

Derin Ven Trombozunda Ultrasonik Tromboliz Kateter Tedavisi

Ultrasonic Thrombolysis Catheter Treatment in Deep Vein Thrombosis

Celalettin Karatepe¹, Bayer Çınar², Cem Lale¹, Onur Göksel³

¹Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp Damar Cerrahi Kliniği, Hatay, Türkiye.

²Medikal Park Hastanesi, Kalp Damar Cerrahi Kliniği, İstanbul, Türkiye.

³İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp Damar Cerrahi Kliniği, İstanbul, Türkiye.

ÖZET:

Amaç: Biz çalışmamızda derin ven trombozunda (DVT) Ultrasonik Tromboliz Kateterinin (UTK) kullanılabilirliğini ve etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

Materyal ve Metod: Mart 2011 ile Eylül 2013 tarihleri arasında Ultrasonografi (USG) ile DVT tanısı konmuş ve UTK tedavisi uygulanmış hastalar retrospektif olarak değerlendirildi. UTK tedavisinde rekombinant insan doku plazminojen aktivatörü (alteplase) ve EKOS EkoSonic® Endovascular System (EKOS Corporation, Bothell, Washington, USA) kullanıldı. İşlem sonrasında tedavi venografi ve venöz doppler ultrasonografi (USG) ile değerlendirildi.

Bulgular: UTK tedavisi uygulanan 22 hastanın %77.3'ünde (n=17) tromboz femoral vende, %18.2'sinde (n=4) iliak vende, %4.5'inde (n=1) vena kava inferiorunda idi. Semptomların başlama zamanı ortalama 21.8 gün (3-72) idi. Hastaların %77.3'ünde (n=17) tromboliz başarılı oldu. Hastaların %50'sinde (n=11) tam tromboliz sağlanırken, %27,3 (n=6) hastada kısmi tromboliz elde edildi. Hiç bir hastada pulmoner emboli gözlenmedi. 2 hastada kateter takılma yerinde kanama gözlemlendi.

Sonuç: UTK tedavisi tromboliz infüzyon miktarını, zamanını ve buna bağlı olarak kanama komplikasyonu oranını azaltır ve erken ve etkili tromboliz sağlamasından dolayı venöz kapak hasarını önleyerek DVT'nin geç dönem komplikasyonu olan Post Trombolitik Sendromun (PTS) gelişmesini azaltır. Sonuç olarak DVT'de UTK tedavisi kullanımı kolay, sistemik ve lokal komplikasyonları az, etkili, başarı oranı yüksek bir tedavi seçeneğidir.

ABSTRACT:

Purpose: The study aimed to evaluate the utility and effectiveness of Ultrasonic Thrombolysis Catheter (UTC) in deep vein thrombosis (DVT).

Material and Method: Recombinant human tissue plasminogen activator (alteplase) and EKOS EkoSonic® Endovascular System (EKOS Corporation, Bothell, Washington, USA) were used for the UTC treatment. After the procedure, the treatment was evaluated with Venography and venous Doppler Ultrasonography (USG).

Results: Twenty-two patients who underwent UTC due to DVT were evaluated retrospectively. Thrombosis was in the femoral vein in 77.3 % (n=17) of the patients, in the iliac vein in 18.2% (n=4) and in the inferior Vena cava in 4.5% (n=1). The mean onset time for the symptoms was 21.8 days (range 3-72). Thrombolysis was successful in 77.3% (n=17) of the patients. In 50% (n=11) of the patients, full thrombolysis was achieved, and partial thrombolysis was achieved in 27.3% (n=6). None of the patients developed pulmonary embolism. In 2 patients, bleeding was observed at the site of catheterization.

Conclusion: UTC treatment reduces the amount and duration of thrombolysis infusion and thus reduces the bleeding complications and prevents venous valve damage by ensuring early and effective thrombolysis. Consequently, it reduces the development of Post Thrombolytic Syndrome (PTS), which is a late complication of DVT. In conclusion, UTC is an easy-to-use choice of treatment with less systemic and local complications and higher success rate and effectiveness

Geliş tarihi / Received: 26.05.2014 **Kabul tarihi / Accepted:** 12.07.2014

İletişim Adresi: Celalettin Karatepe, Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp Damar Cerrahi Kliniği, Hatay, Türkiye. Tel: 05052379295 E-posta: drcelelettin@hotmail.com

