혈액투석을 위한 혈관 접근법(Vascular Access)

서울대학교 의과대학 내과학교실

안 규 리

서 론

혈액투석이 시작된 초반기에는 급성 신부전기에서만 혈액투석이 유용하게 시행되었는데, 이는 장기간 사용할 수 있는 안전하고 적절한 혈관의 확보가 어려웠기 때문이다. 1960년대에 Teflon을 이용한 Scribner-Quinton 션트[1]가 개발되어 만성 신부전에서의 혈액투석이 가능하게 되었다. 그러나 이러한 션트법은 합병증의 빈도가 높아서 그 사용기간이 제한된다는 큰 문제점이 있었다. 이후 자가 동정맥을 이용하는 방법들이 개발되어 혈관 접근법에 획기적인 발전을 이룩하게 되었고 현재는 Brecia, Cimino와 Appel 등에 의한 동정맥루(arteriovenous fistula)[2]가 만성 신부전 환자의 투석을 위한 혈관 확보 기술중 가장 많이 쓰이는 방법이다. 이러한 방법으로도 혈관 확보가 어려운 신부전 환자를 위해 여러가지 인공 혈관 대용물을 이용한 동정맥루(graft fistula)가 개발되어 이용되고 있다. 신부전증의 치료로 혈액투석이 보편화되고 만성 신부전 환자의 생존기간이 늘어나는 현시점에서 이런 혈관 접근법의 발전과 적용 및 합병증 발생시의 적절한 처치는 환자의 삶의 질 및 수명에 큰 영향을 끼치므로 그 중요성이 매우 크다 하겠다.

중심정맥 삽관법

경피적으로 주요 혈관에 카테터를 삽관하는 것은 급성 신부전과 같은 응급 상황 또는 만성 신부전 환자에서 신장 이식, 복막 투석, 영구적 동정맥루의 성숙을 기다리면서 이용할 수 있는 단기간 투석을 위한 방법으로서 이중 구경 카테터 또는 두 군데의 서로 다른 혈관에 각각 단일 구경 카테터를 병실에서 Seldinger 법으로 삽입하게 된다. 이러한 조작 및 도관의 거치는 혈전증, 감염, 혈관의 협착 등 중요 합병증을 일으킬 수 있기 때문에 적응증을 신중히 선택해야 한다.

쇄골하정맥 삽관술이 대퇴정맥 또는 내경정맥 삽관술보다 기술적으로 어렵고 위험한 합병증을 일으킬 가능성이 많다. 삽관중 발생할 수 있는 합병증으로는 쇄골하동맥의 천공, 상대정맥 파열, 기흉과 혈흉이 있다. 하지만 삽관후의 환자 거동이 편해 통원치료가 가능하다.

대퇴정맥은 삽관이 쉽고 합병증의 발생 가능성이 적으나 입원치료가 필요하다는 단점이 있다. 다른 대안으로 매번 혈액투석을 시행할 때마다 새로운 카테터를 삽입할 수 있겠으나 이는 합병증의 빈도를 높일 수 있다.

내경정맥 삽관술도 병실에서 가능하나 쇄골하정맥 삽관술보다 환자가 갖는 불편감이 크다.

동정맥루를 사용할 수 있을 때까지 수주 또는 수개월을 기다려야 하나 주요 혈관으로의 삽관이 불가능한 환자에서 사용할 수 있는 대안으로서, 최근 반영구적 이중 구경 카테터(Semipermanent cuffed double-lumen catheter)가 사용되고 있다. 이는 상부 흉벽에 피하 터널을 만들어야 하므로 수술장에서 삽입하여야 하며, 4년까지 사용이 가능하였다는 보고가 있다[3]. 내경정맥이 가장 흔히 이용되나 쇄골하정맥에의 삽관도 가능하다. 이중 구경 카테터의 합병증으로는 초기의 기능장애(9%), 혈전, 혈류 불안정, 감염 및 패혈증 등이 있으며[4], 부적절한 혈류와 카테터내에서의 응고는 적절한 혈액투석을 시행치 못하는 이유가 된다. 카테터내의 응고가 tissue plasminogen activator 또는 urokinase 등 혈전 용해제의 사용으로 해결되었다는 보고가 있는데 Urokinase(7500U in 1.5mL instilled into each port for 30 minutes)가 비용이 더 적게 들어서 선호된다. 혈전 용해제의 사용시에는 항상 출혈의 위험성이 있으므로 유의하여야 한다. 카테터내의 응고가 발생한 경우에는 아스피린 또는 와파린의 사용으로 반복적인 응고를 예방할 수 있다는 보고가 있다.

