

## 하지 혈관조영시 이산화탄소 DSA와 비이온성 조영제 조영술과의 비교<sup>1</sup>

김재규 · 박승제 · 고석완 · 서정진 · 강형근 · 정현대

**목 적:** 말초 혈관조영술시 이산화탄소-디지털감산조영촬영(digital subtraction angiography: DSA)와 비이온성 조영제 조영술을 시행하여 두가지 검사간에서 영상의 질, 측부혈관의 조영정도와 부작용 발생의 차이를 비교하여 보았다.

**대상 및 방법:** 대상은 이학적 검사상 말초혈관의 폐쇄나 협착이 의심되는 16명으로 원인질환은 동맥경화증 7명과 버거씨병 9명이었다. 동일한 혈관에서 동일한 카테타를 이용하여 비이온성 조영제 혈관조영술과 이산화탄소 DSA를 촬영하였다. 영상의 질(better, same, poor), 측부혈관의 조영정도(better, same, poor) 그리고 검사 후 통증 및 기타 다른 부작용의 발생 유무를 비교 관찰했다.

**결 과:** 영상의 질적인 면에서 동맥경화증 7예중 6예에서 같았고, 1예에서는 이산화탄소 DSA가 낮았으며, 버거씨병 9예중 2예는 같았고, 7예에서는 이산화탄소 DSA가 낮았다. 측부혈관의 조영정도는 동맥경화증 7예중 5예는 같았고, 2예는 이산화탄소 DSA가 낮았으며, 버거씨병 9예중 1예만 같았고 나머지 8예는 낮았다. 이산화탄소 주입에 따른 통증은 25%에서 발생했고 다른 합병증이나 휴유증은 발생하지 않았다.

**결 론:** 이산화탄소는 일반 조영제 사용시 부작용이 발생할 위험 요인을 갖는 환자, 말초 폐쇄성 혈관질환증 동맥경화증 환자의 진단시 비교적 안전한 혈관 조영제로 사용 할 수 있을 것이다. 또한, 이산화탄소는 시술도중 조영제를 많은 사용하는 중재적 시술에서는 비이온성 조영제의 일부를 대신 할 수 있을 것이다.

### 서 론

이산화탄소는 오래전부터 조영제로 사용되어 오다가 Bendib(1) 등이 혈관촬영조영제로 시도한 이후 Hawkins(2)가 디지털감산조영촬영(digital subtraction angiography; 이하 DSA로 약함)에 사용되면서 이산화탄소가 안전하고 효과적인 조영제라는 것이 밝혀졌다. 이에 저자들은 최근 1년간 말초 혈관의 폐쇄성 질환을 의심하는 환자들을 대상으로 이산화탄소 DSA를 촬영하여 영상의 질, 측부혈관의 조영 정도와 이산화탄소 주입에 따른 부작용의 유무를 관찰하여 종래의 혈관조영술과 그 정도를 비교하여 말초혈관에서의 이용도를 알아보고자했다.

### 대상 및 방법

이학적검사상 말초혈관의 폐쇄성 질환이 의심되는 16명을 대상으로 했다.

나이는 19세~72세(평균 47.3세)이고 성별은 남자 14명과 여자 2명이다. 원인 질환은 동맥경화증 7명, 버거씨병 9명 이었으며 동맥경화증중 짧은 분절성 폐쇄를 보인 4명에서 혈관성형술을 시행했다. 총고동맥을 통하여 4F 피그테일 카테타를 신장 하방 복부대동맥에 위치 시키고 30~40ml 비이온성 조영제(Ultrast 370나 Optiray 320)를 주입하면서 테이블을 step device program으로 움직여서 발끝까지 촬영하여 병변을 확인한 후에 다시 한번 병변의 상방에 Headhunter 카테타를 위치시키고 동일한 위치에서 두번째 조영제 혈관조영술과 이산화탄소 DSA(Siemens 3 VA DSA System)를 시행했다. CO<sub>2</sub> DSA 방법은 이산화탄소 탱크와 연결된 고무관을 통하여 5~10ml 이산화탄소로 20ml 주사기를 두세번 통과시킨 다음 탱크내 압력으로 15~20ml를 채우고나서 카테타를 통해서 1~2초내에 손으로 주입했다. mask image는 5장을 얻었으며 3장/