GİRİŞ

Alt ekstremitenin derin ven trombozu (DVT) pulmoner emboli ve Post Trombolitik Sendromun (PTS) gibi komplikasyonlara yol açan morbiditesi ve mortalitesi olan yaygın bir durumdur. Alt ekstremitedeki DVT'nin pulmoner embolinin ve PTS'nin sebebi olduğu çalışmalarda geniş bir şekilde gösterilmiştir. DVT'deki pulmoner emboli riski hastalığın başlangıcındaki akut dönemde en yüksek orandadır ve hastalığın ilerleyen dönemlerinde bu risk progresif olarak azalır (1). Ayrıca etkilenen ekstremitenin kaybına neden olabilen venöz gangren de DVT'nin erken dönem komplikasyonları arasındadır. DVT'nin uzun dönem komplikasyonu ise PTS'ye yol açan venöz hipertansiyondur (2).

DVT'nin akut döneminin tedavi yaklaşımında amaç; trombozu ortadan kaldırmak ya da azaltmaktan ziyade hayatı tehdit eden komplikasyonu olan pulmoner emboliden hastayı korumaktır. Bunun için geleneksel tedavi yöntemi antikoagülan tedavidir (3,4). Antikoagülan tedavi pulmoner emboliyi önlemek ve tekrarlayan DVT'yi önlemede standart tedavidir. Fakat bu tedavinin trombüsü azaltmada ve sonuç olarak PTS'u önlemede etkisi azdır. Trombüsten dolayı meydana gelen uzun dönem venöz obstrüksiyon kalıcı venöz kapak hasarına neden olur ki bu da DVT'nin uzun dönem komplikasyonu olan PTS'nin sebebidir (5). PTS venöz ülserin nedenidir ve bu durum DVT gelişen hastaların yaklaşık olarak %10'unda ve sıklıkla ilk iki yıl içinde meydana gelir (6). Trombolitik ajanlarla birlikte endovasküler kateter ile direk tromboliz tekniği trombüsü temizlemede yüksek etkinliğe sahiptir ve bu venöz kapak fonksiyonlarını koruyarak venöz obstrüktif hastalığın komplikasyonlarından hastaları korur (7). Ultrasonik Tromboliz Kateteri (UTK) tedavisi hızlı ve etkili bir şekilde trombüsü temizleyerek PTS'nin gelişme potansiyelini önemli ölçüde azaltır (8,9). USG dalgaları trombüsteki fibrin yapılarını etkileyerek pıhtının geçirgenliğini artırır ve pıhtının trombolitik ajanlarla karşılaşmasını artırır (10,11). Bu sebeplerden dolayı UTK tedavisi standart endovasküler kateter ile direk tromboliz tekniklerine göre trombüsü daha hızlı eritir, tedavi zamanını kısaltır ve trombolizis ile ilgili komplikasyonları azaltır. Sonuç olarak UTK tedavisi venöz kapak hasarını önleyerek DVT' nin uzun dönem komplikasyonlarından hastayı korur.

Preoperatif ve postoperatif USG ve venografi karşılaştırmalarında rekanalizasyon oranlarının belirlenmesinde; %95-100 arasındaki rekanalizasyon varlığı tam rekanalizasyon, %50-95 arasındaki rekanalizasyon kısmi rekanalizasyon ve % 50 den daha az rekanalizasyon oranı ise minimal rekanalizasyon olarak adlandırılmaktadır (12,13). Tromboliz işlemi sonrası %50 ila %100 arasındaki rekanalizasyon teknik olarak başarılı olarak kabul edilmektedir, klinik başarı

ise işlem sonunda etkilenen ekstremitede ağrı ve şişliğin azalması olarak tanımlanmaktadır (7).

Biz bu çalışmamızda DVT'li hastalarda UTK tedavisinin etkinliğini, güvenilirliğini ve PTS gelişmesine etkisini araştırmayı amaçladık.

