

경동맥 폐관류 신티그라피를 이용한 상하지 동정맥 혈관기형의 진단과 치료 평가

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 핵의학과, 외과¹, 영상의학과²

정현우 · 최준영 · 김영욱¹ · 김동익¹ · 도영수² · 이은정 · 이수진 · 조영석 · 현승협 · 이경한 · 김병태

Diagnosis and Post-Therapeutic Evaluation of Arteriovenous Malformations in Extremities Using Transarterial Lung Perfusion Scintigraphy

Hyun Woo Chung, M.D., Joon Young Choi, M.D., Young Wook Kim, M.D.¹, Dong Ik Kim, M.D.¹,
Young Soo Do, M.D.², Eun Jeong Lee, M.D., Su Jin Lee, M.D., Young-Seok Cho, M.D.,
Seung Hyup Hyun, M.D., Kyung-Han Lee, M.D., and Byung-Tae Kim, M.D.,

Departments of Nuclear Medicine, Surgery¹, and Radiology², Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School
of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: Differential diagnosis between arteriovenous (AVMs) and non-arteriovenous malformations (nAVMs) is important in patients with congenital vascular malformations, because AVMs can cause hemodynamic alteration and require immediate treatment. We investigated whether transarterial lung perfusion scintigraphy (TLPS) was useful for the diagnosis and post-therapeutic evaluation of AVMs in extremities. **Materials and Methods:** Fifty-seven patients (M:F=26:31, 21±13 yr, 9 upper and 48 lower extremities) suspected of congenital vascular malformations in extremities underwent TLPS using ^{99m}Tc-MAA before embolization/sclerotherapy. Dose-corrected shunt fraction (SF) was calculated from time-activity curve of the lung. Final diagnosis of AVMs was determined by angiography. In patients with AVMs, follow-up TLPS was done for post-therapeutic evaluation. **Results:** Sixteen patients (8 upper and 8 lower extremities) had AVMs, while the remaining 41 had nAVMs (1 upper and 40 lower extremities). The mean SF of AVMs on TLPS was significantly higher than that of nAVMs (66.4±25.8% vs. 2.8±4.3%, p=0.003). The sensitivity, specificity, and accuracy of TLPS (cut-off of SF = 20.0%) in diagnosis of AVMs before treatment were 93.8% (15/16), 100% (41/41) and 98.2% (56/57), respectively. The follow-up TLPS and angiography for post-therapeutic evaluation showed concordant results in 13 of 16 patients (81.3%) with AVMs. The mean SF of TLPS was significantly decreased after embolization/sclerotherapy (69.5±24.0% vs. 41.0±34.7%, p=0.01). **Conclusion:** TLPS provides hemodynamic information of AVMs in extremities semiquantitatively. Furthermore, the results of TLPS showed a high concordance rate with angiographic findings. Therefore, TLPS is useful for the diagnosis and post-therapeutic evaluation of AVMs in extremities. (Nucl Med Mol Imaging 2006;40(6):316-321)

Key Words: arteriovenous malformation, transarterial lung perfusion scintigraphy, ^{99m}Tc-MAA, angiography

서 론

사지의 선천성 혈관기형은 무증상의 모반에서부터 생명

을 위협하는 정도까지 매우 다양한 임상 양상과 예측하기 어려운 진행을 보이고 상대적으로 드문 질환이어서 경험 있는 의사에서도 진단과 치료에 어려움을 보이는 경우가 많다.¹⁻³⁾ 혈관기형은 양상에 따라 림프관과 정맥, 모세혈관, 동맥 성분을 포함하는데 이중 특히 동정맥 혈관기형은 혈액학적 변화를 일으켜 높은 이환율과 사망률을 보이고 재발과 악화가 잘 일어나 치료하기가 어렵다.⁴⁾ 동정맥 혈관기형 병터(nidus)의 완전한 수술적 적출은 병변이 작고 국소적이며 수술적 접근이 가능한 경우를 제외하고는 거의 불가능하며 부

• Received: 2006. 9. 26. • Accepted: 2006. 11. 28.
• Address for reprints: Joon-Young Choi, M.D., Department of Nuclear Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, #50 Ilwon-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-710, Korea
Tel: 82-2-3410-2648, Fax: 82-2-3410-2639
E-mail: jynm.choi@samsung.com

분적인 수술은 병변의 상태를 더 악화시킨다.^{5,6)} 최근에 도관을 삽입하여 병터를 찾아내거나 병터에 직접 에탄올 등을 주사하는 색전술/경화요법이 동정맥 혈관기형의 병터를 제거하는데 좋은 성적을 보여주었다.⁷⁻⁹⁾ 따라서 보다 안전하고 효과적인 치료를 위하여 선천성 혈관기형에서 동정맥 혈관기형 유무를 정확히 진단하는 것이 매우 중요하다.

