

İNTRAVENÖZ KATETER UYGULAMALARINDA ENFEKSİYON DIŐI KOMPLİKASYONLAR

Levent Oğuzkurt

Başkent Üniversitesi Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Radyoloji Anabilim Dalı, Adana, Türkiye

Santral venöz kateterler sıvı infüzyonu, aferez, hemodiyaliz ve santral venöz basınç ölçümü gibi değişik nedenlerle her geçen sene artan sıklıkta kullanılan kateterlerdir. Ancak bu kateterlerin yerleştirilmesi bazen hem hastaya zarar veren hem de tedavisi güç ya da pahalı sorunların ortaya çıkmasına ya da daha sonra hastaya ek girişim yapılmasına neden olabilir. Fibrin kılıf oluşumuna bağlı kateter işlev bozukluğu, istenmeyen arter girimi, hematom ve pnömotoraks kateter yerleştirilmesi sırası ve sonrasında görülen en sık mekanik komplikasyonlardır ve hastaların %5-29'unda görülür (1-4). Yapılan araştırmalar mekanik komplikasyonlarda bazı faktörlerin rol aldığını göstermiştir (Tablo 1) (4-5). Bunlar dışında önemliliği kesin olarak kanıtlanmamış, ancak önemli olabilecek olaylar: Santral venöz kateter yerleştirme indikasyonunun acil olması, kateterin gün içinde yerleştirilme zamanı ve hastanın bilinç durumudur (4-5).

Komplikasyonların büyük çoğunluğu her yol için geçerli olsa da bazı ven girimlerine özel komplikasyonlar olabilir ve aynı komplikasyon oranı her girim yeri için farklı olabilir. Subklaviyan ven (SKV) kateterizasyonunda pnömotoraks ve hemotoraks, İnternal jugüler ven (İJV) kateterizasyonunda ise arter girim oranları daha yüksektir. Subklaviyan ven girimi görüntüleme eşliğinde yapılsa bile girim yerleri arasında en yüksek pnömotoraks oranına sahiptir. Solunum rezervleri azalmış bir hastada komplikasyon olasılığı düşünülerek SKV girimi yapılmamalıdır. Ayrıca kostoklaviküler ligaman ve subklavius kası arasında sıkışarak kateter disfonksiyonu, kırılma ve kateter ucu embolisi en sık bu yolla olur. Femoral ven giriimiyle enfeksiyon, arter girimine bağlı hematom, kateter disfonksiyonu ve derin ven trombozu oranları oldukça yüksektir. Santral kateter yerleştirilmesine bağlı gelişen mortalite oranı bilinmemektedir, ancak ölümcül olabilecek mekanik komplikasyonlar ventriküler aritmi, hava embolisi, kalp tamponadı, pnömotoraks, hemotoraks ve koroner sinüs trombozudur.

Santral ven kateterizasyonuna ait komplikasyonları engellemede değişik önlemler bildirilmiştir (Tablo 2). Bunlar içinde kateteri yerleştiren hekimin deneyimi ve girim sırasında US görüntülemenin kullanılması önemli faktörlerdir. Hemen

Tablo 1. Mekanik komplikasyon oluşumuna artıran risk faktörler

Yüksek ya da düşük vücut kitle indeksi
Daha önce aynı vene kateter yerleştirilmiş olması
Kateter yerleştirilen bölgede geçirilmiş ameliyat
Kateter yerleştirilen bölgeye radyoterapi uygulanması
Venöz girim sayısının fazla olması
İleri yaş
Kateteri yerleştirme süresinin yüksek olması

tüm tıbbi girişimlerde olduğu gibi santral venöz kateterizasyonda da kateteri yerleştiren hekimin deneyimi komplikasyon oranlarını azaltır. Elliden fazla kateter yerleştirmiş bir hekimin kateter yerleştirmesi elliden az yerleştirmiş bir hekime göre mekanik komplikasyonları yarıya yakın azaltır (3). Eğer 3. denemede kateter yerleştiremezse deneyimli birinden yardım alınmalıdır. US kullanımı santral ven kateterizasyonunda komplikasyonu azaltan bir yöntem olarak önerilmektedir. US hem girimi kolaylaştıran hem de kullanılacak venin açıklık ve varyasyonlarını ortaya koyabilen bir yöntemdir. US eşliğinde İJV kateterizasyonunun kateter yerleştirilmesi ile ilgili mekanik komplikasyon, başarısız girim oranı ve girim için gereken süreyi azalttığı değişik çalışmalarda gösterilmiştir. Ancak US'nin SKV kateterizasyonunda kullanılması muhtemelen bu venin anatomisi ve yerleşimine bağlı olarak farklı sonuçlar vermektedir (5-6). US eşliğinde girim başarısız kateter yerleştirme oranını artırabilir ancak girim süresini uzatabilir. Eğer kateter yerleştirilen merkezde US eşliğinde girim konusunda deneyimli hekimler varsa ve İJV girimi hasta için uygunsa, rutin uygulamada US eşliğinde İJV girimi ilk önerilen yöntemdir.