MATERYAL-METOD

Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahi servisi ve Medical Park Fatih Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahi servisinde Mart 2011 ile Eylül 2013 tarihleri arasında USG ile DVT tanısı konmuş ve UTK tedavisi uygulanmış hastalar bu çalışmaya dahil edildi. Bu çalışmada 6 ay önce DVT tanısı konmuş hastalar, daha öncesinde DVT hikayesi olan hastalar, trombolitik ajanlara karşı kanama hikayesi olan hastalar, son 1 ayda major cerrahi operasyon geçiren hastalar, son 1 ayda ciddi travma geçirmiş hastalar, venöz ülseri olan yada iyileşmiş venöz ülseri olan hastalar, kısa yaşam beklentisi olan hastalar, trombolitik ajanlara yada kontrast maddeye alerji hikayesi olan hastalar çalışmanın dışında tutuldu. Hastaya ve ailesine yapılacak işlem hakkında bilgi verildi ve hastaların işlem için yazılı onayları alındı. Hastaların başlıca şikâyetleri etkilenen ekstremitede ağrı, şişlik ve ödem idi.

EKOS kateteri (EKOS Endowve, EKOS Corporation, Bothell, WA, USA), USG dalgaları yayan çekirdekler içeren, kateter boyunca uzanan porlardan trombolitik verebilen, çok lümenli infüzyonu sağlayan ve 6 cm'den 50 cm'ye kadar tedavi etkinlik aralığı sunan özelliklere sahiptir. Ultrasonik çekirdeklerden tedavi alanına radyal olarak yüksek frekanslı düşük enerjili (2.2-MHz, 0.45-W) yayılan USG dalgası trombüsün fibrin bağlarının zayıflamasını ve trombolitik ajanın hedef bölgesine transportunu arttırılmasını sağlamaktadır (Resim 1).



Resim 1. EKOS kateteri (EKOS Endow ve, EKOS Corpo ration, Bothell, WA, USA), USG)

İşlemler ameliyathanede USG ve skopi eşliğinde yapıldı. Kateter yerleştirme işlemi lokal anestezi altında tıkalı venin distalindeki venden USG eşliğinde Seldinger Yöntemi ile yapıldı. Yerleştirilen kateterin nihayi pozisyonuna skopi ile karar verildi. UTK ile rekombinat insan doku plazminojen aktivatörü alteplase (Actilyse®, Boehringer Ingelheim GmbH&-Co, Ingelheim, Germany), 0.02 mg/kg/saatten 24 saat infüze edildi. Kateterin santral lümeninden 50 ml/saatten heparinize mayi verildi ve tüm işlem boyunca USG çalıştırıldı. İşlem sonrasında hastalar yoğun bakımda pulmoner emboli ve kanama yönünden takip edildi ve 12 saatlik hemotokrit ve ACT takipleri yapıldı. İşlem sonrasında kateter ameliyathane ortamında çıkarıldı ve venöz yapı USG ve venografi ile kontrol edildi. Tüm hastalara taburcu edilirken warfarin tedavisi başlandı ve INR değerleri 2-3 arasında olacak şekilde takipleri yapıldı. Ayrıca tüm hastalara 6 ay boyunca varis çorabı giymeleri tavsiye edildi.

BULGULAR

UTK tedavisi yapılan 22 hastanın %45.4'ü (n=10) erkek, %54.5'i (n=12) kadın idi. Hastaların %27.3'ünde (n=6) hipertansiyon, %31.8'inde (n=7) diabetes mellitus, %13.6'sında (n=3) kronik renal yetmezlik, %45.4'ünde (n=10) sigara kullanım öyküsü mevcuttu. Tromboz hastaların %77,3'ünde (n=17) femoral vende, %18.2'sinde (n=4) iliak vende, %4.5'inde (n=1) vena cava inferiorda idi (Tablo 1).

Total alteplase dozu $38 \pm 5,3$ mg (45-50 mg) ve total infüzyon zamanı $27,4 \pm 6,1$ saat (20-32 saat) idi. Venöz rekanalizasyonun değerlendirilmesinde; hastaların %77,3'ünde (n=17) tromboliz başarılı oldu. Hastaların %50'sinde (n=11) tam tromboliz sağlanırken, %27,3 (n=6) hastada kısmi tromboliz elde edildi. Minimal rekanalizasyon olması ve rekanalizasyonun olmaması işlem başarısızlığı olarak değerlendirildi ve bu hastaların sayısı %22,7 (n=5) idi. İşlem başarısızlığı olan hastaların %13,6'sında (n=3) minimal rekanalizasyon görülürken %9,0'unda (n=2) hiç rekanalizasyon görülmedi (Tablo 2).

