

Geçici Hemodiyaliz Kateterlerinde Kolonizasyon

Şeref Yüksel¹, Gürsel Acartürk², Mehmet Çölbay², Özcan Karaman²
Zeki Arslan², Zafer Çetinkaya³, Serap Demir¹

Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nefroloji¹, İç Hastalıkları², Mikrobiyoloji³, Anabilim Dalları, Afyon

ÖZET

Geçici hemodiyaliz kateterlerinde kolonizasyon

Amaç: Kateter ile ilişkili bakteriyemide kateter kolonizasyonu gerekli bir basamak olup, kolonizasyonu kolaylaştıran faktörler ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Biz çalışmamızda geçici hemodiyaliz kateteri takılan hastalardaki kateter kolonizasyonu sıklığını ve bununla ilişkili olan parametreleri araştırdık.

Gereç ve Yöntem: Geçici hemodiyaliz kateteri ile hemodiyalize alınan toplam 43 hastanın verileri retrospektif olarak değerlendirildi. Kateter kolonizasyonu gelişimini etkileyebilecek değişkenlerden, kateterin yeri, kateterin kalış süresi, eşlik eden hastalıklar, antibiyotik ve intravenöz (IV) demir kullanımı, ateş ve lökositozun varlığı ve albümin gibi bazı laboratuvar parametreleri ile kolonizasyon arasında ilişki incelendi.

Bulgular: Femoral (21), subklavian (14) ve juguler (8) kateterin kalma süreleri ortalama 17.9±9.9 gün idi ve kateterlerin 15'inde (%34.9) üreme saptanmış olup, en sık saptanan patojen %60 oranında stafilokoklar idi. Kateterlerin çıkartılma nedenlerine bakıldığında; kültür pozitif olanlardaki en sık çıkartılma nedeni kateter infeksiyon şüphesi (%40) iken, kültür negatif olanlardaki en sık çıkartılma nedeni ise akut böbrek yetmezliği (ABY) ndeki iyileşme (%42.9) olarak saptandı. Kateterinde üreme olanlarda; kateter kalma süresi, IV demir uygulanması ve diyabet sıklığı anlamlı olarak daha yüksek, albümin düzeyleri ise anlamlı olarak daha düşük saptandı.

Sonuç: Çalışmamızda diyabet, hipoalbüminemi, IV demir tedavisi ve kateterin kalış süresinin uzamasının kateter kolonizasyonunu kolaylaştırdığı gösterilmiştir. Bu gibi kolonizasyonu kolaylaştıran durumlarda standart önlemlerin yanı sıra ek önlemlerin alınması kateter kolonizasyonunu ve infeksiyonunu azaltmada yararlı olabilir.

Anahtar kelimeler: Hemodiyaliz, kateter, kolonizasyon

ABSTRACT

Colonization of temporary hemodialysis catheters

Objective: Catheter colonization is a necessary step in catheter related bacteremia but pathogenesis hasn't been clarified recently. In our study, we aimed to detect the incidence of catheter colonization and related parameters in patients with indwelling hemodialysis catheters.

Material and Method: The data of 43 hemodialysis patients using temporary hemodialysis catheters were evaluated retrospectively. The relation between colonization and factors that affect catheter colonization such as catheter localization, life span of the catheter, accompanied disorders, antibiotic or intravenous iron use, presence of fever or leucocytosis and albumin concentration was investigated. Results: The life span of femoral (21), subclavian (14), and jugular (8) catheters were 17.9±9.9 days and bacterial growth was detected in 15 (34.9%) of the catheters. The most common determined pathogen was staphylococci (60%). Catheter withdrawal reasons were as follows: the most common reason was suspicion of catheter infection in culture positive group (40%) and recovery from acute renal failure (42.9%) in culture negative group. Catheter life span, parenteral iron use and diabetes prevalence were significantly high and albumin concentration was significantly low in culture positive group.

Results: In our study it was shown that, diabetes, hypoalbuminemia, parenteral iron treatment and prolonged catheter life span facilitated the catheter colonization. As well as standard therapy additional precaution may be taken to decrease prevalence of catheter colonization and infection in such conditions that facilitate catheter colonization.

