

동정맥기형의 에타놀 색전술: 33예의 치료성적과 합병증¹

전용환 · 도영수 · 신성욱 · 유위강 · 조재민 · 이민희 · 김동악² · 이병봉² · 주성욱 · 주인욱

목적: 동정맥기형에 대한 에타놀 색전술의 효과와 합병증을 평가하고자 하였다.

대상과 방법: 상지($n=14$), 하지($n=10$), 골반부($n=7$), 흉부($n=1$), 복부($n=1$)에 동정맥기형을 가진 33명의 환자를 대상으로 145회의 단계적인 에타놀 색전술을 시행하였다. 85회의 경도관 색전술과 60회의 직접천자 색전술이 시행되었으며 7예에서는 확장된 유출정맥에 대한 추가적인 coil 색전술이 행하여졌다. 색전술의 치료효과는 최초 색전술전과 마지막 색전술후의 혈관조영상에서 동정맥기형의 폐색정도로 평가하였다. 색전술 후 발생한 합병증은 주요 합병증과 경미한 합병증으로 분류하였다.

결과: 13예(39%)에서 동정맥기형이 완전 폐색되었다. 8예(24%)에서 75% 이상, 3예(9%)에서 50-75%, 4예(12%)에서 50% 미만으로 폐색되었다. 이전 영양동맥에 대한 외과적 결찰술 또는 coil 색전술로 동정맥기형 핵으로의 접근이 제한된 경우, 피하층에 위치한 동정맥기형, 시술 후 감염 그리고 추적관찰 기간동안 대량출혈이 있었던 5예(15%)에서 실패하였다. 145회의 색전술시 21회(14.5%)에서 일시적 신경마비와 국소적 피부괴사와 같은 경미한 합병증이 발생하였으며 보존적인 치료로 호전되었다. 5회(3.4%)의 주요 합병증으로는 뇌경색, 요로감염, 횡문근융해증에 의한 급성 신부전, 영구적인 정중신경마비, 감염이었다.

결론: 직접천자 또는 경도관 기법을 이용한 에타놀 색전술은 동정맥기형 치료의 효과적인 방법이지만 색전술에 수반되는 상당한 합병증을 해결하기 위해서는 보다 많은 시술 경험이 요구된다.

동정맥기형은 신체 어느 부위에나 생길 수 있는 선천성 혈관기형 질환으로 국소적 및 표재성으로 위치한 경우 외과적 절제술이 가능하지만 병변이 광범위하며 근육, 골, 장기 등의 심부 조직까지 침습한 경우에는 근치적 절제술이 불가능한 경우가 많다. 또한 절제술 후 병변이 남아있는 경우에는 질환의 성장 잠재력으로 인하여 기형 혈관의 급속한 재성장이나 나타나 치료전보다 악화되는 경우가 많다(1, 2). 따라서 병변의 대부분을 차지하는 광범위한 심부 침습형의 동정맥기형에 대한 외과적 치료법의 역할은 미미한 실정이다.

다양한 카테터 기법과 색전물질의 발달과 함께 여러 색전물질을 이용한 경도관 색전술이 동정맥기형의 치료방법으로 소개되어 왔다. 하지만 파괴성 색전물질을 이용한 경도관 색전술에서는 동정맥기형 핵(nidus)이 완전히 폐색되지 않는 경우가 많으며 병변 재발의 가능성이 있다(3). 근래에는 에타놀이 기형 혈관을 영구적으로 파괴시킨다는 점에서 직접천자 또는 경도관 기법을 이용한 에타놀 색전술이 동정맥기형 치료에 있어 좋은 성적을 보이고 있다(4-9).

저자들은 동정맥기형에 대하여 직접천자 또는 경도관 기법을 이용한 단계적인 에타놀 색전술을 시행하였기에 에타놀 색전술의 치료성적과 합병증에 대한 경험을 소개하고자 한다.

대상과 방법

1996년부터 2002년까지 뇌동정맥 기형을 제외한 고형기관과 연부조직의 동정맥기형으로 에타놀 색전술을 시행받은 33명의 환자를 대상으로 하였다. 남자와 여자가 각각 14명과 19명이었고, 연령분포는 8세에서 53세로 평균 연령은 25.3세였다. 과거력상 9예(27%)에서 외과적 수술을 시행받았고 영양동맥에 대한 coil 색전술을 받은 1예를 포함한 6예(18%)에서 색전술을 시행받은 경력이 있었다. 동정맥기형의 부위는 상지가 14예(42%), 하지가 10예(30%), 둔부와 자궁을 포함한 골반부가 7예(21%), 흉부와 복부가 각각 1예(3%)였다. 4예에서는 정맥성 기형 또는 림프관성 기형이 동반되어 있었다. 동정맥기형과 동반된 임상증후로는 하나 이상으로 발현되는 증상을 합쳐 동정맥기형 부위 축진시 맥박 또는 진동이 17예, 통증이 15예, 종괴가 5예, 질출혈과 피부궤양이 각각 3예, 사지길이 불일치가 2예, 울혈성 심부전이 1예였으며 2예에서는 증

¹성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 진단방사선과

²성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 혈관외과

이 논문은 2003년 7월 7일 접수하여 2003년 8월 11일에 채택되었음.

상없이 초음파 검사에서 우연히 발견되었다.

동정맥기형의 진단을 위하여 모든 예에서 이학적 검사와 비침습적인 검사로 골 변형 및 장골 길이 불일치 확인을 위한 단순 촬영, 영양동맥의 혈류량과 저항지수 측정을 위한 색도플러 검사 그리고 MRI를 시행하였다. 31예에서 잠재 동정맥기형 발견을 위해 방사성동위원소표지 적혈구(^{99m}Tc -RBC)를 이용한 전신혈액저류주사(whole body blood pool scan, 이하 WBBPS)와 18예에서 동정맥 단락 용적의 측정을 위해 방사성동위원소표지 대용집알부민(macroaggregate albumin, ^{99m}Tc -MAA)을 이용한 경동맥폐관류스캔(transarterial lung perfusion scan)을 추가로 시행하였다. 최종적으로는 혈관조영술을 시행하여 동정맥기형의 정확한 해부-형태학적 특성과 혈액역학적 특성을 확인하였다. 병변이 국소적인 경우에는 1회의 에타놀 색전술을 계획하였고, 병변이 광범위한 경우에는 시술 중 조영제의 양을 최소화하고 다량의 에타놀 주입에 의한 조직괴사의 위험을 줄이기 위해 단계적인 색전술을 계획하였다.

