



Thrombectomy of Femoro-Femoral Bypass Graft Occlusion Using the AngioJet Rheolytic Thrombectomy System and Embolic Protection Device: A Case Report

대퇴-대퇴동맥 우회 인조혈관 폐색에서 AngioJet Rheolytic Thrombectomy System과 색전보호기구를 이용한 혈전제거술: 증례 보고

Han Sol Kang, MD¹ , Sangjoon Lee, MD^{1*} , Soon-Young Song, MD² ,
Eung Tae Kim, MD³ , Seong Eun Ko, MD¹ , Sung Min Park, MD⁴ 

Departments of ¹Radiology and ⁴Thoracic & Cardiovascular Surgery, Kangwon National University Hospital, College of Medicine, Kangwon National University, Chuncheon, Korea

²Department of Radiology, Hanyang University Medical Center, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

³Department of Radiology, Hanyang University Guri Hospital, Guri, Korea

The authors report a successful thrombectomy using the AngioJet Rheolytic Thrombectomy System (AngioJet) and an embolic protection device in a patient with femorofemoral bypass graft occlusion. Lower extremity CT angiograms showed occlusion in the left-to-right femoro-femoral bypass graft. A rheolytic thrombectomy using the AngioJet and balloon angioplasty restored blood flow to the right lower extremity, and distal embolization may be effectively prevented by placing an embolic protection device within the right superficial femoral artery during the procedure.

Index terms Thrombectomy; Embolic Protection Devices; Lower Limb; Peripheral Arterial Disease; Fibrinolytic Agents

Received September 17, 2019

Revised February 13, 2020

Accepted July 15, 2020

*Corresponding author

Sangjoon Lee, MD
Department of Radiology,
Kangwon National
University Hospital,
College of Medicine,
Kangwon National University,
1 Kangwondaehak-gil,
Chuncheon 24341, Korea.

Tel 82-33-258-2010

Fax 82-33-258-2120

E-mail wannafind@hanmail.net

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID iDs

Han Sol Kang 
[https://
orcid.org/0000-0002-3238-4438](https://orcid.org/0000-0002-3238-4438)
Sangjoon Lee 
[https://
orcid.org/0000-0001-6492-514X](https://orcid.org/0000-0001-6492-514X)
Soon-Young Song 
[https://
orcid.org/0000-0001-9919-3882](https://orcid.org/0000-0001-9919-3882)
Eung Tae Kim 
[https://
orcid.org/0000-0002-2183-0797](https://orcid.org/0000-0002-2183-0797)
Seong Eun Ko 
[https://
orcid.org/0000-0003-0007-6569](https://orcid.org/0000-0003-0007-6569)
Sung Min Park 
[https://
orcid.org/0000-0003-0959-1276](https://orcid.org/0000-0003-0959-1276)

서론

급성 하지허혈은 사지의 절단이나 혹은 사망과 같은 결과를 초래할 수 있는 수술적 응급상황이다. 이는 심장질환이나 대동맥류, 말초동맥질환을 가진 환자에서 색전 혹은 혈전증에 의해 생길 수 있으며, 혈류장애로 증상이 발생한지 14일 이내일 때를 의미한다(1). 현재까지 이에 대한 치료는 조기 항응고치료 이후 기계적 혈전제거술과 혈전용해술 등이 있으며, 혈전제거술의 한 가지 방법으로 AngioJet Rheolytic Thrombectomy System (이하 AngioJet; Boston Scientific, Marlborough, MA, USA)을 이용할 수 있다.

대퇴-대퇴 우회 인조혈관에 대해 AngioJet과 색전보호기구를 이용한 혈전제거술에 대해서는 보고된 사례가 많지 않으며, 이에 저자들은 해당 시술 1예를 보고하고자 한다.

