

# Hemodiyaliz Kateter Komplikasyonları ve Yönetimi

## Hemodialysis Catheter Complications and Their Management: Review

Doç.Dr. Dilek TORUN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Nefroloji BD,  
Başkent Üniversitesi Adana Uygulama ve  
Araştırma Merkezi,  
Adana

Geliş Tarihi/Received: 12.10.2011  
Kabul Tarihi/Accepted: 15.12.2011

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Doç.Dr. Dilek TORUN  
Başkent Üniversitesi Adana Uygulama ve  
Araştırma Merkezi,  
Nefroloji BD, Adana,  
TÜRKİYE/TURKEY  
dilektorun@hotmail.com

**ÖZET** Hemodiyaliz tedavisinin yeterli ve güvenilir olabilmesi için etkili bir damar giriş yolunun oluşturulması ve devamının sağlanması esastır. Maalesef son dönem böbrek yetmezlikli hastalar arasında damar ilişkili komplikasyonlar en önemli mortalite ve morbidite nedenidir. Arteriovenöz fistül ve graft ile karşılaştırıldığında tünelli hemodiyaliz kateterlerine bağlı enfeksiyon ilişkili ve tüm nedenlere bağlı mortalite oranının yüksek olmasına rağmen son yıllarda kalıcı damar yolu olarak hemodiyalizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hem tünelsiz hem de tünelli kafli kateterlerin, kanülasyon gerektirmemesi ve hemen kullanılabilme gibi avantajları olmasına rağmen, enfeksiyon, tromboz, yetersiz kan akım hızına yatkınlık ve daha da önemlisi stenoz ve uzun dönemde kalıcı damar yolunun tehlikeye girmesine yol açarak önemli komplikasyonlara sahiptirler. Bu yüzden tünelli kafli hemodiyaliz kateterleri, hemodiyaliz tedavisi altındaki birçok hasta için tercih edilen fistül ve graft gibi kalıcı damar yolu yerine kullanılmalıdır. Erken dönemde kalıcı fistül oluşturulması hemodiyaliz kateter komplikasyonlarından korunmada en etkili yoldur. Bu nedenle tüm hemodiyaliz hastalarına kateter kullanımının riskleri anlatılmalı ve hastalar fistül açılmasına teşvik edilmelidir. Bu derlemede, kateterlerin kullanımında meydana gelebilen komplikasyonlar ve uygun tedavi edici ve önleyici yöntemler gözden geçirilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Böbrek diyalizi; kateterizasyon, santral venöz; kateter kaynaklı enfeksiyonlar; tromboz; fibrin

**ABSTRACT** Application and maintenance of an effective hemodialysis vascular access is essential for safe and adequate hemodialysis therapy. However, access-related complications remain one of the most important source of morbidity and mortality among patients with end-stage renal disease. In spite of the fact that hemodialysis catheters are associated with the risk of infection-related and all-cause mortality compared with autogenously arteriovenous fistulas or synthetic grafts, nowadays tunneled catheters play an important role in the delivery of hemodialysis. The usage of temporary as well as cuffed hemodialysis catheters bring the advantage of immediate vascular access, and avoid the necessity for cannulation. However, the complications associated with each of these hemodialysis catheters both in terms of their propensity for infection, thrombosis, inadequate blood flow, and-most importantly-damage to large central veins, may lead to stenosis and jeopardize long-term vascular access. Permanent cuffed hemodialysis catheters are not recommended to be used in place of permanent access, such as; fistula or a graft which are the preferred forms of vascular access for most patients on maintenance hemodialysis therapy. Early elective placement of a fistula is the best way to avoid the complications of hemodialysis catheters. Therefore, all hemodialysis patients should be educated about the risks of hemodialysis catheters and be encouraged to have a primary fistula. This review will examine the complications that can occur with the use of these catheters and discuss about the appropriate preventative and therapeutic measures necessary to address these complications.