Komplikasyon olarak %9,0 (n=2) hastada kateter giriş yerinde kanama gözlemlendi ve kompresyonla kontrol altına alındı ve hiç bir hastamızda masif kanama görülmedi ve kan transfüzyonuna ihtiyaç duyulmadı. %4,5 (n=1) hastada işlem yapılan ekstremitede kas içi kanamaya bağlı ağrı şikayeti oluştu ve bu kas içi kanama takiplerde müdahaleye gerek kalmadan düzeldi. Hiç bir hastamızda intrakranial kanama, semptomatik pulmoner emboli, ölüm ve diğer hayati tehdit eden komplikasyon görülmedi.

Ortalama takip zamanı 14,3 ay (13-19 ay) idi. Takipler sırasında %77,3 (n=17) hastada venöz yapı tam açık bulunurken, %13,6 (n=3) hastada retrombüs, %9,0 (n=2) hastada venöz yapı tıkalı bulundu. Kapak fonksiyonlarının değerlendirilmesinde ise, %63,6 (n=14) hastada normal kapak fonksiyonları gözlenirken %36,4 (n=8) hastada anlamlı derecede reflü gözlemlendi. PTS değerlendirilmesinde %81,9 (n=18) hastada PTS semptomları gözlemlenmedi ve %18,1 (n=4) hastada hafif derecede PTS semptomları gözlemlendi. Hiç bir hastamızda şiddetli PTS semptomları gözlemlenmedi (Tablo 3).

Tablo 1. Hastaların Özellikleri

	N	%
Cinsiyet		
Erkek	10	45.4
Kadın	12	54.5
Yaş (yıl)		
Ortalama	52.8±15.2	
Aralık	27-68	
Semptomların Başlama Zamanı (gün)		
Ortalama	21.8	
Aralık	3-72	
Semptomların Zamanı		
Akut (<14 gün)	12	54.5
Subakut (15-28 gün)	8	36.3
Kronik (>28 gün)	2	9.0
Etkilenen Extremité		
Sol	9	40.9
Sağ	13	59.1
Trombüs Lokalizasyonu		
Femoral Ven	17	77.3
İliac Ven	4	18.2
Vena Cava İnférieur	1	4.5
Eşlik Eden Hastalıklar		
Hipertansiyon	6	27.3
Diabetes Mellitus	7	31.8
Kronik Renal Yetmezlik	3	13.6
Sigara Öyküsü	10	45.4

Tablo 2. İşlem sonrası akut klinik düzelme

Klinik Cevap	N	Trombolizis Oranı/ Aralık	Trombolizis Oranı/Aralık
Komplet Rekanalizasyon	11	86.2	75-100
Parsiyel Rekanalizasyon	6	68.9	65-75
Minimal Rekanalizasyon	3	54.2	35-65
Rekanalizasyon Yok	2	26.3	0-35

Tablo 3. Klinik Takip Sonuçları

	N	%
Takip Zamanı (ay)		
Ortalama	14.3	
Aralık	13-19	
Venöz Patency		
Açık	17	77.3
Retrombüs	3	13.6
Tıkalı	2	9.0
Kapak Fonksiyonları		
Normal	14	63.6
Reflü	8	36.4
Post-Trombotik Sendrom		
Yok	18	81.8
Hafif	4	18.1
Şiddetli	0	0

TARTIŞMA

Standart DVT tedavisi; pulmoner emboliyi önlemek için yapılan antikoagülan tedavisidir. Ancak antikoagülan tedavisi direk olarak lezyona etkili değildir ve ayrıca venöz yapıda trombüsten dolayı meydana gelen kalıcı kapak hasarını önlemez. Hızlı ve etkili bir şekilde venöz trombüsün ortadan kaldırılması venöz sistemin kapak yapısını korur, reflüyü ve venöz obstruksiyonu azaltır. Tüm bunların sonucunda DVT'nin geç dönem komplikasyonu olan PTS' nin gelişmesini ve trombüsün rekürrensini azaltır (14). Çalışmamızda takip süresi içinde hastaların %63.6'sında (n:14) normal kapak fonksiyonları gözlenmiş ve %36.4'ünde (n:8) çeşitli derecelerde kapak hasarına bağlı venöz reflü gözlenmiştir. Ayrıca trombüsün tekrarlama oranı ise %13.6 (n:3) dir.

