

Arrow-Trerotola Device를 이용한 경피적 기계적 혈전용해술과 혈관성형술로 성공적으로 치료한 혈액투석 동정맥루 폐쇄 1예

연세대학교 의과대학 내과학교실, 방사선학교실*, 신장질환연구소

강병승 · 이태희 · 장진혁 · 윤희정 · 황학진 · 이재훈* · 이광훈*
박형천 · 강신욱 · 최규현 · 하성규 · 이호영 · 한대석

하였다⁶⁾.

서 론

지속적으로 혈액투석을 받고 있는 말기 신부전 환자에서 혈로 (vascular access)의 확보는 필수적이며 이를 장기간 유지하는 일은 매우 중요하다. 혈액투석 환자에서 혈로와 관련된 합병증은 투석 환자의 입원 원인 중 가장 흔하여 전체 입원 원인의 25%를 차지하고 있으며, 재원일수의 21%는 혈로와 연관된 합병증으로 인한 것으로 보고되고 있다¹⁾. 혈로와 관련된 합병증 중에서 임상적으로 가장 문제가 되는 것은 동정맥루의 협착 및 폐쇄이며²⁾, 이러한 동정맥루 폐쇄의 가장 흔한 원인은 동정맥루 협착과 동반된 정맥내 혈전증이다^{1,3)}. 과거에는 정맥내 혈전증의 치료로 외과적 수술이 유일한 방법이었으나 최근에는 경피적 혈관성형술 (percutaneous transluminal angioplasty, PTA)과 혈전용해제를 이용한 혈전 제거법 등이 개발되어 시행되고 있다. 이를 비수술적 방법은 외과적 수술에 비해 간편하고, 동정맥루 수술에 필요한 다른 혈관을 보존할 수 있는 장점 등이 있으나 혈전용해제 사용에 따른 출혈 위험과 오랜 시술 시간 등이 문제점으로 지적되었다⁴⁻⁶⁾. 한편 혈전용해제를 사용하지 않고 기계적으로 혈전을 분쇄하고 흡입하여 제거하는 경피적 기계적 혈전제거술 (percutaneous mechanical thrombectomy, PMT)은 혈전용해제 사용에 따른 출혈의 위험을 극복하게 하였고 여러 연구에서 기존의 경피적 혈전용해술과 동등한 치료 성적을 보고

하였다⁶⁾. 이에 저자들은 최근에 국내에 소개된 Arrow-Trerotola Percutaneous Thrombolytic Device (Fig. 1)를 이용한 경피적 기계적 혈전용해술을 이용한 혈로 내 혈전 제거와 혈관성형술로 성공적으로 치료한 혈액투석 동정맥루폐쇄 환자 1예를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례

환자: 여자, 71세

주 소: 급성 좌측 상완 동정맥루 혈류 차단

현병력: 환자는 외부 병원에서 주 2회 정기적으로 혈액투석을 받아오던 자로 내원 당일 오전 혈액투석 치료를 위해 투석실에 내원하였다가 동정맥루에서 진동 (thrill)이 느껴지지 않고, 잡음 (bruit)이 들리지 않는 등 혈액투석 동정맥루의 폐쇄 소견이 의심되어 본원으로 전원되었다. 문진상 폐쇄기간은 48-72시간 이상된 것으로 추정되었다.

과거력: 당뇨, 고혈압, 결핵, 간염의 병력 없으며, 1년 전 말기 신부전증 진단받고 좌측상완동맥 및 척추 피정맥을 이용한 자가혈관 혈액투석 동정맥루 형성술을 시행 받은 후 주 2회 혈액투석 치료를 받았다.

가족력: 특이 소견 없음.