색전술시 주입된 에타놀에 의한 통증 조절과 직접천자 부위의 안정성 유지 그리고 심폐허탈 방지를 위해 모든 예에서 전신 미취를 시행하였으며 비교적 큰 동정맥기형의 색전술시에

는 폐동맥압 감시를 위해 시술전 Swan-Ganz 카테터를 삽입하였다.

에타놀 색전술의 목적은 영양혈관의 폐색이 아닌 동정맥기형의 핵 자체를 파괴하는 것이며 이러한 목적이 달성될 때까지 색전술을 반복적으로 시행하였다. 혈관조영술을 여러 각도에서 시행하여 모든 영양혈관들을 확인한 후 개개의 영양혈관에 대한 초선택적 혈관조영술을 시행하여 동정맥기형의 핵으로 접근할 수 있는 동맥 경로를 확인하였으며 일부에서는 정맥 경로 확인을 위한 경정맥도자술(transvenous catheterization)이 필요하였다. 이를 통해 동축기법으로 미세도관을 이용하여, 가능한한 동정맥기형의 핵에 근접하여 초선택적으로 에타놀을 주입하는 경도관 색전술을 시행하였다. 만약 사행성인 영양동맥 또는 이전 치료(외과적 영양동맥 결찰술 또는 coil 색전술, 부분절제)로 동맥 또는 정맥 경로를 통한 경도관 색전술이 불가능한 경우와 혈관조영상에서 동정맥기형 핵에 대한 직접천자가 가능한 경우에는 직접천자 색전술을 시행하였다. 동정맥기형 부위를 소독하고 투시 유도하에 18-21 gauge 바늘로 동정맥기형 핵을 직접천자한 후에 조영제를 주입하여 바늘의 정확한 위치를 확인하고 에타놀을 주입하였다. 1회의 시

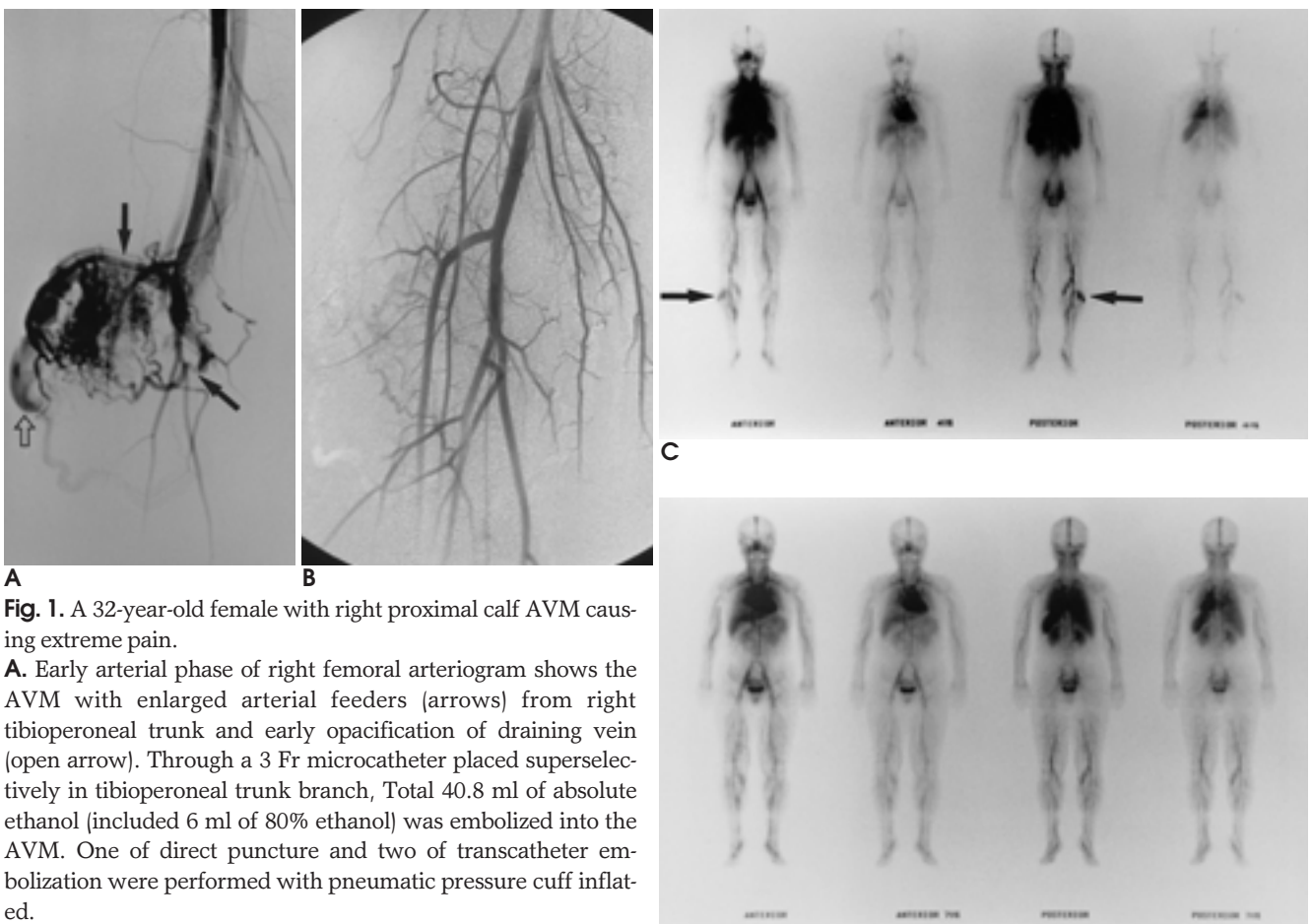


Fig. 1. A 32-year-old female with right proximal calf AVM causing extreme pain.

A. Early arterial phase of right femoral arteriogram shows the AVM with enlarged arterial feeders (arrows) from right tibioperoneal trunk and early opacification of draining vein (open arrow). Through a 3 Fr microcatheter placed superselectively in tibioperoneal trunk branch, Total 40.8 ml of absolute ethanol (included 6 ml of 80% ethanol) was embolized into the AVM. One of direct puncture and two of transcatheter embolization were performed with pneumatic pressure cuff inflated.

B. Arterial phase of right femoral arteriogram immediately post-embolization shows no arteriovenous shunting and preservation of all normal arterial branches.

