

Vascular Access Monitoring

순천향대학교 부천병원 신장내과

김진국

서론

지속적으로 혈액투석 치료를 받는 말기 신부전증 환자에서 혈로 (vascular access)는 생명선과 같은 것으로, 혈로를 확보하여 적절한 투석량을 유지하는 것은 환자의 예후 및 양질의 삶을 유지하는데 있어서 매우 중요하다. 이상적인 혈로는 혈액투석 시에 적절한 혈류 속도 (600-800 mL/min)를 유지하여 투석의 효율성을 높일 수 있고, 협착이나 폐쇄, 혈전, 감염, 동맥류, 출혈 등 혈로와 관련된 합병증을 최소화 할 수 있어야 한다.

가능한 방법으로 혈로를 정기적으로 감시하고 이를 통해 동정맥루 기능 이상을 조기에 진단하고 교정하는 것은 혈액투석 환자를 유지 치료하는데 있어 매우 중요한 요인이라는 점은 여러 연구를 통해 잘 알려져 있다. 이에 본 논문에서는 혈로 감시의 필요성과 혈로 감시 방법 중 진찰 (physical examination)에 대해서 알아보려고 한다.

본론

1. 혈로 감시의 필요성

혈액투석 환자에서 동정맥루를 만들 수 있는 혈관의 수는 한정되어 있으므로 확보된 혈로를 잘 유지하여 생존기간을 최대한 연장시키는 것은 환자 관리에 있어 필수적이다. 또한 혈로의 이상으로 혈로 내의 혈류량이 감소하게 되면 투석의 효율이 떨어지게 되고 결과적으로는 환자의 유병률과 사망률의 증가를 초래하게 된다^{1, 2)}. 그러므로 일정한 간격으로 혈로 감시를 통해 혈로의 기능 이상을 조기에 진단하여 교정해 주면 투석 효율의 저하를 막고 혈전의 발생을 줄여 환자의 유병률을 감소시키고 삶의 질을 향상시킬 수 있다. Sehgal 등²⁾이 Kt/ga 0.1 감소할 때마다 입원률은 11% 증가하고 입원일 수도 12% 증가하며 비용은 \$940 증가됨을 보고한 것을 보면 적절하게 혈로를 유지하여 투석의 효율을 잘 유지해 주는 것이 얼마나 중요한지를 알 수 있다.

NKF-K/DOQI clinical practice guideline for vascular access 지침³⁾에서는 투석 중 혈류량의 측정은 투석 시작 후 1.5시간 내에 여러 가지 회석법이나 도플러 초음파로 매달 측정하여 혈류량이 600 mL/min 이하이거나 혈류량이 1000 mL/min 이하이면서 최근 4개월간 25% 이상 감소했을 때에 동정맥루 조영술을 시행해보도록 권장하고 있다. 여러 연구에서 혈류량의 지속적인 감소가 동정맥루의 협착을 예측하는데 매우 예민한 인자로 보고하였고, 특히 인조 혈관에서의 혈류량 측정은 매우 유용하여 600 mL/min 미만에서는 정맥 협착을 의심할 수 있다고 하였다. 또한 수술적 또는 방사선과적 치료 후 혈류 속도의 측정이 치료의 성공 여부를 예측하는데 있어서도 매우 유용하여, 최근 보고서에서 방사선과적 치료 후 혈류량이 600 mL/min 이상이 되지 않으면 재협착이나 혈전이 재발할 가능성이 높음을 제안하였다. 저자의 연구에서도 방사선과적 치료 직전에 혈류량이 의미 있게 감소하였다가 치료 후에 혈류량이 600 mL/min 이상으로 의미 있게 증가되는 것을 관찰할 수 있었다.

정기적인 혈로 감시의 필요성에 대해서는 아직은 논란이 있다. Sands 등⁴⁾은 적절한 혈로 감시로 협착을 교정해 주면 혈전을 50-75% 감소시킬 수 있으며 이를 통해 환자의 유병률을 감소시키고 의료 비용을 줄일 수 있어 유용하다고 한 반면, Paulson 등⁵⁾은 인조혈관에서 혈로의 감시로 정확하게 혈전 발생을 예측할 수 없으며 혈로와 관련된 처치를 줄이고 혈로의 생존기간을 연장시킬 수 없다는 주장을 하였다.