<sup>1</sup>전남대학교 의과대학 방사선과학교실

본 연구는 1993년도 전남대학교병원 임상 연구비의 보조로 이루어졌음  
이 논문은 1994년 7월 21일 접수하여 1994년 9월 27일에 채택되었음

초로 7~8초동안 촬영하였다. 촬영 직후에는 5회정도 심호흡을 시켜서 이산화탄소가 폐를 통해서 빨리 배출되도록 도왔다. 이산화탄소 DSA시 병변 혈관의 조영이 나쁜 동맥경화증 4예는 Trendelenburg 체위를 취하거나 검사대를 10~20도 정도 머리를 낮춰서 다시 촬영하였다. 2명의 방사선과 전문의가 폐쇄의 원인 질환을 진단하는데 필요한 병변을 얼마나 잘 보여 주었는가하는 영상의 질과 측부혈관의 조영정도면에서 이산화탄소 DSA조영술 소견을 비이온성조영제 조영술 소견을 기준으로 비교하여서, 더 좋으면 양호(better), 같으면 동등(same), 낮으면 불량(poor)으로 구분하여 관찰하였다. 그리고 검사 후 통증 및 기타 다른 부작용의 발생 유무도 관찰했다.

## 결 과

영상의 질적인 면에서 동맥경화증 7예중 6예에서 같았고(Fig. 1), 1예에서는 이산화탄소 DSA가 낮았으며(poor), 버거씨병 9예중 2예에서만 같았고(Fig. 2), 7예에서는 이산화탄소 DSA가 낮아서, 결국 동맥경화증에서는 두검사상 의의 있는 차이가 없었지만 버거씨병에서는 조영제 혈관조영술이 훨씬 좋았다.

측부혈관의 조영 정도는 동맥경화증 7예중 5예는 같았고(Fig. 3), 2예는 이산화탄소 DSA가 낮았으며, 버거씨병 9예중 1예만 같았고 나머지 8예는 낮아서(Fig. 4) 동맥경화증에서는 차이가 없었으나 버거씨병에서는 조영제

혈관조영술이 훨씬 좋았다. 따라서 동맥경화증에서는 이산화탄소 DSA가 조영제 혈관 조영술을 대신 할 수 있지만 버거씨병의 경우에는 조영제 혈관 조영술이 영상의 질이나 부측혈관의 조영정도가 훨씬 나았다(Table 1, 2).

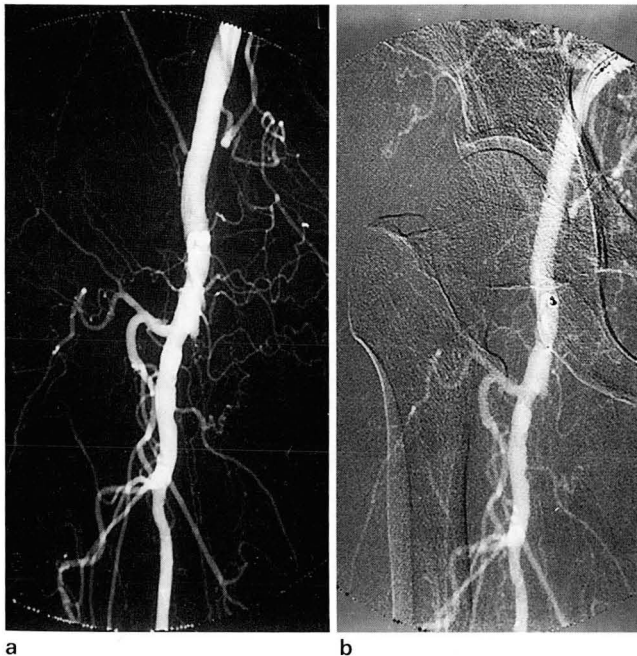
분절성 폐쇄 소견을 보인 동맥경화증 4예에서 혈관성형술을 시술했다. 시술직후 조영제 조영술상 병변 부위의 정도의 불규칙적인 혈관 내벽이 관찰되었지만 혈류에는 이상 소견이 없었으며 이중 2예에서 이산화탄소 DSA(Fig. 5)에서는 촬영 초기에는 이상 소견이 없었으나 후기에는 마치 폐쇄가 재발한 것 같이 보이는 경우(pseudo-lesion)가 있었다.