증례 보고

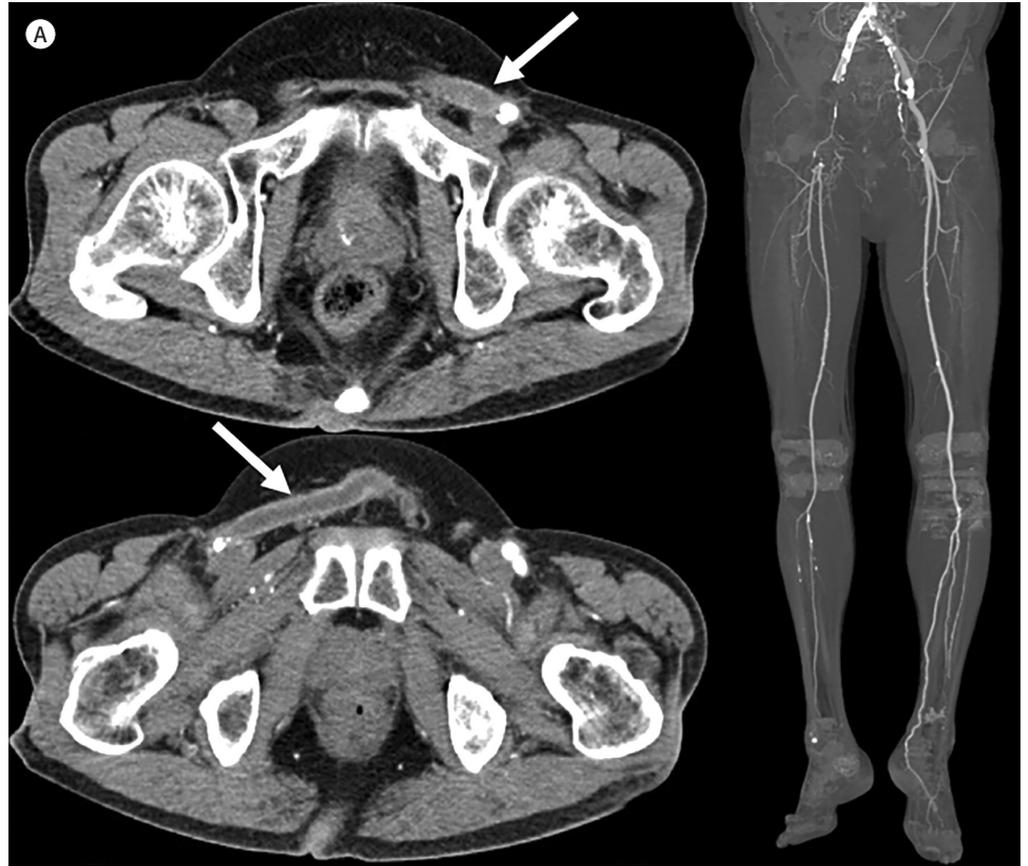
63세 남자가 시술 14일 전 시작되어 점점 심해지는 우측 하지의 통증과 냉감을 주소로 내원했다. 감각상실이나 근력저하는 없었으나 피부색은 창백했고 좌측에 비해 우측 족지의 모세혈관 충혈 시간이 지연되어 있었다. 과거력상 고혈압, 당뇨, 45갑년의 흡연력을 가지며 13년 전 양측 장골동맥 스텐트 삽입술을 받은 뒤 스텐트 내강 폐색으로 복부대동맥에서부터 우측 총대퇴동맥과 좌측 장골동맥까지 우회술을 받았고, 이후 우측 우회로의 폐색으로 인조혈관을 이용해 좌측 총대퇴동맥에서 우측 표재성 대퇴동맥으로의 대퇴-대퇴 우회술을 시행 받았다. 내원 4년 전 우측 급성 하지허혈로 대퇴-대퇴 우회 인조혈관과 우측 표재성 대퇴동맥, 슬와동맥 폐색에 대해 수술적 혈전제거술과 우측 하퇴부 구획증후군에 대해 근막절개술을 시행 받았다. 최근 1년 동안 warfarin 5~7 mg/day와 aspirin 100 mg/day을 꾸준히 복용했으나 국제표준화비율(international normalized ratio)이 0.86~3.15 (정상범위 0.89~1.16, 목표치 2~3)로 변동이 심하고 약제 용량 조절에 어려움이 있어 2개월 전부터 warfarin 복용을 중단하고 aspirin 100 mg/day과 cilostazol 200 mg/day을 복용했다.