**Key Words:** Renal dialysis; catheterization, central venous; catheter-related infections; thrombosis; fibrin

**H**emodiyaliz tedavisinin yeterli ve güvenilir olabilmesi için etkili bir damar giriş yolunun oluşturulması ve devamının sağlanması esastır. Maalesef halen damar ilişkili komplikasyonlar en önemli mortalite ve morbidite nedenidir.<sup>1,2</sup> Arteriovenöz fistül ve graft ile karşılaştırıldığında tünelli hemodiyaliz kateterlerine bağlı enfeksiyon ilişkili ve tüm nedenlere bağlı mortalite oranı yüksektir.<sup>3,4</sup>

Hemodiyaliz hastalarında santral venöz kateterler; akut böbrek hasarı, kalıcı damar giriş yolu disfonksiyonu veya giriş yolu olgunlaşması için geçen sürede geçici olarak veya periferik arter hastalığı, ciddi kalp yetmezliği, beklenen yaşam süresinin kısa olması ve yetersiz anatomi gibi durumlarda kalıcı damar yolu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Uygulamasının kolay, ucuz olması, birçok anatomik bölgeye yerleştirilebilmesi ve yerleştirildikten sonra hemen kullanılabilmesi gibi avantajları olmakla birlikte, artmış tromboz, enfeksiyon ve kalıcı santral venöz darlık riski, kullanım süresinin kısalığı, diyaliz akım hızının düşük olması gibi önemli dezavantajları vardır.<sup>5</sup>

Santral venöz kateterler, kısa süreli tünelsiz kafsız kateterler veya uzun süreli tünelli kafli kateterler olarak iki çeşittir. Tünelsiz hemodiyaliz kateterlerde tünelli katetere göre enfeksiyon riski 5 kat daha fazladır.<sup>6</sup> Bu nedenle 3 haftadan uzun süreli damar yolu ihtiyacı olan hastalar da tünelli kateterlerin takılması önerilmektedir.<sup>1</sup> Kateter ilişkili komplikasyonlar dört grup altında incelenmektedir.

## KATETERİN TASARIMIYLA İLİŞKİLİ KOMPLİKASYONLAR

Tünelli ve tünelsiz hemodiyaliz kateterlerine bağlı, takılan damarda travma ve enfeksiyon gibi komplikasyonların azaltılması ve yeterli akım sağlanabilmesi için kateterin yapıldığı materyal, kateterin tasarımı, çapı ve uzunluğu önemlidir. Çift lümenli hemodiyaliz kateterler tasarım olarak tek gövde içinde iki ayrı kanül içerir ve resirkülasyonu azaltmak için arteriyel uç venöz uca göre daha proksimal lokalizasyondadır. Kateterler kimyasal olarak inert, trombüs oluşturmayan, esnek ve radyoopak

materyalden yapılmış olmalıdır. Eskiden kullanılan polietilen ve polipropilen kateterler göreceli olarak serttir. Halen sıklıkla kullanılan poliüretan kateterler oda ısısında sert ancak vücut ısısında daha yumuşaktırlar. Günümüzde ticari olarak mevcut en yumuşak kateterler silikon elastomerlerinden yapılan kateterlerdir. Özellikle uzun dönemli tünelli kateter ihtiyacı olduğunda daha az trombojenik, travmatik ve yumuşak yapıda olan silikon elastomerlerden yapılan kateterler tercih edilmelidir. Alternatif olarak hidromer kaplı poliüretan kateterler seçilebilir. Değişik materyaller enfeksiyon açısından da farklı risklere sahiptirler. Silikon ve poliüretan kateterler polivinil kateterlerden daha az enfeksiyon riskine sahiptir.<sup>5</sup>