이산화탄소 주입에 따른 통증은 25%(4/16)에서 발생했는데, 동맥경화증 1명, 버거씨병 3명에서 각각 호소를

**Table 1.** Comparison between CO<sub>2</sub> DSA and Nonionic Contrast Media Angiography in respect of Quality of Images

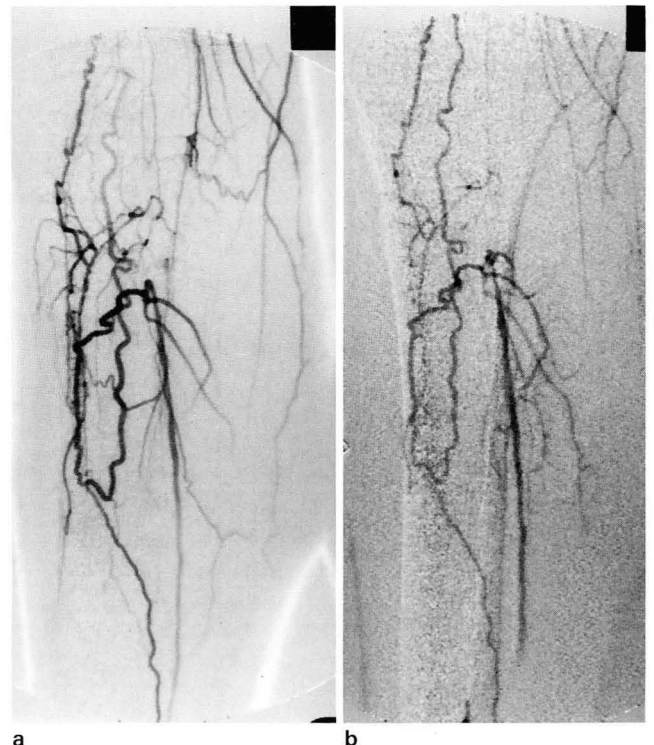
	Better	Same	Poor	Total
ASO	0	6	1	7
Buerger's disease	0	2	7	9

\*If the quality of image of CO<sub>2</sub> DSA is better (same, poor) than that of nonionic contrast media angiography; better(same, poor)



**Fig. 1.** Quality of Image in atherosclerosis.

CO<sub>2</sub> DSA(b) shows same quality of images comparing to that of conventional common femoral arteriogram(a) which shows complete occlusion of superficial femoral artery and enlarged deep femoral artery with its branches.



**Fig. 2.** Buerger's disease involving proximal tibioperoneal trunk.

CO<sub>2</sub> DSA(a) shows almost same quality of image and opacifications of collaterals comparing to that of conventional arteriogram.

했지만 같은 환자에서 비이온성 조영제 사용시에는 통증이 없었다. 통증이외의 다른 합병증이나 휴유증은 일어나지 않았다.

## 고 찰

이산화탄소는 오래전부터 종격동 공기조영술과 복강 공기조영술의 안전한 조영제로 사용되어 오다가 최근에는 심장초음파(3)와 동맥조영술(4) 및 DSA에도 이용하고 있다(2, 5). 뿐만 아니라 이산화탄소 DSA가 간장과 신장질환에서의 동정맥단락의 발견률도 일반 조영제 조영술보다

훨씬 좋은 결과를 보인다(6, 7).