여러 침습적인 선천성 혈관기형 검사 방법들이 개발되고 발전하여 환자 진단과 치료에 많은 도움을 주고 있지만 아직까지 동정맥 혈관기형 진단에는 혈관조영술이 가장 정확한 검사 방법으로 알려져 있다.¹⁰⁾ 혈관조영술은 동정맥 혈관기형에서 색전술/경화요법 시행 시 병터를 찾아내기 위해서도 이용된다. 뿐만 아니라 혈관조영술은 동정맥 혈관기형의 치료 후 남아있는 병변 평가에도 필수적으로 여겨지고 있다.^{7,11)}

하지만 혈관조영술은 침습적인 검사 방법 때문에 상대적으로 높은 이환율을 보이고 가격이 비싼 단점을 가지고 있다. 또한 혈관조영술은 병변의 해부학적 정보만을 제공하여 혈역학적 상태에 대한 객관적인 정량적 지표를 제시하지 못한다. 혈관조영술은 치료 후 남아있는 병변 평가에 현재 이용되는 가장 정확한 방법이지만 병변의 호전 정도를 단지 눈으로만 확인할 수 있어 미세한 변화 판단에 제한이 있다. 따라서 적절한 진단과 치료를 결정하고 수행하기 위하여 병변의 혈역학적 상태를 보다 정확하게 정량적으로 평가하는 것이 요구되고 있다.¹²⁾

경동맥 폐관류 신티그래피(transarterial lung perfusion scintigraphy, TLPS)는 새로이 개발된 침습적인 검사법으로 상하지에 위치하는 선천성 혈관기형의 진단 및 평가에 이용이 가능하다.¹³⁾ 특히 TLPS는 상하지 동정맥 혈관기형 환자에서 처음 진단 당시 동정맥 혈액 단락량과 치료 후 혈액 단락 호전 정도를 반정량적으로 보여주어 혈관조영술에 비하여 보다 객관적이고 명확한 혈역학적 정보를 제공할 수 있다. 하지만 아직까지 TLPS의 진단 성적에 대한 연구는 거의 행하여 지지 않았다.¹⁴⁾

이 연구에서는 TLPS가 선천성 혈관기형 중 상하지에 위치하는 동정맥 혈관기형의 처음 진단과 치료 효과 평가에 유용한 지를 혈관조영술과 비교하여 알아보았다.

대상 및 방법

1. 연구대상

1997년 11월부터 2003년 7월 사이 본원에서 상하지 선천성 혈관기형 진단 및 평가를 위하여 TLPS를 시행 받은 59명 환자들을 대상으로 하였다. 이 중 1명은 경화요법 후에

처음 TLPS를 시행 받았고, 1명은 조영제 과민반응으로 혈관조영술을 시행하지 못하여 대상에서 제외되었다. 최종적으로 색전술/경화요법 전에 처음 TLPS를 시행 받은 57명(평균나이: 21±13세, 남 26명, 여 31명)이 연구대상이 되었다. 병변의 위치는 상지가 9명이었고 하지가 48명이었다. 모든 환자들에서 혈관조영술을 시행하여 혈관기형의 해부학적 및 혈역학적 평가를 하였다. 혈관조영술로 동정맥 혈관기형이 진단된 환자들은 색전술/경화요법을 받았으며 이들은 치료 후 남아있는 병변 평가를 위하여 TLPS를 추적 시행하였다.

2. TLPS 검사방법

저에너지 고해상도 평행구멍 조준기가 장착된 이중헤드 감마카메라(Biads[®], Trionix Research Laboratory, OH, USA)를 이용하여 TLPS 영상을 얻었다. 환자의 병변 반대쪽 상지 전주정맥에 185 MBq의 ^{99m}Tc-macroaggregated albumin (MAA)를 주사한 후 누운 자세로 5분간 전후면 폐관류 연속영상을 획득하였다. 정맥주사 후 약 1분 뒤 병변의 영양 동맥인 대퇴 또는 위팔동맥에 185 MBq의 ^{99m}Tc-MAA를 다시 주사하고 계속 폐관류 연속영상을 얻었다. 폐관류 연속영상 촬영이 끝난 후 전신영상을 추가로 얻어 병변의 양상과 올바른 주사 여부를 확인하였다. 치료 전과 치료 후에 동일한 방법으로 TLPS 영상을 획득하였다.