Key words: Hemodialysis, catheter, colonization

Bakırköy Tıp Dergisi 2006;2:92-96

GİRİŞ

Tek veya çift lümenli kateterler geçici hemodiyaliz tedavisindeki vasküler yolun sağlanmasında esastır. Di-

ğer renal replasman tedavilere geçiş için geçici bir vasküler yolu sağlayabildikleri gibi, bazı hastalarda kalıcı vasküler yol olarak tercih edilebilir. Bununla birlikte hemodiyaliz kateterlerinde infeksiyon, tromboz, santral ven stenozu ve yetersiz akım hızı gibi komplikasyonlar sıklıkla gelişir (1). İnfeksiyonlu hemodiyaliz hastalarının %70'den fazlasında kateterin bulunduğu bildirilmiştir (2). Hemodiyaliz hastalarındaki kateter ile ilişkili bakteriyemi riskinin artışından birçok faktör sorumludur. İmmünsupressif tedavi, hipoalbüminemi, kateter kalış süresi ve ka-

Yazışma adresi / Address reprint requests to: Şeref Yüksel
Kasımpaşa Mah. Atatürk Cad., Sembol Apt. A blok D: 12, Afyonkarahisar

Telefon / Phone: +90-272-213-8908

Elektronik posta adresi / E-mail address: serefyuksel@aku.edu.tr

Geliş tarihi / Date of receipt: 9 Haziran 2006/ June 9, 2006

Kabul tarihi / Date of acceptance: 6 Eylül 2006 / September 6, 2006

teter lokalizasyonu ile kateter infeksiyonu arasında ilişki gösterilmiştir. Belirtilen risk faktörleri arasında en önemli kateter kalış süresi olup, kateterlerin kümülatif infeksiyon riski kateterin kalış süresi ile orantılıdır (3-5).

Kateter ile ilişkili bakteriyemide kateter kolonizasyonu gerekli bir basamak olup patogenezi tam olarak aydınlatılamamıştır (6). Bu çalışmanın amacı da kliniğimizde hemodiyaliz kateteri takılan hastalardaki kateter kolonizasyonu sıklığını ve bununla ilişkili olan parametreleri tespit etmektir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Ocak 2005 ile Aralık 2005 tarihleri arasında akut böbrek yetmezliği (ABY) veya son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) nedeniyle kliniğimize yatırılıp, hemodiyalize alınması için geçici hemodiyaliz kateteri takılan hastalar ile kateter değişimi için hastanemize sevk edilen böbrek yetmezlikli toplam 52 hastanın verileri, kateter kolonizasyonu açısından retrospektif olarak gözden geçirildi. Kateter kolonizasyonu gelişimini etkileyebilecek değişkenlerden kateterin yeri, kateterin kalış süresi, eşlik eden hastalıklar, antibiyotik ve intravenöz (IV) demir kullanımı, ateş ($\geq 38^\circ\text{C}$) ve lökositoz ($\geq 10000/\text{uL}$) varlığı ve albümin gibi bazı laboratuvar parametreleri kaydedildi. Mikrobiyolojik sonuçlarına ulaşamayan 9 kateter çalışma dışı bırakıldı.

Yaşları 23 ile 80 ($59,1\pm 13,4$) arasında değişen toplam 43 hastanın (25 erkek ve 18 kadın) verileri retrospektif olarak değerlendirildiğinde; hemodiyaliz tedavisi alabilmeleri için hastalara 21 femoral, 14 subklavian ve 8 juguler kateter takıldığı görüldü. Hemodiyaliz ünitesinde deneyimli uzman hekim tarafından yapılan kateterizasyon işlemi, kayıtlara göre; hemodiyaliz kateterlerinin poliüretan, çift-lümenli keçesiz 11.5-12-F ve 15-19 cm uzunlukta (Medcomp, Arrow) olduğu, kateterlerin körleme olarak ultrason kullanılmadan takılıp deriye sütürle sabitlendiği, asepsis-antisepsis kurallarına uygun olarak kateterin deriye giriş yerinin spançla kapatıldığı ve direk grafi ile kateter yerinin kontrol edildiği öğrenildi. Hemodiyaliz seanslarını takiben kateter lümenlerine heparin doldurulmuş ve hemodiyaliz harici bir işlemde de kullanılmamıştır (IV demir tedavisi hemodiyaliz işlemi sırasında yapılmıştır). Kateter infeksiyon şüphesi (başka nedenlerle izah edilemeyen ateş ve/veya lökositoz varlığı), kateterde tıkanıklık veya yetersiz akım, ABY'de iyileşme ve A-V fistül açılması nedeniyle kateterlerin çıkarıldığı gö-