이산화 탄소가 종래의 조영제와 비교하여 몇가지 특징을 가지고 있다. 산소보다 약 20배정도 더 혈청에 잘 녹으면서, 비알러지성으로 치명적인 과민반응의 발생율이 낮고, 신장 독성이 없고 삼투압이 낮아서 심장과 신부전이 병발한 환자에서도 혈관 촬영전 수액공급을 없이 연일 사용할 수가 있다. 뿐만 아니라 값이 훨씬 저렴하다(8-10). 따라서 이산화탄소를 사용할 수 있는 경우는 조영제에 과민반응이 있는 환자, 신부전 환자외에 혈관 중재적 시술중 조영제를 허용량 이상 사용해야 할 경우 등이다.

주입경로는 관상동맥과 뇌를 제외하고는 경동맥(interaarterial) 주입이 훨씬 안전하다. 왜냐하면 우심방으로 가스가 되돌아가기 전에 최소한 하나의 말초 혈관을 지나야 대부분의 이산화탄소가 흡수되기 때문이다. 이산화탄소의 배출 기전은 이산화 탄소방울이 폐의 말초혈관을 일시적으로 막아서 주입후 수분간 호흡수를 증가시키지만 이런 현상은 일시적이고 이산화 탄소가 혈액내로 녹아서 빨리 흡수되어서 체외로 배출이 된다(10). 한편, 동물실험 보고에 의하면 뇌혈관과 관상동맥내로의 주입은 치명적인 손상을 준다(11, 12). 한편, 최근에는 사람에서 합병증없이 이산화탄소 정맥조영술을 하고 있다(13).

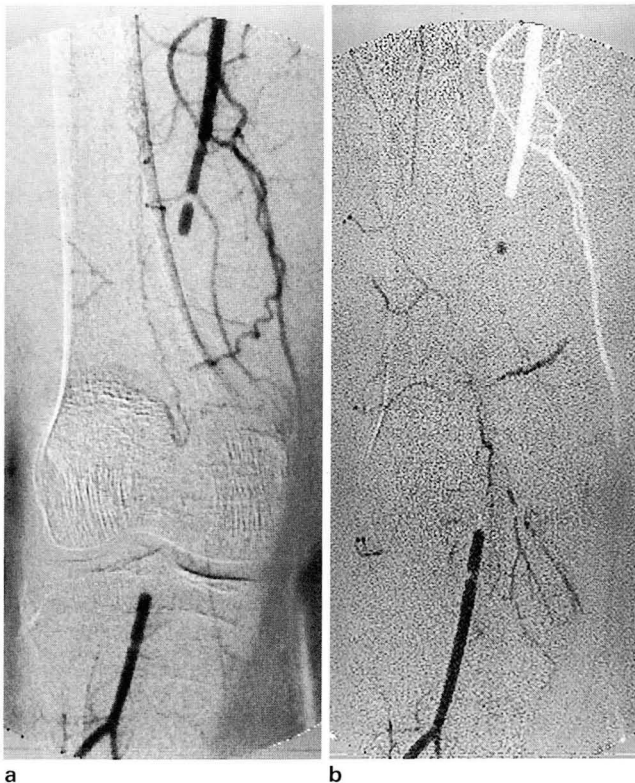
이산화탄소는 마찰계수가 낮아서 쉽게 주입할 수 있지만 주사기내에서 압축되었다가 카테타에서 맨처음 빠져나갈 때는 빨리 늘어날 뿐아니라 일반 조영제와는 달리 기체에 의해서 영상이 얻어지기때문에 심한 역류없이 충분하고 완전하게 이산화탄소가 혈관을 채워서 이산화탄소 기둥(air-column)이 만들어져야한다. 즉, 손으로 주입(manual injection)시에 주입이 지속적이지 못하고 끊어질 경

**Table 2.** Comparison between CO<sub>2</sub> DSA and Nonionic Contrast Media Angiography in respect of Opacifications of Collaterals.