3. 영상 분석

선천성 혈관기형 환자에서 동정맥 혈관기형의 최종진단은 혈관조영술 결과로 판단하였다. 폐관류 연속영상에서 후면 전폐에 관심영역(region of interest, ROI)을 그리고 전/후폐의 기하 평균 섭취값을 얻어 시간-방사능 곡선을 구하였다. 이를 이용하여 혈관기형의 동맥주사 전후 혈액 단락량을 정량화하였다(Fig. 1). 폐섭취 평균값은 실제 주사량으로

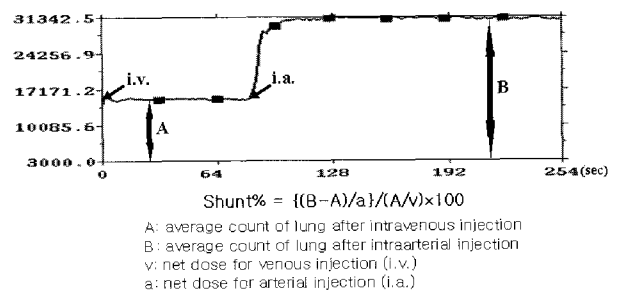


Fig. 1. Calculation of the shunt fraction (SF) of AVMs in extremities using time-activity curve of ^{99m}Tc-MAA dynamic lung scintigraphy.

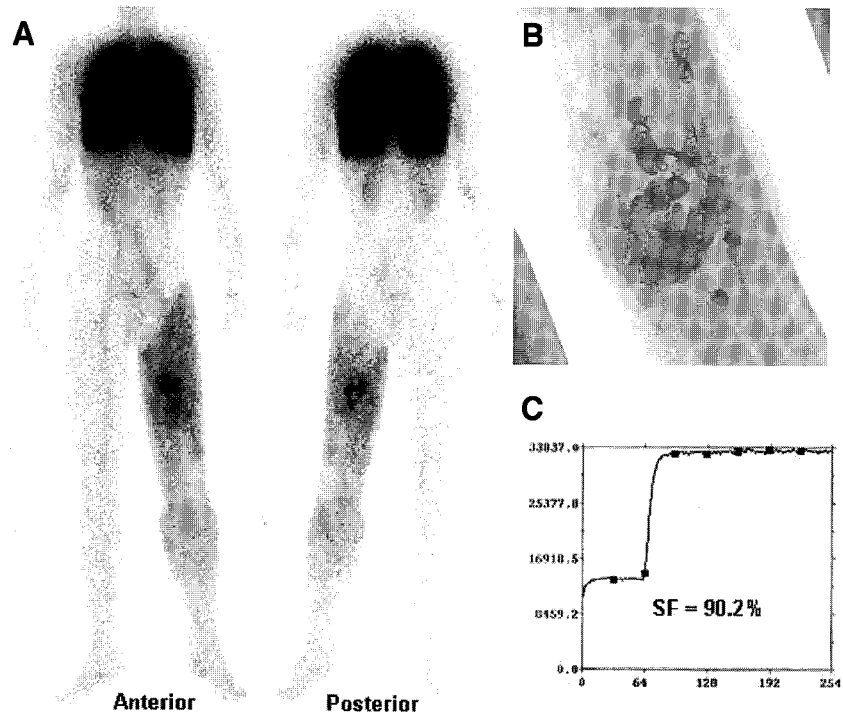


Fig. 2. Images of a 30-year-old male patient with arteriovenous malformation in left lower extremity. (A) Whole body image of TLPS. (B) Angiography. (C) Time-activity curve of TLPS (SF = 90.2%).

