

## 심부정맥혈전에서 조영증강 FISP 기법을 이용한 자기공명술의 유용성\*

이화여자대학교 의과대학 진단방사선과학교실, 흉부외과학교실\*\*

유 정 현 · 최 수 승\*\*

= Abstract =

### Significance of Contrast Enhanced Rapid MR Sequence(True FISP) in Deep Vein Thrombosis

Jeong-Hyun Yoo · Soo-Seung Choi\*\*

Department of Diagnostic Radiology, Thoracic Surgery,\*\* College Medicine,  
Ewha Womans University

**Objectives** : To demonstrate a number of advantages of Gd-enhanced MR-venography with FISP technique in diagnosis of extremity deep vein thrombosis.

**Method and Materials** : Gd-enhanced MR venography with FISP technique was performed in patients had deep venous thrombosis of lower limb. Findngs of MR venography was retrogradely analyzed.

**Results** : Gd-enhanced MR-venography clearly demonstrates venous anatomy of the lower extremities in all cases. And, deep vein thrombosis was well detected with signal void filling defect. MR-venography also shows additional combined findings in deep vein thrombosis.

**Conclusion** : Gd-enhanced MR venography well demonstrates the anatomy of lower extremities and is a useful method for detection of deep vein thrombosis.

**KEY WORDS** : MR angiography · Deep vein thrombosis.

## 서 론

심부정맥혈전증은 외상, 감염, 수술 및 오래 누워있는 환자 등에서 동통, 부종, 피부 착색 등의 임상증세를 동반하는 비교적 흔한 정맥질환으로<sup>1)2)</sup>, 임상 증세의 정도보다 폐색전과 같은 합병증의 위험이 있기 때문에 조

기 진단 및 치료가 필요하다<sup>3-5)</sup>. 방사선학적으로 심부정맥혈전증을 진단하는 방법으로는 침습적인 정맥조영술이 과거에 가장 많이 사용되었으나 최근에는 비침습적인 도플러초음파가 심부정맥혈전증을 진단하는 일차적인 검사로 주로 이용되고 있고<sup>6-12)</sup> 자기공명영상(이하 MRI)을 이용한 심부정맥혈전의 진단에 관한 연구들도 많이 보고 되었다<sup>13-22)</sup>.

초음파검사는 대퇴 및 슬와 부위의 진단에는 예민도가 뛰어난 것으로 알려져 있으나 중심정맥혈전의 규명

\*이 논문은 1996년도 이화여자대학교 교내연구비 지원으로 이루어진 것임

에는 제한점이 있고 만성과 급성 혈전을 구별하기 어려우며 혈관의 다른 병인을 규명하는데 어려움이 있다. 이에 반해 MRI는 비용이 비싸다는 단점이 있으나 초음파 검사와는 달리 검사자에 의한 주관적인 판단에 따른 제한점이 적으며, 혈전의 존재와 범위를 정확히 관찰할 수 있는 장점이 있고 또한 치료에 중요한 급,만성 혈전을 판단하며 심부정맥혈전과 동반된 다른 연부조직변화를 관찰할 수 있다는 잇점이 있다<sup>19)</sup>. MRI의 사용에 여러가지 기술적인 방법들이 개발되었고 2D-TOF 또는 3D-MIP 등의 방법으로 혈관의 해부학적 영상을 정확히 볼 수 있게 되었다<sup>14)15)17)18)21)</sup>. 또한 최근 이용되는 조영제를 이용한 MR-혈관조영술 기법은 뇌뿐 아니라 복부혈관의 영상에도 부분적으로 이용할 수 있게 되었다<sup>23-25)</sup>. 이에 저자들은 심부정맥혈전이 의심되는 환자에서 Gd-DTPA를 이용한 MR 정맥조영술을 시험적으로 시행하여 하지 정맥의 해부학적 영상을 얻고 심부정맥혈전의 진단 가능성과 MRI의 장점을 찾아보는데 연구의 목적을 두었다.