Santral ven kateterizasyonu sırası ve sonrasında gelişebilecek komplikasyonlar, bu komplikasyonların engellenmesi için yapılabilecekler ve komplikasyon gelişmesi sonrasında tedavi yöntemleri ana başlıklar altında incelenmiştir.

Kateter ucunun yanlış yerleşimi (malpozisyon)

Yerleştirilen bir santral kateter ucunun, süperior vena kava distaline ya da süperior vena kava-sağ atrium bileşkesine yerleştirilmesi istenir. Kateter ucu bu yerleşim dışında İJV, karşı



Tablo 2. Santral ven kateterizasyonunda komplikasyonlardan korunma yöntemleri

Zor kateterizasyon için risk faktörlerini bil	Tekrarlayan kateter yerleştirilmesi, geçirilmiş cerrahi ya da radyoterapi, iskelet deformiteleri ya da skar dokusu
Daha deneyimli birinden yardım	>50 kateter yerleştiren birisinin yerleştirdiği kateterlerde mekanik komplikasyon riski yarıya düşer
Femoral ven kateterizasyonunda kaçın	Femoral kateterizasyonda mekanik sorun yaşanma sıklığı fazladır
IJV kateterizasyonu için US kılavuzluğu kullan	US kullanımı kateterizasyon süresi, başarısız kateterizasyon oranı, karotid arter girimi ve hematoma oluşumunu azaltır
Belirli zamanlarda kateter değişiminden kaçın	Enfeksiyon riskini azalmaz, mekanik komplikasyon oranı artar

SKV, aksiler ya da azigos vende olabilir. Seyrek olarak yerleştirilen kateter ucu perikardiyofrenik ven, internal mamariyan ven, ya da sol süperior aksesuar vende olabilir. Değişken (variant) anatomisi olan birinde kateter ucu sol süperior vena kava, koroner sinüs içinde ya da kısmi pulmoner venöz dönüş anomalisinde akciğer parenkimine süperpoze görünebilir. Seyrek olarak, kateter arter içine yerleştirilir ve arterde olduğu fark edilmeyebilir. Yerleştirilen kateter çok uzunsa SVK ya da sağ atrium içinde kıvrılıp düğümlenebilir. Uzun ve yumuşak kateterlerde bu sorun daha sık görülür. Floroskopi eşliğinde yerleştirilen kateterlerde bu sorun çok seyrek gelişir ve hemen fark edilerek düzeltilebilir. Önlemenin tek yolu işlemden hemen sonra floroskopi ile kontrol edilebilmesidir. Ancak kateter floroskopi eşliğinde yerleştirilmemişse genellikle işlem sonu çekilen röntgen grafilerinde fark edilir. Kateter ucunun floroskopi eşliğinde kılavuz tel kullanılarak düzeltilmesi kolay bir yöntemdir. Bu mümkün olmazsa eski kateterin çıkarılarak farklı bir vene yeni kateter yerleştirilmesi gerekebilir.

Pnömotoraks

SKV giriminde sık gelişir. Çoğu asemptomatiktir ve özellikle iki plevra yaprağı arasındaki ayrılma 2-3 cm arasındaysa fark edilmez. Akciğer grafisinden tanı konur. Semptomatik olgularda belirtiler hemen ya da seyrek olarak birkaç gün sonra ortaya çıkabilir. Akciğer rezervi az olan hastalarda SKV giriminden kaçınmak gerekir. Önlemede en önemli yöntem iyi teknik, iğnenin çok derine ilerletilmemesi ve gerekirse US kılavuzluğu kullanılmasıdır. Pnömotoraks hacmi akciğer hacminin 1/3'ünden fazlasını kaplıyorsa ve hastada solunum zorluğu varsa bir kateter ya da göğüs tüpü yerleştirilerek su altı drenajı ya da Heimlich valv tarzında tek yönlü bir valv bağlantısı ile tedavi edilmesi gerekir.