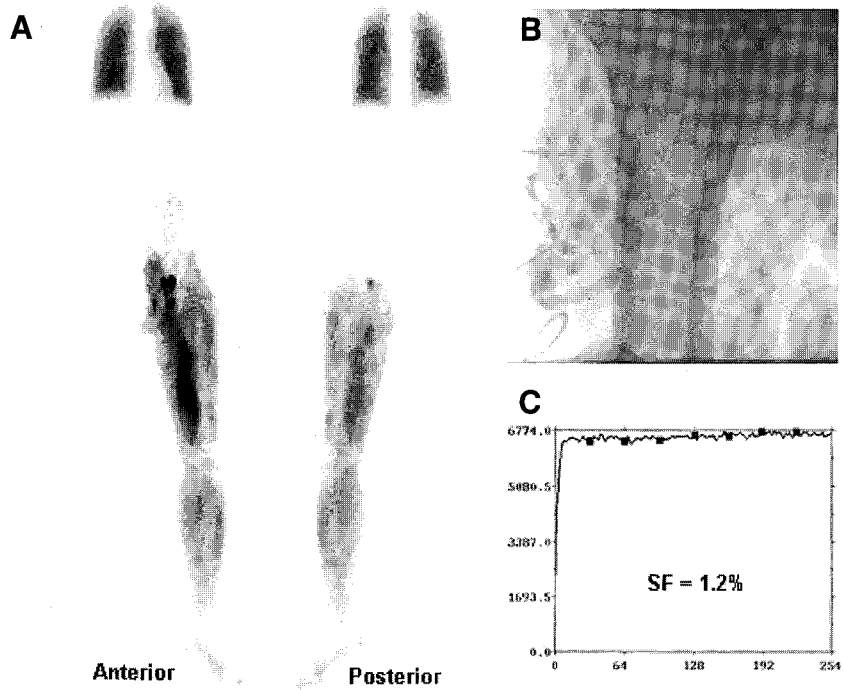


Fig. 3. Images of a 42-year-old male patient with non-arteriovenous malformation in left lower extremity. (A) Whole body image of TLPS. (B) Angiography. (C) Time-activity curve of TLPS (SF = 1.2%).

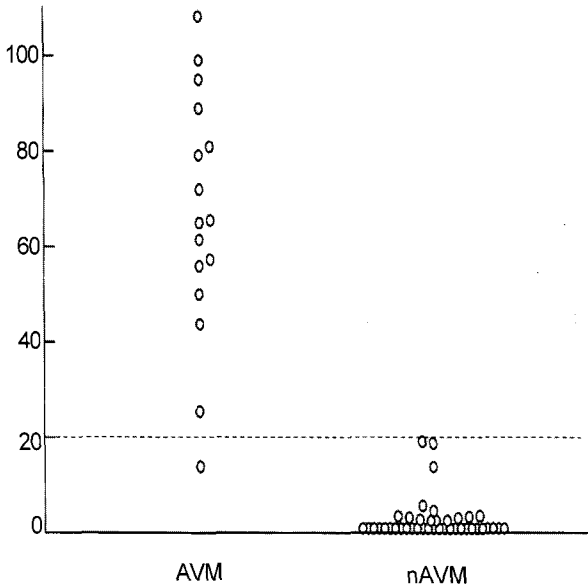


Fig. 4. Distribution of SF in AVMs and nAVMs. We decided the cut-off as SF = 20% (area under curve on ROC curve = 0.997).

고정하였으며 모든 TLPS의 결과는 혈관조영술 결과와 비교하였다. 치료 전과 치료 후 TLPS의 혈액 단락량을 서로 비교하여 치료 효과와 남아있는 동정맥 혈관기형 유무를 판단하였다.

4. 통계 분석

선천성 혈관기형 환자들 중 동정맥과 비동정맥 혈관기형 환자들간의 TLPS상 평균 혈액 단락량 차이 비교는 Mann-Whitney U test를 이용하였다. TLPS에서 동정맥 혈관기형과 비동정맥 혈관기형 간의 감별 진단을 위한 역치로 사용할 혈액 단락량을 구하기 위해 수신자판단특성곡선(Receiver Operating Characteristic Curve, ROC 곡선) 분석을 시행하였다. 치료 전과 치료 후 TLPS상 혈액 단락량의 변화는 Wilcoxon signed rank test를 사용하여 분석하였다. P값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

색전술/경화요법 전 시행한 혈관조영술에서 57명의 환자 중 16명은 동정맥 혈관기형(상지 8명, 하지 8명), 나머지 41명은 비동정맥 혈관기형(상지 1명, 하지 40명)으로 진단되었다. 동정맥 혈관기형 환자 16명의 치료 전 TLPS 평균 혈액 단락량은 $66.4 \pm 25.8\%$ (14-108.2%)이었고, 비동정맥 혈관기형 환자들의 평균 혈액 단락량은 $2.8 \pm 4.3\%$ (1-19.2%)이었다. 두 평균 혈액 단락량 간에는 유의한 차이가 있었다

($p < 0.0001$).