	Better	Same	Poor	Total
ASO	0	5	2	7
Buerger's disease	0	1	8	9

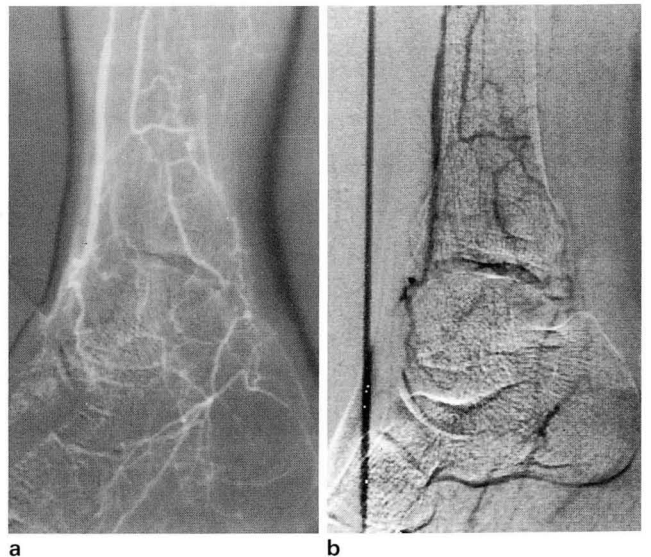
ASO : atherosclerosis

\*If the opacifications of collaterals of CO<sub>2</sub> DSA is better (same, poor) than that of nonionic contrast media angiography; better(same, poor)



**Fig. 3.** Opacifications of Collaterals in atherosclerosis involving popliteal artery.

CO<sub>2</sub> DSA(b) shows same opacifications of collaterals and distal runoff comparing to that of conventional arteriogram(a).



**Fig. 4.** Buerger's disease involving the distal runoffs of tibioperoneal trunk.

CO<sub>2</sub> DSA(a) shows poor quality of image and opacifications of collaterals compare to that of conventional arteriogram(b).

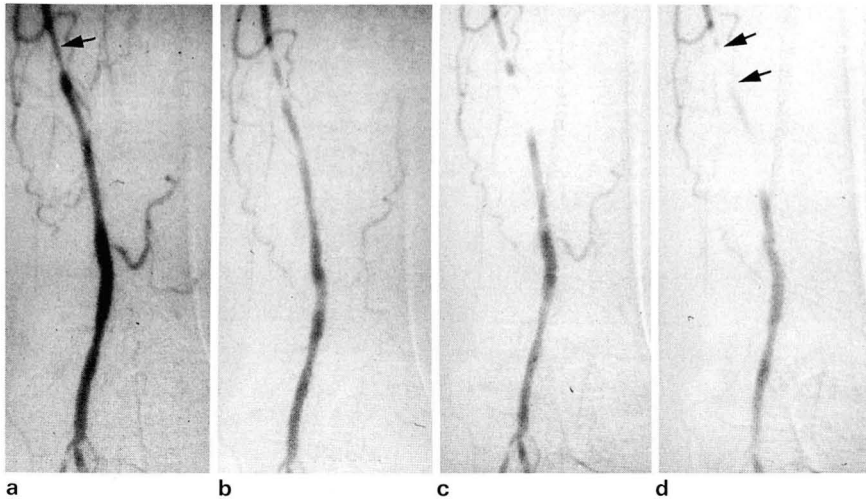


Fig. 5. Pseudo-lesion in CO<sub>2</sub> DSA follow up arteriogram after angioplasty of occluded superficial femoral artery is noted in late phase(d) but good recanalization is noted in early phase(a).

우에는 이산화탄소가 공기방울 모양으로 되어서 혈관이 마치 염주 모양으로 보인다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 매주입시 다량의 이산화 탄소를 사용하거나 새로운 주입기의 개발과 software stacking program이 발표되었지만 아직까지는 널리 보급되지 못하고있다(14-16).

사용한 이산화탄소 양은 우측 심장에 200ml까지 사용했지만 아무런 후유증도 없었다(1). 저자들은 보통 15-20ml를 사용하고 최고 50ml까지 사용했다.