## 대상 및 방법

1997년 1월 부터 1999년 1월 까지 임상적으로 심부정맥혈전증이 의심되어 도플러 초음파 검사를 실시한 환자 중 심부정맥혈전이 확인되고 Gd-MR-정맥조영술

을 시행한 12례를 대상으로 하였다. 남 : 녀의 비율은 6 : 6이었고 연령은 35~63 까지로 평균연령은 50세이었다. 임상증세로는 부종, 동통, 피부착색 등을 나타내었다. MRI는 1.5T-Signa system(Siemens Magnetom Vision, VB25A) 기종을 사용하였다. Body array 코일을 사용하였고 FISP(Fast Imaging with Steady State Procession) 기법을 이용하였다. TR/TE 5.0/2.0, 15~20 flip angle, 3mm section thickness without gap, 256×256 matrix, FOV 30~40cm의 parameter를 주로 사용하였고 부분적으로 적당히 조절하였다. 전례에서 20~40cc Gadolinium-DTPA를 정맥주사하고 대정맥분지 부위부터 하방으로 발목까지 영상을 얻었다. 발목부위에 밴드를 한 경우와 하지 않은 경우로 나누어서 시행하였고 정맥주사후 20초, 90초, 180초의 지연 영상을 얻었다. 검사시간은 대부분 환자에서 1시간 정도였고 MIP기법을 이용한 적절한 관상영상을 얻는데 소요된 시간은 평균 1시간 이었다. 심부정맥혈전의 진단은 혈관내 충만결손의 저신호강도를 나타낼 때 진단하였다.

## 결 과

Gd-enhanced MR정맥조영술을 시행한 결과 전례에서 하지의 해부학적 영상을 잘 관찰할 수 있었다(Fig.

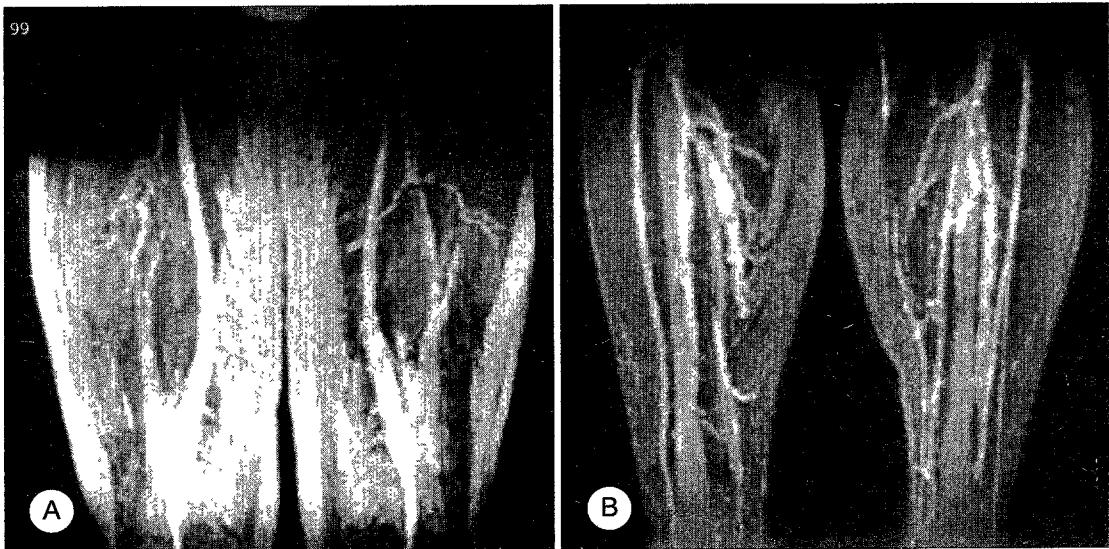


Fig. 1. Gd-enhanced MR venography well demonstrates normal anatomy of lower extremity. A : Superficial femoral vein. B : Trifurcation of popliteal veins and its branches at leg.