치료 전 TLPS의 혈액 단락량에 대한 ROC 곡선 분석에서 곡선하면적(area under curve, AUC)은 0.997이었고, 혈액 단락량이 20%일 때 정확도가 가장 높았다(Fig. 4). 혈액 단락량 20%를 cut-off로 하였을 때 동정맥 혈관기형 유무 판정에 대한 치료 전 TLPS의 예민도와 특이도, 정확도는 각각 93.8% (15/16), 100% (41/41), 98.2% (56/57)이었다.

동정맥 혈관기형 환자 16명은 모두 추적 TLPS와 혈관조영술을 시행하였다. 16명 중 13명은 색전술/경화요법을 받았고, 2명은 색전술/경화요법을 받지 않았다. 나머지 1명에서는 색전술/경화요법을 시도하였으나 실패하였다. 비동정맥 혈관기형 환자 41명은 치료 후 추적 TLPS를 시행하지 않았다.

색전술/경화요법을 받은 동정맥 혈관기형 환자 13명 중 11명은 추적 TLPS에서 혈액 단락량이 치료 전과 비교하여 감소하였고 이들은 추적 혈관조영술에서도 병변이 호전된 양상을 보였다. 치료 후 2명은 추적 TLPS에서 혈액 단락량이 증가하였다. 이들 중 1명은 추적 혈관조영술에서도 병변의 호전이 보이지 않았다. 하지만 다른 1명은 추적 혈관조영술에서는 병변의 호전을 보여 TLPS와 일치하지 않는 결과를 보였다. 색전술/경화요법을 받은 동정맥 혈관기형 환자 13명들은 치료 전 TLPS에서 평균 혈액 단락량이 $69.5 \pm 24.0\%$ 이었고, 치료 후 평균 혈액 단락량은 $41.0 \pm 34.7\%$ 이었다. 치료 후 평균 혈액 단락량은 치료 전과 비교하여 유의하게 감소하였다($p = 0.01$). 색전술/경화요법을 받지 못한 동정맥 환자 3명은 추적 혈관조영술에서 병변의 호전이 보이지 않았다. 추적 TLPS에서 1명은 혈액 단락량에 변화가 없었으나 2명은 혈액 단락량이 감소하여 혈관조영술과 일치하지 않는 결과를 보여주었다. 따라서, 동정맥 혈관기형에서 추적 TLPS 결과는 혈관조영술과 81.3% (13/16)의 높은 일치율을 보였다.

고 찰

사지의 선천성 혈관기형은 형태발생학적 결함으로 인하여 나타나는 질환으로 출생 시부터 주변 정상조직과 같은 범위로 자라나며 혈관종과 달리 세포 증식하거나 퇴화하지 않는다. 혈액학적으로 활동성 혈관기형은 혈류와 혈압의 변화, 성장과 발달하고 관련된 호르몬의 변화, 외상 등의 영향을 받아 자라나게 된다.^{4,15-17} 선천성 혈관기형은 크게 동맥성분을 포함하지 않고 림프관과 정맥, 또는 혼합된 성분으로 이루어진 낮은 혈류의 비동정맥 혈관기형과 동맥 성분을 포함하는 높은 혈류의 동정맥 혈관기형으로 나뉜다.¹⁸ 이중 동정

맥 혈관기형은 비동정맥 혈관기형에 비하여 상대적으로 더 드문 질환이지만 치료 후 재발률이 높으며 불완전한 치료를 행한 경우 매우 빠르게 병변의 크기가 증가하고 혈액학적 변화를 일으켜 생명에 위협을 줄 수도 있다.¹⁹⁾ 따라서 동정맥 혈관기형에 대한 정확한 진단과 혈액학적 평가가 필요하며 치료 후에도 적절한 효과 관정이 요구된다.

혈관조영술은 현재까지 선천성 혈관기형, 특히 동정맥 혈관기형의 진단 및 치료 효과 관정에 가장 정확한 방법으로 알려져 있으며 혈관기형 치료 방법 결정을 위하여 혈관조영술 촬영이 꼭 필요하다. 하지만 침습적 검사 방법으로 인한 높은 이환율과 비싼 비용으로 인하여 여러 번 검사를 시행하는 것에는 어려움이 있다. 따라서 보다 덜 침습적이고 가격이 저렴한 검사 방법 개발이 시도되고 있다.