rüldü. Çıkarılan tüm kateterlerin ucu eş zamanlı olarak aerobik ve anaerobik kültüre gönderilmiş ve örnekler %5 koyun kanlı agar ile eozin metilen mavisi agarına semikantitatif sayım metoduna göre dalgali ekim yapılmıştır. Kateter ucu kültüründe 15 cfu üzerinde üreme olanlar kateter kolonizasyonu olarak değerlendirildi.

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS for Windows 10.0 kullanıldı. İstatistiksel analiz yapılırken kategorilere ayrılmış verilerin sıklığı ve yüzdelik oranları, sayısal verilerin ise ortalaması \pm SD bildirildi. Gruplar arasında normal dağılımın olmaması nedeniyle gruplar arası verilerin birbiriyle karşılaştırılmasında ise Mann Witney U testi ve Ki Kare Testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık kriteri $p < 0.05$ olarak alındı.

BULGULAR

Yaş ortalamaları $59,1\pm 13,4$ olan 43 hastanın (25 erkek, 18 kadın) %62.8'i kronik böbrek yetmezlikli (KBY) olup, çoğunluğuna (%48.8'i) femoral kateter takılmıştı. Kateterlerin kalma süreleri ortalama $17,9\pm 9,9$ gün idi. Kateterlerin çıkartılma nedenleri arasında, en sık olarak A-V fistülün kullanılmaya başlanması olarak saptandı. Değişik nedenlerle çıkartılan ve kültüre gönderilen kateterlerin 15'inde (%34.9) üreme saptanmış olup, en sık saptanan patojen %60 oranında stafilokoklar idi. Gruptaki diyabet sıklığı ise %30.2 olarak saptandı. Belirtilen 43 hastanın özellikleri Tablo 1'de bildirilmiştir.

Kırk üç hasta; kateterinde üreme olanlar (15 kişi) ve olmayanlar (28 kişi) olarak gruplandırıldı (Tablo 2). Kateterinde üreme olanlarda; kateter kalma süresi anlamlı olarak daha yüksek, albümin düzeyleri ise anlamlı olarak daha düşük saptandı ($P=0.002$ ve $P=0.017$). Kateter ucu kültürü pozitif olan 15 kişinin çoğunluğu (%86.7) KBY'li olup, KBY sıklığı kateter ucu kültürü negatif olanlara göre anlamlı olarak yüksek idi ($P=0.018$). Yine her iki gruptaki kateter çıkartılma nedenleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi ($P=0.008$). Kateterlerin çıkartılma nedenlerine bakıldığında; kültür pozitif olanlardaki en sık çıkartılma nedeni kateter infeksiyon şüphesi (%40) iken, kültür negatif olanlardaki en sık çıkartılma nedeni ise ABY'deki iyileşme (%42.9) olarak saptandı. Her iki grup, kateterlerin lokalizasyonu açısından hem üçlü (femoral-subklavian-juguler) hem de ikişerli gruplar (femoral-subklavian, femoral-juguler ve subklavian-juguler) şeklinde karşılaştırıldığında anlamlı fark saptanmadı. Kateter ucu kültürü pozitif olanlarda anlamlı olarak daha yüksek sap-

Tablo 1: Geçici hemodiyaliz kateteri ile diyalize alınan 43 hastanın sosyodemografik özellikleri

