. Santoro A, Canova C, Freyrie A, Mancini E. Vascular access for hemodialysis. *J Nephrol* 2006;19:259-64.