지금까지 상하지에 위치하는 선천성 혈관기형에서 동정맥 혈관기형을 진단하는데 TLPS와 혈관조영술의 성적을 직접 비교해본 연구는 저자들이 알아본 바로는 없었다. 이 연구에서는 TLPS를 이용하여 선천성 혈관기형 중 상하지에 위치하는 동정맥 혈관기형을 진단하고 치료 후에 남아있는 병변을 평가해 보았다. TLPS는 치료 전에 상하지 동정맥 혈관기형을 진단하고 치료 후 효과를 평가하는데 있어 혈관조영술과 높은 결과의 일치성을 보여주었다(처음 진단시 98.2%, 추적 평가시 81.3%).

TLPS상 혈액 단락량 기준 20%는 동정맥 혈관기형을 진단하는데 100% 특이도를 보여주었으며 또한 높은 예민도를 나타내었다. 동정맥 혈관기형 환자 16명 중 1명만이 14%로 기준보다 낮은 혈액 단락량을 보였다. 이 환자는 혈관조영술상 하지의 동맥에서 여러 혈관풀이 보이지만 뚜렷한 정맥과의 연결은 보이지 않는 모세혈관이나 세동맥형의 비전형적인 동정맥 혈관기형 환자였으며 이로 인하여 TLPS상 혈액 단락량도 높지 않았을 것으로 여겨진다.

비동정맥 혈관기형으로 진단된 41명 환자의 대부분은 TLPS상 혈액 단락량이 1% 내외로 나타났다. 하지만 3명의 환자는 TLPS에서 혈액 단락량이 10% 이상으로 증가되어 있었다. 혈관조영술은 현재까지 혈관기형 진단에 가장 정확한 방법으로 이용되고 있지만 동정맥 혈관기형 유무를 해부학적 정보로 판단하므로 미세한 모세혈관이나 세동맥에서의 동정맥 혈액 단락이 있는 경우 이를 놓칠 수 있다.^{7,8)} 하지만 TLPS는 미세한 동정맥 혈액 단락이 있어도 혈액 단락량을 반정량적으로 보여주므로 동정맥 혈관기형 진단을 가능하게 한다. 혈관조영술상 비동정맥 혈관기형으로 진단된 환자가 TLPS에서 혈액 단락량 증가를 보일 수 있는 또 다른 이유는 검사자의 미숙함으로 ^{99m}Tc-MAA이 동맥 주사시 동맥혈관에 정확하게 주사 되지 못하고 주변 정맥에 소량이 주사

되는 경우가 있을 수 있다. 이런 경우 정맥 주사된 ^{99m}Tc-MAA가 폐에 섭취되어 소량의 혈액 단락이 있는 것처럼 결과가 나올 수 있다.

색전술/경화요법 후 남아있는 동정맥 혈관기형의 평가에서도 TLPS는 혈관조영술과 높은 일치도를 보여주었다. 치료를 받은 동정맥 혈관기형 환자 13명 중 1명을 제외하고는 TLPS와 혈관조영술 간의 결과가 일치하였다. 추적 TLPS에서 동정맥 혈액 단락량 감소가 보인 환자는 혈관조영술에서도 병변이 호전되었고, 추적 TLPS에서 혈액 단락량이 증가된 환자는 혈관조영술에서도 병변의 호전이 없어 치료 방법을 다시 결정하는데 도움을 주었다. 1명의 환자는 혈관조영술에서는 치료 후 병변이 호전되었고 다른 검사 결과와 임상증상도 치료 후 호전을 보이고 있었으나 TLPS에서는 혈액 단락량이 더 증가되어 서로 다른 결과를 보여주었다. 이 환자는 처음 TLPS 시행 시 ^{99m}Tc-MAA를 동맥 주사할 때 주사량의 일부가 혈관 밖으로 새어 나갔다. 하지만 추적 TLPS를 시행할 때는 ^{99m}Tc-MAA이 정확히 동맥에 주사되었다. 이러한 이유로 추적 TLPS에서 혈액 단락량이 처음 TLPS에 비하여 증가된 것으로 생각된다.