Değişkenler	Veriler
Cinsiyet (E/K; n)	25/18
Yaş (yıl; ort±SD, aralık)	59.1±13.4 (23-80)
Kateter süresi (gün; ort±SD, aralık)	17.9±9.9 (3-50)
Hgb (g/dl; ort±SD, aralık)	9.7±1.7 (6.5-14.6)
Albümin (g/dl; ort±SD, aralık)	3.2±0.7 (1.7-4.7)
Diyabetik olanlar (n, %)	13 (30.2)
Böbrek yetmezliği tipi (n, %)	KBY 27 (62.8)
	ABY 16 (37.2)
Kateter lokalizasyonu (n, %)	Femoral 21 (48.8)
	Subklavyen 14 (32.6)
	Juguler 8 (18.6)
Kateterin çıkartılma nedenleri (n, %)	İnfeksiyon şüphesi 8 (18.6)
	Mekanik 7 (16.3)
	AV fistüle geçilme 15 (34.9)
	ABY'de iyileşme 13 (30.2)

Tablo 2: Kateter ucu kültüründe üreme olan ve olmayanlar arasında sosyodemografik özelliklerin ve laboratuvar verilerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Kültür (+) (n=15)	Kültür (-) (n=28)	P
Yaş (yıl) 57.4±16.2	60.1±11.8	0.808	
Cinsiyet (E/K)	9/6	16/12	0.856
Kateter süresi (gün)	24.8±11.4	14.2±6.7	0.002
Hgb (g/dl) 9.0±1.4	10.0±1.7	0.120	
Albümin (g/dl)	2.9±0.6	3.4±0.7	0.017
Antibiyotik kullanımı (n, %)	9 (60.0)	17 (60.7)	0.964
IV demir kullanımı (n, %)	8 (53.3)	5 (17.9)	0.016
Ateş (n, %)	7 (46.7)	9 (32.1)	0.348
Lökositoz (n, %)	4 (26.7)	14 (50.0)	0.139
Diyabetikler (n, %)	8 (53.3)	5 (17.9)	0.016
Böbrek Yetmezliği Tipi (n, %)	KBY 13 (86.7)	14 (50)	0.018
	ABY 2 (13.3)	14 (50)	
Kateter Lokalizasyonu (n, %)	Femoral 10 (66.7)	11 (39.3)	0.228
	Subklavyen 3 (20.0)	11 (39.3)	
	Juguler 2 (13.3)	6 (21.4)	
Kateterin Çıkartılma Nedeni (n, %)	İnfeksiyon şüphesi 6 (40.0)	2 (7.1)	0.008
	Mekanik 4 (26.7)	3 (10.7)	
	AV fistüle geçimle 4 (26.7)	11 (39.3)	
	ABY'de iyileşme 1 (6.7)	12 (42.9)	

tanan diğer durumlar ise; IV demir uygulanması ve diyabet sıklığı idi (P=0.016 ve P=0.016). Cinsiyet, kateterin takıldığı dönemdeki başka bir nedenle olan antibiyotik kullanımı, ateş ve lökositoz varlığı ise gruplar arasında anlamlı değildi (Tablo 2).

TARTIŞMA

Kateter kolonizasyonu kateter infeksiyonu ile aynı anlamda olmamakla birlikte kateter kolonizasyonu ile

infeksiyon gelişimi arasında güçlü bir ilişki vardır (7). Geçici kateterlerde kateter ilişkili bakteriyemi %16 ve %21 oranlarında bildirilmiştir (8,9). Kateter ile ilişkili infeksiyonların primer kaynağı cilt ya da intraluminal kontaminasyondur (10). Kateter ile ilişkili infeksiyon gelişimi, böbrek yetmezliği olan hemodiyaliz hastalarında morbidite ve mortalitenin önemli sebeplerinden biridir. Kateter ile ilişkili infeksiyon açısından risk oluşturan kateter kolonizasyonu ise %44 ile %55 oranları arasında bildirilmiştir (11,12,13). Biz ise kateter kolonizasyon oranını, fe-

moral kateter sayısı fazla olmasına rağmen önceden bildirilenlerden daha düşük bulduk (%34.9). İnfeksiyon oranlarını azaltmaya yönelik çeşitli stratejiler denemekle birlikte, en önemli koşulun mevcut sepsis-asepsis standartlara uyulmasının olduğu anlaşılmaktadır.