중심정맥 카테터의 사용시에는 국소적 정맥혈전증과 협착의 위험성이 상당히 높으며, 상대정맥의 혈전증으로 상대정맥 증후군도 발생할 수 있다[5, 6]. 대부분의 중심정맥 협착은 혈관 성형술과 혈전 용해술로 치료할 수 있다[7]. 내경정맥의 삽관이 쇄골하정맥의 삽관보다 정맥협착이 적고 전반적인 합병증의 빈도가 낮다. 쇄골하정맥과 연관된 감염과 반복적인 카테터의 교환이 혈전증의 또다른 위험 요인이 된다.

국소적, 전신적 감염의 위험성도 중요하며, 카테터로부터의 배양 양성율은 55%에까지 이른다. 원인균 중에서는 피부 상재균인 *Staphylococcus aureus*와 *Staphylococcus epidermidis*가 가장 흔하여 전체의 50%를 차지하며 *Pseudomonas*와 *Escherichia coli*도 흔한 원인균이다. 전신적 감염이 분명한 경우에도 경피적 삽입 부위는 감염 징후가 분명치 않을 수도 있으므로 유의하여야 한다. 대부분의 카테터 감염은 카테터의 제거를 필요로 하나 카테터를 교환하거나[8], 카테터의 제거 없이 패혈증을 치료한 경우도 보고되어 있다[9].

동정맥루(Arteriovenous Fistula)

1. 자가 동정맥루
(Endogenous Arteriovenous Fistula)

Endogenous 또는 native vein fistula가 협착, 혈전 형성과 감염 등의 합병증이 적기 때문에 현재 가장 좋은 영구적 혈관 접근방법으로 인정되고 있다[10, 11]. 동정맥루는 가능하면 우세하지 않은 팔에서 쉽게 사용할 수 있는 부위에 만드는 것이 바람직하다. 일부 환자에서는 수술에 적당한 정맥이 없어서 자가 동정맥루 수술을 받지 못하는 경우가 있고, 이 중 상당수가 이전의 여러 약제의 경정맥투여로 인한 혈전증 또는 경화증에 의한 것이므로, 영구적 투석이 필요할 것으로 예상되는 환자에 대해선 팔의 정맥들을 보존하도록 일찍부터 주의하는 것이 필요하다. 진행된 동맥 석회화와 죽상경화된 동맥을 가진, 특히 당뇨병 환자는 요골동맥이 동정맥루에 적당하지 않을 가능성이 많다. 맥박의 촉지와 혈압계를 감은 후의 정맥에 대한 시진으로서 그 혈관이 동정맥루 조성에 적합한 지 여부를 검사할 수 있으며, 요골 동맥을 동정맥루에 사용하는 경우 척골 동맥만으로 손의 혈액 순환이 충분한가를 Allen 검사로 확인해야 한다. 만약 이러한 검진만으로 불충분하다고 판단되면 duplex scanning이나 혈관조영술 등을 이용하여 혈관을 평가하는 것이 좋다. 중심 정맥의 삽관에 따른 혈관의 협착이 거의 50%에 이르기 때문에 중심 정맥 삽관의 병력이 있는 환자에서는 동정맥루의 수술 전에 쇄골하 정맥과 상대정맥에 대한 방사선학적 확인을 고려하여야 한다. 가장 흔히 이용되는 위치는 전완부, 특히 손목으로, 요측피정맥(cephalic vein)과 요골동맥(radial artery)을 단부와 측부(end to side)로 연결(Brescia-Cimino fistula)하거나 척측피정맥(basilic vein)을 척골동맥(ulnar artery)에 연결한다. 전완부에 만드는 동정맥루를 좀 더 원위부인 surgical snuff-box에 만드는 방법도 있으며[12], 이 술식의 가장 큰 장점은 전통적인 Brescia-Cimino fistula를 나중에 사용할 여유가 있다는 점이다. 동정맥루는 또한 상완의 상완동맥(brachial artery)과 요측피정맥 또는 하지의 복재정맥(saphenous vein)과 대퇴 동맥(femoral artery) 사이에도 만들 수 있다.