진찰 소견: 입원시 혈압 140/100 mmHg, 맥박수 분당 88회, 호흡수 분당 22회, 체온 36.0°C였다. 의식은 명료하였고, 만성 병색을 보였다. 두경부 진찰상안면 부종은 없었으며, 경부 정맥은 편평하였다. 흉부 진찰상 특이 소견 없었으며, 좌측 상완 진찰상 부종 및 열감은 없었고, 진동이 느껴지지 않았으며, 청진상 잡음이 들리지 않았다. 복부 진찰상 특이 소견 없었으

접수: 2003년 5월 20일, 승인: 2003년 7월 28일

책임저자: 박형천 서울시 강남구 도곡동 146-92

연세의대 영동세브란스병원 내과

Tel : 02)3497-3310, Fax : 02)3463-3882

E-mail : amp97@ymc.yonsei.ac.kr

며, 하지의 혈액 부종은 없었다.

검사실 소견 : 말초혈액검사에서 백혈구 $5,930/\text{mm}^3$, 혈색소 9.9 g/dL , 혈소판 $266,000/\text{m}^3$ 이었고, 생화학 검사에서 공복시 혈당 86 mg/dL , 혈중 요소 질소 65.4 mg/dL , 크레아티닌 10.3 mg/dL , 총단백 6.4 g/dL , 알부민 3.8 g/dL , Na 135 mmol/L , K 5.8 mmol/L , Cl 103 mmol/L , AST 15 IU/L , ALT 9 IU/L , Prothrombin time 79% (INR : 1.19)이었다.

치료 및 경과 : 동정맥루 폐쇄 치료를 위해 내원 당일 응급 동정맥루 혈관 조영술을 시행하였다. 21 gauge 미세천자침 (MPIS-501, Cook, IN, USA)으로 시행한 정맥 조영술상 동정맥루의 유출정맥 (draining cephalic vein) 내부에 혈전에 의한 폐쇄가 관찰되었다 (Fig. 2A). 좌측 쇄골하정맥 폐쇄로 인하여 측부정맥 (collateral vein)은 좌측 내경정맥으로 유출되고

있었으며, 측부정맥과 좌측 내경정맥 접합 부위에 협착이 관찰되었다 (Fig. 2B). 혜파린 5,000 단위를 전

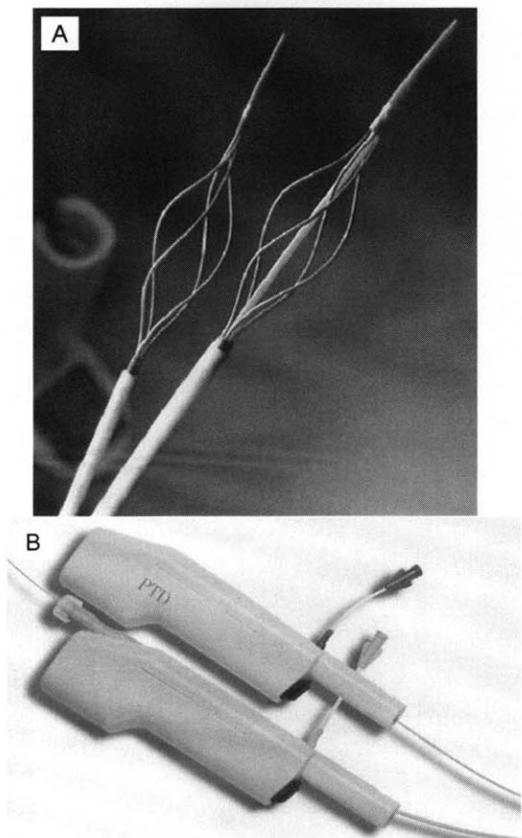
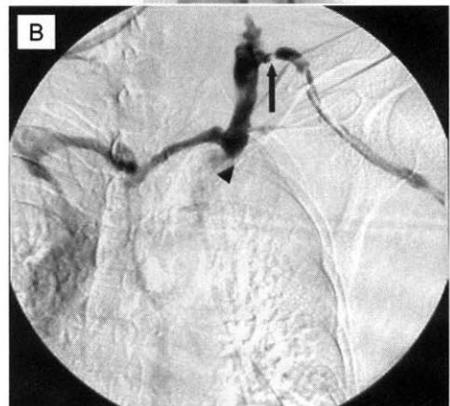


Fig. 1. (A) Fragmentation basket (right: 7 Fr over-the-wire basket, left: 5 Fr standard basket), (B) Rotator drive unit.