시술 8일 전 시행된 하지 혈관 전산화단층촬영상 대퇴-대퇴 우회 인조혈관의 전장에 걸친 폐색이 진단되었고, 우측 표재성 대퇴동맥, 슬와동맥, 비골동맥은 조영증강을 보였으나 전경골동맥과 후경골동맥은 조영증강을 보이지 않았다(Fig. 1A). 이에 시술 1일 전 입원하여 경정맥 heparin 투여를 시작하였다.

국소마취 후 초음파 유도 하에 좌측 총대퇴동맥에 8-Fr 도관집(sheath; Radifocus introducer II, Terumo, Tokyo, Japan)을 후향적으로 삽입하고 0.035 inch 친수성 유도철사(hydrophilic guidewire; Radifocus guidewire, Terumo) 유도 하에 4-Fr 카테터(catheter; Radifocus glide-cath, Terumo)의 말단부를 대퇴-대퇴 우회 인조혈관을 지나 우측 표재성 대퇴동맥에 위치시켰다. 카테터 내강으로 조영제를 주입하며 시행한 투시검사상 우측 슬와동맥 원위부 폐색이 확인되었고, 무릎 아래로는 내측 비복동맥에 의한 혈류만 남아 있었다(Fig. 1B). 환자의 우측 하지 통증이 최근 수일 동안 서서히 심해졌으며, 시술 시작 후 급격한 증상의 악화는 없었던 것으로 볼 때, 우측 슬와

Fig. 1. Thrombectomy of femorofemoral bypass graft occlusion using the AngioJet and embolic protection device in a 63-year-old man. Computed tomograms performed 10 days before procedure (A), and fluoroscopic spot images of the first (B-E) and second (F) thrombectomy procedures for femorofemoral bypass graft occlusion.

A. Contrast enhanced axial computed tomograms show total occlusion (arrows) in the femorofemoral bypass graft. Maximum intensity projection image shows occlusion in right anterior and posterior tibial arteries.



동맥의 폐색은 시술 8일 전 전산화단층촬영을 시행한 이후 서서히 진행된 것으로 판단하였다. 전산화단층촬영에서 측정된 대퇴-대퇴 인조혈관의 직경은 8 mm였고, 혈전 제거 과정에서 많은 양의 혈전이 원위부 색전을 일으켜 내측 비복동맥의 폐색과 심각한 통증을 야기할 가능성이 높다고 판단하여, 초음파 유도 하에 우측 표재성 대퇴동맥을 천자 후 4Fr 도관집(Radifocus introducer II, Terumo)을 전향적으로 삽입하고 5 mm 크기의 색전보호기구(SpiderFX; Medtronic, Minneapolis, MN, USA)를 우측 표재성 대퇴동맥의 원위부에 거치시켰다(Fig. 1C).

다음으로 인조혈관 내의 혈전 제거를 위해 좌측의 8-Fr 도관집을 통해 우측 표재성 대퇴동맥까지 0.035 inch 유도철사(guidewire; Rosen, Boston Scientific)를 거치시킨 뒤 이를 따라 흐름 용해 카테터(Zelante, Possis Medical, Minneapolis, MN, USA)를 1회 전진 및 후진시키며 알테플라제(alteplase; 액티라제 주, Boehringer Ingelheim, Ingelheim am Rhein, Germany) 10 mg 과 생리식염수 500 mL 혼합액 중 일부를 power pulse mode로 분사하였다. 약물 분사 도중 환자가 극심한 우측 하퇴부 통증을 호소하였고, 우측의 4Fr 도관집 내강으로 조영제를 주입하며 시행한 투시검사서 색전보호기구 내부 및 직상방에 다량의 혈전이 포착되어 그 원위부로 표재성 대

Fig. 1. Thrombectomy of femorofemoral bypass graft occlusion using the AngioJet and embolic protection device in a 63-year-old man. Computed tomograms performed 10 days before procedure (A), and fluoroscopic spot images of the first (B-E) and second (F) thrombectomy procedures for femorofemoral bypass graft occlusion.

