

만성 혈관 투석 환자에서 인조혈관 동정맥루의 유지를 위한 인터벤션의 이해

Intervention Management of Arteriovenous Graft in Hemodialysis Patients

조준희

관동의대 명지병원 영상의학과

Joon Hee Joh, M.D., Ph.D.

Department of Radiology, Myongji Hospital, Kwandong
University School of Medicine, Koyang, Korea

책임저자 주소: 412-270, 경기도 고양시 덕양구 화정동 697-24
관동의대 명지병원 영상의학과

Tel: 031-810-7164, E-mail joh1154@yahoo.co.kr

투고일자: 2010년 11월 1일, 심사일자: 2010년 11월 20일, 게재확정일자: 2010년 12월 8일

Abstract

Maintenance of well-functioning arteriovenous graft through interventional management is critical in the patients undergoing repeated, scheduled hemodialysis due to chronic renal failure (CRF). Understanding basics and procedures of intervention applied is critical to the people working in medical fields to adequately manage the patients. The author expects that through understanding interventional procedures, people working in this field adequately manage the patients undergoing hemodialysis due to CRF by well prepared medical aids.

Key Words: Hemodialysis, Fistula, Intervention

서 론

지속적인 혈액 투석을 하는 만성 신부전 환자에서 투석을 위한 혈관의 확보는 성공적인 혈액 투석을 위해서 필수적인 요소이며, 인조 혈관 동정맥루의 기능을 유지하기 위한 요소와 인터벤션 영역에서 사용되는 기본 시술법을 설명함으로써 만성 신부전 환자의 투석혈관 유지를 위한 인터벤션의 유용성과 그 시술법을 이해하는 것이 목표이다.^{1, 2}

투석혈관의 수술적 확보

일반적으로 투석 혈관은 좌측 상완에 자가 혈관을 통한 동정맥 문합 수술(arteriovenous fistula, AVF)이 가장 기본이 되며, 연결 혈관의 종류에 따라 요골동정맥 문합, 척골동정맥 문합, 요척골동정맥 문합, 척요골동정맥 문합의 네 가지로 나뉘며, 인조혈관을 이용한 동정맥 문합술(arteriovenous graft, AVG)은 상대적으로 자가혈관의 발달이 미약하거나, 수술 가능한 부분 상방에 폐색이 있어 수술 이후에 성공률이 좋지 않을 것으로 기대되는 경우에 시행하며, 상완에서 주로 요골동정맥 문합, 상완두동정맥 문합을 한다.^{3, 4} 자가혈관 동정맥루는 인조혈관 동정맥루에 비해 사용하기가 쉽고, 수명이 더 길고, 감염의 위험성이 낮은 것으로 알려져 있다. 인조혈관 동정맥루는 상대적으로 혈전증과 감염의 위험이 높은 것으로 알려져 있다.¹

수술전 검사

수술을 하기 전에 영상의학적 검사를 통하여, 혈관의 상태를 미리 파악하는 것이 수술 및 수술 후 성공률을 높일 수 있으며, 정맥조영술, 도플러 초음파, 컴퓨터 전산단층 촬영 또

는 자기공명 정맥조영술 등의 방법으로 검사할 수 있으나, 가장 간단하고 직접 혈관 상태를 확인할 수 있는 정맥조영술이 가장 선호된다.^{5, 6} 정맥조영술은 혈관의 해부학적 구조뿐 아니라, 중심정맥 폐색 등의 상태도 알 수 있으므로 가장 유용한 검사법이라 하겠다. 그러나, 정맥조영술의 경우 동맥의 상태를 확인하기 위하여, 도플러 초음파 등 추가적인 검사가 필요하다.

인조혈관 동정맥루 기능부전의 기전

인조혈관 동정맥루에서 기능부전이 생기는 기본 현상은 인조혈관 내부의 혈전 발생으로 인한 폐색이며, 혈전이 생기는 원인은 정맥 문합 부위의 협착이며, 투석 과정 동안 과응고 상태, 저심박출량 등이 동반되는 경우에 발생하게 된다. 정맥 문합 부위의 협착이 점점 진행되어 인조혈관 내의 압력이 점차 증가하게 되며, 이에 의해 혈류의 속도가 점점 느려지다가 어느 시점에서 혈전이 발생하게 되는 것이다. 이를 가속시키는 요인으로 지속적인 사용에 의한 인조혈관의 손상과 이에 의한 내면의 증식, 주사침 제거 후 지혈을 위한 과도한 압박, 일시적인 혈압 저하, 환자 자세에 의한 압박 등이 있으며, 주사 시에 한 곳에 집중하지 않고 여러 부위에서 넓은 범위에 걸쳐 시행해야 하는 이유가 여기에 있다.