C. Initial ^{99m}Tc -RBC WBBPS shows abnormal blood pooling (arrows) in the right proximal calf.

D. Follow-up ^{99m}Tc -RBC WBBPS shows no abnormal radioactivity.

술에서 직접천자의 횡수는 동정맥기형 혈관의 크기 및 주입된 에타놀 용량에 따라 결정하였으며 모든 예에서 5회 이하였다.

대부분의 시술에서 동정맥기형으로의 유입 혈류를 차단하기 위해 상.하지 병변에서는 혈압계 커프 (pneumatic blood pressure cuff)를 사용하였으며, 혈압계 커프를 사용할 수 없는 흉부 또는 복부의 병변인 경우에는 폐색풍선카테터를 사용하였다. 이와 같이 혈압계 커프 또는 폐색풍선카테터로 유입혈류를 차단한 경우에는 유입혈류 차단과 비차단 상태 모두에서 혈관조영술을 시행하여 동정맥기형의 혈류 특성을 파악하였다. 경도관 색전술과 직접천자 색전술 모두 투시 유도 하에 유입혈류 차단 또는 비차단 상태에서 조영제를 수동주입한 후 영양동맥으로 역류되지 않고 동정맥루(arteriovenous fistula)만을

조영시킬 수 있는 조영제의 주입 용량과 속도를 고려하여 에타놀 주입 용량과 속도를 결정하였다. 사용된 에타놀은 순도 99%의 원내제품으로 대부분의 경우 순도 99%인 에타놀을 사용하였고, 수부 또는 족부에서 동정맥루 우세형의 병변에 대해서는 비이온성 조영제를 혼합하여 50-70%로 희석시켜 사용하였다. 1회 색전술에 사용된 에타놀 용량은 10-55 ml로 평균 25.1 ml 이었으며 체중 kg 당 에타놀 사용량은 0.02-0.93 ml/kg (평균 0.43 ml/kg)으로 1 ml/kg을 넘지 않게 하였다.

혈관조영상에서 매우 확장된 유출정맥을 보였던 7예에서는 직접천자 또는 경정맥도자술로 유출정맥에 대한 coil(Nester coil, Cook, Bloomington, U.S.A.) 색전술을 병행하였다. 에타놀 주입 10분 후 유입 혈류 차단을 중지하고 혈관조영술을 시

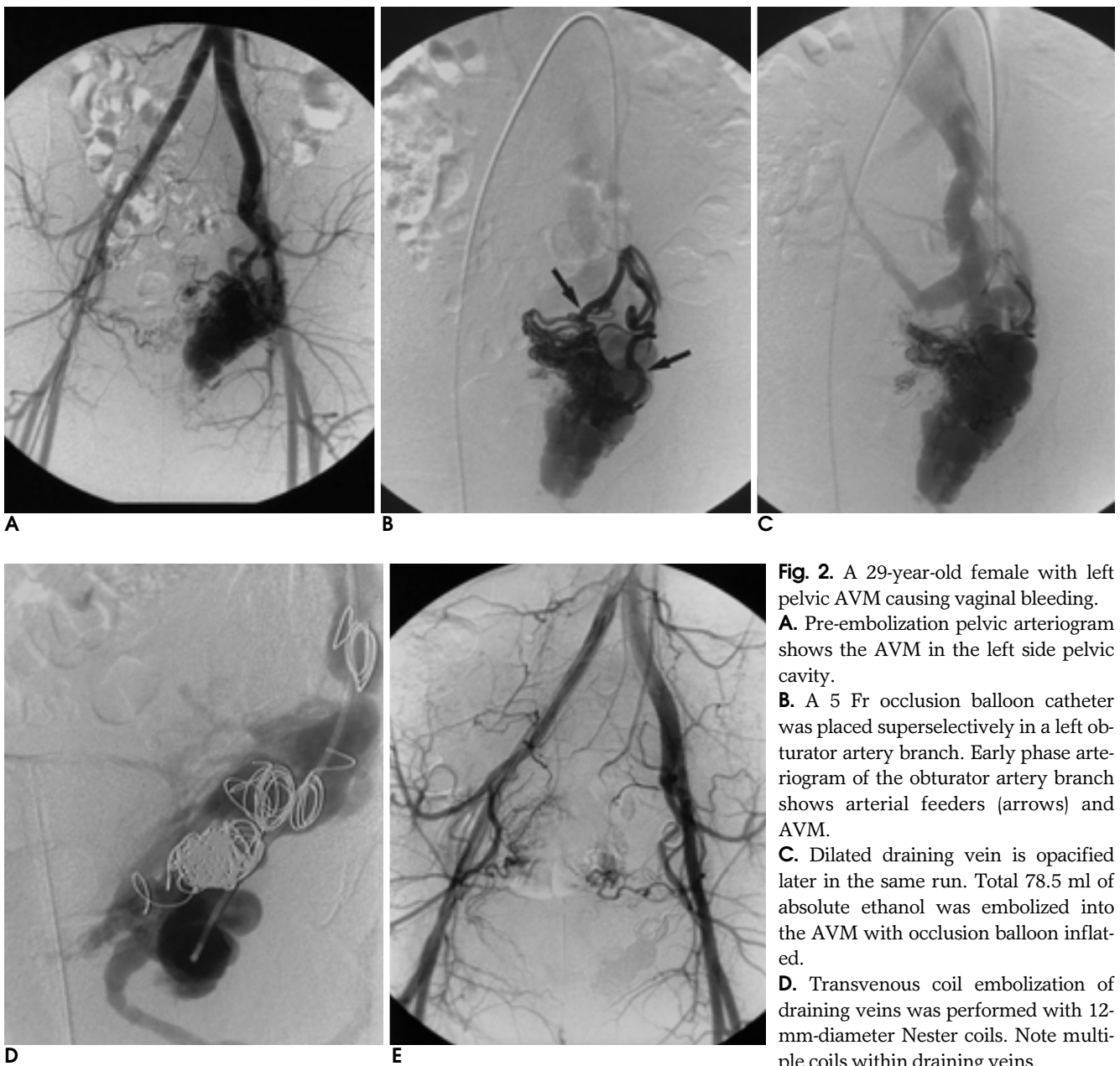


Fig. 2. A 29-year-old female with left pelvic AVM causing vaginal bleeding.

A. Pre-embolization pelvic arteriogram shows the AVM in the left side pelvic cavity.

B. A 5 Fr occlusion balloon catheter was placed superselectively in a left obturator artery branch. Early phase arteriogram of the obturator artery branch shows arterial feeders (arrows) and AVM.

