

동정맥루와 투석적절도

순천향대학교 부천병원 신장내과

김진국

서론

혈액투석 치료를 받고 있는 말기 신부전증 환자에서 적절한 혈로 (vascular access)를 확보하여 환자가 필요로 하는 투석 요구량을 유지시키는 것은 환자의 예후 및 양질의 삶을 유지하는데 있어서 매우 중요하다. 동정맥루 혈류량의 정기적인 감시를 통해 동정맥루 기능 이상을 조기에 진단하고 교정하여 혈로를 적절하게 유지시키고, 이를 통해 투석의 적절도를 극대화하여 효율적인 투석을 유지하는 것이 혈액투석 환자를 관리하는데 있어 매우 중요한 요인이라는 점은 여러 연구를 통해 잘 알려져 있다. 이에 본 논문에서는 동정맥루와 투석적절도의 관계 및 의의에 대해서 알아보하고자 한다.

본론

1. 동정맥루 감시와 투석적절도 관리의 필요성

혈액투석 환자에서 적절한 혈로의 확보와 유지는 필수적이며, 혈로의 이상으로 혈로 내의 혈류량이 감소하게 되면 투석의 효율이 떨어지게 되고 결과적으로는 환자의 유병률과 사망률의 증가를 초래하게 된다¹⁻³⁾. 그러므로 일정한 간격으로 혈로 감시를 통해 혈로의 협착을 조기에 진단하여 교정해 주면 투석 효율의 저하를 막고 혈전의 발생을 줄여 환자의 유병률을 감소시키고 삶의 질을 향상시킬 수 있다. 투석의 효율성을 반영하는 지표 중에 하나인 Kt/V는 투석의 적절도를 반영하는 대표적인 지표로서 임상에서 많이 이용되고 있다. Sehgal 등²⁾은 Kt/V가 0.1 감소할 때마다 입원률은 11% 증가하고 입원일 수도 12% 증가하며 비용은 \$940 증가됨을 보고하였고, Gotch 등³⁾이 Kt/V가 0.8 미만인 환자에서 0.8 이상인 환자 군보다 이환율과 입원률이 더 높았다고 보고한 것을 보면 적절하게 혈로를 유지하여 투석의 효율을 잘 유지해 주는 것이 얼마나 중요한지를 알 수 있다. 적절한 Kt/V의 기준치에 대해서는 보고자 마다 약간씩 차이가 있으나, NKF-K/DOQI clinical practice guideline for vascular access 지침⁴⁾에서는 주 3회 혈액투석 치료를 받는 환자를

기준으로 Kt/V를 최소한 1.2 이상 유지하도록 권고하고 있다.

정기적인 혈로 감시는 혈류역학적으로는 이상이 있지만 증세가 없는 초기의 협착을 조기에 발견하여 교정함으로써 동정맥루의 협착으로 인한 기능적인 문제로 투석의 효율을 감소시키는 것을 예방할 수 있다. NKF-K/DOQI clinical practice guideline for vascular access 지침⁵⁾에서는 투석 중 혈류량의 측정은 투석 시작 후 1.5시간 내에 여러 가지 회석법이나 도플러 초음파로 매달 측정하여 혈류량이 600 mL/min 이하이거나 혈류량이 1,000 mL/min 이하이면서 최근 4개월간 25% 이상 감소했을 때 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 외과적 또는 방사선과적 치료 후 혈류 속도의 측정이 치료의 성공 여부를 예측하는데 있어서도 매우 유용하여, 최근 보고에서 방사선과적 치료 후 혈류량이 600 mL/min 이상이 되지 않으면 재협착이나 혈전이 재발할 가능성이 높음을 제안하였다. 저자의 연구⁶⁾에서도 협착이 발견된 환자 군에서 의미 있게 혈류량이 낮게 측정되었으며, 방사선과적 치료 직전에 혈류량이 의미 있게 감소하였다가 치료 후에 혈류량이 600 mL/min 이상으로 의미 있게 증가되는 것을 관찰할 수 있었다.