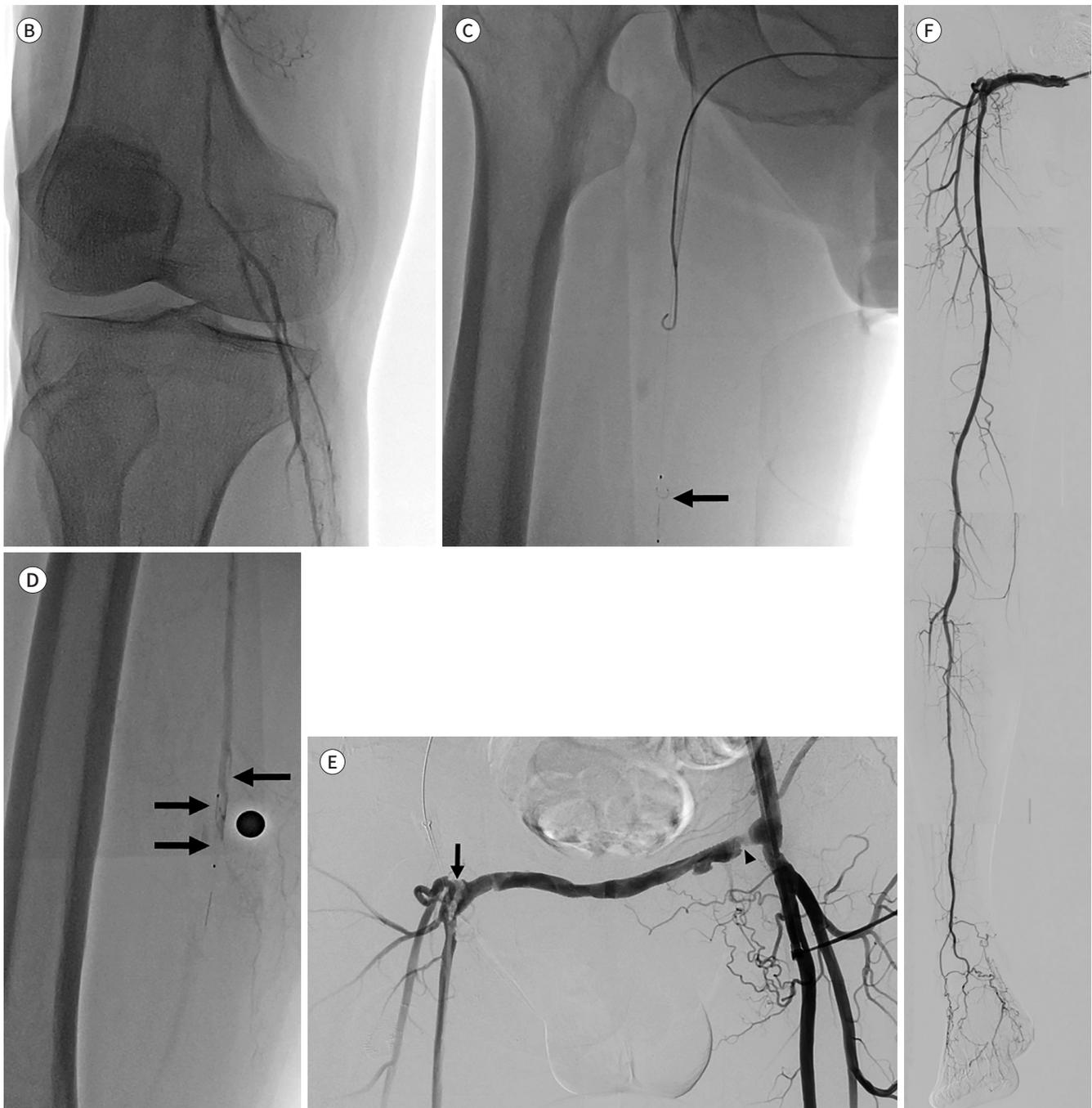
B. Fluoroscopic spot image shows occlusion below the P2 segment of right popliteal artery. Below the knee, only flow by medial sural artery is shown.

C. To avoid distal embolization, embolic protection device (arrow) was placed in right superficial femoral artery.

D. During power pulse mode of AngioJet, patient presented severe right leg pain. Fluoroscopic spot image shows captured thrombus in the embolic protection device (arrows).

E. Digital subtraction angiogram shows focal stenosis in the proximal portion (arrowhead) and beak-like intimal hyperplasia at the distal anastomosis (arrow) of bypass graft after rheolytic thrombectomy and balloon angioplasty.

F. Digital subtraction angiogram obtained after second procedure two days later, shows restoration of blood flow of the right lower extremity and patent femorofemoral bypass graft.