1A, B). 심부정맥혈전이 있는 12명 환자 중 부위에 따라 16례의 심부정맥혈전이 관찰되었다. 6례(50%)에서 총대퇴정맥혈전을 나타내었다. 표재대퇴정맥, 심부대퇴정맥 각각 1례씩의 혈전을 나타내었고, 슬와정맥 2례, 후경골정맥 4례, 발목정맥 혈전이 2례에서 관찰되

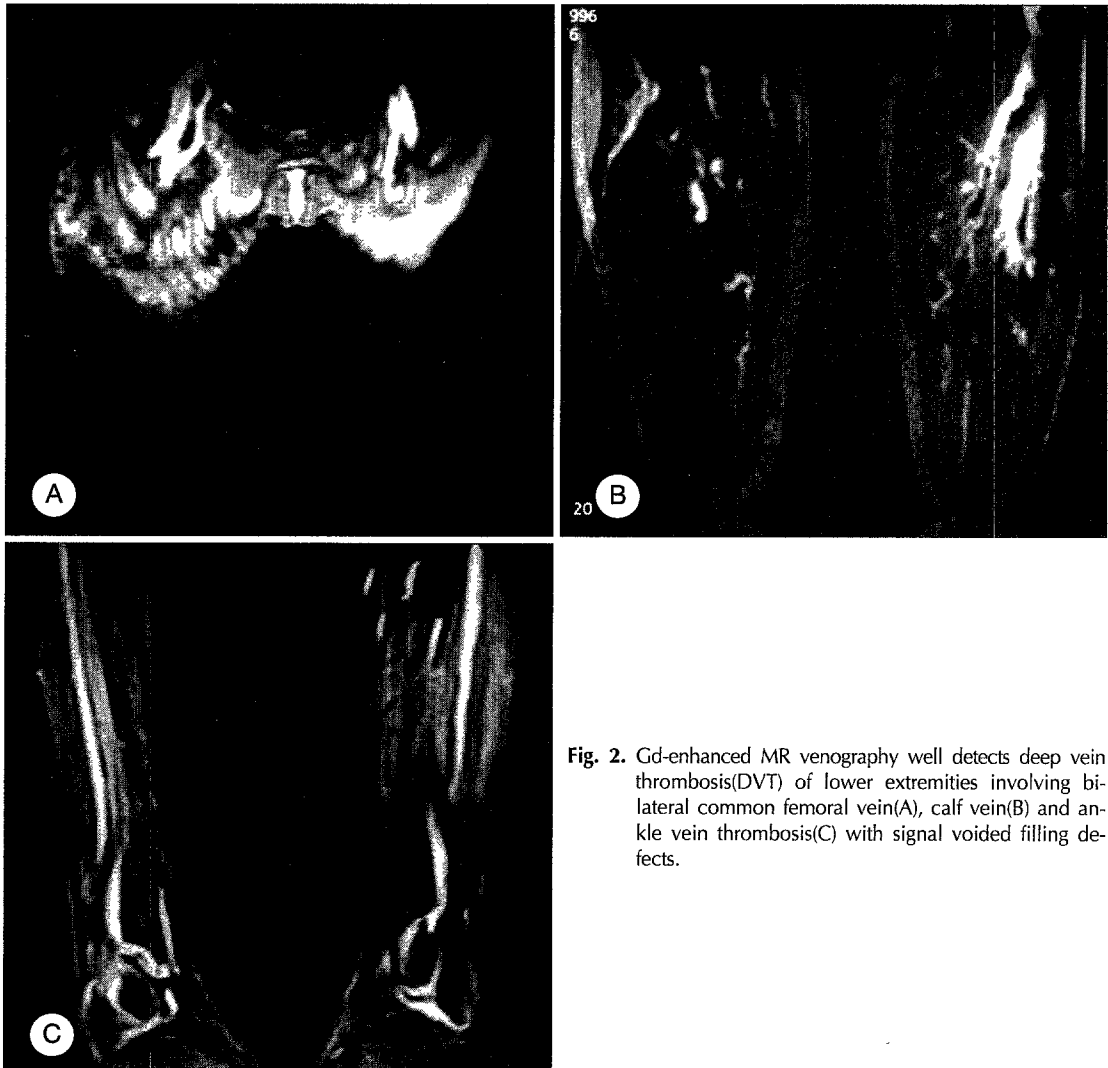
**Table 1.** Involvement of deep vein thrombosis

Sites	16 cases of 12 pts(%)
Common femoral vein	6 (37.5)
Superficial femoral vein	1 ( 6.25)
Deep femoral vein	1 ( 6.25)
Popliteal Vein	2 (12.5)
Posterior tibial vein	4 (25.0)

었다(Table 1, Fig. 2A-C). MR-정맥조영술에서 관찰할 수 있는 부가적인 소견으로 정맥류가 3례에서 동반되었고 전반적인 부종이 3례에서 관찰되었다(Table 2, Fig. 3.). 또한 1례에서는 동반된 경골골절이 잘 관찰되었다. 발목 밴드를 한 경우와 하지 않은 경우의 진단적 차이는 없었고, 정맥 주사후 90초, 180초 지연 영상에서 정맥영상 및 정맥혈전이 잘 관찰되었다.