2. 혈로 감시 방법

혈로의 혈류 속도를 측정하는 방법은 초음파 희석법 (ultrasound dilution technique)을 비롯한 여러 가지 희석법, 도플러 초음파 (doppler ultrasonography), 이차원 위상 대조 자기공명영상 (2-dimensional phase-contrast MRI) 등으로 혈류량을 직접적으로 측정하는 방법과 진찰 (physical examination), 투석 중 정맥압의 측정 (venous dialysis pressure), 요소 재순환을 측정 (urea recirculation ratio), 투석 적절도 측정 (Kt/Vurea, Urea reduction ratio), 동정맥루 조영술 (angiography), 자기공명 혈관조영술 (MRA), 외부 초음파나 혈관 내 초음파 (intraultrasonography)로 영상을 얻는 방법 등으로 간접적으로 혈류 속도를 반영하는 방법들이 있다.

직접적인 혈류량의 측정이 권장되고 있으며 저자의 연구⁶⁾에서도 초음파 희석법을 이용한 동정맥루의 혈류량 측정이 동정맥루 협착을 예측하고 감시하는데 유용한 검사임을 보고하였으나, 이를 위해서는 측정을 위한 장비가 추가적으로 필요하므로 임상에서 사용하기에는 제한점이 있다. 간접적인 측정 방법 중에서 진찰은 추가적인 도구나 비용이 필요하지 않고 쉽게 반복적으로 시행할 수 있는 장점이 있어 유용하나 훈련된 검사자가 필요하며 검사자에 따른 오차가 있을 수 있다.

Table 1. Surveillance of Access

	Graft	Fistula
Preferred	Intra-access flow Static venous pressure Duplex ultrasound	Intra-access flow Physical examination Duplex ultrasound
Acceptable	Physical examination	Recirculation Static venous pressure
Unacceptable	Dynamic venous pressure	

3. 혈로 진찰의 정의 및 방법

Monitoring과 Surveillance는 서로 밀접하게 관련이 있고 한글로도 감시라는 용어로 혼용되고 있어 정확하게 구분이 어렵지만 다음과 같이 정의할 수 있다. Monitoring은 혈로의 기능 이상을 암시하는 신체 징후를 발견하기 위한 진찰을 통해 혈로를 평가 하고 검사하는 방법이고, Surveillance는 혈로의 기능 이상을 검사하기 위한 특별한 기구를 이용한 방법으로 혈로를 주기적으로 평가하는 방법이라 할 수 있다.

NKF-K/DOQI 지침³⁾에서는 투석 치료를 시작하기 전에 매번 혈로의 개방 (patency)을 확인하고 모든 의료진에게 혈로 진찰에 대한 교육을 실시하며 환자 혈로의 특징적인 소견은 모두 기록해 둘 것을 권장하고 있다. 혈로의 기능 이상을 진단하기 위한 진찰은 적어도 월 1회 숙련된 검사자가 반드시 시행하고, 가능하다면 보다 자주 시행할 것을 권장하고 있다.

진찰에는 시진 (inspection), 촉진 (palpation), 청진 (auscultation)이 있다 (Table 2). 시진으로는 동정맥루 상부의 정맥 성숙도나 collateral vein의 발달 정도, 동정맥루 혈관의 확장 (aneurysmal dilatation)이나 협착 유무, 홍반 (erythema), 동정맥루 주위의 부종을 확인한다. 촉진을 통하여 동정맥루의 진동 (thrill)이나 박동 (pulsation), 혈로 부위의 온도, 혈로 내 압력을 검사해 볼 수 있는데, 진동이 미약하거나 진동이 없이 박동만 있는 경우 동정맥루 기능 이상을 의심해 볼 수 있다. 인조혈관에서 동맥부, 중간부, 정맥부 모두에서 진동이 잘 촉지되는 경우 혈류량이 450 mL/min 이상으로 예측할 수 있으며, 진동이 액와부 (axilla)까지 촉지되면 적어도 500 mL/min 이상으로 예측할 수 있다⁷⁾. 청진으로는 동정맥루의 잡음