2. 동정맥루와 투석적절도의 연관성

Kt/V는 1985년 Gotch 등³⁾이 NCDS (National Cooperative Dialysis Study)의 자료를 분석하여 요소역동학 모형 (urea kinetic modeling)을 이용한 혈액투석 치료의 적절도 평가 방법으로 제시하였다. 여기서 K는 투석막의 요소 청소율, t는 투석 시간, V는 요소분포 용적으로 투석막의 요소 청소율 (K)에 투석 시간 (t)을 곱해서 요소분포 용적 (V)으로 나누어 주면 Kt/V가 계산되고 이는 1회 혈액투석 치료에서 이루어진 투석량을 의미한다⁷⁾. Kt/V는 공식에서 알 수 있듯

이 투석막의 요소 청소율, 투석 시간, 그리고 요소분포 용적에 의해 결정되는데, 요소분포 용적은 환자의 체중에 따라 정해지는 수치이므로 결과적으로 Kt/V는 투석막의 요소 청소율과 투석 시간에 의해 결정되어짐을 알 수 있다. 투석 시간을 늘리는 것이 투석의 효율을 늘릴 수 있는 중요한 방법이지만 투석 시간을 늘리는데 대한 환자들의 순응도와 그로 인한 경제적인 측면을 고려해 볼 때 제한점이 많다. 결국 투석의 효율을 늘릴 수 있는 방법은 투석막의 요소 청소율을 늘리는 것인데 이에 관여하는 인자로는 투석막의 체표 면적, 투석기계의 혈류 속도, 그리고 투석액의 관류 속도가 있다. 이외에도 천자 바늘의 구경, 동정맥 천자 사이의 간격, 혈관 내의 위치 등이 Kt/V에 영향을 줄 수 있으며, 동정맥루 내의 갑작스런 혈류량의 변화나 환자의 영양 상태도 Kt/V의 결정에 영향을 줄 수 있다.

혈류 속도의 증가는 투석 효율의 증가와 밀접한 관련이 있다. 신 등⁸⁾의 보고를 보면 혈류 속도를 200, 250, 300 mL/min으로 증가시키며 따라 평균 Kt/V값이 1.08 ± 0.02 , 1.26 ± 0.02 , 1.34 ± 0.03 으로 통계적으로 의미있게 증가됨을 볼 수 있었다. 또한 혈류 속도를 증가시켜도 저혈압의 발생 빈도나 평균 동맥압은 통계적으로 차이를 보이지 않았다. 결론적으로 이들은 혈류 속도를 가능한 한 증가시켜 적절한 투석을 해 줄 것을 제안하였다. 송 등⁹⁾의 연구에서 보면 혈액투석의 기준량인 1.2 미만의 Kt/V를 보이는 환자를 대상으로 체중에 따라 15-20%의 혈류 속도를 증가시켰을 때 Kt/V가 11.8% 의미있게 증가되었으며 호흡곤란 등의 다른 불편감을 호소하는 환자는 없었던 것으로 보아 혈류 속도의 증가가 Kt/V를 효과적으로 높일 수 있는 방법임을 알 수 있었다. 저자들의 연구에서도 Kt/V 1.2 이상 군 (n=138)의 혈류 속도가 237 ± 34.9 mL/min으로 Kt/V 1.2 미만 군 (n=73)의 혈류 속도 218.8 ± 50.2 mL/min보다 의미있게 높았으며 ($p < 0.001$), Kt/V와 혈류 속도 간에는 의미있게 상관 관계를 보였다 ($r = 0.244$, $p < 0.01$). 충분한 혈류 속도를 확보하기 위해서는 혈로에 문제가 없는 것이 선행되어야 한다. Hassell 등¹⁰⁾의 연구를 보면 기계에 설정된 혈류 속도보다 실질적인 혈류 속도가 대부분 감소되어 있으며, 이렇게 감소된 실제 혈류 속도가 투석 효율 감소의 원인임을 알 수 있었다. 저자들의 연구에서도 실질적인 혈류 속도가 230.2 ± 37.7 mL/min으로 기계에 설정된 혈류 속도 246.1 ± 35.9 mL/min보다 의미있게 감소되어 있었다 ($p < 0.001$). 실제 혈류 속도의 차이에 영향을 미치는 요인으로는 혈로의 기능 이상, 천자된 바늘의 구경이나 길이, 혈액의 점도 등이 있다. 이 중에서 천자에 사용되는 바늘의 직경이나 길이는 실질적으로 혈류 속도 결정에 많은 영향을 미친다^{11, 12)}. 송 등¹²⁾의 연구를 보면 15게이지 바늘 천자