**Table 2.** Additional findings of MR-Venography

Additional findings	Number(%)
Varicose vein	3(23)
Diffuse edema	3(23)
Underlying osseous lesion	1(8.3)



**Fig. 2.** Gd-enhanced MR venography well detects deep vein thrombosis(DVT) of lower extremities involving bilateral common femoral vein(A), calf vein(B) and ankle vein thrombosis(C) with signal voided filling defects.



Fig. 3. Gd-enhanced MR venography shows additional findings of varicose vein at leg.

## 고 찰

심부정맥혈전증은 동통, 부종, 피부 착색 등의 임상 증세를 동반하는 비교적 흔한 질환으로 외상, 감염, 수술 및 오래 누워있는 환자 등에서 나타나며<sup>112)</sup>, 임상 증세의 정도보다 폐색전과 같은 합병증의 위험이 있기 때문에 조기 진단 및 치료가 필요하다<sup>3-5)</sup>. 방사선학적으로 심부정맥혈전증을 진단하는 방법으로는 침습적인 정맥 조영술이 과거에 가장 많이 사용되었으나 최근들어 비침습 방법인 도플러초음파가 심부정맥혈전증을 진단하는데 용이한 검사로 이용되고 있다<sup>6-12)</sup>. 또한 근래에 MRI를 이용한 심부정맥혈전의 진단에 관한 연구들이 보고되었고 다른 진단 방법과의 유용성에 관한 비교 연구나 여러가지 기술적인 진단 기법에 관한 연구들이 활발하다<sup>13-22)</sup>. 저자들의 경우 심부정맥혈전의 진단을 위한 일차적인 방법으로 과거에는 정맥조영술을 사용하였으나 현재는 대부분 도플러 초음파에 의존하고 있다. 그러나 도플러 검사는 비침습적이고 간편하고 쉽게 시도할 수 있다는 잇점이 있으나 부종이 심하거나 비만 환자의 경우 장단지 같은 심부부위를 진단하는데 어려움이 있고 정맥의 전체적인 윤곽을 객관적으로 나타내는데 제한점이 있다. 반면 MRI는 비용이 비싸다는 단점이 있으나 초음파에 비해 전체적인 정맥의 윤곽을 나타낼 수 있으며 초음파로 관찰하기 어려운 심부병변을 진단하는데 제한이 없다는 점과 짧은 시간에 여러 면의

고해상도 영상을 한번에 얻을 수 있는 것도 장점이라 할 수 있다<sup>19)</sup>. 심부정맥혈전의 진단에 있어 MRI와 정맥조영술의 비교연구에서 MRI는 정맥조영술에 비해 골반정맥혈전을 진단하는데 특히 우수한 것으로 보고되었고 대퇴와 장단지 경우에는 큰 차이가 없었다고 하였다<sup>22)</sup>. 도플러초음파와 MRI의 비교연구에서는 초음파검사는 대퇴 및 슬와 부위 진단에 예민도가 뛰어난 반면 중심정맥혈전의 규명에 제한점이 있고 만성과 급성 혈전을 구별하기 어려운 반면, MRI는 중심정맥혈전의 진단이 초음파보다 우수하며 혈전의 연령을 구별할 수 있고 동반된 다른 연부조직변화를 관찰할 수 있는 장점이 있다고 하였다<sup>19)</sup>.