동정맥루가 만들어진 직후에는 높은 혈압에 정맥이 노출되므로 정맥에서 동맥의 맥박이 만져지게 된다. 이후의 동맥화된 정맥에서는 와류로 인한 thrill이 만져지게 되고 bruit를 들을 수 있게 된다. 대부분의 자가 동정맥루는 사용전 약 3주 내지 12주의 성숙 기간이 필요한데[10], 이 기간 동안 정맥벽은 비후되고 내경이 증가하게 된다. 수술후의 가장 흔한 문제는 경도의 통증이며, 부종이 있는 경우에는 약 1,2주간의 거상으로 치료할 수 있다. 초기 혈전증, 부적절한 혈류, 동정맥루의 미성숙 등이 자가 동정맥루 실패의 가장 흔한 원인들이다[10].

2. 혈관 대용물을 이용한 동정맥루(Graft Fistula)

인공 동정맥루의 재질로는 PTFE(polytetrafluoroethylene)가 가장 흔히 사용된다[13]. PTFE가 소의 내경동맥(bovine carotid arteries) 또는 Dacron 등의 대용물과 비교해 볼 때 합병증이 적고 감염이 발생한 경우에도 처치가 용이하다. PTFE gtaft의 경우 국소적 감염이 발생했을 때 감염된 부위만 제거할 수 있으나 소의 내경동맥이나 자가 동정맥루에서는 이러한 조작이 불가능하다. PTFE의 1년 개존율은 80% 정도로 보고되고 있다[14]. PTFE graft는 국내에 Goretex와 Impra라는 상품명으로 제품화되어 있으며, 혈액투석을 할 때는 투석침을 graft에 직접 찌르

게 된다. 형태를 보면 직선형과 U자형이 있다. 이러한 인공 동정맥루는 설치후 성숙에 오랜 기간이 필요하지 않다. 수술 직후부터 사용할 수는 있으나 일반적으로는 3주까지 기다리게 되는데, 이는 graft가 이 기간 동안 피하지방에 융합(incorporation)되어 투석침을 삽입할 때 혈관 주위 혈종이 생길 가능성을 줄이기 위함이다.

동정맥루 합병증의 발견과 치료

1. 동정맥루 협착(Stenosis)

동정맥루의 이상을 발견하는 데에는 '의심'이 가장 중요하다. 투석침을 제거한 후의 계속적인 출혈, thrill 또는 bruit의 변화, 강한 맥박의 촉지, 동정맥루 원위부의 부종 또는 허혈, 국소적 또는 전신적 감염의 증거 등이 있는 경우에는 동정맥루의 이상을 의심해 보아야 한다. 또한, 혈류가 200ml/min일 때 정맥압이 100mmHg 이상이거나 체외순환을 하지 않은 상태에서 동정맥루 내의 압력이 50mmHg 이상일 때, 재순환 혈류가 15% 이상일 때, 혈액투석 당시의 부적절한 혈류로 인해 투석 시간이 지연될 때에도 동정맥루의 기능 이상을 고려해야 한다. 동정맥루의 이상을 확인하는 최적의 방법은 정맥조영술(venogram)이다. 이는 누공조영술(fistulogram)이라고도 불리며, 동정맥루의 근위부에 혈압계를 감고 정맥의 혈압을 높여 조영제가 동맥의 원위부와 정맥의 지류들로 들어가게 함으로써 상지에 있는 동정맥루의 여러 합병증을 평가하는 방법이다. 최근에 와서는 비관혈적인 진단방법으로 초음파, 도플러 초음파, Duplex 초음파, color doppler 등이 많이 이용되고 있다.

동정맥루 협착의 치료 원칙은 수술이지만 경피적 경혈관 확장술(percutaneous transluminal angioplasty : PTA)도 일부의 예에서는 효과적인 것으로 알려져 있다[15]. 협착의 조기 발견에 따른 이점은 경피적 혈관 성형술로 교정이 가능하다는 점이며 이로 인해 혈전증의 위험성을 감소시켜 동정맥루의 수명을 연장할 수 있다.

2. 혈전증(Thrombosis)

동정맥루 설치후 초기 혈전증은 약 10-15%에서 나타나며 이는 주로 부적절한 크기의 정맥, 동정맥 문합부의 비틀림, 죽상경화증이 있는 동맥의 이용 등의 수술상의 기술적 과실 때문이다. Brescia-Cimino fistula의 후기 혈전증의 주요 원인은 반복적인 천자로 인한 정맥측 섬유화이고 인공 혈관 대용물의 후기 혈전증의 주요 원인은 정맥측 문합부의 내막 증식증으로 인한 정맥 유출부 협착이다. 이러한 경우 누공 조영술(shunt angiogram)로 유출부의 협착을 확진할 수 있으며 PTA, 혈전 용해술, 또는 수술적 방법으로 교정할 수 있다.