문합 부위의 협착은 수술 후 시간이 지남에 따라 증가하며, 이는 내면의 증식이 주 원인이고, 정상적이었던 정맥이 비정상적인 동맥의 압력을 받아 일어나는 현상으로 이를 막을 수 있는 방법은 아직은 알려져 있지 않다.⁷ 단지 적절한 크기의 인조혈관을 사용함으로써 문합 부위에서 정맥이 받는 압력을 낮추어 볼 수 있지만, 동맥과 정맥은 그 압력 차이가 워낙 크므로 의미가 없을 가능성이 높다. 인조혈관을 장기간 문제 없이 쓸 수 있게 하는 것은 지속적인 관찰로 협착이 발생하는 경우에 이를 조기 발견하여 협착을 치료함으로써 혈전에 의한 폐색이 생기는 것을 미연에 방지하는 것이 최선책이라 할 수 있다. 이후에 혈전이 발생했을 때, 인조혈관은 혈관의 직경이 작기 때문에 한번 혈전이 생기면 혈류가 차단 되어 투석이 불가능하게 되므로 기능부전 이 비교적 빨리 발견된다. 그래서 급성 혈전 상태로 치료하기 때문에, 지속적인 만성 혈전증이 있었을 가능성이 높은 자가혈관 동정맥루 보다 인터벤션을 통한 혈전 제거술이 보다 용이하여 치료 성적은 좋은 편이지만 인터벤션을 통한 혈전 제거술 자체가 인조혈관에 손

상을 주는 행위일 수 밖에 없기 때문에 보다 덜 손상을 주는 풍선확장술을 이용하여 혈전을 미연에 방지하는 것이 중요하다.⁸ 이러한 예방적 혈관 성형술이라는 개념이 다수의 인터벤션 영상의학과 의사에게는 익숙하지만 아직은 일부 반대 의견 등이 만만치 않다. K-DOQI (Dialysis Outcomes Quality Initiative) 가이드 라인⁹에 인조혈관이든 자가 혈관이든 혈관 지름의 50% 이상이 좁아져 있는 경우에는 인터벤션을 이용하든지 수술법을 이용하여 이를 교정해 주도록 권고하고 있다. Table 1, 2에 인터벤션의 적응증과 금기증이 나열되어 있다.

지속적인 혈관 상태의 검사

이러한 기능부전을 검사하기 위한 여러 가지 방법이 제시되고 있으며, 각각의 특성과 장·단점이 있으므로 상황에 맞게 적절한 방법을 이용하여 검사한다. 혈관의 문제가 있는 경우에 투석 중 주사침이 잘 안 들어가거나, 정맥압의 증가, 투석 팔의 부종, 측부 혈관의 발달 등의 소견을 보임으로 추가적인 검사가 필요한지 여부를 미리 예측할 수 있다.

1. 초음파 감시

수술 후 미성숙 혈관의 상태 또는 혈관 부전의 상태를 알기 위한 검사로 기본이 되며, 비침습적이고, 조영제를 사용하지

Table 1. Indications for Intervention in AVG

Elevated dynamic or static pressure
Decreased flow
Abnormal urea or elevated access re-circulation
Swollen extremity
Unexplained reduction in measurement of dialysis dose
Previous thrombosis in the access
Abnormal physical findings

Table 2. Contraindications for Intervention in AVG

Infection around graft
Patients with risk factors for use of anticoagulants and fibrinolytics
A history of life threatening reaction to contrast agents
Immature state (less than one to two weeks post-op.)
Patients with severe pulmonary arterial hypertension
Patients with known right to left shunt (risk of paradoxical embolism)
Repeated graft clotters (greater than two clots in one month)

않는 장점이 있으며, 추가적인 수술 또는 인터벤션의 필요 여부를 평가할 수 있는 기준이 된다. 그러나, 미성숙 혈관의 경우 초음파에서 혈관의 직경이 가늘어져 있어 추적하기가 어려우며, 이 경우 압박띠 등을 이용하여 정맥의 확장을 유도하여 도움을 받을 수 있다. 또한, 투석 중 혈류량을 직접 측정하여 나빠지는 동정맥루를 예측할 수 있는데, 자가혈관 동정맥루의 경우 350 mL/min, 인조혈관의 경우 600 mL/min 이하인 경우 심한 협착을 시사하는 것으로 알려져 있다.^{10, 11}