Hemodiyaliz kateteri takılan hastalarda infeksiyon-kolonizasyon gelişimi için risk faktörlerinden en önemli kateter kalış süresidir. Hung ve ark. kümülatif bakteriyemi riskini 4. hafta sonunda %24.8 ve 8.haftanın sonunda %50'den fazla bulmuşlardır (8). Ünver ve ark. ise yaptıkları çalışmada kateterizasyonun bir gün uzamasının kateter ilişkili bakteriyemi riskini 1.21 kat artırdığını göstermişlerdir (5). Bu konuda Amerikan Böbrek Vakfı klinik pratik rehberinde (NKF-DOQI) femoral kateterlerin 5 günden, IJV kateterlerinin ise 3 haftadan uzun kalmaması önerilmektedir (14). Ancak arteriyovenöz fistülün zamanında açılmaması, çalışmaması veya yeterince olgunlaşmaması nedeniyle bazı hastalarda daha uzun süre kullanılmak zorunda kalındığı bir gerçektir. Biz de çalışmamızda kateter kolonizasyonu (+) olan hasta grubunda, kateter kolonizasyonu (-) olan hasta grubuna göre kateter kalış süresini anlamlı olarak daha fazla bulduk. Kolonize kateteri olanlarda kateter kalış süresi yaklaşık 2 kat daha uzundu.

Daha önce yapılan araştırmalarda en sık üreyen mikroorganizma olarak stafilokoklar ve bu gruptan da koagülaz negatif satafilokoklar (KNS) tesbit edilmiştir (5,8,9). Bizim hasta grubumuzda da literatürdeki bilgiler ile uyumlu olarak en sık stafilokoklar (%60) bunlardan da en sık KNS (%40) üreyen bakterilerdi ve bunların kaynağı muhtemelen cilt florası idi.

Hemodiyaliz kateteri takılan hastalarda infeksiyon-kolonizasyon gelişimi için risk faktörlerinden biri de hipoalbuminemi (4,5,15). Bir çalışmada albümin seviyesindeki 1g/dl azalmanın kateter ilişkili bakteriyemi riskini 0.082 kat artırdığı gösterilmiştir (5). Bizim çalışmamızda da kateterlerinde üreme olan grupta albümin düzeyleri anlamlı olarak düşüktü.

Kateter lokalizasyonu ile kolonizasyon gelişimi arasındaki ilişkiyi incelediğimizde çalışmamızda anlamlı bir fark bulunmadı. Ancak çalışmalarda infeksiyon-kolonizasyon sıklığı açısından en az risk subklavian ven yolunda bulunmuştur (5,9,16). Kateter lokalizasyonları arasında anlamlı fark bulmamamızın nedeni, grup sayılarının az olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Hemodiyaliz hastalarındaki bakteriyel infeksiyonların patogenezinde; hasta immünitesi, bakteri virulansı ve di-

yaliz işlemi etkilidir. Üremide, primer immün mekanizmalar bozulduğundan hasta immünitesi azalır ve bakteriyel infeksiyon riski artar. Nötrofillerde kemotaksis, oksidatif metabolizma, fagositik aktivite, degranülasyon ve hücre içi öldürme işlevleri yanısıra apoptozis de bozulmuştur (17-20). Dolayısı ile KBY' lilerde ABY' lilere göre infeksiyon sıklığı daha yüksek olabilir. Biz de çalışmamızda kateter kolonizasyonunu ABY' lilere göre KBY' lilerde anlamlı olarak yüksek saptadık.