최근 맥관내 수기(endovascular technique), 즉 혈전 용해술과 PTA가 혈전에 대한 유용한 치료 방법으로 제시되고 있다. 초기의 혈전증에 대하여 이런 방법은 제한적이나 후기 혈전증에서는 urokinase나 streptokinase로 재개통이 가능한 비율이 50%에 달한다. 일단 혈전이 용해되면 PTA로 협착된 부위를 확장시킬 수 있다. 요즘은 이런 혈전용해제의 사용과 PTA가 후기 동정맥루 혈전에 대한 최초 처치 방법으로 인정되고 있다. 간혹 endovascular stent가 도움이 될 수도 있으며 여러 가지 수술적 방법으로는 정맥 연결부의 revision, 협착 부위를 우회하는 PTFE jump graft의 construction, 내막 증식부위에 대한 endarterectomy와 PTFE patch의 사용 등이 있다.

3. 감염(Infection)

graft 감염은 때로는 매우 심각하여 생명을 위협하는 합병증이 될 수 있으며, 어느 보고에 따르면 모든 투석환자에서 24개월내의 사망 원인 중 11%를 차지한다고 한다. 이런 위험성을 줄이기 위해 수술전 항생제를 투여하며, 동정맥루를 사용할 때마다 철저한 무균적 방법이 필요하다. 삽관 당시 혈종이 고인 후 이곳에 피부 상재균이 감염될 수 있으며, 바늘로 직접 천자할 때도 감염이 될 가능성이 있고, 또한 다른 감염 부위로부터의 균혈증에 의해서도 동정맥루가 이차 감염 부위가 될 수도 있다. 가장 흔한 감염균은 Staphylococcus aureus와 Staphylococcus epidermidis이다. 일부의 예에서는 절개, 배농, 베타딘 거즈의 packing과 경정맥 항생제로 치료가 되기도 하나, 많은 경우 graft의 제거가 필요하고 완전히 감염이 처치되기 전까지는 새로운 동정맥루의 설치는 미루는 것이 좋다.

4. 정맥 고혈압(Venous Hypertension)

동정맥루란 원래 국소 정맥 시스템의 압력을 높이

도록 되어 있으나, 때때로 동정맥루의 원위부에 높은 압력이 걸림으로써 문제가 될 수 있다. 수술 후 초기에는 정맥의 밸브가 이런 높은 압력이 원위부로 전달되는 것을 막아주지만, 시간이 경과함에 따라 점차 그 역할을 못하게 될 수 있어 원위부에 부종과 색소 침착이 일어날 수 있고 심한 경우 정체성 궤양도 발생할 수 있다. 이러한 경우 동정맥루의 원위부를 결찰함으로써 이를 처치할 수 있다.

5. 동맥 스틸(Arterial Steal)

Vascular steal은 드물게 나타나는 합병증으로 동정맥루의 원위부 혈관에 죽상경화증이 있는 환자에서 생길 수 있다. 환자는 투석중 또는 손의 사용중에 허혈성 통증을 느끼게 된다. 치료는 문합부를 좁게 해주거나 원위부 동맥을 결찰해 주면 된다.

6. 동맥류(Aneurysms) 및 가성 동맥류(Pseudoaneurysm)

여러 생물학적 물질로 만든 graft에서는 진성 동맥류가 흔히 발생하나 요즘 사용되는 PTFE graft는 비탄성적이어서 동맥류의 발생이 거의 없다. 가성 동맥류는 반복적 천자 부위와 graft 문합부위에 생길 수 있다. 이러한 경우 graft 결손 부위를 repair하거나 일부 graft를 절제 후 작은 segment를 삽입하면 된다.

7. 신경병증(Vascular Access Neuropathy)

소수의 환자에서는 말초 신경의 포획(carpal tunnel syndrome)에 따른 증상을 호소하기도 한다[16]. 이런 현상에 대한 원인은 뚜렷치 않으나 정맥 고혈압, flexor synovitis, 아밀로이드 침착 등이 원인으로 거론되고 있다. 이런 경우에는 신경전도 속도의 감소가 나타나게 된다. 신경의 포획은 transverse carpal ligament로부터 신경을 느슨하게 해주는 수술을 함으로써 해결할 수 있다.

8. 울혈성 심부전(Congestive Heart Failure)

동정맥루로 인한 심부전은 매우 드문 합병증이다. 동정맥루는 말초 혈관 저항을 상당 부분 감소시킴으로써 전체 순환계에 보상성 작용을 일으켜 고박출량 심부전을 일으킬 수 있다. 심부전이 발생하며 graft 주위로 PTFE band를 대주어 그 내경을 감소시켜 줌으로써 동정맥루를 통한 혈류를 감소시킬 수 있다.