Fig. 2. (A) Initial fistulogram shows complete obstruction due to thrombosis of the draining cephalic vein, (B) Occlusion of left subclavian vein (arrow head) and branching collateral veins draining into the left internal jugular vein are noted. Stenosis of the collateral draining vein at the insertion site into the left internal jugular vein (arrow) is noted. Left innominate vein is non-visualized due to compression of left innominate vein between aortic arch and sternum.

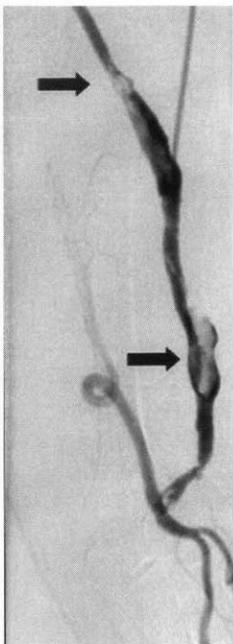


Fig. 3. Follow-up fistulogram on second hospital day shows restoration of the blood flow but marked residual thrombosis (arrows).

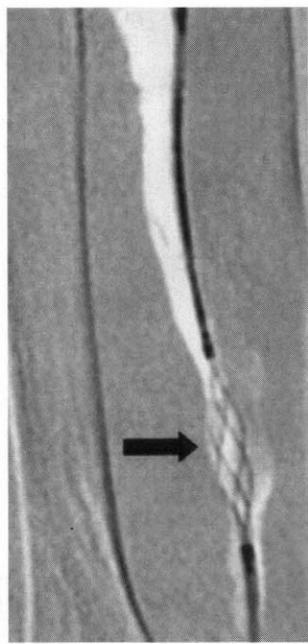


Fig. 4. Thrombectomy with use of the Arrow-Trerotola percutaneous thrombolytic device (arrow).

처치한 후, 유출정맥 경로를 먼저 확보하기 위해 중심 정맥 부위를 구경 8 mm, 길이 4 cm의 풍선 카테터 (Bluemax, Medi-Tech, MA, USA)로 1-2분간 12 기압에서 완전팽창을 유도하였으나 혈관이 파열되어 금속 스텐트 (구경 8 mm, 길이 7 cm의 Wallstent; Schneider, Buelach, Switzerland)를 삽입하였다. 유출정맥 경로를 확보한 후, 동정맥루의 혈전증을 치치료하기 위해서, 다시 21 gauge 미세천자침으로 동정맥 문합부위 방향으로 천자한 후, 7-F Hoffman sheath를 사용하여 혈전을 흡입하였다. 동정맥 문합부위의 정맥 협착을 치료하기 위해서 구경 6 mm, 길이 4 cm의 풍선카테터 (Bluemax, Medi-Tech, MA, USA)를 사용하여 풍선 확장술을 시행하였다. 혈관성 형술 후 동정맥루 조영술상 중심정맥과 동정맥루는 재개통 되었지만, 동정맥루 내부에는 다수의 잔여 혈전이 관찰되었다. 동정맥루내 잔여 혈전 제거를 위한 혈전용해제 사용은 출혈성 합병증의 위험 때문에 사용하지 않았다. 일차적인 혈관성형술 후 혈류 속도 150 mL/min에서 시행한 혈액투석 치료 중 혈관내의 과도한 압력증가 소견이 관찰되었고, 제 2병일에 시행한 추적 동정맥루 조영술상 동맥 천자침 삽입 부위에