MRI상 심부정맥혈전의 진단은 정상적인 혈관들이 고신호 강도를 나타내는 반면 혈전은 혈관내 충만결손의 저신호강도를 나타내는 것으로 진단할 수 있다<sup>22)</sup>. 큰 혈전의 경우 5년 이상 지속 될 수 있고, 완전히 용해되는 것은 환자의 20%미만이기 때문에 단순히 혈전의 진단은 큰 의미가 없으며 질환의 상부 침범 정도와 혈전의 만성 및 급성 염증의 객관적 증거를 찾는 것이 훨씬 더 임상적인 의미가 있다고 한다. 그러나 기존의 진단 방법으로는 이러한 정보를 얻는데 불확실하고 신빙성이 적은 경우가 많다. 증세가 없는 환자들을 대상으로 압박 도플러초음파 검사를 시행하였을 때 급성혈전의 진단이 많은 경우 오진된 경우가 보고되었을 뿐 아니라<sup>26)</sup>, 정맥조영술에서도 불완전혈전과 만성혈전과의 구별이 어려웠다고 보고되었다<sup>27)</sup>. MRI를 이용한 정확한 혈전의 연령을 진단하고자 하는 시도도 이제까지는 불가능한 것으로 여겨왔으나 최근 스핀에코기법으로 급,만성 혈전을 구별할 수 있음이 보고되었다<sup>19)</sup>. 급성정맥혈전의 경우 혈관내경의 확장과 함께 저신호강도의 충만결손으로 보이나 만성심부정맥혈전의 소견은 가늘어진 정맥직경과 연부조직과 유사한 띠(band)나 '중격(septa)'이 혈관 내경을 채우고 있고 정맥벽의 비후를 동반하고 있다고 하였다. 또한 측부혈관, 위축된 혈전, 비정상적인 혈관내경과 같은 소견이 보일 때 만성질환을 시사할 수 있으며 MRI로 혈관주변부종 및 피하지방층부종을 관찰함으로써 급성과 만성 혈전을 구별하는데 도움이 된다고 하였다<sup>19)</sup>.

MRI상 심부정맥혈전을 진단하는데 제한점으로는 혈관분지 부위의 가양성과 장단지 병변과 같은 곳의 가음성을 들 수 있다. 가양성은 혈관분지에 의한 복잡혈류

현상(complex flow phenomenon)에 의해 나타나는 것으로 복잡혈류는 와류, 급류 등에 의해 야기되며, 특히 혈관이 분지하는 골반 부위에서 혈관 내 저신호강도를 보일 수 있으나 심장주기 중 한 주기에만 관찰되기 때문에 진양성과 구별할 수 있고 이것으로도 불확실할 경우 위상대조(phase-contrast) 방법으로 극복할 수 있다고 한다. 또한 장단지 병변의 가음성은 두부코일이나 사지코일을 사용하고 행렬크기(matrix size)를 조절함으로써(256×256) 해상력을 개선할 수 있다고 하였다<sup>22)</sup>.

MR-정맥조영술은 해부학적 혈관의 주행을 전체적으로 관찰할 수 있다는 장점이 있는데 여러 기법을 이용해 얻은 정맥의 횡단면 영상을 2D-TOF(time of flight inflow technique) 또는 3D-MIP(maximum intensity projection) 테크닉을 사용해 여러 방향의 원하는 관상 또는 측면영상을 얻을 수 있다<sup>28)29)</sup>.

최근에는 Gd-DTPA 조영제를 사용한 MR-혈관조영술을 정맥류 환자에서 수술전 심부정맥혈전의 유무를 평가하고자 시도한 연구가 보고되었는데 전례에서 심부 및 표재정맥의 해부학적 위치를 잘 관찰할 수 있었으며 장단지 정맥도 95%에서 관찰이 가능하다고 하였다<sup>25)</sup>. Gd-DTPA-MR 혈관조영술은 주로 뇌를 비롯한 동맥질환을 진단하거나 동정맥계이상, 또는 중앙내 복잡한 혈류 등을 관찰하기 위해 이용되어졌다<sup>23)24)</sup>. 최근에는 복부혈관을 관찰하기 위해서도 부분적으로 사용되고 있으나 하지 혈관을 관찰하기 위해서 사용한 예는 거의 드물다. Gd-DTPA를 이용한 조영제로 혈관조영증강을 시킨후 3차원적인 재구성에 의해 원하는 정맥을 여러 방향으로 돌려가며 볼 수 있는 것이 이 검사방법의 장점이라 할 수 있다. 저자들은 심부정맥혈전을 진단하기 위하여 조영제를 사용한 MR정맥조영술을 사용한 예는 찾아볼 수 없었으나 정맥류에서 전체적인 정맥계를 관찰할 수 있었다는 보고를 전제로 심부정맥혈전의 진단에서도 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각되었다. 즉 혈전을 동반하지 않은 혈관들은 Gd-DTPA조영증강의 효과로 조영증강된 혈관으로 관찰되나 혈전의 경우 조영증강된 혈관내에 저에코 또는 신호결핍의 층만결손으로 쉽게 인지될 수 있다고 생각되었다.