색전술/경화요법을 받지 않은 동정맥 혈관기형 환자 3명 중 1명은 추적 TLPS와 혈관조영술에서 처음 검사와 변화 없이 병변의 호전을 보이지 않았다. 하지만, 2명은 추적 혈관조영술상 병변의 호전이 없었으나 추적 TLPS에서는 혈액 단락량이 감소하였다. 이 2명의 환자들은 처음 TLPS 시행 시에는 ^{99m}Tc-MAA이 정확히 동맥에 주사되었으나 추적 TLPS에서는 주사량의 일부가 새어나가 제대로 주사 되지 못하였다. 이로 인하여 혈액 단락량이 처음에 비하여 감소된 것으로 생각된다.

TLPS는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 선천성 혈관기형 중 동정맥 혈관기형은 병변이 주로 상하지에 위치하는 양상을 보이는 하지만^{20,21)} TLPS는 상하지 동정맥 혈관기형만을 진단할 수 있다. TLPS 영상을 얻으려면 방사성 동위원소 표지 물질이 동정맥 혈관기형의 병터(nidus)를 지나갈 수 있어야 하며 그러기 위하여는 동정맥 혈관기형보다 근위부에 위치하는 영양 동맥(feeding artery)에 주사를 하여야 한다. 하지만 병변이 상하지 이외 몸통이나 머리와 같은 다른 부위에 존재한다면 이러한 동맥 주사가 용이하지가 않다. 둘째, TLPS는 동맥 주사가 필요하므로 혈관조영술에 비하면 덜 침습적이기는 하지만 약간 침습적인 면이 있으며 이로 인한 잠재적인 이환율을 고려하여야 한다. 또한, TLPS 결과에 정확한 동맥주사 여부가 영향을 미칠 수 있으므로 검사자의 동맥 주사 숙련 여부가 중요하다.

결론적으로 TLPS는 상하지에 위치하는 선천성 혈관기형

에서 동정맥 혈관기형을 진단하고 치료 효과를 판단하는데 혈관조영술과 비교할 만한 우수한 성적을 보여주었다. 또한 TLPS는 혈액 단락량을 반정량적으로 수치화하여 나타낼 수 있어 진단과 치료 효과 판정에 보다 객관적인 기준을 제공하고, 혈관조영술에 비하여 쉽고 저렴하게 여러 번 검사를 시행할 수 있다. 그러므로, 상하지 선천성 혈관기형에서 동정맥 혈관기형을 진단하고 치료 효과를 판정하는데 TLPS는 안전하며 정확한 검사방법으로 이용될 수 있을 것이다.

요 약

목적: 동정맥 혈관기형은 혈액학적 변화를 일으켜 생명에 위험을 줄 수 있으므로, 사지의 선천성 혈관기형 환자에서 동정맥 혈관기형과 비동정맥 혈관기형을 정확히 감별진단 하는 것이 중요하다. 이 연구에서는 혈관조영술과 비교하여 경동맥 폐관류 신티그라피(transarterial lung perfusion scintigraphy, TLPS)가 선천성 혈관기형 중 상하지에 위치하는 동정맥 혈관기형의 진단과 치료 효과 평가에 유용한지를 알아보았다. **대상 및 방법:** 색전술/경화요법 전에 처음 TLPS를 시행 받은 57명(나이: 21 ± 13 세, 남:여 = 26:31)이 연구대상이 되었다. 병변의 위치는 상지가 9명이었고 하지가 48명이었다. TLPS에서 폐의 시간 방사능 곡선을 이용하여 혈액 단락량을 구하였다. 모든 환자들에서 혈관조영술을 시행하여 혈관기형의 해부학적 및 혈액학적 평가를 하였다. 혈관조영술로 동정맥 혈관기형이 진단된 환자들은 치료 후 TLPS를 추적 시행하였다. **결과:** 혈관조영술상 16명은 동정맥 혈관기형(상지 8명, 하지 8명), 나머지 41명은 비동정맥 혈관기형(상지 1명, 하지 40명)으로 진단되었다. 동정맥 혈관기형 환자들의 치료 전 평균 혈액 단락량은 비동정맥 혈관기형 환자들에 비하여 유의하게 높았다($66.4 \pm 25.8\%$ vs. $2.8 \pm 4.3\%$, $p < 0.0001$). TLPS의 치료 전 상하지 동정맥 혈관기형을 진단하는 예민도와 특이도, 정확도는 각각 93.8% (15/16), 100% (41/41), 98.2% (56/57)이었다(혈액 단락량 기준 역치 = 20%). 동정맥 혈관기형 환자 16명은 추적 TLPS를 시행하였고 이 중 13명은 치료 평가에서 혈관조영술과 일치하는 결과를 보여주었다(81.3%). 색전술/경화요법 시행 후 TLPS 혈액 단락량은 유의하게 감소하였다($69.5 \pm 24.0\%$ vs. $41.0 \pm 34.7\%$, $p = 0.01$). **결론:** TLPS는 상하지 동정맥 혈관기형에서 혈액 단락량의 반정량적인 정보를 제공해주며 혈관 조영술과 높은 검사결과 일치도를 보여주었다. 그러므로, TLPS는 상하지 동정맥 혈관기형의 진단과 치료 평가에 유용하다.