잔여 혈전이 관찰되었다 (Fig. 3). 잔여 혈전을 제거하기 위해 7-F sheath를 각각 협착 원위부의 동맥 및 정맥에 삽입 후 Arrow-Trerotola 경피적 혈전용해기구 (Percutaneous Thrombolytic Device; PTD)를 삽입하여 정맥내 혈전을 분쇄한 후 흡입 제거하였다 (Fig. 4). Arrow-Trerotola PTD 사용 이후 잔여 협착에 대해서는 구경 6 mm의 풍선 카테터를 사용하여 PTA를 시행하였으며, PMT 및 PTA 시행 후 재개통된 동정맥루내에 잔여 혈전은 관찰되지 않았다 (Fig. 5). 시술 후 동정맥루 촉진상 강한 진동이 만져졌고, 잡음이 청진되었다. 이후 시행한 혈액투석시 동정맥루를 통한 혈류는 원활하였으며, 혈류 속도 250 mL/min, 동맥압 150 mmHg, 정맥압 73 mmHg로 유지되었다. 현재 주 2회 혈액투석을 하며 추적 관찰 중이며, PMT 및 PTA 시행 3개월 후 시행한 추적 동정맥루 조영술상 재협착 소견은 관찰되지 않았다.

고 찰

당뇨병성 신증 및 동맥경화증의 증가와 투석 환자의 고령화로 인하여 혈액투석 환자에서 혈로와 관련



Fig. 5. Follow-up fistulogram after PMT and PTA shows full restoration of blood flow & complete removal of residual thrombosis.

! 합병증은 점점 증가하는 추세이다^{1,3)}. 따라서 혈로 기능부전과 합병증을 예방하고 치료할 수 있는 적한 치료법의 개발은 혈액투석 치료를 받는 말기 신·전 환자와 환자의 치료를 담당하는 신장내과 의사에게 매우 중요하다. 동정맥루 협착 및 폐쇄는 임상적으로 혈로와 관련된 가장 중요한 합병증이며¹⁻³⁾, 혈액투석 환자의 유병률과 입원 원인의 큰 비중을 차지한다¹⁾. 동정맥루 협착 및 폐쇄 치료법은 크게 외과적 수술과 PTA로 나눌 수 있다⁴⁾. 전통적인 수술 치료는 외과적인 혈전제거술과 혈관 교정술 (revision)이며, PTA가 실패하거나 혈관의 협착 정도가 90% 이상인 경우엔 혈관성형술보다 외과적 수술이 바람직 것으로 보고되어 있다⁵⁾. 인조혈관을 이용한 동정맥루의 협착에 외과적 혈관 교정술은 PTA 보다 좋은 적을 나타내며, Brooks 등⁷⁾은 무작위 대조군 연구에서 PTA 보다 외과적 혈관 교정술이 인조혈관의 1개통률 성적이 더 좋다고 보고하였다. 외과적 수술·동정맥루 협착에 대한 근본적인 치료법으로서 우한 초기 개통률과 낮은 재협착률을 보이나 미래의

동정맥루 형성에 사용 가능한 혈관을 소모하는 단점 을 가지고 있다⁵⁾. PTA는 외과적 수술에 비해 간편하고 경제적이며, 진단과 치료를 한번에 할 수 있으며, 수술적 치료와 비교될 만큼 개통률이 높고, 시술 후 즉시 투석을 시행할 수 있다는 장점이 있다. 특히, PTA는 동정맥루 수술에 필요한 다른 혈관을 보존할 수 있는 장점을 갖고 있어 장기간 혈액투석이 필요한 만성 신부전 환자는 동정맥루 수술에 이용되는 혈관의 제한으로 동정맥루의 협착 혹은 폐쇄가 있을 때 외과적 수술에 앞서 일차적으로 PTA를 시행할 필요가 있다^{4,5)}. PTA의 임상성적은 보고자에 따라 다르지만 초기 성공률이 대개 80-85%로 보고되고 있으며^{2,8-11)}, 국내에서는 이 등¹²⁾이 24예의 환자를 대상으로 PTA를 시행하여 91.7%의 초기 성공률을 보고하였다. 그러나 PTA는 초기 개통률은 양호하나 6개월 이내에 재협착의 빈도가 높아 장기 개통률이 낮은 단점이 있다.

