

방사성 동위원소 혈관 조영술의 임상적 이용

한양대학교 의과대학 정형외과학교실, *한양대학교 의과대학 핵의학교실

이광석 · 조재림 · 정현기 · 김준식 · 김광희 · 조석신*

=Abstract=

The Clinical Application of Radionuclide Angiography(RNA)

Kwang Suk Lee, M.D., Jae Lim Cho, M.D., Hyun Kee Chung, M.D., Joon Sik Kim, M.D.,
Kwang Hoe Kim, M.D. and Suk Shin Cho, M.D.*

Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

**Department of Nuclear Medicine, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea*

Angiography has been playing important roles in diagnosis and treatment in the field of orthopaedic surgery. Conventional angiography is the most reliable and widely used method in diagnosis of peripheral arterial disease. But the clinical use of the conventional angiography has been limited by the risk of possible complications and time-consuming procedures.

Radionuclide angiography is rapidly performed, rapidly interpretable and time-saving procedure for the visualization of arterial tree prior to vascular intervention in the critically ill patient.

We have analyzed and compared the 22 cases who had taken radionuclide angiography and conventional angiography simultaneously from November, 1986 to August, 1987 in Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University Hospital.

The results were as follow :

1. Radionuclide angiography is simple, non-invasive, accurate, reproducible method. It eliminates the discomfort and morbidity of conventional angiography and can be done on an outpatient basis at a much lower cost. It is useful in the patients who may be allergic to the contrast medium.
2. In cases of arterial occlusion, radionuclide angiography is also useful in the evaluation of obstruction of major artery and can be substituted for conventional angiography.
3. For the purpose of evaluation of success in the cases of vascular reconstruction, radionuclide angiography also demonstrate the vascular blood flow without any risk.
4. Although radionuclide angiography has limitation in anatomic detail, it could be partially substituted for conventional angiography in the diagnosis of vascular anomalies or tumors.

Key Words : Radionuclide angiography(RNA).

서론

방사성 동위원소 혈관 조영술(Radionuclide

angiography(RNA))은 1969년 Webber¹⁾ 등에 의해 처음 소개된 후 심부 정맥 혈전증, 혈전성 정맥염, 색전성 동맥 폐쇄, 혈관계의 외상이나 종양 등에 널리 사용되어지고 있다. 최근 미세

*본 논문의 요지는 제 31차 대한정형외과 추계학술대회에서 구연한 논문임.

Fig. 1. (a) (b) : Apex 415W Digital gamma camera.

수술의 증가로 이식된 혈관 내로의 관류상태를 보기 위해서는 방사성 동위원소 혈관 조영술이 위험도 없이 쉽게 사용될 수 있다. 심한 외상으로 전신 상태가 불량한 환자에서 상지나 하지의 손상받은 혈관의 조영술을 시행할 때 통상적혈관 조영술은 시행 절차상 시간과 위험이 따르므로 이 경우 방사성 동위원소 혈관 조영술은 절차가 간단하고 신속하며 즉시 결과를 알 수 있으므로 수술 전에 병변 부위 및 양상을 정확히 밝혀낼 수가 있어서 수술 결과를 향상시키는데 사용될 수 있다.

본 한양대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1986년 11월부터 1987년 8월까지 방사성 동위원소 혈관 조영술을 실시한 22례에 대해 통상적 혈관 조영술을 동시에 시행하여 이를 비교 관찰하였으며 임상적 이용에 대하여 연구 분석 하였기에 보고하는 바 입니다.

방사성 동위원소 혈관 조영술의 시행 방법 및 대상

A) 방 법

촬영하고자 하는 부위를 Apex 415W Digital

Table 1. Clinical application of R.N.A.

Evaluation of amputation level	12
Visualization of vascular patency postoperatively	4
Hemangiomas	3
Arteriovenous malformation	1
Osteogenic sarcoma	1
Liposarcoma	1
Total	22

감마 Camera에 노출시킨 후 99m-Technetium을 tagging 시킨 Human serum albumin(HSA)을 체중 1kg당 0.5mCi의 양으로 antecubital vein을 통해 정맥주사하였다(Fig. 1).