퇴동맥의 혈류가 전혀 보이지 않았다(Fig. 1D). 이에 색전보호기구를 혈전과 함께 체외로 제거할 수 없어 4Fr 도관집을 통해 포착된 혈전 근위부까지 2.0-Fr 미세카테터(microcatheter; Progreat, Terumo)를 삽입한 후 0.5 mg/mL 농도의 알테플라제 2 mg을 주입하여 표재성 대퇴동맥의 혈류를 재개통시켰고 환자의 급성 증상은 호전되었다.

Power pulse mode를 시행하고 30분(dwell time) 후 흐름 용해 카테터를 이용하여 인조혈관 내의 혈전에 대해 8분간의 active aspiration을 시행하였다. 이후 남아 있는 인조혈관 내강의 협착에 대해 직경 8 mm, 길이 80 mm 풍선카테터(balloon catheter; Mustang, Boston Scientific)를 이용하여 혈관성형술을 시행하였음에도 인조혈관 근위 문합부의 협착과 원위 문합부의 부리 모양 내막 증식은 소실되지 않았다. 근위 및 원위 문합부의 병변은 추가적인 혈관성형술과 카테터 흡인 혈전제거술을 시행하였음에도 호전되지 않았으며, 원위 문합부의 유연한 내막 증식은 혈관성형술 직후 일시적인 심부대퇴동맥 폐색을 야기하여 대퇴부의 심각한 통증을 유발하기도 하였다(Fig. 1E).

이후 우측 표재성 대퇴동맥 내의 색전보호기구와 이에 포착된 다량의 혈전을 회수하고, 4Fr 도관집을 통해 우측 슬와동맥 이하의 폐색에 대해서 0.5 mg/mL 농도의 알테플라제 1.6 mg을 이용한 혈전용해술, 4Fr 카테터를 이용한 카테터 흡인 혈전제거술을 시행하였고, 비골동맥에서 직경 2 mm, 길이 80 mm 미세풍선카테터(micro-balloon catheter; Amphirion, Medtronic, Minneapolis, MN, USA)를 이용한 혈관성형술을 시행하였으며, 비골동맥과 내측 및 외측 족저동맥을 통해 족저동맥까지 혈류를 재개통 시킬 수 있었다.

시술 후 환자의 증상은 호전되었으나 이틀 뒤 시행된 초음파상 대퇴-대퇴 우회 인조혈관과 우측 표재성 대퇴동맥 내에 폐색을 유발하지 않는 혈전이 새롭게 확인되어, 혈전용해술 및 혈전제거술과 혈관성형술을 재차 시행하였고 인조혈관 문합부 병변 외에 잔여 병변 없이 우측 족부까지의 혈류를 회복시킬 수 있었다(Fig. 1F). 이후 재원기간 동안 적극적인 항응고치료, 항혈소판 치료로 혈전 재발이나 증상 호소 없이 퇴원하였다. 환자는 퇴원 후 warfarin 5~7 mg/day, aspirin 100 mg/day 용량의 항응고제와 항혈소판제를 복용하였으나 국제표준화비율은 1.11~1.67로 목표치에 미치지 못하였으며, 시술 2개월 후 외래에서 100 m 보행 시 생기는 우측 하지 파행을 호소하였고 이후 더 이상의 증상 악화 없이 약물 복용하며 추적관찰 중이다.

고찰

본 증례의 환자는 항응고제 복용을 중단하고 항혈소판제만 복용하던 중 인조혈관 및 하지 혈관 폐색이 발생했고, 담당 의사는 해당 부위에 시행된 수 차례의 수술력으로 인해 수술적 치료는 어렵다고 판단하였다. 이에 AngioJet을 이용하여 폐색된 대퇴-대퇴 우회 인조혈관을 재개통하였고, 색전보호기구를 이용하여 원위부 색전 또한 효과적으로 막을 수 있었으며, 동반된 슬와동맥 이하의 폐색에 대해서도 알테플라제를 이용한 혈전용해술과 카테터 흡인 혈전제거술을 함께 시행하여 급성 허혈 증상을 호전시킬 수 있었다. 하지만 풍선카테터를 이용한 혈관성형술을 함께 시행하였음에도 인조혈관 양측 문합부의 협착 혹은 부리 모양의 내막 증식으로 생각되는 기저 병변은 해결되지 않았다. 해당 병변을 해결하기 위해서는 내막절제술 등의 수술적 접근이 필요할 것으로 생각

되지만, 본 증례의 환자는 서혜부에 수차례의 수술을 시행 받았던 과거력 때문에 해당 부위의 추가 수술을 시행하기 어려워 추적관찰 중이다.