Büyük damar ya da kalp perforasyonu

Kanıtlanmasa da bu komplikasyonun genel olarak ayrılabilir kılıf (peel away sheath) nedeniyle geliştiği düşünülmüştür. Bu içinde dilatörü de olan ve içinden yumuşak kateterleri vene ulaştıran geniş bir deliği olan oldukça sert bir plastiktir ve damar yırtılmasına yol açabilir. Özellikle SKV ven girimlerinde sert dilatör ucu süperior vena kavaya neredeyse dik açı ile yaklaşacağı için bu ven duvarında yaralanma gelişebilir. Kılavuz telin kırılması ya da dilatörden daha kısa kalması zedelenme riskini artırabilir. Yırtık bölgesine kateter yerleştirilirse kısa sü-

reliğine yırtığı tamponlayabilir. Bulgular genellikle hemotoraks, mediastinal hematoma, kalp tamponadı ya da bunların kombinasyonudur. Erken tanınmazsa ölümcül olabilir. Akciğer grafisi bulguları, kateter ucunun atipik yerleşimli olması, mediastende genişleme ya da plevral efüzyondur. BT tanısaldır. Tedavi zedelenen damar ve oluşturduğu komplikasyona göre destekleyici ya da cerrahi tedavi olabilir.

Fibrin kılıfı oluşumu

Kateter çevresinde fibrin kılıfı oluşumu (pericatheter fibrin sheath) kateter çalışmasını engelleyen en önemli sorunlardan biridir. Kısa süreli kateter yerleştirilen hastaların % 56'sına varan oranlarda görülebilir (7). Fibrin kılıfı enfeksiyon oluşumunda da rol oynar. Bakterilerin düzgün yüzeyli kateter üzerine yerleşmesinin zor ancak fibrin kılıfı gibi daha düzensiz bir yüzeye yapışmasının daha kolay olduğu gösterilmiştir (8-9). Fibrin kılıfı, kateteri girim yerinden kateter ucuna kadar çevreleyen, inflamatuvar hücre, kollajen ve düz kaslardan oluşan bir protein kılıfıdır. Kılıf üzerinde trombus da olabilir ve tek yönlü bir valv ya da sibop gibi işlev görülebilir (kateterden sıvı vermek kolay ancak aspire etmek zordur). Bu nedenle diyalize kateterle giren hemodiyaliz hastaları gibi sadece kan vermenin değil belirli hızda kan almanın da gerektiği hasta grubunda sık fark edilen bir sorundur. Kateter çevresinde oluşan fibrin kılıfı genellikle kateter yerleştirildikten sonraki 24 saat içinde oluşmaya başlar ve 5-7 gün içinde kateteri tamamen çevreler (10). Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda kateter çevresindeki kılıfın ilk birkaç günde trombus olarak başladığı ve 1-2 hafta içinde hücreden zengin kollajen dokuya ve düz kas hücrelerine dönüştüğü gösterilmiştir. Fibrin kılıfı kateterin vene temas ettiği noktada oluşur ve zamanla ven duvarından katetere göç eder (11). Bu gözlem sonrası fibrin kılıfının hemen her zaman ven duvarına yapışık olduğu ve kateter çıkarılırken bunun ven duvarından ayrılamayacağı, dolayısıyla olamayacağı bildirilmiştir. Bu görüşe ters olarak bazı çalışmalarda fibrin kılıflarının spontan olarak, kateter çıkarılması sırasında ya da fibrin kılıfı sıyırma işleminde pulmoner arterlere embolize olabileceği bildirilmiştir (12).

Fibrin kılıfı oluşumunu engelleyecek herhangi bir yöntem yoktur. Fibrin kılıfı oluşup kateterin çalışmasını engellediğinde kateter içine trombolitik ilaç (streptokinaz, urokinaz



ya da doku plazminojen aktivatörü) vererek kapamak (thrombolytic lock) ya da kateter içinden trombolitik ilaç infüzyonu, tedavide kullanılan ilk yöntemlerdir. Kateter lümeninden bir kılavuz tel yerleştirilerek fibrin kılıfını (kateter dışarı alındıktan sonra) balon dilatasyonu ile parçalamak ya da bir başka ven girimiyle bir kement kullanarak kılıfı sıyırma, trombolitik tedaviye cevap vermeyen durumlarda kullanılabilir. Ancak her iki yöntem de nispeten pahalı ve kendine ait riskleri olan yöntemlerdir. Kateterin çıkarılarak yeni bir kateterin bir başka bölgeye ya da aynı vene farklı bir girimle yerleştirilmesi düşünülebilecek diğer bir yöntemdir.