Yeterli kan akımı sağlamak için optimal bir hemodiyaliz kateterinin mevcut en büyük çap ve yerleşim yeriyle uyumlu en kısa uzunlukta olması gerekmektedir. Yetişkin bir hastada 11F lümenli (3,7 mm) kateterler ortalama 350 mL/dk akımı sağlar. Juguler ve subklavyen girişler için maksimum 18 cm'lik kateterler önerilmektedir. Femoral kateterlerin ise yeterli debiyi sağlayabilmesi için en az 19 cm olması gereklidir.<sup>7</sup>

## YERLEŞTİRME İŞLEMİYLE İLİŞKİLİ KOMPLİKASYONLAR

Kateter yerleştirme sırasında aritmi, pnömotoraks, hemitoraks, arter ponksiyonu, brakial pleksus yaralanması, kanama, hematoma gibi komplikasyonlar meydana gelebilir.<sup>8</sup> Bu komplikasyonların oranı takan kişinin deneyimine, işlemin kör kanülasyon veya ultrasonografi (USG) eşliğinde yapılmasına veya takılan damar lokalizasyonuna göre değişkenlik gösterir. Yapılan bir meta-analizde USG eşliğinde yapılan işlemlerde başarısız kateterizasyon ve işleme bağlı komplikasyon oranı kör kanülasyona göre belirgin olarak düşük bulunmuştur.<sup>9</sup> Kateterin teknik açıdan kolay yerleştirilmesi, komplikasyon riskinin daha az olması nedeniyle internal juguler ven (İJV) ilk tercih edilmesi gereken bölgedir.<sup>10</sup> İleride gelişebilecek santral ven stenozunu önlemek için mecbur kalınmadıkça subklavyen vene kateter yerleştirilmemelidir.<sup>11,12</sup> Gelişebilecek komplikasyonları azaltmak ve başarı şan-

sını artırmak için kateter USG eşliğinde takılmalıdır. Kateter takıldıktan sonra lokalizasyonu mutlaka akciğer grafisi veya floroskopi ile belirlenmelidir.<sup>13</sup>

## KATETER AKIMIYLA İLİŞKİLİ KOMPLİKASYONLAR

Yeterli kan akımı sağlamak için kateterin ucunun yerleşimi, tünelsiz kateterler için superior vena kava ile sağ atrium bileşkesinde, tüneli kateterlerde ise sağ atrium ortasında olmalıdır.<sup>14,15</sup> Erişkinde ekstrakorporal kan akımı 300 mL/dk üstüne çıkılmıyorsa kateter disfonksiyonu olarak tanımlanır ve kateter kayıplarının %17-33'ünden sorumludur.<sup>16</sup> Erken dönem kateter disfonksiyonları genellikle mekanik nedenlere bağlıyken, geç dönem disfonksiyon tromboz veya fibrin kılıf ile ilişkilidir.<sup>17</sup> Kateter disfonksiyonunu önlemek için tüm kateterler antikoagülanlarla kapatılmalı, tromboz varlığında antitrombolitik uygulanmalıdır.<sup>1</sup>

Trombolitik tedavi, ucuz, etkili, güvenilir ve uygulanışının kolay olması nedeniyle tromboza bağlı gelişen kateter disfonksiyonunun tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kateter trombozunun tedavisinde en yaygın kullanılan trombolitik ajanlar ürokinaz ve tPA'dır.<sup>18-20</sup> Doku plazminojen aktivatörü fibrine spesifik olması, tek kullanımlık dozlar şeklinde flakonlarının olması ve allerjik olmaması nedeniyle son yıllarda ürokinaza tercih edilmektedir.<sup>21,22</sup> Trombolitik ajanlar, kateter lümenine sürekli infüzyon şeklinde veya kateter lümeninin litik ajanla kapatılıp beklenmesi şeklinde uygulanabilir. Sürekli infüzyon yöntemi pahalı, uygulaması güç aynı zamanda tedavi etkinliğinde bir üstünlüğünün olmaması nedeniyle önerilmemektedir.<sup>23</sup> Trombolitik tedavinin etkinliği kateter lümeninde bekleme süresiyle orantılı olarak artar. Trombolitik ajan olarak tPA için önerilen standart uygulama yöntemi kateterin her lümeni için 2 mg tPA'nın en az 1 saat bekletilmesidir.<sup>24</sup> Tekrarlayan trombolitik tedavi başarısızsa kateterin çıkarılıp yerininin takılması zorunludur.<sup>1</sup>