Benzer şekilde demir yüklenmesi de nötrofil fonksiyonlarında bozulmaya yol açan faktörlerden biridir (18, 21-24). Orta dereceli demir yükünün (ferritin seviyesi 100-800 ng/ml ve transferin saturasyonu %10-50) bile hemodiyaliz hastalarında bakteriyel enfeksiyon sıklığını artırdığı bilinmektedir (23,25-28). Ayrıca fazla miktarda demir alımına bağlı olarak bakterilerin çoğalması ve virulans özellikleri de artabilmektedir (29). Yapılan bir çalışmada akut parenteral demir tedavisinin kateterde akut mikrobiyal çoğalmaya veya klinik enfeksiyona sebep olmadığı fakat kolonizasyona eğilimi artırdığı gösterilmiştir (30). Biz de çalışmamızda kateter ucu kültürü pozitif olanlarda, IV demir uygulanmasını anlamlı olarak daha yüksek bulduk.

Son dönem böbrek yetmezlikli hastalarda ileri yaş ve diyabet septisemi için bağımsız risk faktörleridir (15). Bu hastaların çoğunda mevcut olan diyabet, onların savunma mekanizmalarını bozmaktadır. Diyabet varlığı kateter ilişkili enfeksiyon sıklığını artırmaktadır (4). Fakat Kairaitis ve ark. bunun tersini iddia etmektedir (9). Ama aynı kişiler diyabet ve kateter çıkış yeri enfeksiyonu arasında ilişki göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda da kültürde üreme olan grupta diyabet sıklığı anlamlı olarak daha fazla idi. Sonuç olarak; kateter ile ilişkili bakteriyemide olduğu gibi kateter kolonizasyonu gelişiminde de benzer risk faktörleri geçerli olabilir.

Çalışmamızda kateter enfeksiyonu ile doğrudan ilişkili olan kateter kolonizasyonunu kolaylaştıran durumlar araştırılmış olup, diyabet, hipoalbuminemi, IV demir tedavisi, kateterin kalış süresinin uzaması ile kateter kolonizasyonu arasında ilişki saptanmıştır. Bu gibi kolonizasyonu kolaylaştıran durumlarda standart önlemlerin yanı sıra, antiseptik olarak klorheksidin kullanımı, tünelli-kafalı kateter kullanımı, iyonik gümüşlü kaf, kateter lümeni içine antibiyotikli solüsyon konulması ve antibiyotikle kaplı kateter kullanılması gibi ek tedbirlerin alınması kateter kolonizasyonunu dolayısıyla infeksiyonunu azaltmada yararlı olabilir.