Santral ven trombozu/stenozu

Santral kateter yerleştirilmesi sonrası tromboz oldukça sık görülen bir komplikasyondur. Stenoz ise eşlik eden ve oklüzyona yol açan bir trombus yoksa genellikle fark edilmez ya da tek başına klinik bulgu vermez. Trombositopenisi olanlarda tromboz riski düşüktür (13). Klinik olarak sessiz seyreden tromboz oranı, semptomatik olanlara göre çok daha sıktır. Tromboz gelişim oranı kateterin yerleştirildiği vene göre değişkenlik gösterir. Bir çalışmada katetere bağlı tromboz femoral ven yolunda % 21.5, SKV yolunda ise % 1.9 oranında saptanmıştır (P<0.001) (2). Bir başka çalışmada İJV kateterizasyonu sonrası tromboz riski SKV kateterizasyonuna göre 4 kat fazla bulunmuştur (14). Kateter yerleştirilmesine ikincil gelişen trombozların klinik önemi bilinmemektedir ancak tüm trombozların emboli potansiyeli vardır. Semptomatik venöz trombozunda, trombusun yerleşim bölgesine göre venöz dönüş zorluğuna bağlı şişlik (kol, yüz, bacak vs), bu bölgede subkütan doku da genişlemiş kollateral venler en önemli klinik bulgulardır. Femoral ven girimi sonucu gelişen alt ekstremitelerde derin ven trombozu üst ekstremitelerde gelişene göre daha kötü prognoza sahiptir. Bu hastalarda trombozdan aylar ya da yıllar sonra gelişebilen posttrombotik sendrom hastalarda yakınmaların çok daha uzun (bazen ömür boyu) sürmesine neden olabilir. Tromboz sadece girim yapılan alanla sınırlı kalmayıp, staza bağlı daha proksimal ve distale uzanım gösterebilir. Subklaviyan ve İJV girimlerinde süperior vena kava ya da translomber yerleştirilen kateterlerde inferior vena kava tümüyle tromboze olabilir (15). Semptomatik olgular tedavi edilmelidir. Tedavinin bir amacı semptomları ortadan kaldırmak, diğeri trombusun yol açabileceği pulmoner emboliyi önlemektir. Hospitalizasyon, elevasyon ve antikoagülasyon standart tedavi yöntemidir. Ancak son yıllarda girişimsel yöntemlerle yapılan endovasküler tedavi (tromboliz, tromboaspirasyon, balon anjiyoplasti ve stentleme) trombusu daha etkin temizleyerek ileride gelişebilecek komplikasyon oranlarını azaltır ve yaşam kalitesini artırır. Bu tedavide en önemli komplikasyon tromboliz kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek majör kanamadır. Majör kanama oranı kullanılan trombolitik ajan ve doza göre değişkenlik göstermekle birlikte % 0.5-2 arasındadır. Tromboza ikincil gelişen staz durumunda enfeksiyon eğilimi de artar ve uygun antibiyotiklerle tedavisi gerekir.

Kateter yerleştirilen hastaların büyük bir kısmında görülmesine rağmen, insan ven duvarından özellikle stenoz ve tromboza yol açan olaylarla ilgi patogenezi bilgisi eksiktir. 7-12 F büyüklüğünde santral kateter yerleştirilen 6 hastanın otopsi çalışmasında İJV, SKV ve süperior vena kava duvarındaki değişiklikler incelenmiştir. Kısa dönemli kateter yerleştirilen bu hastalarda ven duvarında endotelin ayrılması ve mediada akut inflamatuvar hücre (polimorfonükleer nötrofil) birikimiyle giden lokal intimal zedelenme ve duvar komşuluğunda bazı olgularda trombus oluşumu izlenmiştir (16). Bu bulgular genellikle süperior vena kava orta ve distal kesimlerinde görülmüştür. Kısa dönemli kateterlerde ven duvarından kalınlaşma izlenmezken, uzun dönemli tüneli kateterlerin tümünde ven duvarında belirgin kalınlaşma saptanmıştır. Uzun dönemli kateterlerde kateterin bazı noktalarda ven duvarına tamamen yapıştığı da gözlenmiştir.