Fibrin kılıf oluşumu, kateter disfonksiyonunun en sık nedenidir. Kateterin dışında kılıf şeklinde oluşan fibrin doku, infüzyona izin verirken aspirasyon izin vermez ve bu bulgu, fibrin kılıf olu-

şununun klasik göstergesidir.<sup>25</sup> Saptandıktan sonra kateter içine trombolitik ilaç vererek kapamak tedavide kullanılan ilk yöntemlerdir.<sup>26</sup> Kateter lümeninden bir kılavuz tel yerleştirilerek fibrin kılıfını (kateter dışarı alındıktan sonra) balon dilatasyonu ile parçalamak ya da başka bir venden ilerletilen endovasküler bir kement kullanarak kılıfı sıyırma, trombolitik tedaviye yanıt vermeyen durumlarda kullanılabilir. Ancak her iki yöntem de nispeten pahalı ve kendine ait riskleri olan yöntemlerdir.<sup>27,28</sup>

## KATETER İLİŞKİLİ ENFEKSİYON KOMPLİKASYONLARI

Kateter ilişkili enfeksiyonlar; çıkış yeri enfeksiyonu, tünel enfeksiyonu gibi lokal veya kateter ilişkili bakteriyemi gibi sistemik olabilir. En sık sorumlu olan mikroorganizmalar *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*'tur. Kesin tanı başka bir enfeksiyon odağı olmayan hastada, kateterden alınan kanda, periferden alınan kana göre aynı mikroorganizmanın en az 5 katı fazla sayıda üremesi veya kan ve kateter ucu kültüründe aynı mikroorganizmanın saptanmasıyla konur.<sup>29</sup>

**Tünelsiz Kateter Çıkış Yeri Enfeksiyonu:** Bakteriyemi gelişmesi kaçınılmazdır. Kültür alınarak kateterin çekilmesi ve 1 haftalık oral antibiyotik tedavisi yeterlidir.

**Tünelsiz Kateter İlişkili Bakteriyemide:** Kateter derhal çekilmeli ve 2-3 hafta IV antibiyotik tedavisi verilmelidir.

**Tüneli Kateter Çıkış Yeri Enfeksiyonunda:** Sistemik enfeksiyon belirtileri olmaz ise kateterin çıkarılması gerekmez. Uygun lokal bakım ve topikal antibiyotikler (mupirosin) uygulanır. Tünel enfeksiyonu varlığında parenteral antibiyotikler başlanır ve kateterin çekilmesi gerekir.<sup>1</sup>

**Tüneli Kateter İlişkili Bakteriyemi:** Başka bir enfeksiyon odağı gösterilemeyen kateterli bir hastada, ateş, üşüme titreme, çıkış yerinden pürülan akıntı, kızarıklık, mental durumda değişiklik, hipotansiyon, asidoz, hipotermi gibi bakteriyemi bulgularının varlığıyla birlikte kateterden ve periferik venden alınan kan örneğinde aynı mikroorganiz-

manın üremesi olarak tanımlanır. Bakteriyemi belirti ve bulguları varlığında kateteri olan her hastada mutlaka kateter ilişkili bakteriyemi düşünülmesi ve eş zamanlı kateterden ve periferden kan kültürü için örnek alınmalıdır. Kültür alındıktan sonra iv geniş spektrumlu ikili antibiyotik (vankomisin+gemtamsin veya seftazidim) tedavisi hemen başlanmalıdır. Önerilen antibiyotik dozları vankomisin için ilk hemodiyaliz seansının son 60 dakikasında 20 mg/kg iv yükleme dozu sonrasında her seansın son 30 dakikasında 500 mg iv infüzyon şeklindedir. Gentamycin için her diyaliz seansından sonra 1mg/kg iv (maksimum 100 mg) ve seftazidim için her diyaliz seansında sonra iv 1 g'dır.<sup>29</sup>