References

1. Sofocleous CT, Rosen RJ, Raskin K, Fiore B, Hofstee DJ. Congenital vascular malformations in the hand and forearm. *J Endovasc Ther* 2001;8:484-94.
2. Mulliken JB. Cutaneous vascular anomalies. *Semin Vasc Surg* 1993;6:204-18.
3. Rutherford RB. Congenital vascular malformations: diagnostic evaluation. *Semin Vasc Surg* 1993;6:225-32.
4. Sabiston DC. *Textbook of surgery*. 14th ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1991. p. 1393-8.
5. Szilagyi DE, Smith RF, Elliott JP, Hageman JH. Congenital arteriovenous anomalies of the limbs. *Arch Surg* 1976;111:423-9.
6. Flye MW, Jordan BP, Schwanz MZ. Management of congenital arteriovenous malformations. *Surgery* 1983;94:740-7.
7. Yakes WF, Haas DK, Parker SH, Gibson MD, Hopper KD, Mulligan JS et al. Symptomatic vascular malformations: ethanol embolotherapy. *Radiology* 1989;170:1059-66.
8. Yakes WF, Luethke JM, Merland JJ, Rak KM, Slater DD, Hollis HW et al. Ethanol embolization of arteriovenous fistulas: a primary mode of therapy. *J Vasc Interv Radiol* 1990;1:89-96.
9. Sano K, Jimbo M, Saito I, Terao H, Hirakawa K. Artificial embolization with liquid plastic. *Neurol Medicochir* 1968;8:198-202.
10. Lee BB. Critical issues in management of congenital vascular malformation. *Ann Vasc Surg* 2004;18:380-92.
11. Lee BB, Do YS, Byun HS, Choo JW, Kim DI, Huh SH. Advanced management of venous malformation with ethanol sclerotherapy: mid-term results. *J Vasc Surg* 2003;37:533-8.
12. Jackson IT, Carreno R, Potparic Z, Hussain K. Hemanigoma, vascular malformations, and lymphovenous malformations: classification and methods of treatment. *Plast Reconstr Surg* 1993;91:1216-30.
13. Partsch H. Non-invasive investigations, measurement of shunting volume in vascular malformation of the limbs. In: Belov ST, Loose DA, Weber J, editors. *Vascular malformations*. Reinbek: Einhorn-Verlag GmbH; 1989. p. 99-103.
14. Lee BB, Mattassi R, Kim YW, Kim BT, Park JM, Choi JY. Advanced management of arteriovenous shunting malformation with transarterial lung perfusion scintigraphy for follow-up assessment. *Int Angiol*. 2005 Jun;24:173-84.
15. Rinker B, Karp NS, Margiotta M, Blei F. The role of magnetic resonance imaging in the management of vascular malformations of the trunk and extremities. *Plast Reconstr Surg* 2003;112:504-10.
16. Boyd J, Mulliken J, Kaban L, Upton J, Murray J. Skeletal changes associated with VMs. *Plastic Reconstr Surg* 1984;74:789-97.
17. Reid MR. Studies on abnormal arteriovenous communications acquired and congenital. I. Report of a series of cases. *Arch Surg* 1925;10:601-38.
18. Upton J, Coombs CJ, Mulliken JB, Burrows PE, Pap S. Vascular malformations of the upper limb: a review of 270 patients. *J Hand Surg* 1999;24:1019-35.
19. Rak KM, Yakes WF, Ray RL, Dreisbach JN, Parker SH, Luethke JM, Stavros AT, Slater DD, Burke BJ. MR imaging of symptomatic peripheral VMs. *Am J Roentgenol* 1992;159:107-12.
20. Mulliken JB, Glowacki J. Hemangiomas and VMs in infants and children: a classification based on endothelial characteristics. *Plast Reconstr Surg* 1982;69:412-20.
21. Hameed S, Bano A, Khan A. Hemangioma of skeletal muscle. *J Indian Med Assoc* 1967;49:538-9.