영상의 질적인 면에서 이산화탄소 DSA상 동맥경화증과 버거씨병의 차이점은 다음과 같은 병리생리학적인 차이점으로 설명이 될수 있다. 즉, 동맥경화증은 버거씨병에 비해서 직경이 더 큰 혈관을 침범하고 기본적인 혈관의 변형이 광범위한 협착이나 폐쇄 혹은 부분적으로 늘어난 모양을 보이기 때문에 주입된 이산화탄소 기둥이 작게 깨어지지 않으므로 비교적 좋은 영상을 얻을 수 있다. 또한 측부혈관이 동맥경화증의 침범이 없이 잘 발달되어 있다. 이에 반하여 버거씨병은 직경이 작은 동맥과 세동맥을 광범위하게 침범하여 분절성 폐쇄와 동맥경련을 동반하여 나사모양의 혈관 조영 소견을 보이고 측부혈관은 매우 꾸불꾸불하고 끊어졌기때문에 이산화탄소 기둥이 깨어져서 미처 측부혈관을 채우기전에 혈청내로 흡수되기때문에 동맥경화증에 비해서 영상의 질이 떨어지는 것으로 추측된다(5). 이런현상은 경비골간( tibioperoneal trunk)에 심한 병변이 있을때 훨씬 심했다. 또한, 총장골 동맥과 외장골 동맥이 심하게 구불어진 경우에는 혈관내에 이산화탄소가 남아있어서 혈관 조영이 잘 안되는 경우도 있다(17). 저자들의 경우도 동맥경화증과 버거씨병 모두에서 영상의 질이 좋은 경우에는 측부혈관의 조영정도가 좋았고, 영상의 질이 낮은 경우에는 역시 측부혈관의 조영정도도 낮았다.

혈관성형술 후에 이산화탄소 DSA에서 관찰된 가상병변의 발생 기전으로 생각할 수 있는 것은 재개통 시술시 발생하는 혈관내막의 박리나 아직 남아있는 불규칙한 혈관내막 때문에 이산화탄소 기둥이 깨져 방울이 되어서 지나가기

때문에 이러한 현상이 발생 한것으로 사료된다. 좀 더 정확한 것은 장기간의 추적 혈관 조영술이나 색도플러 초음파 검사 혹은 혈관내시경 검사를 하면 밝힐 수 있을 것이다.

이산화탄소 DSA의 합병증으로는 일시적인 신장기능의 저하, 만성폐쇄성 폐질환 환자에서 빈호흡, 빈맥과 고혈압 그리고 일시적인 통증이 보고되었으나 치명적인 것은 없었다(17). 저자들도 12예중 4예에서 일시적인 통증을 호소했으나 별 치료없이 수초내에 사라졌다.

결론적으로 이산화탄소는 폐쇄성동맥질환중 일반 조영제 사용시 부작용이 발생할 위험 요인을 갖는 환자, 특히 동맥경화증 환자의 진단과 중재적 시술시 비교적 안전한 혈관 조영제로 사용할 수 있을 것이다. 앞으로 정확한 양을 일정한 압력으로 주입할 수 있는 표준화된 주입기와 더 좋은 영상을 얻는데 도움을 줄 수 있는 컴퓨터 프로그램이 개발이 되면 뇌와 관상동맥을 제외한 기타장기의 혈관조영술에 이산화 탄소를 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Bendib M, Toumi M, Boudjellab A. CO<sub>2</sub> angiography and enlarged CO<sub>2</sub> angiography in cardiology. *Ann Radiol(Paris)* 1977; 20: 673-686
2. Hawkins IF. Carbondioxide digital subtraction arteriography. *AJR* 1982; 139: 19-24
3. Munoz S. Two-dimensional contrast echocardiography with carbon dioxide in the detection of congenital cardiac shunts. *Am J Cardiol* 1984; 53: 206-210
4. Matsuda Yasuo. Hepatic tumors: US contrast enhancement with CO<sub>2</sub> microbubbles. *Radiology* 1986; 161: 701-705
5. Pentecost MJ, Magee MJ, Weaver FA, Bauer MAP, Teitelbaum GP, Yellin AE. CO<sub>2</sub> DSA and conventional arteriography: A comparative study(Abstract). Program of the 17th Annual Scientific Meeting of Society of Cardiovascular and Interventional Radiology, Washington DC, April., 1992
6. Takeda T, Ido K, Yuasa Y, et al. Intraarterial digital subtraction angiography with carbon dioxide: superior detectability of arteriovenous shunting. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1988;