C. Dilated draining vein is opacified later in the same run. Total 78.5 ml of absolute ethanol was embolized into the AVM with occlusion balloon inflated.

D. Transvenous coil embolization of draining veins was performed with 12-mm-diameter Nester coils. Note multiple coils within draining veins.

E. Pelvic arteriogram 5 months after two sessions of transcatheter embolizations shows complete obliteration of the AVM with preserved flows of the adjacent normal arterial branches.

행하여 병변의 변화를 관찰하고 남아있는 병변을 확인하였다. 남아있는 병변에 대하여 추가적인 에타놀 주입시, 1 ml/kg 이상으로 에타놀 주입량의 초과가 예상되는 경우에는 추가적인 색전술을 결정하고 시술을 종료하였다. 시술 다음날 모든 예에서 색도플러 검사를 시행하여 심부정맥혈전증 발생유무를 확인하였다.

에타놀 색전술로 임상증상이 호전된 경우에는 최초 색전술 시행전과 마지막 색전술후의 혈관조영상에서 동정맥기형의 폐색정도(100%, > 75%, 50-75%, < 50%)로 치료 효과를 평가하였다. 증상호전 없이 병변의 특성상 더 이상의 에타놀 색전술이 불가능한 경우와 병변의 진행 또는 색전술 후 합병증으로 외과적 절단술을 받은 경우에는 치료실패로 분류하였다. 색전술의 합병증은 치료가 필요하지 않았던 경우와 재원기간 48시간 미만의 보존적인 치료로 호전된 경우에는 경미한 합병증으로, 재원기간 48시간 이상으로 치료를 필요로 한 경우와 영구적인 후유증이 남은 경우에는 주요 합병증으로 분류하였다.

마지막 색전술 후 색도플러 검사, 혈관조영술, WBBPS, MRI 등을 이용하여 1-56개월간(평균 9.5개월) 추적관찰 하였다. 추적관찰 중 모든 예에서 색도플러 검사를 시행하였으며 8예에서는 혈관조영술을 시행하였다. WBBPS와 MRI를 모두 시행한 9예를 포함하여, 26예에서 WBBPS와 11예에서 MRI를 시행하였다. 추적 혈관조영술에서 완치가 확인된 경우에는 색도플러 검사, WBBPS 또는 MRI와 같은 비침습적 검사로 동정맥기형의 재발 유무를 확인하였다.

결 과

33명의 환자에서 85회의 경도관 색전술과 60회의 직접천자 색전술로 총 145회(환자당 1-23회, 평균 4.4회)의 단계적인 에타놀 색전술이 시행되었다. 1회의 색전술을 시행한 경우가 5예, 2회가 7예, 3회가 8예, 4회 이상은 13예였다. 시술 후의 통증은 모든 예에서 시술 1일째부터 즉시 호전되었으며 시술 부위의 부종은 에타놀 주입용량에 따라 상당 기간 유지되었으

나 대개 2주 이내에 호전되었다.

총 33명중 13예(39%)에서 1-7회(평균 2.8회)의 직접천자 또는 경도관 기법을 이용한 에타놀 색전술로 동정맥기형이 완치되었다(Fig. 1). 완치된 동정맥기형의 위치로는 골반부가 6예, 하지 4예, 상지 3예였다. 이 중 4예에서 동정맥기형의 확장된 유출정맥에 대하여 직접천자($n=3$) 또는 경정맥도지술($n=1$)로 추가적인 coil 색전술을 시행하였다(Fig. 2). 모든 예에서 혈관조영술, 색도플러 검사, WBBPS 또는 MRI를 이용한 평균 13.8개월간의 추적관찰에서 증상재발은 없었다. 8예(24%)에서 동정맥기형이 75% 이상으로 색전되었다. 이 중 4예에서는 수지부 동정맥기형으로 에타놀 색전술에 의해 유발될 수 있는 수지부 괴사의 위험성으로 추가적인 색전술을 중지하고 추적관찰중이며(Fig. 3), 1예에서 환자 본인이 색전술을 거부하였다. 나머지 3예에서는 추가적인 색전술을 대기중에 있다. 하지만 8예 모두에서 색전술 후 임상증상과 추적검사 소견은 치료전과 비교하여 호전된 것을 확인할 수 있었다(Fig. 4). 3예(9%)에서 동정맥기형이 50-75%로 색전되었다. 이 중 2예에서 추가적인 색전술을 대기중이며 다른 1예는 색전술 후 병변부위에 발생한 피부괴사로 더 이상의 색전술을 거부한 상태이다. 4예(12%)에서 동정맥기형이 50% 미만으로 색전되었으며 이 중 3예는 추가적인 색전술을 계획중에 있다. 나머지 1예에서는 우측 상지에 통증을 동반한 광범위한 병변에 대하여 7회의 단계적인 색전술로 증상의 호전을 보였으나 더 이상의 색전술을 거부하였다.

5예(15%)에서 환자당 2-9회(평균 5.4회)의 단계적인 색전술을 시행하였으나 치료에 실패하였다. 이 중 2예는 수부와 족부에 동정맥주 우세형의 기형을 가진 환자로 영양혈관에 대한 외과적 결찰술 또는 coil 색전술을 받은 과거력을 가지고 있었다(Fig. 5). 이러한 경우 동정맥기형 핵에 대한 직접천자 색전술이 유일한 치료 방법이었으며, 2예에서 각각 2회와 3회의 직접천자 색전술을 시도하였다. 하지만 2예 모두 핵의 크기가 작아 병변 주변부의 기형혈관만을 색전할 수 있었으며 더 이상의 직접천자 색전술을 시행할 수 없었다. 이 중 족부에 병변