Kateterin çekilip çekilmeme kararı, kateterin cinsi ve enfeksiyonun ciddiyetine göre değişmektedir. Ciddi sepsis, hemodinamik instabilite, metastatik enfeksiyon, eşlik eden tünel veya çıkış yeri enfeksiyonu, kültür antibiyograma uygun antibiyotik verilmesinden 48-72 saat sonra ateş/bakteriyeminin devam etmesi, *Candida S. taphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* veya dirençli mikroorganizma varlığında, kateterin çıkartılması, 2-3 günlük ateşsiz dönemde veya bakteriyemi (-) olduğunda yenisinin takılması önerilmektedir.<sup>1</sup> Antibiyotik başlandıktan sonraki 48-72. saatte ateş yok, tünel enfeksiyonu yok ve klinik stabilse, kılavuz tel üzerinden değiştirilme de yapılabilir.<sup>30</sup> Kateter korunması amaçlı sistemik antibiyotik tedavisi süresince 3 hafta her hemodiyaliz sonrası kateter lümeninin düşük volümde yüksek konsantrasyonda antibiyotik ve antikoagülan (heparin

veya sitrat) içeren solüsyonlarla kapatılması diğer bir seçenektir.<sup>31-33</sup> Kateterin yerinde bırakılıp tek başına antibiyotik kullanımı yüksek nüks nedeniyle önerilmemektedir.<sup>34</sup> Seçilen antibiyotik kan kültürü sonucuna göre değiştirilmeli ve tedavi süresi ortalama 3 hafta olmalıdır. Endokardit, osteomyelit gibi metastatik enfeksiyonlarda tedavi süresi 6 haftaya kadar uzatılmalıdır.<sup>1</sup>

Kateter enfeksiyonlarının önlenmesi için, kateterin takılması veya kullanılması esnasında aseptik tekniklere uyulmalıdır. İnvaziv girişimlerden önce antibiyotik profilaksisi yararlı olabilir.<sup>29</sup> Standart öneriler dışında enfeksiyonları önlemede çıkış yerine topikal mikrobiyal uygulanması, antiseptik olarak klorheksidin kullanımı, interdiyalitik dönemde kateter lümeni içinde antibiyotikli solüsyon bırakılması veya antibiyotik kaplı kateter kullanımıyla ilgili çalışmalar olmakla birlikte tüm bu girişimler kateter takılması ve kullanımı sırasında önerilen asepsi yöntemlerinden daha üstün bulunmamıştır.<sup>35-41</sup>

Sonuç olarak, kateter ilişkili komplikasyonlar önemli mortalite, morbidite ve artmış maliyetle ilişkilidir. Bu nedenle tüneli kafalı hemodiyaliz kateterleri hemodiyaliz tedavisi altındaki birçok hasta için tercih edilen fistül ve graft gibi kalıcı damar yolu yerine kullanılmamalıdır. Erken dönemde kalıcı fistül oluşturulması hemodiyaliz kateter komplikasyonlarından korunmada en etkili yoldur. Bu nedenle tüm hemodiyaliz hastalarına kateter kullanımının riskleri anlatılmalı ve hastalar fistül açılmasına teşvik edilmelidir.