혈관 확장술에 실패한 정맥 협착증에 대한 치료는 외과적 수술과 혈관내 스텐트 삽입이 있다. 반복 시술이 필요하거나 병변이 탄성이 있는 경우엔 metallic stent를 삽입하여 개통률을 높이고 재협착을 낮출 수 있으나, stent 주위의 혈소판 응집에 따른 성장인자들의 유리로 역시 재협착이나 stent 삽입 부위의 새로운 협착 가능성의 단점이 있다. 그러나 혈관내 스텐트는 시술이 간단하여 입원 기간이 짧고 시술 후 곧바로 혈액투석이 가능하며, 재협착이 발생하면 재시술이 가능하다는 장점이 있어 외과적 수술에 앞서 우선적으로 추천되고 있다¹³⁾. 중심정맥 협착증에 대한 치료 성적을 살펴보면 1년 개통률의 경우 혈관 확장술이 12-36%, 혈관내 스텐트가 60-70%, 외과적 수술이 80-86%로 혈관내 스텐트는 혈관 확장술에 비해 양호하고 외과적 수술에 비해서는 다소 낫다^{13,14)}. 국내에서는 김 등¹⁵⁾이 9명의 중심정맥 협착증 환자를 대상으로 혈관내 스텐트를 삽입하여 초기 성공률은 100%였으며 추적검사에서 15개월 이내에 3예에서 재협착이 발생하여 이중 2예에서 혈관 확장술로 치료하였다고 보고하였다.

동정맥루와 혈로의 혈전증에 대한 치료는 혈전용해제를 사용하여 녹이는 방법과 혈전용해제와 함께 혈관성형술을 시행하는 방법 등의 다양한 경피적 혈전용해술 (percutaneous thrombolysis)과 수술적 혈전제거술이 있다. 경피적 혈전용해술은 크게 혈전용해제인

urokinase를 이용한 pharmacologic thrombolysis와 여러 가지 기계적 기구를 이용한 PMT 방법이 있다¹⁶⁾. Pharmacologic thrombolysis는 여러 가지 방법으로 정맥내의 혈전에 urokinase를 주입하여 혈전을 용해시키는 것이다⁶⁾. Pulse spray pharmacomechanical thrombolysis (PSPMT)는 흔하게 사용하는 혈전용해술로 혈관 내부에 삽입한 관을 통하여 heparin과 고농도 urokinase 혼합액을 30초당 0.2 cc를 강하게 주입하는 것이다⁶⁾. 이 방법은 urokinase에 의한 혈전용해와 주입되는 압력에 의한 혈전분쇄효과를 동시에 이용할 수 있어 시술 시간과 urokinase 사용량을 줄일 수 있다. 그러나 PMT와 비교해 볼 때 오랜 시술시간과 국소 출혈, 그리고 지혈시간의 지연 등이 문제점으로 지적되고 있다⁶⁾.