Endovasküler trombolitik tedavi yöntemleri son yıllarda giderek daha fazla kabul görmeye başlamış ve bu tedaviler içerisinde UTK tedavisi seçilmiş DVT'li hastalarda hızlı ve tam bir şekilde trombüsün tedavi edilmesini sağlayan bir endovasküler yöntem olarak yerini almıştır. UTK tedavisinin diğer perkütan mekanik trombektomilere göre bazı avantajlara sahiptir. Son çalışmalar mekanik perkütan trombektomi araçlarının etkinliğini, kullanılabilirliğini ve trombüsü ortadan kaldırmadaki etkinlikleri gösterilmiştir. Fakat venöz yapı hasarı, venöz kapak hasarı ve pulmoner emboli riski hala bu tekniklerde ciddi bir sorundur (15,16). UTK tedavisi trombüsün geçirgenliğini arttırarak trombolitik ajanın trombüs içine penetrasyonunu artırır ve bu sayede trombüsün hızlı ve tam olarak çözülmesini sağlayarak perkütan mekanik trombotik

cihazların mevcut komplikasyonlarından hastayı korur. Bu konuda yapılan ilk çalışmalar diğer mekanik trombektomi yöntemleri ile karşılaştırıldığında UTK tedavisinin hızlı ve tam bir şekilde tromboliz sağladığını, kanama ve trombo-embolik komplikasyonlara daha az sebep olduğunu göstermektedir (8,17,18). Ayrıca UTK tedavisi trombolitik dozunu ve infüzyon zamanını da azaltmaktadır.

Mewissen ve arkadaşlarının yaptığı çalışma olan National Venous Registry çalışmasında; standart endovasküler mekanik trombektomide 6 aylık etkinlik oranı %65,12 aylık etkinlik oranı %60 olarak bulunmuştur (7). Elsharawy ve Elzayat, Enden ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da 6 aylık etkinlik oranları yukarıdaki oranlara benzer bulunmuştur (19,20).

Erken ve geç dönem etkinlikte önemli olan faktörlerden birisi de trombolizisin derecesidir. Tam tromboliz yapılan vakalarda 1 yıllık etkinlik oranı %75 iken, %50'nin altında tromboliz yapılan vakalarda ise bu oran %32 civarındadır. Bizim çalışmamızda 1 yıllık venöz etkinlik oranı % %77.3 (n:17) olarak bulunmuştur ve bu sonuç mevcut literatürler ile uyumludur.

Markel ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada UTK tedavisinde; 1 yıllık takipte %37 venöz reflü tespit etmiştir (21). Bizim çalışmamızda da %36.4 (n=8) hastada venöz reflü gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda da %36.4 (n=8) hastada venöz reflü gözlenmiştir. Tüm bu yapılan çalışmalar ve bizim bulduğumuz sonuçlar DVT tedavisinde UTK tedavisinin standart antikoagülan tedaviye ve diğer perkütan trombektomi yöntemlerine göre daha etkin ve daha az komplikasyona neden olan bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir. Comerota ve arkadaşlarının yaptığı çalışma UTK tedavisinin standart antikoagülan tedaviye göre daha az PTS gelişmesini sağladığı ve hastanın yaşam kalitesini artırdığını göstermiştir (22). Bizim çalışmamızda %18.1 (n:4) oranında hafif dereceli PTS semptomları görülmesine rağmen hiç bir vakada şiddetli PTS semptomları görülmemiştir.

Çalışmalar göstermektedir ki DVT'nin uzun dönem komplikasyonları olan PTS'dan korunmanın yolu venöz kapak hasarını önlemektir. Bu kapak hasarını önlemenin yolu da trombüsün erken yok edilmesidir. Bu avantajları sağlayabilmek için yapılan perkütan mekanik trombektomi sistemleri hem yapıları itibari ile venöz yapıya ve kapak hasarına neden olmakta, hem de UTK'e göre daha yüksek doz ve daha uzun süre trombolitik tedaviye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu olumsuzluklar ise bu sistemlerin dezavantajıdır.

SONUÇ

Sonuç olarak UTK tedavisi iyi seçilmiş hastalarda uygulandığında; daha düşük doz ve daha kısa süreli trombolitik tedavi sayesinde daha hızlı ve daha etkili tromboliz sağlayarak pulmoner emboli riskini azaltan, erken ve hızlı tromboliz sayesinde kapak fonksiyonlarını koruyarak geç dönem komplikasyonu olan PTS'nin gelişimini azaltan, kullanımı kolay, uygulanabilir ve düşük komplikasyon oranlarına sahip alternatif bir endovasküler tedavi yöntemidir.