주입 직후 1초 간격으로 32초까지 동적 영상(rapid sequence dynamic radionuclide imaging)을 촬영하여 상대적인 혈류량의 양적인 정보를 얻을 수 있고, 2~3분 후에 정적 영상(immediate post-injection "blood pool" imaging)촬영을 시행하여 조직내의 관류량을 측정 하였으며, 감마 카메라를 전후방 및 측방으로 회전시켜 병변이외의 부위 및 다른 각도에서의 촬영도 시행하였다. Human serum albumin(HSA)대신 Methylene diphosphonate(MDP)를 사용할 경우 3~4시간후에 골, 관절내의 방사성 동위원소 축적량을 보기 위한 지연 영상(Delayed phase imaging)촬영도 가능하여 구조적 및 기능적 결과를 동시에 얻을 수 있었다.

B) 대 상

1986년 11월부터 1987년 8월까지 총 22례를 대상으로 하였으며, 사지의 괴사가 진행되어 절단술을 시행하기 전에 절단부위를 결정하기 위하여 이용된 레가 12례였으며, 이중 지연된 혈관 손상으로 절단술을 시행할 경우 절단부위를 결정하기 위하여 시행한 경우가 4례이었으며, 혈관 손상으로 봉합술을 시행 후 관찰 결과 혈관폐색이 진행되어 절단술을 시행한 경우가 4례, 당뇨병에 의한 하지의 괴사가 진행되어 수술전 절단부위 결정에 사용된 레가 2례, Buerger씨 병에 의한 합병증으로 절단술을 시행하기전에 절단부위 결정을 위해 사용된 레가 2례였다.

미세 수술후 이식된 혈관의 소통여부 판정에 시행한 레가 4례였고, 혈관종 3례, 동정맥 기형(Arteriovenous malformation) 1례에 대해 수술전 진단적 목적으로 시행하였다.

Fig. 2. Contrast angiography of left femoral artery.

이외에 골육종(Osteogenic sarcoma) 1례와 지방육종(Liposarcoma) 1례에 대해서도 진단적 목적으로 조영제를 이용한 통상적 혈관 조영술과 함께 방사성 동위원소 혈관 조영술을 시행하였다(Table 1).

대상별 혈관 조영술의 영상 비교

A) 증례 1

12세 남자 환자로써 보행자 교통사고로 좌측 하지의 박리창과 함께 대퇴골 원위부와 경골 근위부의 개방성 골절이 동반되었고 하지의 혈액순환이 되지 않은 채 24시간이 지난후 본원으로 전원되었다. 내원 당시 시행한 방사성 동위원소 혈관 조영술과 통상적 혈관 조영술로써 좌측 대퇴동맥의 폐쇄소견을 보여주고 있다(Fig. 2, 3).

방사성 동위원소 혈관 조영술의 동적 및 정적 영상을 바탕으로 합병증 없이 슬관절 상부에서 절단술을 시행하였다.

B) 증례 2

4세된 여아로써 보행자 교통사고로 좌측 경골

Fig. 3(a). Dynamic radionuclide imaging of case 1.

Fig. 3(b). Immediate "blood-pool" imaging of case 1.

원위부 골절과 근위부 경비골관절 탈구, 슬관절 동맥 파열이 초래되어 타의원에서 응급 수술로써 인조 혈관을 이용하여 파열된 동맥에 이식하였으나 수술 후 좌측 하지에 혈류 폐쇄 소견을 보여 수술 후 3일째 본원으로 전원되었다.

내원 후 실시한 방사성 동위원소 혈관 조영술과 통상적 혈관 조영술로써 슬관절 동맥 원위부에서 폐쇄소견을 나타내어 슬관절 이단술을 시행하였다(Fig. 4, 5).

C) 증례 3

31세된 남자 환자로써 22년전부터 앓아온 좌측 경골의 만성 골수염으로 좌측 경골이 12cm 정도 노출된 상태로 본원에 내원하였다. 입원후 반대측 비골을 이용하여 생비골 및 생피부편 이식술을 시행하였다.

수술 시행한 방사성 동위원소 혈관 조영술과 통상적 혈관 조영술상 이식된 비골 동맥내로의 관류가 잘 이루어 지고 있음을 보여주고 있다(Fig. 6, 7).

Fig. 4(a). Preoperative photographs of case 2.

Fig. 5(a) (b). Dynamic radionuclide imaging of case 2.

Fig. 4(b). Preoperative angiography of left femoral artery.

D) 증례 4

24세된 남자 환자로써 좌측 전완부와 수부에

Fig. 5(c). Immediate “blood-pool” imaging of case 2.