PMT는 기계적 에너지를 이용하여 혈전을 직접 용해하거나 분쇄하여 흡입하는 방법으로 이론적으로 시술시간이 절약되고 안전하며, 경제적이라는 장점이 있다^{16, 17)}. 최근에는 PMT에 사용되는 여러 가지 기구들이 개발되어 암상적으로 많이 이용하고 있으며 그 예로써 Amplatz thrombectomy device (Microvena, White Bear Lke, Minn, USA), Cragg brush catheter (Cragg Thrombolytic Brush, Micro Therapeutics, San Clemente, CA, USA), hydrodynamic catheter (Hydrolyser, Cordis Europa NV, Roden, The Netherlands) 등이 있고 가장 최근에 개발된 기구가 rotating basket catheter (Arrow-Trerotola Percutaneous Thrombolytic Device, Arrow International, Reading, PA, USA)이다. Arrow-Trerotola PTD는 길이 9 mm의 nitinol basket이 부착되어 있는 5-F outer catheter (Fig. 1A)와 견전지로 작동하는 3,000 rpm 모터로 구성되어 있다 (Fig. 1B). 이 rotating basket catheter는 혈전을 직경 3 mm 이하 (대개 1 mm보다 작은)의 균일한 크기로 분쇄시킬 수 있으며 분쇄된 혈전은 흡입 제거된다^{18, 20)}. 혈전증에 의한 자가혈관 동정맥루 폐쇄 치료에 Arrow-Trerotola PTD를 사용한 Rocek 등²¹⁾의 연구에 의하면, PMT 시행 중 Arrow-Trerotola PTD 사용 횟수는 평균 4회 (2~7회)였으며 시술 시간은 평균 126.1분 (105~160분)이었다. 기술적 성공률은 100%였으며, 잔여 혈전이 없거나 경미한 경우는 70%, 중증도의 잔여 혈전이 있는 경우는 30%였고, 3개월 1차 개통률 70%, 6개월 1차 개통률 60%였다. Arrow-

Trerotola PTD는 다른 기구들 보다 사용이 간편하고, 구경이 작으며 (5~6 F), 자가 평창성으로 인한 stripping action 등의 장점이 있다^{18, 20)}. 또한 혈관 내벽의 손상이 최소화되어 1차 개통률의 결과가 좋으며, 혈관 문합부위로부터 동맥내의 혈전들을 제거해 낼 수 있는 장점도 있다.

Arrow-Trerotola PTD 사용시 발생하는 주요 합병증으로는 수혈이나 외과적 수술이 필요한 출혈, 증상이 있는 폐색전증, 동맥 색전증, 조영제에 대한 과민반응등이 있으나²⁰⁾ 본 중례에서는 Arrow-Trerotola PTD 사용에 따른 합병증 발생이 없었다. Arrow-Trerotola PTD를 사용할 경우에는 혈전이 3 mm 이하 크기로 균일하게 분쇄되어 흡입 제거되기 때문에 폐색전증과 같은 합병증이 최소화 될 수 있다¹⁹⁾.

Arrow-Trerotola PTD는 혈전증에 의한 인조혈관 동정맥루 폐쇄 치료에 있어서도 높은 치료 성공률을 보이고 있다. Smits 등²¹⁾이 인조혈관 동정맥루 폐쇄에서 Cragg brush catheter, Hydrolyser, Arrow-Trerotola PTD의 치료를 비교한 연구 보고에 의하면 초기 치료 성공률은 Cragg brush, Hydrolyser, Arrow-Trerotola PTD가 각각 85%, 83%, 95%로 Arrow-Trerotola PTD가 다른 기구들과 비교하여 치료 성공률이 높았다. 또한 Trerotola 등²²⁾이 Arrow-Trerotola PTD와 PSPMT의 치료를 비교한 연구 보고에 의하면 초기 치료 성공률은 두 시술 방법 모두 95%였으며, 평균 시술 시간은 Arrow-Trerotola PTD, PSPMT 각각 75분, 85분으로 Arrow-Trerotola PTD의 시술시간이 더 짧은 것으로 나타났다. 따라서 Arrow-Trerotola PTD는 기존의 PSPMT가 가지고 있었던 오랜 시술시간, 국소 출혈, 지혈시간 지연등의 단점을 보완할 수 있을 것으로 생각되며 자가혈관 동정맥루 폐쇄 치료뿐만 아니라 인조혈관 동정맥루 폐쇄 치료에도 큰 도움이 되리라 생각된다.