2. 동맥조영술(색질조영술)

투석 중 혈류 측정, 초음파 검사 등을 통하여, 치료가 필요한 경우 미리 예측할 수 있으므로 선별을 위한 동맥조영술은 점점 감소되는 추세이나, 혈관의 상태를 직접적으로 보여줄 수 있는 장점으로 아직도 많이 시행되고 있다. 또한 인터벤션 등 치료 이전에 혈관의 정확한 상태 및 측부 순환의 여부, 중심 정맥의 상태 등을 알기 위해서 필히 시행되어야 하는 검사이다. 동맥조영술은 동맥의 기시부인 쇄골하동맥 입구에서부터 색질을 지나 중심 정맥으로 유입되는 전경로를 검사하는 것이 중요하다. 일반적인 요오드성분 조영제를 사용하여 검사하며, 환자나 검사자에 따라 가도리늄 성분의 조영제를 사용하기도 한다. 이산화탄소는 조영제 역류에 의한 경동맥이나 척추동맥으로의 유입 위험성 때문에 금기된다. 주사 침의 삽입은 원위부 동맥, 문합 주위의 동맥화 정맥, 유입 정맥 등에서 시행하며, 완전 항응고의 경우 동맥에 대한 주사 침 삽입은 금기되며, 이를 제외하고는 삽입 위치에 대한 금기증은 없다. 주사 침을 삽입한 뒤 조영제 10 mL 정도를 이용하여, 1-2초 정도 주입하면 충분한 혈관의 형태를 얻을 수 있으며, 보다 근위부의 혈관을 검사하는 경우에 조영제 의 양과 주입속도를 늘일 수 있다. 또한 압박띠 등을 이용하여 혈류를 줄이거나, 말이집이 삽입된 경우에 정맥 유입부를 풍선 카테

터를 이용하여 막고 검사하면 도움을 얻을 수 있다. 혈관의 해부학적 구조도 알고 있어야 하는데, 약 20%의 환자에서 요골 동맥이 이상적으로 상부에서 분지하는 것으로 알려져 있어 그 기시부 및 상부의 혈관 상태도 확인 하여야 하며, 특히 원위부 동맥 허혈이 의심되는 환자는 쇄골하 동맥의 기시부 협착 여부를 꼭 확인하여야 한다.

동맥조영술에서 기준 직경을 정하기 어렵기 때문에 정확한 협착 정도를 판정하는 것은 어려우나, 임상 정보와 혈의 감소의 정도 등을 참고해서 의미 있는 협착 정도를 예측할 수 있으며, 측부 혈관이 발달되어 있는 경우 의미 있는 협착으로 예상 할 수 있다.

인터벤션

1. 혈관성형술

일반적으로 자가혈관 동정맥루를 가진 환자에서 주로 시행되는 인터벤션 시술법으로 의미있는 협착을 교정하기 위하여 풍선 혈관성형술을 우선적으로 시행하며, 풍선 카테터를 삽입하기 위하여 말이집을 삽입하고, 유도 철심, 카테터 등을 이용하여 협착 주위를 지나간 다음 직접 풍선 카테터를 삽입하거나, over the wire technique으로 풍선 카테터로

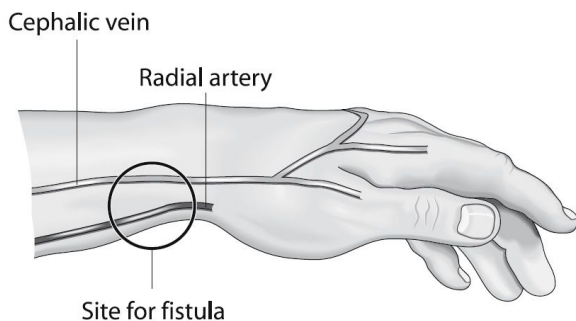


Fig. 1. Usual site of AVF creation (figures adapted from 3)