## KAYNAKLAR

1. National Kidney Foundation. III. NKF-K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Vascular Access: update 2006. Am J Kidney Dis 2006; 48(Suppl 1) 248-73.
2. Feldman HI, Held PJ, Hutchinson JT, Stoiber E, Hartigan MF, Berlin JA. Hemodialysis vascular access morbidity in the United States. Kidney Int 1993;43(5):1091-6.
3. Pastan S, Soucie JM, McClellan WM. Vascular access and increased risk of death among hemodialysis patients. Kidney Int 2002; 62(2):620-6.
4. Astor BC, Eustace JA, Powe NR, Klag MJ, Fink NE, Coresh J; CHOICE Study. Type of vascular access and survival among incident hemodialysis patients: the Choices for Healthy Outcomes in Caring for ESRD (CHOICE) Study. J Am Soc Nephrol 2005; 16(5):1449-55.
5. Fan PY. Acute vascular access: new advances. Adv Ren Replace Ther 1994;1(2):90-8.
6. Weijmer MC, Vervloet MG, ter Wee PM. Compared to tunnelled cuffed haemodialysis catheters, temporary untunnelled catheters are associated with more complications already within 2 weeks of use. Nephrol Dial Transplant 2004;19(3):670-7.
7. Kelber J, Delmez JA, Windus DW. Factors affecting delivery of high-efficiency dialysis using temporary vascular access. Am J Kidney Dis 1993;22(1):24-9.
8. Lumb PD. Complications of central venous catheters. Crit Care Med 1993;21(8):1105-6.
9. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. Crit Care Med 1996;24(12): 2053-8.