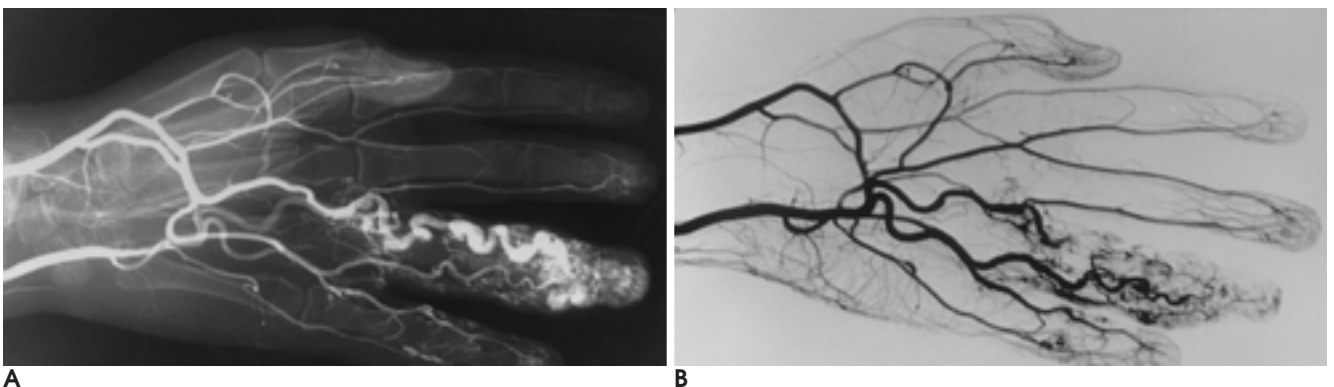


Fig. 3. A 14-year-old girl with painful AVM of the left fourth finger. Through a 3 Fr microcatheter placed superselectively in a medial proper palmar digital artery, 40 ml of 50% ethanol was embolized into the AVM. Embolization was performed with pneumatic pressure cuff inflated. Left brachial arteriograms before embolization (**A**) and 1 month post-embolization (**B**) show marked obliteration (more than 75%) of the AVM involving left fourth finger. The patient has remained asymptomatic for 4 months without skin necrosis.

을 가진 환자에서는 마지막 색전술 3달 후 반복되는 병변부위의 출혈로 절단술을 시행하게 되었다. 다른 1예는 림프관성 기형을 동반한 편측 하지 전체에 걸친 피하층의 동정맥기형으로 혈관조영상에서 여러개의 과증식성 영양동맥과 피하층에 미세 동정맥 단락 소견을 보였다. 50% 에타놀과 미세도관을 이용한 2회의 초선택적 경도관 색전술을 시행하였으나 2회 모두 에타놀을 주입한 부위마다 피부괴사가 발생하여 더 이상의 색전술을 시행할 수 없었다. 나머지 각각 1예에서는 색전술 후 감염과 추적관찰 기간 중 과다 출혈로 절단술을 시행하게 되었다.

전체 33명의 환자에서 19예(57.6%) 그리고 전체 145회의 에타놀 색전술에서 26회(17.9%)의 합병증이 발생하였다. 치료가 필요하지 않았던 경우와 재원기간 48시간 미만의 보존적인 치료로 호전된 경미한 합병증은 33명중 14예(42.4%) 그리고 145회의 색전술시 21회(14.5%)에서 발생하였다. 경미한 합병증으로 1회(0.7%)의 색전술에서 시술 당일 회복된 일

과성 말초신경마비가 1예(3.0%)의 환자에서 발생하였으며, 20회(13.8%)의 색전술에서 재원기간 48시간 미만의 보존적인 치료로 호전된 시술 부위의 국소적 피부괴사가 13예(39.4%)의 환자에서 발생하였다. 추적관찰에서 13예의 국소적 피부괴사는 모두 완치된 것을 확인할 수 있었다. 5회(3.4%)의 색전술에서 뇌경색, 요로감염, 횡문근융해증에 의한 급성 신부전, 정중신경마비, 감염과 같은 주요 합병증이 5예(15.2%)의 환자에서 발생하였다(Table 1). 뇌경색은 Swan-Ganz catheter 삽입시에 발생한 합병증이었으며 에타놀 색전술과 연관은 없었다. 횡문근융해증에 의한 급성 신부전, 뇌경색 그리고 요로감염은 48시간 이상의 재원치료가 필요하였으나 3예 모두 보존적인 치료로 호전되었으며 추적관찰에서 영구적인 후유증은 관찰되지 않았다. 정중신경마비와 시술 부위 감염으로 시술 후 3일째 주상부 절단술이 시행된 2예에서는 영구적인 합병증이 발생하였다.

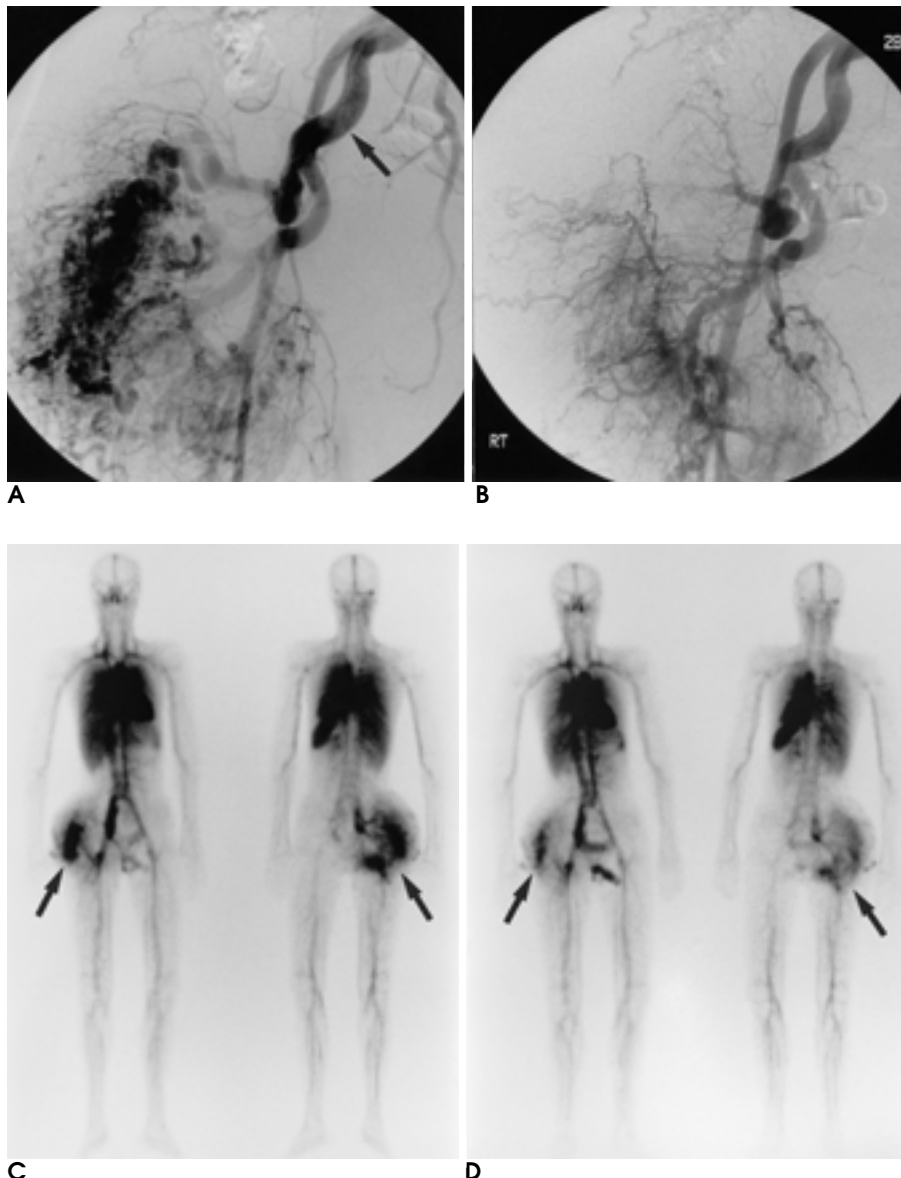


Fig. 4. An 18-year-old male with right buttock AVM.