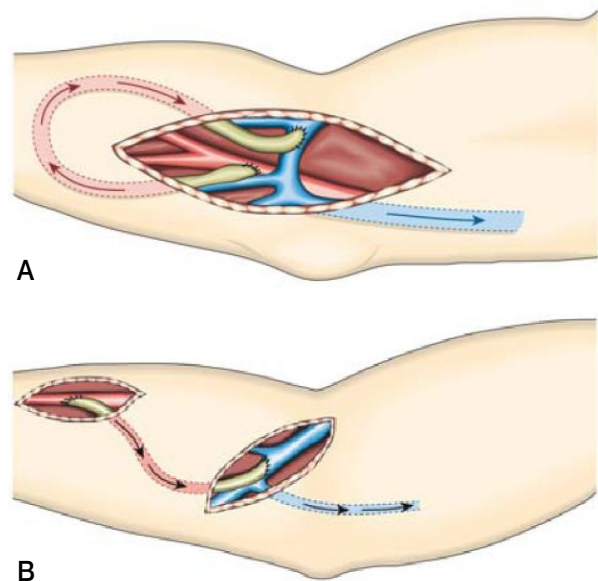


Fig. 2. A, B). Usual site for AVG creation.

교체한다. 이후 협착 부위에서 어깨 부위가 없어질 때까지 확장을 시도하며(일반적으로 30초-3분), 필요에 따라 고압 풍선 카테터나 절단 풍선 카테터를 사용한다. 혈관성형술 이후에 협착이 완전 소실되었으면, 더 이상의 시술은 필요가 없으며, 30% 미만의 협착이 남은 경우 상황에 따라 시술을 종료하거나, 1 mm 더 큰 풍선 카테터로 교체하여 추가 혈관성형술을 할 수 있다. 협착이 30% 이상으로 남은 경우에는 1 mm 더 큰 풍선 카테터를 이용하여 추가 혈관성형술을 시행하며, 이후에도 협착이 계속 남은 경우에 스텐트 삽입을 고려할 수 있다.¹²⁻¹⁴ 시술이 종료되면, 말이집을 제거하면서 주머니끈 봉합을 이용하여 말이집이 삽입되었던 부위를 지혈한다.

2. 혈전제거술

인조혈관에서 주로 잘 발생하는 혈전에 의한 폐색을 치료하기 위한 방법이며, 정맥문합 부위 협착에 의한 저류가 주 원인으로, 인조혈관 내부가 혈전으로 막히는 경우로 일반적으로 급성 혈전증으로 나타나나, 인조혈관의 주사침 삽입 위치의 손상, 내면의 증식과 병발하는 만성 혈전증의 형태로 동반되어 나타나기도 한다. 혈전적 폐색의 경우 우선 혈전제거술을 시행하고 원인을 교정한다. 혈전제거술은 혈전용해술과 혈전제거술로 나뉘며, 혈전제거술은 흡입식 혈전제거술

과 기구를 이용한 기계적 혈전제거술로 나뉜다. 혈전용해술은 유로키나제, r-티피에이 등 혈전용해제를 혈전으로 막힌 인조혈관에 삽입하고 혈전용해가 일어나도록 유도하는 것으로, 약을 넣는 방법에 따라 pulse spray method와 lyse and wait technique으로 나뉜다. 기계적 혈전제거술은 여러 다양한 기구를 이용한 혈전 제거법으로 진공효과, 혈전파쇄 등을 응용한 것으로 각 기구 회사마다 다양한 제품을 제공하고 있다(앤지오젯, Hydrolyser, Arrow-PTD, Amplatz 혈전제거기). 흡입식 혈전제거술은 지름이 큰 혈관용 말이집을 이용하여 실린지를 연결하여 직접 빨아내는 방법으로 시술 시간이 짧고 비용이 저렴한 장점이 있다.^{15,16} 그러나 이러한 한 가지 방법만으로는 완벽하게 혈전을 제거할 수 없어 두 가지 이상을 혼합한 방법도 많이 시도되고 있다. 혈전이 제거된 이후 앞에서 설명한 혈관성형술의 방법대로 협착을 교정하여 원인을 제거한다.