시의 평균 Kt/V는 1.31 ± 0.18 로 16게이지 바늘 천자 시의 평균 Kt/V인 1.23 ± 0.18 보다 의미있게 높았다. 그러면서 천자 시 환자가 느끼는 통증이나 투석 종료 후 지혈을 위해 압박하는 시간은 바늘 구경에 따른 차이는 없었다. 이는 보다 굵은 바늘을 사용하여 천자함으로써 혈류 속도를 높일 수 있고 결과적으로 투석 효율을 증가시키는데도 중요함을 알 수 있었다. 혈류 속도와 함께 투석액의 관류 속도도 Kt/V의 중요 결정 인자로서 투석의 효율을 최대한 높이기 위해서는 투석액의 관류 속도를 혈류 속도의 1.5-2배로 높여야 한다^{10, 11)}.

3. 혈로에 따른 투석적절도의 차이

혈액투석을 안정적으로 유지하기 위해서 혈로의 확보가 필수적이며 가장 이상적인 혈관통로는 자가혈관을 이용한 동정맥루이다. 혈로로는 가능하면 동정맥루 (AVF)를 확보하는 것이 가장 좋으나 여러 이유로 가능하지 않을 때는 인조혈관을 이용한 동정맥루 (AVG) 시술을 하게 되며 이도 여의치 않을 때는 중심정맥을 이용한 장기 도관 (long-term catheter)을 사용하게 된다. 동정맥루는 인조혈관이나 도관에 비해 개통율이 우수하고 감염이나 혈전 등의 합병증이 적어 우선적으로 선택되어야 한다.

혈로에 따른 투석 적절도의 차이를 보면 보고자에 따라 다양하다¹³⁻¹⁷⁾. Sehgal 등¹³⁾은 혈액투석 환자를 대상으로 적절한 투석치료를 유지하는데 장애가 되는 인자로 환자들의 비협조로 투석 시간을 채우지 못하는 것, 처음부터 낮은 투석 처방량, 도관의 사용과 혈전을 보고하였는데, 이들은 도관의 사용이 동정맥루나 인조혈관의 사용보다 투석의 효율을 감소시킬 수 있는 것으로 보고하였다. Cortez 등¹⁴⁾도 동정맥루나 인조혈관의 사용이 합병증이 적고 주어진 시간 안에 처방된 투석량을 보다 많이 도달할 수 있어 도관의 사용에 비해 우수함을 결론지었다. 그러나 Canaud 등¹⁵⁾의 보고를 보면 장기 도관의 사용 시 동정맥루에 비해 혈류 속도와 투석 효율이 5-6%정도 떨어지나, 평균 Kt/V의 값은 1.37 ± 0.02 로 동정맥루의 1.45 ± 0.02 보다는 낮으나 NKF-K/DOQI 지침에서 권장하는 1.2보다는 높아 도관으로도 적절한 혈액투석을 유지할 수 있음을 제안하였다. Tonelli 등¹⁶⁾도 장기 도관 사용 환자가 동정맥루 사용 환자에 비해 혈류 속도와 투석 시간이 의미있게 낮으나 Kt/V 1.3 이상의 목표치에 도달한 비율은 동정맥루 88.0%, 인조혈관 94.1%, 장기 도관 72.2%로 차이를 보이지 않아 도관 사용 환자에서도 적절한 투석이 가능함을 설명하였다. Atherikul 등¹⁷⁾은 같은 장기 도관이라도 도관의 구조나 단면적에 따라 혈류 속도나 그로 인한 투석 효율이 차이가 있음을 보고하였다. 저자들의 연구에서는 장기 도관

을 사용한 대상 환자의 수가 매우 적어 동정맥루나 인조혈관 사용자와 비교할 수는 없었으며, 동정맥루 환자 (n=211)에서 Kt/V 1.32 ± 0.31 과 인조혈관 환자 (n=46)에서 Kt/V 1.38 ± 0.26 으로 두 군간에 차이는 없었으며 두 군 모두에서 NKF-K/DOQI 지침에서 권장하는 1.2 보다 높게 나타났다.