기계로 인한 손상후 감염되어 타의원에서 내고정한 금속판과 전완골이 노출된 상태로 본원으로 전원되었다. 내원후 술전에 시행한 통상적 혈관 조영술상 요골과 척골 동맥은 기시부에서 폐쇄된 소견을 보였고, 골간 동맥에 의해서만 관류되고 있음을 보여주었다(Fig. 8).

생비골 및 생피부편 이식술후 시행한 방사성 동위원소 혈관 조영술상 요골 동맥에서 이식된 비골 동맥내로의 관류가 잘 이루어 지고 있음을 보여주고 있다(Fig. 9).

Fig. 7(c). Postoperatively Delayed-phase imaging of case 3.

Fig. 6. Postoperative contrast angiography of case 3.

Fig. 7(a). Postoperatively Dynamic radio-nuclide imaging of case 3.

Fig. 8. Preoperative contrast angiography of left brachial artery.

Fig. 7(b). Postoperatively immediate “blood-pool” imaging of case 3.

조영술상 동적 영상 6초부터 종괴로의 혈류가 보이고 있으며 정적 영상에서 종괴로의 관류가 증가된 소견을 나타내어 절제술후 조직검사 소견상 혈관종으로 확진되었다(Fig. 10, 11).

E) 증례 5

20세된 여자로서 3세경부터 발견된 우측 상지의 종괴가 촉진되어 내원하였다. 내원 후 실시한 방사성 동위원소 혈관 조영술과 통상적 혈관

F) 증례 6

25세된 남자로서 좌측 족부의 종괴와 함께 피부의 청색변화 및 궤양을 주소로 내원하였다. 내원 후 실시한 방사성 동위원소 혈관 조영술과

Fig. 9. Postoperatively dynamic radionuclide and immediate “blood-pool” imaging of case 4.

Fig. 11(a). Preoperatively dynamic radionuclide imaging of case 5.

Fig. 11(b). Preoperatively immediate “blood-pool” imaging of case 5.

Fig. 10. Preoperative contrast angiography of right brachial artery.

통상적 혈관 조영술상 동적 영상 6초부터 종괴 부위에 증가된 혈류가 나타나고, 정적 영상 전후면 및 측면 촬영에서 종괴부위로의 관류가 현저히 증가된 소견을보여 절제술을 시행한 후 조직 검사 소견상 선천성 동정맥 기형으로 확진되었다(Fig. 12, 13).

G) 증례 7

30세된 남자로서 8개월 전부터 좌측 대퇴부 후방으로 촉진되는 종괴를 주소로 내원하였다. 내원 후 실시한 방사성 동위원소 혈관 조영술과 통상적 혈관 조영술상 동적 영상에서 좌측 대퇴동맥이 전후면 사진에서 건측에 비해 내측으로 이동되어 있고, 정적 영상 전후면 및 측면 촬영에서 종괴로의 관류가 증가된 소견은 보이지 않고 주위의 혈관들이 이동된 소견을 보여 조직

Fig. 12. Preoperative contrast angiography of case 6.

생검을 실시한 결과 지방육종으로 확진되었다(Fig. 14, 15).

H) 증례 8

19세 남자환자로 내원 5개월전부터 시작된 우측 슬관절부의 동통과 운동제한을 주소로 입원

Fig. 13(a). Preoperatively dynamic radio-nuclide imaging of case 6.

Fig. 15(a). Preoperatively dynamic radio-nuclide imaging of case 7.

Fig. 13(b). Preoperatively immediate “blood-pool” imaging of case 6.

Fig. 15(b). Preoperatively immediate “blood-pool” imaging of case 7.

Fig. 14. Preoperative contrast angiography of left femoral artery.

Fig. 16. Contrast femoral angiography of case 8.

Fig. 17. Immediate "blood-pool" imaging of case 8.

하였다. 입원후 실시한 통상적 혈관 조영술과 방사성 동위원소 혈관 조영술상 병소 부위로의 혈관분포가 증가되어 있고, 혈류량도 증가된 소견을 보여 조직 검사상 골육종으로 확진되었다. 방사성 동위원소 혈관조영술의 지연 영상을 바탕으로 슬관절상부에서 절단술을 시행하고 항암 화학요법제를 투여하였다(Fig. 16, 17).