AngioJet은 혈전이 있는 부위에 혈전용해제를 분사(power pulse mode)하고, 일정 시간이 경과한 후 카테터 말단부에서 생리식염수를 분사함과 동시에 카테터 내부에 유속에 의한 음압을 만들어 주변의 혈전을 분쇄, 흡입(active aspiration) 하는 흐름 용해 혈전제거기구이다. AngioJet은 혈관의 크기나 종류에 따라 크게 두 가지 유형의 카테터를 사용할 수 있으며 사용설명서에 따르면 본 증례의 시술에 사용된 Zelante 카테터는 정맥에서, Solent 카테터는 동맥에서 사용할 수 있다. Power pulse mode에서 약물 분사력은 1회에 0.6 mL로 두 가지 유형의 카테터가 동일하며, active aspiration을 시행할 때 발생하는 음압의 경우 Zelante 카테터는 -2400 mm Hg, Solent 카테터는 -600 mm Hg로, Solent 카테터에 비해 Zelante 카테터가 혈전의 분쇄, 흡입력이 4배 강하다. 사용설명서의 용도에서는 벗어나지만 본 증례의 폐색된 인조혈관 직경이 8 mm로 컸기 때문에, 저자들은 Solent 카테터보다는 Zelante 카테터를 통해 더 안전하고 효과적인 혈전제거가 가능할 것으로 판단하고 이를 사용하였다.

Veenstra 등(2)이 보고한 meta-analysis 연구에 따르면 급성 사지허혈에서 AngioJet을 이용한 재개통술이 조직 플라스미노겐 활성화인자(tissue plasminogen activator)를 이용한 혈전용해술을 시행한 경우보다 1, 6, 12개월 추적관찰에서 사지보존율이 높은 경향을 보였고, 이중 6개월 추적관찰 시 사지보존율은 통계적으로 유의하게 높았다. 흐름 용해 혈전제거를 통한 급성 하지허혈 치료에 대한 기존 보고에 의하면 치료에 포함된 우회혈관의 경우 장골-대퇴, 대퇴-슬와, 대퇴-종아리 우회술 등의 해부학적 우회술(anatomical bypass)을 시행 받은 경우가 대부분이었고(3, 4), 비해부학적 우회술(extra-anatomical bypass)을 받은 환자의 경우는 액와-대퇴 우회혈관 폐색에서 1예(5), 대퇴-대퇴 우회혈관 폐색에서 1예(6)가 보고된 바 있다.

AngioJet과 색전보호기구는 일반적으로 함께 사용되지 않지만, 본 증례에서는 구조적으로 AngioJet을 작동시킬 폐색부위를 통과하지 않고 색전보호기구를 거치시킬 수 있다는 점, 혈전의 양이 많으며 슬와동맥 이하에 단 한 개의 동맥만이 보였기 때문에 원위부 색전 및 이에 따른 급격한 증상 악화 가능성이 높다는 점 때문에 색전보호기구의 사용이 효과적일 것이라 판단되었다. Phillips가 보고한 증례(6)에서도 본 증례와 마찬가지로 원위부 색전을 예방하기 위해 색전보호기구를 거치하였으나, AngioJet과 색전보호기구의 포착철사(capture wire)가 같은 도관집을 통해 삽입되었다는 점에서 본 증례와는 기술적 차이가 있다. 본 증례에서 저자들은 각각 다른 도관집을 통해 AngioJet과 색전보호기구를 삽입하였으며, 색전보호기구의 포착철사를 AngioJet의 구동범위 밖에 위치시켜 시술 중 색전보호기구의 움직임을 최소화할 수 있었다.