결론

혈액투석 환자에서 투석의 효율을 최대화 시키는 것은 환자의 유병률을 감소시키고 삶의 질을 향상시키는데 있어 중요한 요인이다. 투석 적절도를 반영하는 지표인 Kt/V를 높이기 위해서는 투석막의 요소 청소율 (K)을 증가시키는 것이 중요하며 이를 위해서는 투석 기계의 혈류 속도를 가능한 높여야 한다. 적절한 혈류 속도의 유지를 위해서는 동정맥루에 대한 환자나 의료인의 지속적인 관심과 함께 동정맥루에 대한 정기적인 감시가 이루어져야 하며, NKF-K/DOQI 지침에서도 동정맥루의 임상적 검사와 투석 적절도의 주기적인 평가를 권장하고 있다. 혈로는 투석 효율과 합병증을 고려해 볼 때 가능한 한 동정맥루를 확보하는 것이 유익하나, 장기 도관의 경우에도 효율적인 관리로 목표 투석량에 도달할 수 있으므로 환자를 선택하여 혈로를 확보하는 것이 중요하다.

참고 문헌

- 1) Hakim RM, Breyer J, Ismail N, Schulman G: *Effect of dose of dialysis on morbidity and mortality. Am J Kidney Dis* 23:661-9, 1994
- 2) Sehgal AR, Dor A, Tsai AC: *Morbidity and cost implications of inadequate hemodialysis. Am J Kidney Dis* 37:1223-31, 2001
- 3) Gotch FA, Sargent JA: *A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study (NCDS). Kidney Int* 28: 526-34, 1985
- 4) NKF-K/DOQI clinical practice guideline for hemodialysis adequacy: update 2000. *Am J Kidney Dis* 37:S7-S64, 2001
- 5) NKF-K/DOQI clinical practice guideline for vascular access. *Am J Kidney Dis* 37:S137-S81, 2001
- 6) 김진국: *Ultrasonic dilution method for blood flow monitoring. 가톨릭대학교 의과대학 신장내과연수교육* 8:21-7, 2005
- 7) Daugirdas JT: *Second generation logarithmic estimation of single-pool variable volume Kt/V. J Am Soc Nephrol* 4: 1205-1213, 1993
- 8) 신석균, 김홍수, 김도현: *혈액투석시 혈류속도 증가가 Kt/Vurea 및 합병증 발생빈도에 미치는 영향. 대한신장학회지* 15: 403-412, 1996
- 9) 송우정, 김남희, 김영옥, 김영수, 윤선애, 양철우, 진동찬, 김용수, 장윤식, 방병기: *기준량 미만의 Kt/V를 보이는 혈액투석 환자에서 혈류속도 증가의 효과. 대한신장학회지* 23:115-120, 2004
- 10) Hassell DR, van der Sande FM, Koomman JP, Tordoir JP, Leunissen KM: *Optimizing dialysis dose by increasing blood flow rate in patients with reduced vascular-access flow rate. Am J Kidney Dis* 38:948-55, 2001
- 11) Mehta HK, Deabreu D, McDougall JG, Goldstein MB: *Correction of discrepancy between prescribed and actual blood flow rates in chronic hemodialysis patients with use of larger gauge needles. Am J Kidney Dis* 39:1231-5, 2002
- 12) 송우정, 윤선애, 김영옥, 김영수, 송경애, 김희승, 양철우, 김석영, 최의진, 장윤식, 방병기: *천자 바늘 구경의 증가가 혈액투석 환자의 투석 적절도에 미치는 효과. 대한신장학회지* 24:422-8, 2005
- 13) Sehgal AR, Snow RJ, Singer ME, Amini SB, DeOreo PB, Silver MR, Cebul RD: *Barriers to adequate delivery of hemodialysis. Am J Kidney Dis* 31:593-601, 1998
- 14) Cortez AJ, Paulson WD, Schwab SJ: *Vascular access as a determinant of adequacy of dialysis. Semin Nephrol* 25:96-101, 2005
- 15) Canaud B, Leray-Moragues H, Kerkeni N, Bosc JY, Martin K: *Effective flow performances and dialysis doses delivered with permanent catheters: a 24-month comparative study of permanent catheters versus arterio-venous vascular accesses. Nephrol Dial Transplant* 19:406-12, 2004
- 16) Tonelli M, Muirhead N: *Access type as a predictor of dialysis adequacy in chronic hemodialysis patients. ASAIO J* 46:279-82, 2000
- 17) Atherikul K, Schwab SJ, Conlon PJ: *Adequacy of haemodialysis with cuffed central-vein catheters. Nephrol Dial Transplant* 13:745-9, 1998