저자들의 결과에서 조영증강된 정맥의 분포는 전례에서 대퇴부에서 발목부위까지 해부학적 주행을 잘 나타내었다(Fig. 1A-B). 심부정맥혈전도 전례에서 조영

증강된 혈관내의 신호결핍의 층만결손으로 잘 관찰되었다. 특히 부종이 심한 장단지 부위의 혈전이 뚜렷한 신호결핍으로 잘 관찰되었고, 또한 발목정맥과 같이 아주 작은 정맥내의 혈전도 쉽게 관찰할 수 있었다(Fig. 2A-C).

결론적으로, 조영증강을 이용한 MR정맥조영술은 과거의 정맥조영술과 같이 침습적인 방법이라는 점에서 단점이라고 할 수 있을지 모르나 일차스크린 검사로 정확한 정맥혈전의 진단이나 위치가 불확실하거나 어려울 때, 골반 정맥혈전이 의심되거나 양쪽하지를 침범하였을 때, 임신부, 복부종물, 반복적인 대퇴정맥천자 같은 상황에서 전반적인 정맥계를 관찰하기 위해서는 스크린검사로 사용될 수 있다고 생각된다.

## References

- 1) Froelich JA, Dorfman GS, Cronan JJ, et al. : *Compression ultrasonography for the detection of deep vein thrombosis in patients who have a fracture of the hip. The Journal of Bone and Joint Surgery* 1989 ; 71 : 249-256
- 2) Hull R, Hirsh J, Sackett DL, et al. : *Clinical validity of a negative venogram in patients with clinically suspected venous thrombosis. Circulation* 1981 ; 64 : 622-625
- 3) Dorfman GS, Cronan JJ, Tupper TB, et al. : *Occult pulmonary embolism : a common occurrence in deep venous thrombosis. AJR* 1987 ; 148 : 263-266
- 4) Strandness DE, Langlios Y : *Long-term sequelae of acute venous thrombosis. JAMA* 1983 ; 250 : 1289-1292
- 5) Kakkar VV : *Deep vein thrombosis : deflection and prevention. Circulation* 1975 ; 51 : 8-19
- 6) Knudson GJ, Wiedmeyer DA, Erickson SJ, Foley WD, Lawson TL, Mewissen MW, Lipchik EO : *Color Doppler sonographic imaging in the assessment of upper-extremity deep venous thrombosis. AJR* 1990 ; 154(2) : 399-403
- 7) Foley WD, Middleton WD, Lawson TL, et al. : *Color Doppler ultrasound imaging of lower-extremity venous disease. AJR* 1989 ; 152 : 371-376
- 8) Janssen MC, Wollersheim H, Novakova IR, Heys-traten FM, van Asten WN, Thien T : *Diagnosis of deep vein thrombosis, an overview. Neth J Med* 1996 ; 48(3) : 109-121