Karnabatidis 등(7)이 기술한 바에 따르면 급성 하지허혈에서 AngioJet을 이용한 재개통술을 시행할 때 최대 9.8% 정도에서 원위부 색전이 생길 수 있다고 하였으며, 본 증례에서는 power pulse mode 시행 후 다량의 원위부 색전이 생겼고 active aspiration 과정에서 한 번 더 색전이 생겼다. 급성기 혈전이 power pulse mode 시행만으로도 떨어져 나가 색전이 생기고 흐름 용해 카테터가 큰 혈관 내의 다량의 혈전을 모두 흡입하지 못해 한 번 더 색전이 생긴 것으로 생각되며, 증례에 따라서는 AngioJet 혈전제거술을 시행할 때 색전보호기구를 함께 사용하는 것이 합병증을 예방하는

데 효과적일 것이라 생각된다.

결론적으로 대퇴-대퇴 우회 인조혈관 폐색에서 AngioJet 혈전제거술은 급성기 혈전 제거에 유용한 한 방법으로 생각된다. 아울러 색전보호기구를 사용하기 용이한 해부학적 특성을 가지므로 이를 함께 사용하는 것도 고려해야 할 것이다.

Author Contributions

Conceptualization, L.S.; investigation, L.S., K.H.S.; methodology, L.S.; project administration, L.S., K.H.S.; resources, L.S., K.H.S., K.S.E., P.S.M.; supervision, L.S.; visualization, K.H.S.; writing—original draft, all authors; writing—review & editing, all authors.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Funding

None

REFERENCES

1. Kim HC. Acute lower extremity ischemia: pharmacomechanical and thrombolytic therapy. *Korean Society of Interventional Radiology* 2012;19:8-15
2. Veenstra EB, Van der Laan MJ, Zeebregts CJ, De Heide EJ, Kater M, Bokkers RPH. A systematic review and meta-analysis of endovascular and surgical revascularization techniques in acute limb ischemia. *J Vasc Surg* 2020;71:654-668.e3
3. Muli Jogi RK, Damodharan K, Leong HL, Tan ACS, Chandramohan S, Venkatanarasimha NKK, et al. Catheter-directed thrombolysis versus percutaneous mechanical thrombectomy in the management of acute limb ischemia: a single center review. Version 2. *CVIR Endovasc* 2018;1:35
4. Byrne RM, Taha AG, Avgerinos E, Marone LK, Makaroun MS, Chaer RA. Contemporary outcomes of endovascular interventions for acute limb ischemia. *J Vasc Surg* 2014;59:988-995
5. Slovut DP, Bacharach JM. Endovascular treatment of an occluded axillofemoral bypass graft. *Vasc Med* 2005;10:33-36
6. Phillips JA. Two stick or not two stick: acute thrombosis of femoral-femoral bypass graft resulting in critical limb ischemia. *Endovascular Today* 2015:40-48
7. Karnabatidis D, Spiliopoulos S, Tsetis D, Siablis D. Quality improvement guidelines for percutaneous catheter-directed intra-arterial thrombolysis and mechanical thrombectomy for acute lower-limb ischemia. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2011;34:1123-1136

대퇴-대퇴동맥 우회 인조혈관 폐색에서 AngioJet Rheolytic Thrombectomy System과 색전보호기구를 이용한 혈전제거술: 증례 보고

강한솔¹ · 이상준^{1*} · 송순영² · 김응태³ · 고성은¹ · 박성민⁴

저자들은 대퇴-대퇴동맥 우회 인조혈관 폐색 환자에서 AngioJet Rheolytic Thrombectomy System (이하 AngioJet)과 색전보호기구를 이용하여 성공적으로 혈전제거술을 시행한 1예를 보고하고자 한다. 하지 혈관 전산화단층촬영에서 좌측에서 우측으로의 대퇴-대퇴 우회 인조혈관 폐색 소견을 보였다. AngioJet을 이용한 흐름 용해 혈전제거술과 풍선 혈관성형술을 시행하여 우측 하지 혈류를 재개통 시켰으며, 시술 중 우측 표재성 대퇴동맥에 색전보호기구를 거치시켜 효과적으로 원위부 색전을 예방할 수 있었다.

국립강원대학교 의과대학 강원대학교병원 ¹영상의학과, ⁴흉부외과,
²한양대학교 의과대학 서울병원 영상의학과,
³한양대학교 구리병원 영상의학과