Table 2. Physical Examination Characteristics of a Normal and Stenotic Access

Parameter	Normal	Stenosis
Thrill	Present at arterial anastomosis and decreased along vein	Present at site of stenotic lesion (decreased at arterial anastomosis)
Pulse	Soft, easily compressible throughout access	Water-hammer upstream of stenosis and falls off after stenosis
Bruit	Low-pitched Continuous	High-pitched Discontinuous (systolic only)

(bruit)이나 high-pitched sound 유무 등을 확인한다. 전자청진기를 이용한 보고를 보면, 협착 시의 청진 소견을 분석하여 협착이 있는 혈관에서 증폭 정도의 차이로 협착의 정도와 변화를 잘 예측할 수 있음을 알 수 있다⁸⁾. 혈로에 대한 진찰 소견과 함께 혈액투석 과정에서 월 2회 이상 반복적으로 혈전이 생기는 경우, 천자를 하기 힘든 경우, 바늘 제거 후 지혈을 하기 힘든 경우, 지속적으로 팔이 부어있는 경우에는 혈로 이상을 의심해 볼 수 있다.

Gelbfish 등⁹⁾은 혈로를 따라 진찰을 하여 진동과 혈로 내 압력 양상을 분석하여 혈로의 상태를 진단할 수 있음을 제안하였다. Fig. 1에서 보면 A는 정상 혈로 소견으로 진동은 동맥부에서 가장 강력하게 촉진되며, 혈로 내 압력은 동맥부에서 정맥부 쪽으로 가면서 점차적으로 감소되어 무지개 양상으로 나타난다. B는 정맥 접합부에서 협착이 발생된 경우로 진동은 정맥부에서 약하게 촉진되며, 혈로 내 압력은 협착이 있는 부위까지 증가되어 있다가 협착 이후 부위에서 떨어지는 양상을 나타낸다.

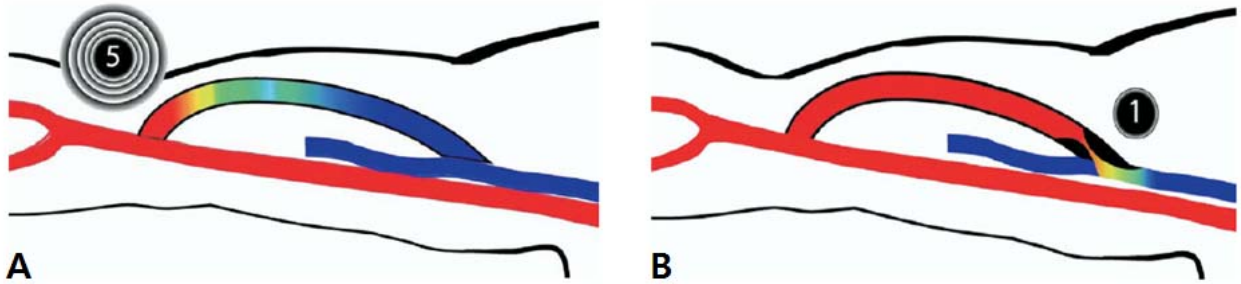


Fig. 1. Clinical surveillance and monitoring of arteriovenous access. (A) Normal AV graft, (B) AV graft with severe venous anastomotic stenosis.