1) 기술적면의 고찰

협착만 있는 경우 혈관성형술 만으로도 협착이 교정되면 빠른 혈류에 의해 회복되므로, 시술과정에 굳이 헤파린을 따로 쓸 필요는 없다. 사용 풍선 카테터의 크기는 원하는 정상 혈관보다 1 mm 큰 크기를 사용하며, 동맥 협착에서 최소 4

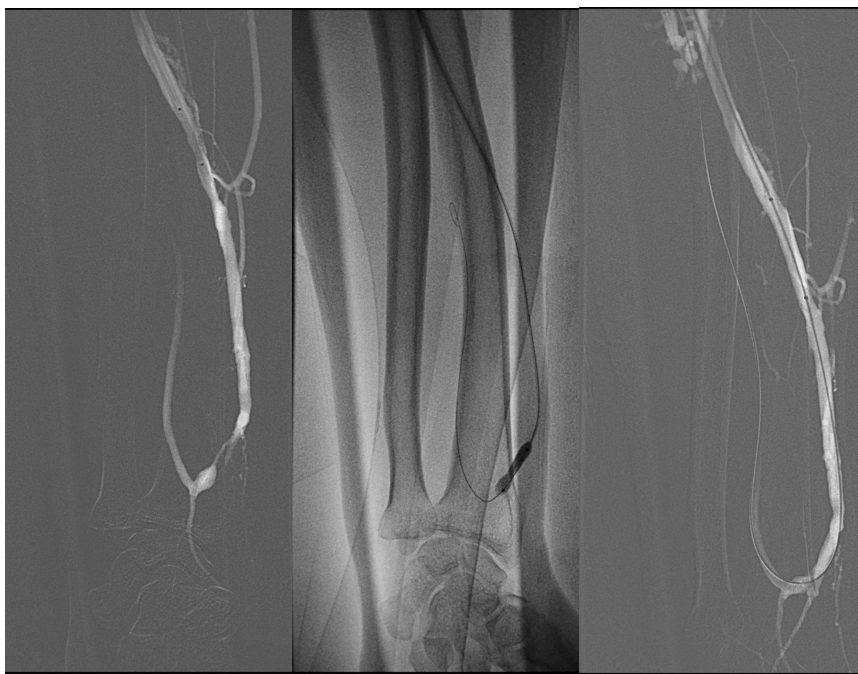


Fig. 3. Angiography shows two focal stenosis at distal radial artery and juxta-anastomosis site.

mm, 정맥 협착의 경우 최소 5 mm 이상의 것을 쓴다. 결과지 순환이 발달되어 있는 경우 중심 색질의 혈류가 회복되면 자연적으로 없어질 가능성이 높으므로, 굳이 색전술나 결찰을 할 필요는 없다. 스텐트를 삽입하는 경우는 자가 팽창성 스텐트를 사용하며, 혈관 파열의 경우, 혈관성형술 이후에도 반동에 의해 심한 재협착이 발생한 경우, 지속적인 반복시술이 필요한 경우, 혈전제거술 이후에 갇힌 혈전이 지속적으로 남아 혈류장애를 유발할 때 등에서 제한적으로 사용하도록 한다.¹⁷

혈전적 폐색의 경우 급성 재폐색과 감염된 혈전의 체순환의 위험성을 줄이기 위해 시술 이전에 최소 3,000 IU 이상의 헤파린과 항생제를 사용한다. 인조혈관의 경우 동맥부와 정맥부를 각각 따로 치료해야 하는 경우도 있는데, 이 경우에 두 개의 말이집을 이용하여 문합 부위 근처에서 서로 마주보게 접근하여 서로 교차하여 시술을 할 수도 있으며(crossed catheter technique), 인조혈관의 중간 부분을 단일 접근하여 양쪽방향으로 말이집을 돌려가면서 시술하는 방법이 더 유용하게 쓰인다(single puncture technique or apex puncture technique in U-shaped graft). 혈전을 제거할 때는 정맥 측부터 제거하는데 이는 동맥 측을 먼저 제거하는 경우, 이후 시술에서 역류에 의한 동맥 색전증의 가능성을 줄이기 위함이다. 이후 남은 소량의 혈전은 혈관성형술 전후에 혈류를 따라 폐로 이동하여 작은 색전증을 유발하나 의미있지 않은 것으로 알려져 있다.

2. 시술의 결과

인터벤션 시술의 성공률은 색질의 위치, 종류, 협착의 위치, 환자의 나이 등에 따라 다양하게 보고되고 있으며, 인조혈관 혈전제거술은 100%의 성공률을 보고하고 있다. 그러나, 급성 폐색도 다양하게 한달 이내에 16-70%까지 보고되고 있다.²

3. 합병증

심한 협착이 있는 부위, 과도한 압력이나, 혈관 크기와 맞지 않는 풍선 카테터를 사용하는 경우에 혈관 파열이 일어날 수 있으며, 이 경우에 조영제 의 유출이 직접적으로 관찰된다. 이를 치료하기 위하여 파열이 있는 곳에 풍선 카테터를 다시 위치하고 2기압 정도의 낮은 압력으로 5분 정도 팽창(풍선 탐폰 효과)하면 대부분 회복되나, 그렇지 않는 경우 같은 방법으로 2회 더 반복하고(총 15분) 이후에도 나아지지 않으면, 스텐트 삽입을 하거나 수술적 교정을 고려한다.