고 찰

산업재해와 교통사고 및 성인병의 증가로 정형외과 영역에서 순환계 질환이 중요시 되고 있다. 혈관계 질환의 진단 및 치료과정에서 혈관 조영술이 차지하는 비중은 매우 크다.

혈관 조영술에는 조영제를 이용한 통상적 혈관 조영술, 방사성 동위원소를 이용한 혈관 조영술과 최근에 소개된 전산화 감산 혈관 조영술(Digital subtraction angiography : DSA)등이 있다²⁾.

통상적 혈관 조영술은 정확한 동맥의 분포나 말초 동맥 순환계의 폐쇄성 질환이나 동맥류 등의 정도를 파악하는데 가장 좋은 방법으로 이용되어 왔으나, 조영제에 대한 과민 반응, 동맥 천자에 따르는 부교감 신경 자극증세, 국소 출혈, 동맥 천자시 주위 정맥 및 신경 손상, 조영제의 동맥 내막하 주입, 동맥 혈전색증, catheter나 wire에 의한 동맥의 손상, 이물질 주입등의 가능한 합병증이 문제시 되고 있으므로 동맥 조영술 시행전에 환자의 병력 및 전신상태를 충분히 파악한 후 시행해야 하는 시간적 지연이 있을 수 있다³⁾.

1960년대 초에 감마카메라의 발명 이후에 방사성 동위원소를 이용하여, 혈관이나 장기내의

혈류의 동적 변화 및 정적 변화를 보고자 하는 방사성 동위원소 혈관 조영술에 대한 개발이 진행되 1969년 Webber¹⁾등에 의해 혈전성 정맥염의 진단에 처음으로 99m-Tc labelled protein particle을 이용하여 방사성 동위원소 정맥 조영술을 시행한 이래 방사성 동위원소 혈관 조영술은 많은 영역에서 사용되어 지고 있다.

일반적으로 방사성 동위원소 혈관 조영술은 뇌, 신장, 심장 및 대동맥의 질환의 진단에 주로 사용되어 졌으나 1972년 Dibos³⁾등에 의해 말초 혈관 질환의 진단에 시도되었다.

방사성 동위원소 혈관 조영술을 통상적 혈관 조영술과 동시에 시행하여 두가지 방법의 상관관계를 통한 방사성 동위원소 혈관 조영술의 진단적 정확도에 대해서는 많은 저자들의 보고가 있었다. 즉, Hurlow⁵⁾등은 대동맥과 장골동맥의 질환에 대해 방사성 동위원소 혈관 조영술과 통상적 혈관 조영술을 동시에 시행하여 85%의 진단적 정확도가 있다고 주장하였으며, 1977년 Hayt⁴⁾등은 84~100%의 진단적 정확도가 있다고 보고하였다.

Ryo¹⁰⁾등은 방사성 동위원소 정맥촬영술의 판독에서 폐쇄상부의 혈류 감소, 비정상적인 부혈행로, 폐쇄 하부의 혈류 정체의 소견이 있을때 양성으로 판독하여야 한다고 하였다.

Moss⁸⁾등은 혈전에 의한 하지 동맥의 급성폐쇄의 진단에 조영제에 의한 혈관조영술보다 안전하고, 비침습성으로 조작시간 및 절차가 간단하며 신속히 진단을 내릴 수 있어 혈관 수술후의 결과를 향상시키는데 도움이 된다고 하였다.

Koman⁹⁾등은 방사성 동위원소에 의한 골주사(Bone scan)를 3단계에 걸쳐 촬영하였다. 즉, 방사성 동위원소 주입직후의 동적 영상(rapid sequence dynamic radionuclide imaging)과 2~3분후에 관류 상태를 보기 위한 정적영상(immediate post-injection "blood pool" imaging), 3~4시간 후에 골과 관절내 축적되는 방사성 동위원소량을 보기 위한 지연 영상(delayed-phase imaging)으로 실시하였다. 동적영상은 상대적인 혈류의 양을 보여주기 때문에 수술전이나 수술후의 동맥내 관류 상태를 파악하는데 매우 유익하다고 하였다. 또한 한번의 방사성 동위원소 주입으로 골주사(Bone scan)까지 시행할 수 있으므로 더 이상의 방사선이 필요치 않다 하였으며 구조적 및 기능적 정보를 동시에 제공할 수 있다고 하였다.