10. Blake PG, Huraib S, Wu G, Uldall PR. The use of dual lumen jugular venous catheters as definitive long term access for haemodialysis. *Int J Artif Organs* 1990;13(1):26-31.
11. Vanherweghem JL, Cabolet P, Dhaene M, Goldman M, Stolear JC, Sabot JP, et al. Complications related to subclavian catheters for hemodialysis. Report and review. *Am J Nephrol* 1986;6(5):339-45.
12. Güllü AÜ, Şenay Ş. [Central venous catheter related stenosis and thrombosis of superior vena cava: an update of treatment strategies]. *Türkiye Klinikleri J Cardiovasc Sci* 2010; 22(3):344-51.
13. Jaques PF, Mauro MA, Keefe B. US guidance for vascular access. Technical note. *J Vasc Interv Radiol* 1992;3(2):427-30.
14. Vesely TM. Central venous catheter tip position: a continuing controversy. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14(5):527-34.
15. Karacalar S, Sarihasan B, Tür A. [Where is the tip of the central venous catheter? Case report]. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim* 2010;8(3):242-5.
16. Little MA, O'Riordan A, Lucey B, Farrell M, Lee M, Conlon PJ, et al. A prospective study of complications associated with cuffed, tunneled haemodialysis catheters. *Nephrol Dial Transplant* 2001;16(11):2194-200.
17. Leblanc M, Bosc JY, Paganini EP, Canaud B. Central venous dialysis catheter dysfunction. *Adv Ren Replace Ther* 1997;4(4):377-89.
18. 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(2):127-36.
19. Daeihagh P, Jordan J, Chen J, Rocco M. Efficacy of tissue plasminogen activator administration on patency of hemodialysis access catheters. *Am J Kidney Dis* 2000;36(1):75-9.
20. Meers C, Toffelmire EB. Urokinase efficacy in the restoration of hemodialysis catheter function. *J CANNT* 1998;8(2):17-9.
21. Semba CP, Bakal CW, Calis KA, Grubbs GE, Hunter DW, Matalon TA, et al. Alteplase as an alternative to urokinase. Advisory Panel on Catheter-Directed Thrombolytic Therapy. *J Vasc Interv Radiol* 2000;11(3):279-87.
22. Zacharias JM, Weatherston CP, Spewak CR, Vercaigne LM. Alteplase versus urokinase for occluded hemodialysis catheters. *Ann Pharmacother* 2003;37(1):27-33.
23. Peska DN, DeLange B, Gratch JO, Bleicher JN, Pertusi RM, Mueller D. Short-term continuous infusion thrombolytic therapy for occluded central venous dialysis catheters. *Am J Manag Care* 1997;3(2):261-4.
24. Dowling K, Sansivero G, Stainken B, Siskin G, Dolen E, Ahn J, et al. The use of tissue plasminogen activator infusion to re-establish function of tunneled hemodialysis catheters. *Nephrol Nurs J* 2004;31(2):199-200.
25. Passerini L, Lam K, Costerton JW, King EG. Biofilms on indwelling vascular catheters. *Crit Care Med* 1992;20(5):665-73.
26. Savader SJ, Haikal LC, Ehrman KO, Porter DJ, Oteham AC. Hemodialysis catheter-associated fibrin sheaths: treatment with a low-dose rt-PA infusion. *J Vasc Interv Radiol* 2000;11(9):1131-6.
27. Janne d'Othée B, Tham JC, Sheiman RG. Restoration of patency in failing tunneled hemodialysis catheters: a comparison of catheter exchange, exchange and balloon disruption of the fibrin sheath, and femoral stripping. *J Vasc Interv Radiol* 2006;17(6):1011-5.
28. Winn MP, McDermott VG, Schwab SJ, Conlon PJ. Dialysis catheter 'fibrin-sheath stripping': a cautionary tale! *Nephrol Dial Transplant* 1997;12(5):1048-50.
29. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al.; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2011;52(9):e162-93.
30. Shaffer D. Catheter-related sepsis complicating long-term, tunneled central venous dialysis catheters: management by guidewire exchange. *Am J Kidney Dis* 1995;25(4):593-6.
31. Allon M. Saving infected catheters: why and how. *Blood Purif* 2005;23(1):23-8.
32. Boorgu R, Dubrow AJ, Levin NW, My H, Canaud BJ, Lentino JR, et al. Adjunctive antibiotic/anticoagulant lock therapy in the treatment of bacteremia associated with the use of a subcutaneously implanted hemodialysis access device. *ASAIO J* 2000;46(6):767-70.
33. Poole CV, Carlton D, Bimbo L, Allon M. Treatment of catheter-related bacteraemia with an antibiotic lock protocol: effect of bacterial pathogen. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19(5):1237-44.
34. Tanriover B, Carlton D, Saddekni S, Hamrick K, Oser R, Westfall AO, et al. Bacteremia associated with tunneled dialysis catheters: comparison of two treatment strategies. *Kidney Int* 2000;57(5):2151-5.
35. Lok CE, Stanley KE, Hux JE, Richardson R, Tobe SW, Conly J. Hemodialysis infection prevention with polysporin ointment. *J Am Soc Nephrol* 2003;14(1):169-79.
36. Sesso R, Barbosa D, Leme IL, Sader H, Canziani ME, Manfredi S, et al. Staphylococcus aureus prophylaxis in hemodialysis patients using central venous catheter: effect of mupirocin ointment. *J Am Soc Nephrol* 1998;9(6):1085-92.
37. Maki DG, Ringer M, Alvarado CJ. Prospective randomised trial of povidone-iodine, alcohol, and chlorhexidine for prevention of infection associated with central venous and arterial catheters. *Lancet* 1991;338(8763):339-43.
38. Mokrzycki MH, Singhal A. Cost-effectiveness of three strategies of managing tunneled, cuffed haemodialysis catheters in clinically mild or asymptomatic bacteraemias. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17(12):2196-203.
39. Trerotola SO, Johnson MS, Shah H, Kraus MA, McKusky MA, Ambrosius WT, et al. Tunneled hemodialysis catheters: use of a silver-coated catheter for prevention of infection—a randomized study. *Radiology* 1998;207(2):491-6.
40. Raad I, Darouiche R, Hachem R, Mansouri M, Bodey GP. The broad-spectrum activity and efficacy of catheters coated with minocycline and rifampin. *J Infect Dis* 1996;173(2): 418-24.
41. Schindler R, Heemann U, Haug U, Stoelck B, Karatas A, Pohle C, et al. Bismuth coating of non-tunneled haemodialysis catheters reduces bacterial colonization: a randomized controlled trial. *Nephrol Dial Transplant* 2010;25(8):2651-6.