Kateter sıkışması/kırılması

Subklaviyan ven kateterleri birinci kosta ile klavikülanın birleştiği noktada kostoklaviküler ligaman ve subklaviyan kası arasında sıkışabilir. Bu noktada tekrarlayan sıkışmalar kateter kırılmasına yol açabilir. Bazı durumlarda kateterin ucundan bir parça koparak embolize olabilir. Kalp sağ atriumu ya da pulmoner artere embolize olan bir fragman endovenöz yolla bir kement yardımıyla çıkarılabilir. Eğer erken dönemde çıkarılmazsa kateter parçası endotelize olur ve ileri dönemde çıkarılması mümkün olmaz. Bu komplikasyon İJV kateterizasyonunda görülmez. Sıkışan ve işlevi bozulan kateter çıkarılarak farklı bir vene (mümkünse sıkışma olmayacak bir vene örneğin İJV) kateter yerleştirilmesi gerekir.

İstenmeyen arter girimi

Normal kan basıncı ve arteriyel oksijen satürasyonu olan hastalarda pulsatil akım ve parlak kırmızı renkli kandan dolayı kateterizasyon sırasında arter girimi kolaylıkla fark edilir. Ancak ciddi hipotansiyonu olan ve oksijen satürasyonu düşük olgularda bu her zaman kolay olmayabilir. Girim yapılan iğne çok ince ise de arter atımı kaybolabilir. Eğer girimin arter ya da ven olduğu anlaşılıyorsa yapılacak en iyi manevra çok ince bir tek lümen kateter (18 G) ya da ince bir dilatörün (4 F) damara yerleştirilmesidir. Bu yol basınç ölçere bağlanarak, kan gelişi izlenerek ya da floroskopi eşliğinde yapılmışsa kontrast madde verilerek girim yeri belirlenebilir. Aynı anda arter ya da ven yolundan ve kateterden kan gazları bakılarak da girim yerinin ven ya da arter olduğu ayrılabilir. Önlemenin yolu iyi teknik ve kateter yerleştirilirken US kullanılmasıdır.

Arter girimi artere bası yapılabilecek bir yerleşimdeyse (internal jugüler ya da femoral ven) iğne çekilerek artere 5-10 dakika parmaklarla bası yapılarak kanama zorlanmadan durdurulur. Kanama eğilimi olan hastalarda daha uzun süre baskı yapılması ya da ciddi durumlarda baskı yapılırken kanama eğiliminin (transfüzyonlarla) azaltılmaya çalışılması



gerekebilir. Artere iğne giriminden sonra arter içinde olduğu hala fark edilmemiş ve dilatör ya da kateter de yerleştirilmişse sorun daha ciddi olabilir. Bu durumda ilk yapılacak iş kateteri çekmeden girişimsel radyoloji ya da damar cerrahisine haber verilmesi olmalıdır. Subklaviyan arter giriminde sadece iğne ile girilmişse iğne çekilerek vital bulgu takibi yapılmalıdır. Hastada kanama sorunu var ise takibin daha sık yapılması ve gerekirse transfüzyon ile altta yatan kanama eğiliminin düzeltilmesi gerekebilir. Subklaviyan artere iğneden sonra geniş bir dilatör ya da kateter de yerleştirilmişse bu kesinlikle çekilmemeli ve derhal girişimsel radyoloji ya da damar cerrahisine haber verilmelidir. Kateter arterde kaldığı sürece kanama sorunu olmaz, ancak kateterin çekildiği anda kanama başlar ve ölüme giden ciddi sorunlara yol açabilir. Tedavide anjiyografide damar kapamak için kullanılan malzemelerle damardaki geniş delik kapatılabilir. Bu mümkün değilse bir başka arterden girilerek kateter çekilir ve aynı anda kapalı bir stent yerleştirilerek kanama engellenebilir. Bunlar mümkün değilse hastanın ameliyata alınması, kateterin çekilerek damar onarımı yapılması gerekebilir.

Hava embolisi

Normal solunum yapan bir insan soluk alma sırasında toraksta negatif basınç yaratır. Eğer yerleştirilen kateter ucu kapatılmamış ve açıksa hastanın soluk alması sırasında azalan toraks içi basıncından dolayı hava kateter içinden damara geçebilir. Kateterin lümeninin geniş olması ve bu esnada hastanın derin nefes alması bu geçişi ve damar içine giren hava miktarını artırarak hava embolisine yol açabilir. Çok küçük bir miktarda hava

hiç sorun yaratmayabilir ancak büyük miktarda hava solunum distresi ve ölüme yol açabilir (17). Hastada sağdan sola yönelik bir şant varsa ve vene giren hava sistemik dolaşıma geçerse (ASD, VSD, pulmoner arterivenöz fistül vb.) çok küçük miktarda hava bile sistemik dolaşıma geçerek arter embolisine neden olabilir. Bunun sonucu tıkanan arterin yerleştiği organa göre inme ya da ölüm gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilir.