A. Pre-embolization right common iliac arteriogram shows large AVM of the right buttock and dilatation of the right internal iliac artery (arrow).

B. Right common iliac arteriogram after 23 sessions of ethanol embolization shows marked obliteration (more than 75%) of the AVM. The patient has been waiting for the next session of ethanol embolization.

C. Initial ^{99m}Tc -RBC WBBPS shows abnormal blood pooling (arrows) in the right buttock and prominent vascular marking of right iliac vessel.

D. Follow-up ^{99m}Tc -RBC WBBPS shows substantial reduction (arrows) of the pooled blood radioactivity.

Table 1. Summary of Major Complications

Complication	Location of AVM	Route of Embolization*	Injection Dose of Pure Ethanol (ml/kg)	Level of Care
Cerebral infarction [†]	Hand			4-day hospitalization
Urinary tract infection	Pelvic cavity	D	0.30	10-day hospitalization
Acute renal failure	Buttock, flank	T	0.06	25-day hospitalization
				Hemodialysis
Median nerve palsy	Forearm	D	0.32	3-day hospitalization
				Permanent sequelae
Infection	Upper extremity	D	0.86	Above elbow amputation

*D = direct puncture embolization, T = transcatheter embolization

[†]Cerebral infarction occurred during insertion of Swan-Ganz catheter

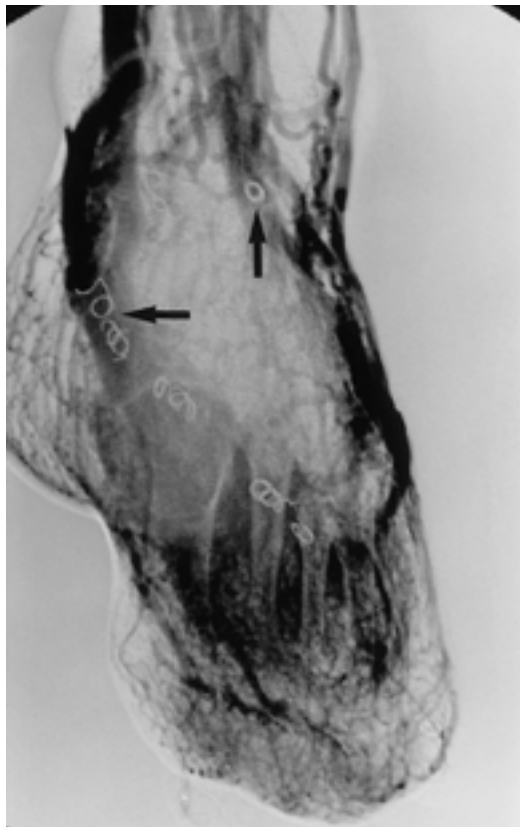


Fig. 5. Angiogram shows the AVM with dominant micro-fistulas in the left foot. Transarterial embolization was tried but failed due to multiple coils (arrows) along the feeding arteries.

고 찰

동정맥기형은 선천성 혈관질환으로 모세혈관상을 통하지 않고 원시혈관 핵을 통한 과증식성 유입동맥과 확장된 사행정맥과의 단락을 특징으로 하는 선천성 혈관질환이다(10). 동정맥기형은 진단과 치료가 어려운 질환으로 출생기부터 존재하나 증상 없이 모반 또는 점으로 나타나기도 하며 사춘기 성장 또는 임신 등의 호르몬 변화, 수술 또는 외상 등의 외부자극에 의해 급격히 커진다(11). 동정맥기형의 증상은 일반적으로 병변의 위치와 관계가 있으며 통증, 진행성 신경마비, 종괴, 조직

괴사, 출혈, 사지 기능장애, 파행 등의 다양한 증상을 보인다(5). 특히 동정맥기형이 크고 중심부에 위치할수록 순환량 과부하에 의한 울혈성 심부전을 초래할 수도 있다(11, 12).

동정맥기형의 에타놀 색전술시 중요한 것은 영양혈관의 폐쇄가 아닌 핵을 파괴시키는 것이다. 동정맥기형의 혈액학적 특성상 근위부 영양혈관만을 폐쇄시키면 새로운 측부혈관을 통해 주변동맥으로부터 혈액을 공급받아 핵이 재개통되어 치료 효과가 적으며 색전술이 다시 필요한 경우 접근할 경로가 없어지므로 신중을 기하여야 한다. 국소적인 동정맥기형은 1회의 에타놀 색전술로 충분한 치료효과를 거둘 수 있다. 하지만 병변이 광범위한 경우에는 단계적으로 반복적인 에타놀 색전술을 시행하는 것이 좋으며 이는 색전술시 소요되는 조영제의 양을 최소화하고 조직괴사와 같은 합병증 발생을 줄일 수 있을 뿐 아니라, 장시간의 시술로 인해 시술자가 피로해져 생길 수 있는 판단착오를 막을 수 있기 때문이다(5, 13). 또한 단계적인 색전술은 이전 색전술시 관찰되지 않았던 새롭게 형성된 영양동맥들을 모두 찾아내어 효과적으로 색전시킬 수 있는 이점도 있다(13).