저자들은 본 중례와 같이 정맥내 혈전증에 의한 혈액투석 동정맥루폐쇄가 장시간 경과되었고 PTA 후 정맥내 혈전제거가 불완전한 환자에서 Arrow-Trerotola PTD를 사용한 기계적 혈전제거와 PTA를 시행하여 동정맥루폐쇄의 성공적인 재개통을 경험하였기에 이를 보고하는 바이다. 이와 같이 고식적인 방법으로 혈전제거가 어렵거나, 출혈성 합병증 발생 위험이 높아 혈전용해제를 이용한 혈전용해술이 어려운 경우

에서는 Arrow-Trerotola PTD를 사용한 혈전제거술이 유용할 것으로 기대된다.

= Abstract =

A Case of Mechanical Thrombolysis of Thrombosed Native Hemodialysis Fistula Using Arrow Trerotola Percutaneous Thrombolytic Device

Byung Seung Kang, M.D., Tae Hee Lee, M.D.
Jin Hyuck Chang, M.D., Hee Jung Yoon, M.D.
Hak Jin Hwang, M.D., Jae Hoon Lee, M.D.*
Kwang-Hun Lee, M.D.*
Hyeong Cheon Park, M.D.
Shin Wook Kang, M.D.
Kyu Hun Choi, M.D., Sung Kyu Ha, M.D.
Ho Yung Lee, M.D. and Dae Suk Han, M.D.

Department of Internal Medicine and
Department of Diagnostic Radiology*,
Institute of Kidney Disease, Yonsei University
College of Medicine, Seoul, Korea

Adequate care of patients with end-stage renal failure on hemodialysis requires permanent vascular access. Arteriovenous fistula obstruction due to venous thrombosis is commonly observed complication, contributing significantly to morbidity and hospitalization of dialysis patients. Percutaneous intervention using angioplasty and thrombolysis has become an accepted treatment of thrombosed vascular access and demonstrates comparable technical results and patency rates with those of surgery. Recently developed percutaneous mechanical thrombectomy (PMT) uses mechanical energy to clear thrombus percutaneously in combination with mechanical dissolution, fragmentation, and aspiration. PMT offers fast thrombus removal without complications related to thrombolytic therapy. We report a case of thrombosed hemodialysis native fistula which was successfully treated with percutaneous angioplasty and mechanical thrombolysis using newly introduced Arrow-Trerotola percutaneous thrombolytic device. (Korean J Nephrol 2003;22(5):622-628)

Key Words: Arteriovenous fistula obstruction, Percutaneous mechanical thrombectomy, Arrow-Trerotola percutaneous thrombolytic device