4. 혈로 진찰의 유용성

혈로에 대한 진찰은 특별한 기구 없이 간편하게 시행할 수 있는 방법으로 임상적으로 시행하기에는 아주 유용한 방법이다. Agarwal 등⁷⁾은 혈로에 대한 간단한 진찰로 점수를 매겨 혈류 속도와 비교하고 생존율을 분석하였다. 진동은 촉진이 안되면 0 점, 액와부에서 만져지면 2점, 중간부에서 촉진되면 1점으로 하였고, 잡음은 지속적으로 들리면 1점, 끊어지면 0점으로 하였으며 박동은 없으면 1점, 만져지면 0점으로 하였다. Fig. 2의 A에서와 같이 진동의 정도에 따라 혈류 속도가 의미있게 차이가 있었으며, 혈로의 점수에 따라 분석한 경우에도 진찰 점수가 높은 군에서 혈류 속도가 높게 나타났다. B에서 보면 혈로의 생존율도 진동이 액와부에서 촉진되는 군이 진동이 액와부에서 만져지지 않는 군보다 의미있게 높게 나타남을 알 수 있다.

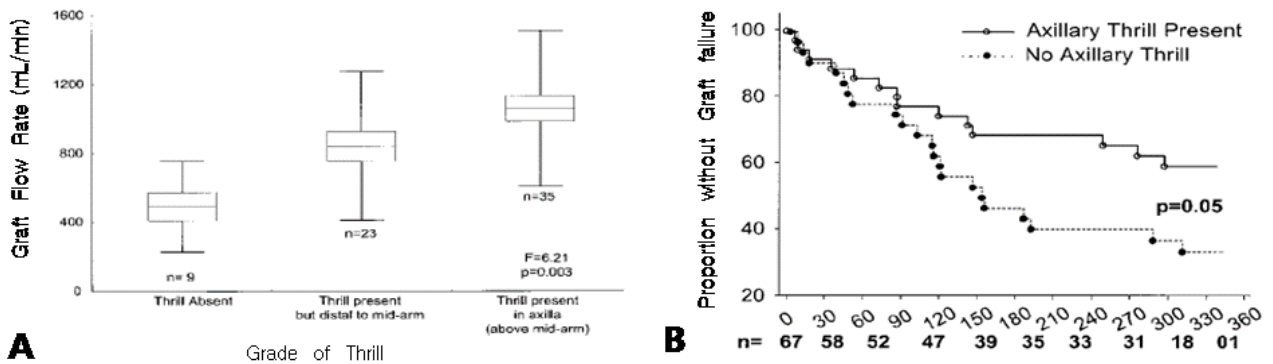


Fig. 2. A new physical sign in hemodialysis forearm graft evaluation. (A) Graft flow rates versus the presence and location of graft thrill, (B) Kaplan-Meier survival curve of surviving event-free graft.

Robbin 등¹⁰⁾은 혈액투석 환자를 두 군으로 분류하여 대조군에서는 진찰이나 임상소견만으로 혈로 감시를 시행하고 초음파군에서는 대조군에서 시행한 것에 초음파 감사를 부가적으로 시행하여 비교분석 하였다. 결과를 보면 협착에 대한 양성 예측률은 진찰로 80%로 초음파 감사의 80%와 차이가 없었다. 초음파군에서 연간 pre-emptive PTA를 대조군보다 의미있게 많이 시행하였으나, 연간 혈전 발생 빈도나 재수술 빈도는 차이가 없었으며 혈로의 누적생존율에 있어서도 차이가 없었다.

최 등¹¹⁾의 보고에서 동정맥루 기능 이상 진단 방법으로 진찰을 시행한 후 정맥조영술과의 결과를 비교하였는데, 정맥조영술 이상은 진찰 소견이 정상인 18명의 환자에서 1명 (5.5%)인데 비해 진찰 소견에 이상이 있는 28명의 환자에서는 21명으로 현재

한 차이를 보였다. 이를 바탕으로 숙련된 검사자가 시행할 경우 진찰만으로도 동정맥루의 기능 이상을 비교적 정확하게 예측할 수 있으며, 비용이 들지 않는 검사이므로 다른 검사 보다 우선적으로 시행하여 비정상적인 경우에는 비침습적인 검사를 시행하여 동정맥루 기능 이상을 조기에 진단할 것을 권장하였다.