KAYNAKLAR

1. White, RH. The epidemiology of venous thromboembolism. *Circulation* 2003; 107:14–18.
2. Patel NH, Plorde JJ, Meissner M. Catheter-directed thrombolysis in the treatment of phlegmasia cerulea dolens. *Ann Vasc Surg* 1998; 12:471–475.
3. Buller HR, Sohne M, Middeldorp S. Treatment of venous thromboembolism. *J Thromb Haemost* 2005; 3:1554–1560
4. Tovey C, Wyatt S. Diagnosis, investigation and management of deep vein thrombosis. *Br Med J* 2003; 326:1190–1184.
5. Hirsh J, Guyatt G, Albers GW, et al. Executive summary: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines (8th edition). *Chest* 2008; 133:110–112.
6. Kahn SR, Ginsberg JS. The post-thrombotic syndrome: current knowledge, controversies, and directions for future research. *Blood Rev* 2002; 16:155–165.
7. Mewissen MW, Seabrook GR, Meissner MH, et al. Catheter directed thrombolysis for lower extremity deep venous thrombosis: report of a national multicenter registry. *Radiology* 1992; 211:39–49.
8. Parikh S, Motarjeme A, McNamara T, et al. Ultrasound-accelerated thrombolysis for the treatment of deep vein thrombosis: initial clinical experience. *J Vasc Interv Radiol* 2008; 19:521–528.
9. Grommes J, Strijkers R, Greiner A, Mahnken AH, Wittens CH. Safety and feasibility of ultrasound-accelerated catheter-directed thrombolysis in deep vein thrombosis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011; 41:526–532.
10. Francis CW, Blinc A, Lee S, et al. Ultrasound accelerates transport of recombinant tissue plasminogen activator into clots. *Ultrasound Med Biol* 1995; 21:419–424.

11. Doornik DE, Schrijver AM, Zeebregts CJ, de Vries JP, Reijnen MM. Advancements in catheter-directed ultrasound-accelerated thrombolysis. *Endovasc Ther* 2011; 18:418–434.
12. Vedantham S, Grassi CJ, Ferral H, et al. Reporting standards for endovascular treatment of lower extremity deep vein thrombosis. *J Vasc Interv Radiol* 2006;17:417–434.
13. Park YJ, Choi JY, Min SK, et al. Restoration of patency in iliofemoral deep vein thrombosis with catheter-directed thrombolysis does not always prevent post-thrombotic damage. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008; 36:725–730.
14. Prandoni P, Lensing AW, Cogo A, et al. The long-term clinical course of acute deep venous thrombosis. *Ann Intern Med* 1996; 125:1–7.
15. Sharafuddin MJ, Hicks ME, Jenson ML, Morris JE, Drasler WJ, Wilson GJ. Rheolytic thrombectomy with use of the AngioJet-F105 catheter: preclinical evaluation of safety. *J Vasc Interv Radiol* 1997;8:939–945.
16. Gu X, Sharafuddin MJ, Titus JL, et al. Acute and delayed outcomes of mechanical thrombectomy with use of the steerable Amplatz thrombectomy device in a model of subacute inferior vena cava thrombosis. *J Vasc Interv Radiol* 1997;8:947–956.
17. Pianta MJ, Thomson KR. Catheter-directed thrombolysis of lower limb thrombosis. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2011;34:25–36.
18. Motarjeme A. Ultrasound-enhanced thrombolysis. *J Endovasc Ther* 2007;14:251–256.
19. Elsharawy M, Elzayat E. Early results of thrombolysis vs anticoagulation in iliofemoral venous thrombosis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 24:209–214.
20. Enden T, Klow NE, Sandvik L, et al. Catheter-directed thrombolysis vs. anticoagulant therapy alone in deep vein thrombosis: results of an open randomized, controlled trial reporting on short-term patency. *J Thromb Haemost* 2009;7:1268–1275.
21. Markel A, Manzo RA, Bergelin RO, Strandness DE Jr. Valvular reflux after deep vein thrombosis: incidence and time of occurrence. *J Vasc Surg* 1992; 15:377–382.
22. Comerota AJ, Throm RC, Mathias SD, Haughton S, Mewissen M. Catheter-directed thrombolysis for iliofemoral deep venous thrombosis improves health-related quality of life. *J Vasc Surg* 2000;32:130–137.