참 고 문 헌

- 1) Carlson DM, Duncan DA, Naessens JM, Johnson WJ : Hospitalization in dialysis patients. *Mayo Clinic Proceedings* **59**:769-775, 1984
- 2) Berkoben M, Schwab SJ : Maintenance of permanent hemodialysis vascular access patency. *Anna J* **22**:17-24, 1995
- 3) Zibari GB, Rohr MS, Landreneau MD, Bridges RM, DeVault GA, Petty FH, Costley KJ, Brown ST, McDonald JC : Complications from permanent hemodialysis vascular access. *Surgery* **104**:681-686, 1988
- 4) Porile JL, Richter M : Preservation of vascular access. *J Am Soc Nephrol* **4**:997-1003, 1993
- 5) Fan PY, Schwab SJ : Vascular access, Concepts for the 1990s. *J Am Soc Nephrol* **3**:1-11, 1992
- 6) Vogel PM, Bansal V, Marshall MW : Thrombosed hemodialysis : lyse and wait with tissue plasminogen activator or urokinase compared to mechanical thrombolysis with the Arrow-Trerotola percutaneous thrombolytic device. *J Vasc Interv Radiol* **12**:1157-1165, 2001
- 7) Murphy GJ, White SA, Nicholson ML : Vascular access for haemodialysis. *Br J Surg* **87**:1300-1315, 2000
- 8) Schwab SJ, Raymond JR, Saeed M, Newman GE, Dennis PA, Bollinger RR : Prevention of hemodialysis fistula thrombosis. Early detection of venous stenoses. *Kidney Int* **36**:707-711, 1989
- 9) Vorewerk D, Bucker A, Alzen G, Schurman K, Ritzerfeld M, Gunther RW : Chronic venous occlusion in hemodialysis shunts : efficacy of percutaneous treatment. *Nephrol Dial Transplant* **10**:1869-1873, 1995
- 10) Glanz S, Gordon DH, Butt KH, Hong J, Lipkowitz GS : The role of percutaneous angioplasty in the management of chronic hemodialysis fistulas. *Ann Surg* **206**:777-781, 1987
- 11) Beathard GA : Percutaneous transvenous angioplasty in the treatment of vascular access stenosis. *Kidney Int* **42**:1390-1397, 1992
- 12) 이은혜, 윤현기, 강성권, 송호영, 권태원, 지은경, 김경숙, 성규보 : 혈액투석용 동정맥류 기능부전시의 경피경관 성형술과 혈전용해술 : 장기 개통율과 개통율에 영향을 미치는 요소. *대한방사선의학회지* **37**:611-615, 1997
- 13) Bhatia DS, Money SR, Ochsner JL, Crockett DE, Chatmann D, Dharamsey SA, Mulingatapang RF, Shaw D, Ramee SR : Comparison of surgical by-

- pass and percutaneous balloon dilatation with primary stent placement in the treatment of central venous obstruction in the dialysis patient: one-year follow-up. *Ann Vasc Surg* **10**:452-455, 1996
- 14) Mickley V, Gorich J, Rilinger N, Storck M, Abendroth D: Stenting of central venous stenoses in hemodialysis patients: long-term results. *Kidney Int* **51**:277-280, 1997
- 15) 김상기, 이영철, 신상수, 김윤현, 김재규, 강형근, 정상영, 최수진나: 혈액투석단락과 관련하여 발생한 해골하정맥협착 : 자가팽창성 금속스텐트를 이용한 치료. *대한방사선학회지* **40**:671-677, 1999
- 16) Sharafuddin MJA, Hicks ME: Current status of percutaneous mechanical thrombectomy : part II-devices and mechanism of action. *J Vasc Interv Radiol* **9**:15-31, 1998
- 17) Reekers JA: Mechanical thrombectomy devices. *Intervent Radiol Monitor* **1**:91-96, 1998
- 18) Trerotola SO: Mechanical thrombolysis of hemodialysis grafts. In: Trerotola SO, Savader SJ, Durham JD, eds. Venous Interventions. Fairfax, VA : Society of Cardiovascular and Interventional Radiology 94-110, 1995
- 19) Trerotola SO, Davidson DD, Filo R, Dreesen RG, Forney M: Preclinical in vivo testing of a rotational mechanical thrombectomy device. *J Vasc Interv Radiol* **7**:717-723, 1996
- 20) Davis GB, Dowd CF, Bookstein JJ, Maroney TP, Lang EV, Halasz N: Thrombosed dialysis grafts: efficacy of concentrated urokinase, clot maceration, and angioplasty. *AJR* **149**:177-181, 1987
- 21) Smits HFM, Smits JHM, Wüst AFJ, Buskens E, Blankenstein PJ: Percutaneous thrombolysis of thrombosed hemodialysis access grafts: comparison of three mechanical devices. *Nephrol Dial Transplant* **17**:467-473, 2002
- 22) Trerotola SO, Vessely TM, Lund GB, Soulen MC, Ehrman KO, Cardella JF: Treatment of thrombosed hemodialysis access grafts. Arrow-Trerotola percutaneous thrombolytic device versus pulse-spray thrombolysis. *Radiology* **206**: 403-414, 1998