KAYNAKLAR

1. Mandolfo S, Galli F, Costa S, Ravini P, Gaggia P, Imbasciati E. Factors influencing permanent catheter performance. *J Vasc Access* 2001; 2: 106-109.
2. Keane WF, Shapiro FL, Raij L. Incidence and type of infections occurring in 445 chronic hemodialysis patients. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1977; 23: 41-47.
3. Marr KA, Sexton DJ, Conlon PJ, Corey GR, Schwab SJ, Kirkland KB. Catheter-related bacteremia and outcome of attempted catheter salvage in patients undergoing hemodialysis. *Ann Intern Med* 1997; 127: 275-280.
4. Tanriover B, Carlton D, Saddekni S, et al. Bacteremia associated with tunneled dialysis catheters: comparison of two treatment strategies. *Kidney Int* 2000; 57: 2151-2155.
5. Unver S, Atasoyu EM, Evrenkaya TR, Ardic N, Ozyurt M. Risk factors for the infections caused by temporary double-lumen hemodialysis catheters. *Arch Med Res* 2006; 37: 348-352.
6. Fux CA, Uehlinger D, Bodmer T, Droz S, Zellweger C, Muhlemann K. Dynamics of hemodialysis catheter colonization by coagulase-negative staphylococci. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005; 26: 567-574.
7. Maki DG, Weise CE, Sarafin HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous-catheter-related infection. *N Engl J Med* 1977; 296: 1305-1309.
8. Hung KY, Tsai TJ, Yen CJ, Yen TS. Infection associated with double lumen catheterization for temporary haemodialysis: experience of 168 cases. *Nephrol Dial Transplant* 1995; 10: 247-251.
9. Kairaitis LK, Gottlieb T. Outcome and complications of temporary haemodialysis catheters. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14: 1710-1714.
10. Butterly DW, Schwab SJ. Dialysis access infections. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2000; 9: 631-635.
11. Bambauer R, Mestres P, Schiel R, et al. Surface treated large bore catheters with silver based coatings versus untreated catheters for extracorporeal detoxification methods. *ASAIO J* 1998; 44: 303-308.
12. Cheesbrough JS, Finch RG, Burden RP. A prospective study of the mechanisms of infection associated with hemodialysis catheters. *J Infect Dis* 1986; 154: 579-589.
13. Almirall J, Gonzalez J, Rello J, et al. Infection of hemodialysis catheters: incidence and mechanisms. *Am J Nephrol* 1989; 9: 454-459.
14. NKF-DOQI. Clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis* 2001; 37: 137-181.
15. Powe NR, Jaar B, Furth SL, Hermann J, Briggs W. Septicemia in dialysis patients: incidence, risk factors and prognosis. *Kidney Int* 1999; 55: 1081-1090.
16. Naumovic RT, Jovanovic DB, Djukanovic LJ. Temporary vascular catheters for hemodialysis: a 3-year prospective study. *Int J Artif Organs* 2004; 27: 848-854.
17. Lewis SL, Van Epps DE. Neutrophil and monocyte alterations in chronic dialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1987; 9: 381-395.
18. Hörl WH. Neutrophil function and infections in uremia. *Am J Kidney Dis* 1999; 33: xlv-xlviii.
19. Cendoroglo M, Jaber BL, Balakrishnan VS, Perianayagam M, King AJ, Pereira BJ. Neutrophil apoptosis and dysfunction in uremia. *J Am Soc Nephrol* 1999; 10: 93-100.
20. Jaber BL, Cendoroglo M, Balakrishnan VS, Perianayagam M, King AJ, Pereira BJ. Apoptosis of leukocytes: basic concepts and implications in uremia. *Kidney Int Suppl* 2001; 78: p197-205.
21. Vanholder R, Ringoir S, Dhondt A, Hakim R. Phagocytosis in uremic and hemodialysis patients: A prospective and cross sectional study. *Kidney Int* 1991; 39: 320-327.
22. Chervu I, Kierszstein M, Alexiewicz J, Fadda GZ, Smogorzewski M, Massry SG. Impaired phagocytosis in chronic renal failure is mediated by secondary hyperparathyroidism. *Kidney Int* 1992; 41: 1501-1505.
23. Patruta SI, Edlinger R, Sunder Plassmann G, Hörl WH. Neutrophil impairment associated with iron therapy in hemodialysis patients with functional iron deficiency. *J Am Soc Nephrol* 1998; 9: 655-663.
24. Vanholder R, De Smet R, Glorieux G, et al. Review on uremic toxins: Classification, concentration, and interindividual variability. *Kidney Int* 2003; 63: 1934-1943.
25. Weinberg E. Iron and infection. *Microbiol Rev* 1978; 42: 45-66.
26. Flament J, Goldman M, Waterlot Y, Dupont E, Wybran J, Vanherweghem JL. Impairment of phagocyte oxidative metabolism in hemodialyzed patients with iron overload. *Clin Nephrol* 1986; 25: 227-230.
27. Hoen B, Paul-Dauphin A, Hestin D, Kessler M. Epibacidal: a multicenter prospective study of risk factors for bacteremia in chronic hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 1998; 9: 869-876.
28. Teehan GS, Bahdouch D, Ruthazer R, Balakrishnan VS, Snyderman DR, Jaber BL. Iron storage indices: Novel predictors of bacteremia in hemodialysis patients initiating intravenous iron therapy. *Clin Infect Dis* 2004; 38: 1090-1094.
29. Parkkinen J, von Bonsdorff L, Peltonen S, Gronhagen-Riska C, Rosenlof K. Catalytically active iron and bacterial growth in serum of haemodialysis patients after i.v. iron saccharate administration. *Nephrol Dial Transplant* 2000; 15: 1827-1834.
30. Brewster UC, Coca SG, Reilly RF, Perazella MA. Effect of intravenous iron on haemodialysis catheter microbial colonization and blood-borne infection. *Nephrology (Carlton)* 2005; 10: 124-128.