현재 동정맥기형의 색전술에는 자가혈괴(autologous clot), gelfoam, polyvinyl alcohol particle (PVA), coil, detachable balloon, Sotradecol(sodium tetradecyl sulfate), cyanoacrylate (IBCA/NBCA), 에타놀 등의 다양한 색전물질이 사용되고 있다(12). Cyanoacrylate와 같은 조직접착제는 영구적인 색전물질로 여겨져 왔으나 다루기 어렵고 재개통이 발생할 수 있다는 사실이 알려져 있다(14, 15). 또한 cyanoacrylate는 중합반응 후 인접 조직에 세포독성과 혈관괴사를 유발할 수 있는 열을 방출하고 혈관내 응고시 경한 염증반응을 일으킨다. 특히 근육내 응고된 cyanoacrylate는 근육부전 또는 조직 미란의 원인이기도 하며 투시에 보일 수 있도록 혼합되는 탄탈 분말(tantalum powder)은 안면부 동정맥기형의 치료시 미용상의 문제를 일으키기도 한다(12). 동정맥기형의 근위부 영양혈관 폐쇄를 위해서 coil은 사용하지 않아야 한다. 증례와 같이 영양동맥에 대한 이전 coil 색전술로 동정맥기형 핵으로 접근할 수 없어 치료에 실패하였으며 저자들은 7예에서 영양동맥이 아닌 매우 확장된 유출정맥에 대해서만 직접천자 또는 경정맥도자술로 coil 색전술을 시행하였다. 이는 에타놀 주입 용량을 줄이고 에타놀에 의해 생성된 혈관내의 혈전을 안정시킬

수 있다는 장점이 있으며 증례에서 coil 색전술에 의한 합병증은 발생하지 않았다.

에타놀은 액체상의 경화성 색전물질로 생체내의 대사와 배설이 잘 알려져 있으며 다른 색전물질과는 달리 영구적인 혈관 손상을 야기시킨다. 에타놀은 첫째, 혈액 단백질을 변성시키고, 둘째, 혈관 내피세포를 탈수시켜 세포의 원형질을 침전시켜며, 셋째, 내피세포 전체를 파괴하고 혈관벽중 내부탄력층(internal elastic lamina)까지 분절화시켜 급성 혈전증을 유발한다(12). 에타놀은 혈관 내피세포를 모두 파괴하기 때문에 혈류의 재소통과 신생혈관 생성은 거의 발생하지 않아 동정맥기형을 완치시킬 수 있는 색전물질이다. 하지만 단점으로는 에타놀의 강한 신경용해(neurolytic) 특성으로 혈관의 누출시 주변 신경손상과 표재성 병변인 경우 전층피부손상이 발생할 수 있으므로 초선택적인 주입과 주의가 필요하다(7, 8, 12).

에타놀 색전술시 혈압계 커프 또는 폐색풍선카테터를 사용하여 일시적으로 유입혈류를 차단시키는 방법을 사용하였다. 이러한 혈류 차단은 에타놀이 동정맥기형내에서 혈관 내피세포를 파괴하고 혈전을 형성할 만큼 충분한 시간적 여유를 갖기 위함과 동시에 중심 정맥으로 유입되어 발생할 수 있는 심부정맥혈전증, 폐동맥 고혈압 및 횡문근융해증과 형성된 혈전이 중심 정맥으로 유입되어 야기될 수 있는 폐색전증을 방지할 수 있다. 많은 양의 에타놀 주입이 예상되는 광범위한 동정맥기형의 색전술시에는 유출된 에타놀에 의한 심장 흥분 전도계의 억제와 전모세혈관의(precapillary) 혈관수축으로 유발될 수 있는 폐동맥 고혈압과 심폐허탈 감시를 위해 Swan-Ganz 카테터 삽입은 필수적이다(12). 만약 폐동맥압이 상승하는 경우에는 더 이상의 에타놀 사용을 멈추고 폐동맥 고혈압 치료를 위한 nitroglycerin, adenosine 또는 prostaglandin E의 주입경로로 사용할 수 있다.

에타놀 색전술시 발생할 수 있는 합병증으로는 국소적 피부수포, 통증, 부종, 혈뇨, 일과성 신경마비, 신경 또는 주변장기손상, 심부정맥혈전증, 폐색전증, 횡문근융해증, 심폐허탈 등이 있다(5, 12, 16). 색전술 후 발생하는 부종은 관류압증가현상(perfusion pressure breakthrough phenomenon)에 의한 것으로 알려져 있다(5, 12). 주변 정상조직에서 동정맥기형으로 증가된 도류(vascular steal)에 의한 세동맥의 만성적인 확장 과 혈관 근육층의 위축으로 세동맥은 자동조절능을 상실하게 되고, 색전술 후 기형혈관내의 색전증으로 조직으로의 관류가 회복되면 상대적인 과혈류를 조절하지 못하는 것을 관류압증가현상이라 하며(17), 이는 부종 또는 출혈을 유발하고 피부괴사의 원인이 될 수 있다. 에타놀 색전술의 합병증인 신경손상은 에타놀 자체에 의한 신경파괴보다는 조직부종에 의한 신경압박으로 발생하게 되는 경우가 많다(12). Yakes 등은 동정맥기형의 에타놀 색전술에 있어 합병증 발생률이 초기에는 30%였으나 시술 경험이 많아짐에 따라 10%로 줄일 수 있었다고 보고하였으며 경도관 색전술시에 초선택적인 카테터 위치선정과 경도관 색전술이 여유치 않은 경우에만 직접천자 색전술을 시행하는 것이 중요하다고 하였다(5, 12).

1회의 색전술시 에타놀 사용량이 체중 kg당 1 ml 를 초과

한 경우 호흡억제, 부정맥, 경련, 횡문근융해증, 저혈당증이 발생하였다는 보고가 있으며(16), 저자들의 경우에도 에타놀 사용량을 1 ml/kg 으로 제한하였다. 하지만 증례에서 우측 둔부의 동정맥기형에 대해 폐색풍선카테터를 이용한 유입혈류 차단없이 80% 에타놀 6 ml(0.059 ml/kg)를 사용하여 초선택적 경도관 색전술을 시행하였을 때 횡문근융해증에 의한 급성신부전이 발생한 예가 있다. 유입혈류를 차단하지 않은 상태에서 소량의 에타놀 주입으로도 횡문근융해증이 발생한 경우로 에타놀 색전술시 가능한한 유입혈류를 차단하는 것이 합병증 발생을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 저자들의 증례에서 합병증 발생률이 17.9%로 약간 높지만 재원기간 48시간 미만의 보존적인 치료로 호전된 국소성 피부괴사와 같은 경미한 합병증이 대부분으로 시술 경험 축적에 따라 합병증 발생률은 감소될 것으로 예상된다. 또한 저자들의 증례 중 8예에서는 단계적인 에타놀 색전술이 진행중에 있다. 추가적인 시술에 의한 합병증 발생의 위험성도 있으나 에타놀 색전술의 치료성적은 향상될 것으로 예상된다.