그러나 방사성 동위원소 혈관 조영술의 단점 및 제한으로는 완관절과 족관절 이하의 작은 혈관을 정확히 볼 수 없고, 영상의 범위가 좁으며, 재촬영시에 잔류 방사성 동위원소 때문에 바로 다시 시행할 수 없는 점 등을 들 수 있다^{2,6,7)}.

결 론

본 한양대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1986년 11월부터 1987년 8월까지 통상적 혈관 조영술과 함께 실시한 방사성 동위원소 혈관 조영술 22례에 대해 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 방사성 동위원소 혈관 조영술은 조작이 간단하고, 비침습성이며, 입원이 필요치 않고, 통상적 혈관 조영술보다 비용이 저렴하였으며, 조영제(angiografin)에 과민성인 환자에서도 시행할 수 있었고, 특히 심한외상으로 전신상태가 불량한 환자에서 손상받은 혈관의 조영술을 시행할 때 위험도 없이 신속히 시행하여 수술결과를 향상시키는데 사용할 수 있어 통상적 혈관 조영술을 대체할 수 있었다.

2. 지연된 외상성 혈관 손상 환자에서 절단부위를 결정함에 있어 방사성 동위원소 혈관 조영술은 동적 영상에서 혈관의 폐쇄여부를 알 수 있고, 정적영상에서 관류되는 원위부를 정확히 찾아낼 수 있어 합병증 없이 절단술을 시행할 수 있었다.

3. 미세 수술후 성공여부 판정에 방사성 동위원소 혈관 조영술은 위험도 없이 이식된 혈관내로의 혈류를 증명할 수 있었다.

4. 혈관 중앙 질환의 진단에 사용된 방사성 동위원소 혈관 조영술은 작은 혈관을 정확히 구별할 수는 없으나 진단에 도움을 얻을 수 있었다.

5. 지방육종과 같은 연부조직 종양의 진단에 사용된 방사성 동위원소 혈관 조영술은 종양의 특성 및 범위를 나타내는데 있어 진단에 도움을 얻을 수 있었다.

REFERENCES

- 1) 배상호, 박재형, 한만청, 조보연, 고창순 : 방사성 동위원소 정맥조영술의 진단적 의의 :

- X-선 정맥조영술과의 비교연구. 대한핵의학회잡지, 제 15권 제 2호, 163-167, 1981.
- 2) 이한구, 정문상, 성상철, 박운수, 민학진 : 사지에서의 특수 혈관 조영술. 대한정형외과학회지, 제 21권 제 1호, 12-24, 1986.
- 3) Dibos, P.E., Muhletaler, C.A., Natarajan, T.K. and Wagner, H.N., Jr.: *Intravenous radionuclide arteriography in peripheral occlusive arterial disease. Radiology, 102 : 181-183, 1972.*
- 4) Hayt, D.B., Blatt, C.J. and Freeman, L.M.: *Radionuclide venography ; Its place as a modality for the investigation of thromboembolic phenomena. Semin. Nucl. Med., 7 : 263-281, 1977.*
- 5) Hurlow, R.A., Chandler, S.T. and Strachan, C.J.L.: *The correlation between arteriography and isotope angiography in aortoiliac disease. Br. J. Surg., 64 : 291-292, 1977.*
- 6) Koman, L.A., Nunley, J.A., Wilkinson, R. H., Urbaniak, J.R. and coleman, R.E.: *Dynamic radionuclide imaging as a means of evaluating vascular perfusion of the upper extremity ; A preliminary report. J. Hand Surg., 8 : 3, 424-434, 1983.*
- 7) Matin, R., Glass, E.C. and Vilarica, J.: *Peripheral radionuclide angiography. JAMA, 242 ; No. 16 : 1781-1784, 1979.*
- 8) Moss, C.M., Delany, H.M. and Rudavsky, A.Z.: *Isotope angiography for detection of embolic arterial occlusion ; Surg. Gynecol. Obstet., 142 : 57-61, 1976.*
- 9) Nunn, D.B.: *Complications of peripheral arteriography. The American Surgeon, 664-669, Oct., 1978.*
- 10) Ryo, U.Y., Qazi, M. and Strikantaswamy, S.: *Radionuclide venography ; Correlation with contrast venography. J. Nucl. Med., 18 : 11-17, 1977.*
- 11) Webber, M.M., Bennett, L.R. and Cragin, M.: *Thrombophlebitis, Demonstration by Scintiscanning. Radiology, 92 : 620-623, 1969.*