의미있는 원위부 색전증은 잘 발생하지 않으나, 치료를 요하는 혈전증은 약 1% 미만에서 발생하며, 혈전에 의한 폐색전증은 거의 일어나지 않는 것으로 알려져 있다.

고칼륨혈증, 수분과잉, 세균혈증 등이 일반적으로 발생할 수 있는 가능성이 있으며, 접근부위 혈종, 가성동맥류 등도 발생할 수 있으며, 중심 정맥 협착이 동반되어 있는 환자에서 이를 교정하지 않을 경우 부종이 발생한다. 그러나 이들 합병

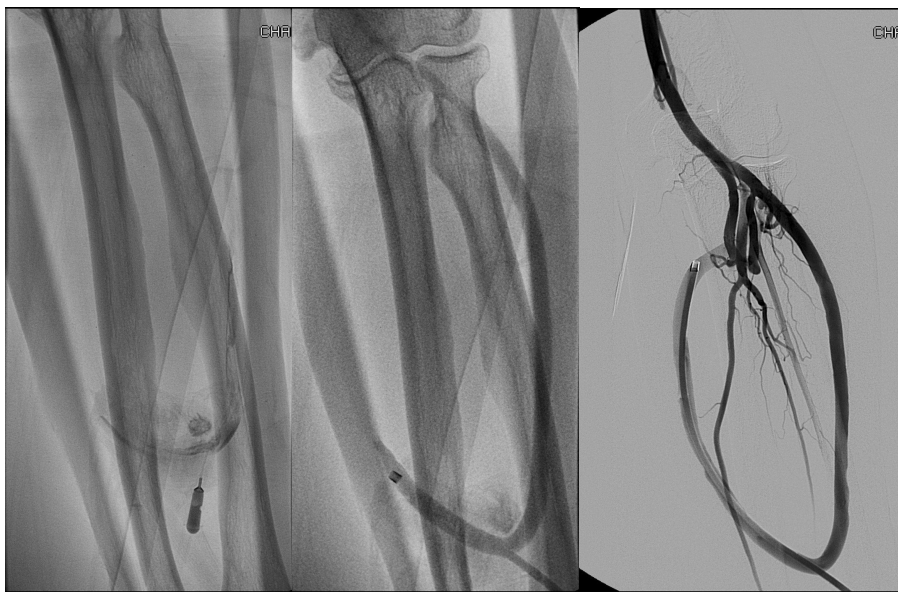


Fig. 4. Aspiration thrombectomy in lower arm graft.

가능한 합병증은 대부분이 경미한 것으로 알려져 있다.

원위부 혈류 저하증후군(steal syndrome)는 셋길을 통한 정맥 유입량이 증가하여 원위부 동맥 혈류량의 감소로 나타나는 현상으로 허혈의 형태로 나타난다. 환자는 동통, 차가움 등을 호소하며, 주로 요골동정맥루 환자에서 요골 동맥으로부터 혈류를 받는 엄지, 검지, 중지 등에 증상을 나타낸다. 심하면 궤양, 괴저를 유발하기도 하며, 이 경우 셋길교정술 등의 교정치료가 필요하다.¹⁸

결론

인조혈관에서 혈전 용해술을 이용한 인터벤션은 95% 이상의 성공률을 보이며, 실패하는 대부분의 원인은 정맥 문합 부위를 시술 기구가 통과하지 못해서 혈관성형술을 하지 못하는 경우이다.¹⁹

K-DOQI 가이드 라인에 의하면, 인터벤션으로 혈관 성형술을 한 경우에는 50% 이상에서 6개월의 유효한 개통률을, 수술을 하여 혈관 성형술을 하는 경우에는 1년의 유효 개통률을 50% 이상으로 요구하고 있다. 이는 수술을 하는 경우에 그 성공률 및 개통률이 높아야 한다는 것이며, 그 만큼 수술에 대한 부담감을 반영하는 지표라 하겠다. 그러나 수술이나 인터벤션 모두가 각각의 장·단점이 있으며, 환자의 상황이 항상 일정한 것이 아니므로 시술이 필요한 당시의 상황에 맞는 적절한 방법으로 치료를 해야 할 것이다. 단지 혈전이 생기기 이전에 정맥 문합 부위에서 발생하는 협착을 조기에 발견하여 이를 치료함으로써 혈전이 생기는 것을 미연에 방지하는 것이 최선의 방법이라 하겠다.