Hava embolisini önlemenin en basit ve önemli yolu kateter arkalarını her zaman kapalı tutmaktır. Özellikle birden fazla lümeni olan kateterlerde kılavuz tel olmayan lümenler kapatılmalıdır. İşlem sırasında hastanın derin nefes alması engellenmelidir. Giriş sırasında hastanın trandelenburg pozisyonunda olması da hava embolisini engelleyebilir. Hasta uyumlu ise kateterin hava ile teması olacağı anda hastaya hımmmm dedirtmek ya da Valsalva manevrası (ıkınma) yaptırmak toraks içi basıncı artırarak hava girmesini engelleyebilir. Eğer hava girdiği anlaşılırsa hasta sol yana yatırılır (havanın sağ atriumda kalması sağlanır), %100 oksijen verilir ve eğer kateter ucu kalpte ise aspirasyon yapılarak hava dışarı alınabilir.

Seyrek görülen mekanik komplikasyonlar

Kateter yerleştirilen bölgede arter ile ven arasında fistül gelişimi, hidrotoraks, hemotoraks, kateter parçasının koparak akciğere embolize olması, kardiyak aritmi, sinir zedelenmeleri, mediastinal hematoma, kalp tamponadı, ven trombozu ya da doğrudan lenf damarlarının zedelenmesi sonucu gelişen şilotoraks, femoral ven girimi sırasında var olan İVK filtresinin yer değiştirmesi ve ölüm seyrek de olsa bildirilmiş komplikasyonlardır.

KAYNAKLAR

- McGeeDC, Gould MK, MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Eng J Med* 2003;348:1123-1133.
- Merrill J, De Jonghe B, Golliot F, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *JAMA* 2001;286:700-7.
- Sznajder JI, Zvebil FR, Bitterman H, Weiner P, Bursztein S. Central vein catheterization: failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med* 1986;146:259-261.
- Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, et al. Complications and failures of Subclavian-vein catheterization. *N Eng J Med* 1994;331:1735-1738.
- LefrantJ, MullerL, De La Coussaye, et al. Risk factors and immediate complication of Subclavian vein catheterization in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2002;28:1036-1041.
- Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG. Ultrasound guidance for placement of central venous and pulmonary arterial catheters. *N Eng J Med* 1992;327:1062-1068.
- Oguzkurt L, Tercan F, Torun D, et al. Impact of short-term hemodialysis catheters on the central veins: a catheter venographic study. *Eur J Radiol* 2004;52:293-299.
- Passerini L, Lam K, Costerton JW, et al. Biofilms on indwelling vascular catheters. *Crit Care Med* 1992;20:665-673.
- Lloyd DA, Shanbhogue LK, Doherty PJ, et al. Does the fibrin coat around a central venous catheter influence catheter-related sepsis? *J Pediatr Surg* 1993;28:348-349.
- Hoshal VL, Aulsebrook RG, Hoskins PA. Fibrin sleeve formation on indwelling subclavian central venous catheters. *Arch Surg* 1971;102:353-358.
- Xiang DZ, Verbeken EK, Van Lommel ATL, et al. Composition and formation of the sleeve enveloping a central venous catheter. *J Vas Surg* 1998;28:260-61.
- Winn MP, McDermott VG, Schwab SJ, et al. Dialysis catheter 'fibrin sheath stripping': A cautionary tale. *Nephrol Dial Transplant* 1997;12:1048-1050.
- Peng YY, Jeng JS, Shen MC, et al. Aetiologies and prognosis of Chinese patients with deep vein thrombosis. *QJM* 1998;91:681-686.
- Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM, et al. Central vein catheter related thrombosis in intensive care patients: incidence, risk factors, and relationship with catheter-related sepsis. *Chest* 1998;114:207-213.
- Haire WD, Lieberman RP, Lund GB, et al. Translumbar inferior vena cava catheters: safety and efficacy in peripheral blood stem cell transplantation. *Transfusion* 1990;30:515-515.
- Forauer AR, Theoharis C. Histological changes in the human vein wall adjacent to indwelling central venous catheters. *J Vasc Intervent Radiol* 2003;14:1163-1168.
- Vesely TM. Air embolism during insertion of central venous catheters. *J Vasc Interv Radiol* 2001;12:1291-1295.