저자들은 순천향대학교 부천병원에서 혈액투석 치료를 받고 있는 환자 70명을 대상으로 하여 신장내과 전임의1명과 투석전문 간호사 2명이 동정맥루의 진찰을 시행한 후 초음파 회석법 (Transonic System Inc., Ithaca, NY)을 사용하여 동정맥루의 혈류량을 측정하여 비교 분석하였다. 혈로의 진찰은 진동을 촉진하고 잡음을 청진하여 점수화 하였다. 결과를 보면 검사자 3명 각각에서 진찰 점수에 따라 혈류 속도가 의미있게 차이가 있었으며, 3명의 진찰 점수를 합산하여 나는 3군에서도 진찰 등급에 따라 720 mL/min, 916 mL/min, 1,284 mL/min으로 혈류 속도가 의미있게 차이가 있었다 ($p=0.004$). 이러한 결과는 이전의 Trerotola 등¹²⁾의 보고에서도 비슷하게 나타났다. 진찰 점수는 혈류 속도와 의미있는 양의 상관관계를 나타냈다 ($r=0.453$, $p<0.01$). 이상의 여러 보고를 종합해 보면 혈관 감시에 있어 진찰의 유용함을 잘 보여주고 있다.

결 론

혈액투석 환자에서 적절한 혈로를 확보하여 투석의 효율을 극대화 시키는 것은 환자의 유병률을 감소시키고 삶의 질을 향상시키는 데 있어 중요한 요인이다. 적절한 혈로를 유지하기 위해서는 동정맥루에 대한 환자나 의료인의 지속적인 관심과 함께 가능한 여러 방법으로 동정맥루에 대한 정기적인 감시가 이루어져야 한다. 다양한 감시 방법 중 혈로에 대한 진찰은 임상에서 간편하게 반복적으로 시행할 수 있는 비교적 정확하고 유용한 방법이다.

참 고 문 헌

- 1) Hakim RM, Breyer J, Ismail N, Schulman G: Effect of dose of dialysis on morbidity and mortality. *Am J Kidney Dis* 23:661-669, 1994
- 2) Sehgal AR, Dor A, Tsai AC: Morbidity and cost implications of inadequate hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 37: 1223-1231, 2001
- 3) NKF-K/DOQI clinical practice guideline for vascular access. *Am J Kidney Dis* 48:S241-S339, 2006
- 4) Sands JJ: Access monitoring improves outcomes. *Blood Purif* 23:45-49, 2005
- 5) Paulson WD: Access monitoring does not really improve outcomes. *Blood Purif* 23:50-56, 2005
- 6) Lee KH, Park JY, Choi SJ, Kim JK, Hwang SD, Joh JH: Clinical utility of access blood flow measurement by ultrasound dilution in hemodialysis patients. *Korean J Nephrol* 24:265-273, 2005
- 7) Agarwal R, McDougal G: Buzz in the axilla: A new physical sign in hemodialysis forearm graft evaluation. *Am J Kidney Dis* 38:853-857, 2001
- 8) Mansy HA, Hoxie SJ, Patel NH, Sandler RH: Computerised analysis of auscultatory sounds associated with vascular patency of hemodialysis access. *Med Biol Eng Comput* 43:56-62, 2005
- 9) Gelbfish GA: Clinical surveillance and monitoring of arteriovenous access for hemodialysis. *Tech Vasc Interv Radiol* 11:156-166, 2008
- 10) Robbin ML, Oser RF, Lee JY, Heudebert GR, Mennemeyer ST, Allon M: Randomized comparison of ultrasound surveillance and clinical monitoring on arteriovenous graft outcomes. *Kidney Int* 69:730-735, 2006
- 11) Choi JR, Kim YS, Yoon SA, Won YD, Son YS, Song WJ, Song HC, Kim YS, Chang YS, Bang BK, Kim YO: Accuracy of physical examination in detecting arteriovenous fistula dysfunction in hemodialysis patients: Comparison with venographic findings. *Korean J Nephrol* 25:797-802, 2006
- 12) Trerotola SO, Scheel PJ Jr, Powe NR, Prescott C, Freeley N, He JH, Watson A: Screening for dialysis access graft malfunction: Comparison of physical examination with US. *J Vasc Interv Radiol* 7: 15-20, 1996