결 론

혈액투석을 위한 혈관 접근방법은 사용 기간과 적응증에 따라 경피적 도관법과 영구적 동정맥루 조성술이 있다. 경피적 도관법은 경우에 따라서는 생명을 위협하는 합병증이 발생할 수 있으므로 적응증을 신중히 선택하고 시술 및 관리에 만전을 기해야 한다. 영구적 동정맥루가 필요한 것으로 예상되는 환자에서는 우세한 쪽이 아닌 팔에서의 정맥이 경정맥 투여에 사용되지 않도록 미리 주지해야 하며, 가능한 한 동정맥루가 성숙되는 시기를 고려하여 이른 시기에 동정맥루를 설치해야 임시적인 경피적 삽관 등을 피할 수 있다. 또한 모든 동정맥루에 대하여, 동정맥루가 설치된 팔에서의 정맥 유출이 제한될 수 있는 모든 조작, 예를 들면 꼭 끼는 옷, 장신구, 혈압계 등을 피해야 하며, 투석이 끝나 침을 제거한 후 과도한 압박을 가하는 것도 혈전증과 협착의 원인이 될 수 있다는 것을 알아야 한다. 최근 장기 투석 환자가 많아지고 생존 기간도 길어짐에 따라 동정맥루의 설치 및 관리의 중요성이 점차 강조되고 있으며, 올바른 관리를 위해선 환자 본인, 의사, 간호사들의 세심한 배려, 교육, 훈련이 필요하다.

참 고 문 헌

1) Quinton W, Dillard D, Scribner BH : *Cannulation of blood vessels for prolonged hemodialysis. Trans Am Soc Artof Intern Organs 6:104, 1960*
2) Brecia MJ, Cimmino JE, Appel K, Hurwich BJ : *Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. N Engl J Med 275:1089, 1966*
3) Dunea G, Domenico L, Gunnerson P, Winston-Willis F : *A survey of permanent double lumen catheters in hemodialysis patient. ASAIO Trans 37:M276, 1991*
4) Blake PG, Huraib S, Wu G, Uldall R : *The use of dual lumjen jugular venous catheters as definitive long term access for hemodialysis. Int J Artif Organs 13:26, 1990*
5) Khanna S, Sniderman K, Simons M, et al : *Superior vena cava stenosis associated with hemodialysis catheters. Am J Kidney Dis 21:278. 1993*
6) Fant GF, Dennis VW, Quarles D : *Late vascular complications of the subclavian dialysis catheter.*

Am J Kidney Dis 7:225, 1986

7) Newman GE, Saeed M, Himmelstein S, et al.: *Total central vein obstruction: Resolution with angioplasty and fibrinolysis. Kidney Int 39:761, 1991*
8) Carlisle EJ, Blake P, McCarthy F, et al.: *Septicemia in long-term jugular hemodialysis catheters: eradicating infection by changing the catheter over a guidewire. Int J Artif Organs 14:150, 1991*
9) Capdevila JA, Segarra A, Planes AM, et al.: *Successful treatment of haemodialysis catheter-related sepsis without catheter removal. Nephrol Dial Transplant 8:231, 1993*
10) Kannaert P, Vereerstraeten P, Toussaint Cm Van Geertruyden J: *Nine years experience with internal arteriovenous fistulas for haemodialysis: A study of some factors influencing the results. Br J Surg 64:242, 1977*
11) Dunlop MG, Mackinlay JY, Jenkins AM: *Vascular access: Experience with the brachiocephalic fistula. Br J Surg 68:203, 1986*
12) Mehigan JT, McAlexander RA: *Snuffbox arteriovenous fistula for hemodialysis. Am J Surg 143:252, 1982*
13) Windus DW: *Permanent vascular access: A nephrologist view. Am J Kidney Dis 21:457, 1993*
14) Tordoir JH, Herman JM, Kwan TS: *Long-term follow-up of the PTFE prosthesis as an arteriovenous fistula for hemodialysis. Eur J Vasc Surg 2:3-7, 1988*
15) Rodriguez Perez JC, Maynar M, Rams A: *Percutaneous transluminal angioplasty as best treatment in stenosis of vascular access for hemodialysis. Nephron 51:192-196, 1989*
16) Naito M, Ogata K, Goya T: *Carpal tunnel syndrome in chronic renal dialysis patients: Clinical evalustion of 61 hands and result of operative treatment. J Hand Surg 12B:366-374, 1987*