- 9) Vogel F, Laing FC, Jeffrey RB, et al. : *Deep venous thrombosis of the lower extremity : US evaluation. Radiology* 1987 ; 163 : 747-751
- 10) Burn PR, Blunt DM, Sansom HE, Phelan MR : *The radiological investigation of suspected lower limb deep vein thrombosis. Clin Radiol* 1997 ; 52(8) : 625-628
- 11) Bradley MJ, Spencer PA, Alexander L, Milner GR : *Colour flow mapping in the diagnosis of the calf deep vein thrombosis. Clin Radiol* 1993 ; 47(6) : 399-402
- 12) Quintavalla R, Larini P, Miselli A, Mandrioli R, Ogolotti U, Pattacini C, Pini M : *Duplex ultrasound diagnosis of symptomatic proximal deep vein thrombosis of lower limbs. Eur J Radiol* 1992 ; 15(1) : 32-36
- 13) Holtz DJ, Debatin JF, McKinnon GC, Unterweger M, Wildermuth S, von Schulthess GK, Fuchs WA : *MR venography of the calf : value of flow-enhanced time-of-flight echoplanar imaging. AJR* 1996 ; 166(3) : 663-668
- 14) Carpenter JP, Holland GA, Baum RA, Owen RS, Carpenter JT, Cope C : *Magnetic resonance venography for the detection of deep venous thrombosis : comparison with contrast venography and duplex Doppler ultrasonography. J Vasc Surg* 1993 ; 18(5) : 734-741
- 15) Totterman S, Francis CW, Foster TH, Brenner B, Marder VJ, Bryant RG : *Diagnosis of femoropopliteal venous thrombosis with MR imaging : a comparison of four MR pulse sequences. AJR* 1990 ; 154(1) : 175-178
- 16) Laissy JP, Cinqualbre A, Loshkajian A, Henry-Feugeas MC, Crestani B, Riquelme C, Schouman-Claeys E : *Assessment of deep venous thrombosis in the lower limbs and pelvis : MR venography versus duplex doppler sonography. AJR* 1996 ; 167(4) : 971-975
- 17) Yoshizako T, Sugimura K, Kawamitsu H, Yoshikawa K : *Two-dimensional time-of-flight MR venography : Assessment with detection of chronic deep venous thrombosis in combination with magnetization transfer contrast. J Comput Assist Tomogr* 1996 ; 20(6) : 957-964
- 18) Martinoli C, Cittadini G, Pastorino C, Rollandi GA, Derchi LE, Grozio G, Gariasi G : *Gradient echo MRI of portal vein thrombosis. J Comput Assist Tomogr* 1992 ; 16(2) : 226-234
- 19) Erdman WA, Jayson HT, Redman HC, Miller GL, Parkey RW, Peshock RW : *Deep venous thrombosis of extremities : role of MR imaging in the diagnosis. Radiology* 1990 ; 174(2) : 423-431
- 20) Larcom PG, Lotke PA, Steinberg ME, Holland G, Foster S : *Magnetic resonance venography versus contrast venography to diagnose thrombosis after joint surgery. Clin Orthop* 1996 ; 209-15
- 21) Spritzer CE, Sussman SK, Blinder RA, Saeed M, Haerfkens RJ : *Deep venous thrombosis evaluation with limited-flip-angle, gradient-refocused MR imaging : preliminary experience. Radiology* 1988 ; 166(2) : 371-375
- 22) Evans AJ, Sostman HD, Knelson MH, Spritzer CE, Newman GE, Paine SS, Beam CA : *1992 ARRS Executive Council Award. Detection of deep venous thrombosis : prospective comparison of MR imaging with contrast venography. AJR* 1993 ; 161(1) : 131-139
- 23) Stehling MK, Holzknecht N, Laub G : *Gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography of abdominal blood vessels. Radiologe* 1997 ; 37(7) : 539-546
- 24) Wolff K, Bergin CJ, King MA, Ghadishah E, Sung DW, Clopton P, Bookstein JJ, Auger WR, Moser KM : *Accuracy of contrast-enhanced magnetic resonance angiography in chronic thromboembolic disease. Aced Radiol* 1996 ; 3(1) : 10-17
- 25) Tajima N, Ito K, Okada S, Hosaka J, Iajima H, Kumazaki T, Asano T, Kato J : *MR angiography of the venous system of lower extremities with gadolinium-enhanced fast spoiled GRASS. Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi* 1995 ; 55(7) : 511-512
- 26) Cronan JJ, Leen V : *Recurrent deep venous thrombosis : limitations of US. Radiology* 1989 ; 170 : 73-742
- 27) Bergvall U, Hjelmstedt A : *Recanalization of deep venous thrombosis of the lower leg and thigh. Acta Chir Scand* 1968 ; 134 : 219-228
- 28) Lee HM, Wang Y, Sostman HD, Khilnani NM, Trost DW, Arellano ER, Teeger S, Bush HL : *Distal lower extremity arteries : Evaluation with two-dimensional MR digital subtraction angiography. Radiology* 1998 ; 207 : 505-512
- 29) Siewert B, Kaiser WA, Layer G, Graber F, Kania U, Hartlapp J : *MR venography in deep venous thrombosis of the leg and pelvis. A comparison of 2D single layer images and 3D MIP reconstructions with phlebography. Rofo Fortscher Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 1992 ; 156(6) : 549-554