저자들의 연구에서 동정맥기형의 위치, 범위, 특성 및 색전 방법에 따른 치료성적과 합병증에 대한 분석이 포함되지 않았다는 점과 추가적인 에타놀 색전술이 예정되어 있는 8예의 증례가 치료효과의 평가에 포함된 점은 본 연구의 단점이라 할 수 있다.

지속적인 추적관찰이 필요하지만 직접천자 또는 경도관 기법을 이용한 단계적인 에타놀 색전술은 동정맥기형의 치료에 있어 효과적인 방법이다. 하지만 에타놀 색전술은 영구적인 손상을 포함하여 상당한 합병증을 수반하므로 보다 많은 시술 경험이 요구된다.

참 고 문 헌

1. Szilagyi DE, Smith RF, Elliott JP, Hageman JH. Congenital arteriovenous anomalies of the limbs. *Arch Surg* 1976;111:423-429
2. Flye MW, Jordan BP, Schwartz MZ. Management of congenital arteriovenous malformations. *Surgery* 1983;94:740-747
3. Palmaz JC, Newton TH, Reuter SR, Bookstein JJ. Particulate intraarterial embolization in pelvic arteriovenous malformation. *AJR Am J Roentgenol* 1981;137:117-122
4. Yakes WF, Pevsner P, Reed M, Donohue HJ, Ghaed N. Serial embolizations of an extremity arteriovenous malformation with alcohol via direct percutaneous puncture. *AJR Am J Roentgenol* 1986;146:1038-1040
5. Yakes WF, Haas DK, Parker SH, et al. Symptomatic vascular malformations: ethanol embolotherapy. *Radiology* 1989;170:1059-1066
6. Yakes WF, Luethke JM, Parker SH, et al. Ethanol embolization of vascular malformations. *Radiographics* 1990;10:787-796
7. Mourao GS, Hodes JE, Gobin YP, Casasco A, Aymard A, Merland JJ. Curative treatment of scalp arteriovenous fistulas by direct puncture and embolization with absolute alcohol. *J Neurosurg* 1991;75:634-637
8. Gomes AS. Embolization therapy of congenital arteriovenous malformations: use of alternate approaches. *Radiology* 1994;190:191-198
9. Jackson JE, Mansfield AO, Allison DJ. Treatment of high-flow vascular malformations by venous embolization aided by flow occlu-

- sion techniques. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1996;19:323-328
10. Salo JA, Ketonen PS. Congenital arteriovenous fistulas in the chest wall. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1988;22:7-10
 11. Rutherford RB. Congenital vascular malformations: diagnostic evaluation. *Semin Vasc Surg* 1993;6:225-232
 12. Yakes WF, Rossi P, Odink H. How I do it. Arteriovenous malformation management. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1996;19:65-71
 13. 정원상, 한성태, 이상훈, 한형민. 경피적 색전술을 이용한 동정맥기형의 치료 효과. *대한방사선의학회지* 2003;48:235-240
 14. Widlus DM, Murray RR, White RI Jr, et al. Congenital arteriovenous malformations: tailored embolotherapy. *Radiology* 1988;169:511-516
 15. Rao VR, Mandalam KR, Gupta AK, Kumar S, Joseph S. Dissolution of isobutyl 2-cyanoacrylate on long-term follow-up. *AJNR Am J Neuroradiol* 1989;10:135-141
 16. Mason KP, Michna E, Zurakowski D, Koka BV, Burrows PE. Serum ethanol levels in children and adults after ethanol embolization or sclerotherapy for vascular anomalies. *Radiology* 2000;217:127-132
 17. Spetzler RF, Wilson CB, Weinstein P, Mehdorn M, Townsend J, Telles D. Normal perfusion pressure breakthrough theory. *Clin Neurosurg* 1978;25:651-672

J Korean Radiol Soc 2003;49:263-270

Ethanol Embolization of Arteriovenous Malformations: Results and Complications of 33 Cases¹

Yong Hwan Jeon, M.D., Young Soo Do, M.D., Sung Wook Shin, M.D.,
Wei Chiang Liu, M.D., Jae Min Cho, M.D., Min Hee Lee, M.D., Dong-Ik Kim, M.D.²,
Byung-Boong Lee, M.D.², Sung Wook Choo, M.D., In-Wook Choo, M.D.

¹Department of Radiology, Samsung Medical Center, SungKyunKwan University School of Medicine

²Department of Vascular Surgery, Samsung Medical Center, SungKyunKwan University School of Medicine

Purpose: To assess the effectiveness of ethanol embolization for the treatment of arteriovenous malformation (AVM), and the complications, if any, arising.

Materials and Methods: Thirty-three patients with AVMs underwent 145 staged sessions of ethanol embolization. AVMs were located in an upper extremity ($n=14$), a lower extremity ($n=10$), the pelvis ($n=7$), the thorax ($n=1$), or the abdomen ($n=1$). Eighty-five transcatheter embolizations and 60 direct percutaneous puncture embolizations were performed, and seven patients underwent additional coil embolization of the dilated outflow vein. The therapeutic effectiveness of embolization was evaluated in terms of the extent to which an AVM was obliterated between baseline and the final angiogram. Complications were classified as minor or major.

Results: In 13 patients (39%), AVMs were totally obliterated. In eight patients (24%), more than 75% were obliterated; in three (9%), the proportion was 50–75%; and in four (12%), less than 50%. Five patients (15%), were not treated. The reasons for failure were the difficulty of approaching the nidus due to previous surgical ligation or coil embolization of the feeding artery, the subcutaneous location of an AVM, post-procedural infection, and massive bleeding during the follow-up period. Twenty-one minor complications such as focal skin necrosis or transient nerve palsy developed during 145 sessions of (an incidence of 14%), but these were relieved by conservative treatment. The five major complications arising (3%) were cerebral infarction, urinary tract infection, acute renal failure due to rhabdomyolysis, permanent median nerve palsy, and infection.

Conclusion: Ethanol embolization by direct percutaneous puncture or using a transcatheter technique is an effective approach to the treatment of an AVM. However, to overcome the considerable number of complications arising, further investigation is required.

Index words : Arteriovenous malformations, therapeutic embolization
Ethanol
Interventional procedures, complications
Veins, therapeutic embolization

Address reprint requests to : Young Soo Do, M.D., Department of Radiology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 50 Irwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-710, Korea.
Tel. 82-2-3410-0512 Fax. 82-2-3410-2559 E-mail: ysd@smc.samsung.co.kr