References

- Burdick JF, Maley WR. Update on vascular access for hemodialysis. *Adv Surg* 1996;30:223-32.
- Nassar GM. Endovascular management of the "failing to mature" arteriovenous fistula. *Tech Vasc Interv Radiol* 2008;11:175-80.
- Kostakis A, Mantas D. Vascular access to patients in haemodialysis in Liapis CD, Balzer K, Benedetti-Valentini F, Fernandes e Fernandes J. *Vascular surgery*. New York, Springer, 2007:587-94.
- Spergel LM, Ravani P, Asif A, Roy-Chaudhury P, Besarab A. Autogenous arteriovenous fistula options. *J Nephrol* 2007;20:288-98.
- Planken RN, Tordoir JH, Dammers R, de Haan MW, Oei TK, van der Sande FM, van Engelshoven JM, Leiner T. Stenosis detection in forearm hemodialysis arteriovenous fistulae by multiphase contrast-enhanced magnetic resonance angiography: preliminary experience. *J Magn Reson Imaging* 2003;17:54-64.
- Allon M, Lockhart ME, Lilly RZ, Gallichio MH, Young CJ, Barker J, Deierhoi MH, Robbin ML. Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2001;60:2013-20.
- Li L, Terry CM, Shiu YT, Cheung AK. Neointimal hyperplasia associated with synthetic hemodialysis grafts. *Kidney Int* 2008;74:1247-61.
- Miguel SS, Chow J. Vascular dialysis access flow measurement: early intervention through early detection. *J Ren Care* 2009;35:185-91.
- Foundation INK, KDOQI Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification, and Stratification c2002 [cited 2010 Nov 1] available from http://www.kidneyorg/professionals/kdoqi/guidelines_ckd/tochtm1950.
- Huijbregts HJ, Bots ML, Wittens CH, Schrama YC, Blankestijn PJ. Access blood flow and the risk of complications in mature forearm and upper arm arteriovenous fistulas. *Blood Purif* 2009;27:212-9.
- Bay WH, Henry ML, Lazarus JM, Lew NL, Ling J, Lowrie EG. Predicting hemodialysis access failure with color flow Doppler ultrasound. *Am J Nephrol* 1998;18:296-304.
- WuCC, Wen SC, Chen MK, Yang CW, Pu SY, Tsai KC, Chen CJ, Chao CH. Radial artery approach for endovascular salvage of occluded autogenous radial-cephalic fistulae. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:2497-502.
- Lay JP, Ashleigh RJ, Tranconi L, Ackrill P, Al-Khaffaf H. Result of angioplasty of brescia-cimino haemodialysis

- fistulae: medium-term follow-up. *Clin Radiol* 1998;53: 608-11.
14. Bent CL, Rajan DK, Tan K, Simons ME, Jaskolka J, Kachura J, Beecroft R, Sniderman KW. Effectiveness of stent-graft placement for salvage of dysfunctional arteriovenous hemodialysis fistulas. *J Vasc Interv Radiol* 2010;21:496-502.
 15. Jain G, Maya ID, Allon M. Outcomes of percutaneous mechanical thrombectomy of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Semin Dial* 2008;21:581-3.
 16. Lipari G, Tessitore N, Poli A, Bedogna V, Impedovo A, Lupo A, Baggio E. Outcomes of surgical revision of stenosed and thrombosed forearm arteriovenous fistulae for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22:2605-12.
 17. Tynan-Cuisiner G, Berman SS. Advances in endovascular techniques to treat failing and failed hemodialysis access. *J Endovasc Ther* 2004;11 Suppl 2:II134-9.
 18. Zamani P, Kaufman J, Kinlay S. Ischemic steal syndrome following arm arteriovenous fistula for hemodialysis. *Vasc Med* 2009;14:371-6.
 19. Surlan M, Popovic P. The role of interventional radiology in management of patients with end-stage renal disease. *Eur J Radiol* 2003;46:96-114.