- 11:101-107
7. 고병관, 김재규, 김진엽, 정태웅, 서정진, 강형근. 간암환자에서 CO<sub>2</sub>-DSA를 이용한 동정맥단락의 발견. *대한방사선의학회지* **1993**;29:1015-1019
8. Burko H, Klatte EC. Renewed interest in gases for contrast roentgenography. *AJR* **1967**;99:645-659
9. Scatliff JH, Kummer AJ, Hellinger AJ, Janzen AH. The diagnosis of pericardial effusion with intracardiac carbon dioxide. *Radiology* **1959**;73:871-883
10. Oppenheimer MJ, Durant TM, Stauffer HM, Stewart GH, Lynch PR, Barrera F., Cardiovascular-respiratory effects and associated changes in blood chemistry. *Am J Physiol* **1956**;186:325-334
11. Coffey R, Quisling RG, Mickle JP, et al. The cerebrovascular effects of intraarterial CO<sub>2</sub> in quantities required for diagnostic imaging. *Radiology* **1984**;151:405-410
12. Smits PC, Post MJ, Velema E, Rienks R, Borst C. Percutaneous coronary and peripheral angiography with saline and carbon dioxide gas in porcine and canine arteries. *Am Heart J* **1991**;122:1315-1322
13. Sullivan KL. Venography with carbon dioxide as a contrast agent(abstract). Program of 78th Scientific Assembly and Annual Meeting of the Radiologic Society of the North America, Oak Brook, Illinois, Nov., **1993**
14. Krasny R, Besgen JH, Birkenkamp H, Klose KC, Gunther RW. Arterial DSA with CO<sub>2</sub> as contrast medium:Animal experiments with a new gas injector for improving imaging quality. *RoFo* **1990**;152:425-429
15. Schmitz-Rode T, Alzen G, Gunther RW, Pott H. CO<sub>2</sub> spray mini-injector for digital subtraction angiography versus PC-controlled injection system:experiments in dogs. *Cardio-vasc Intervent Radiol* **1993**;16:297-302
16. Hawkins IF, Murray KK, Kerns SR, Akins EW. CO<sub>2</sub> DSA : Improvement with image stacking and target area elevation(abstract). Program of the 17th Annual Scientific Meeting of Society of Cardiovascular and Interventional Radiology, Washington DC, April., **1992**
17. Weaver FA, Pentecost MJ, Yellin AE, Steven D, Finck E, Teitelbaum G. Clinical applications of carbon dioxide/digital subtraction arteriography. *J Vasc Surg* **1991**;13:266-273



## Comparison of CO<sub>2</sub> DSA and Conventional Angiography Using Non-ionic Contrast Media in Lower Extremity Angiography<sup>1</sup>

Jae Kyu Kim, M.D., Sung Jae Park, M.D., Seok Wan Koh, M.D.,  
Jeong Jin Seo, M.D., Heoung Keun Kang, M.D., Hyon De Chung, M.D.

<sup>1</sup>Department of Radiology, Chonnam National University, College of Medicine

**Purpose:** The purpose of this study is to compare CO<sub>2</sub> DSA and nonionic contrast media angiography in respect to the quality of the opacification of collaterals and incidence of side-effects in peripheral occlusive arterial disease.

**Materials and Methods:** Sixteen patients who were suspected to have peripheral occlusive arterial disease were performed angiography with nonionic contrast media and CO<sub>2</sub> at the same location with the same catheter. The causes of the lesions were atherosclerosis (n=7) and Buerger's disease (n=9). CO<sub>2</sub> DSA was compared with nonionic contrast media angiography in respect to the quality of image in the diagnosis of the lesions, opacifications of collaterals and side-effects.

**Results:** In atherosclerosis; quality of the images of CO<sub>2</sub> DSA was same as that of nonionic contrast media angiography in 6 patients and was poor in 1 patient; opacifications of collaterals of CO<sub>2</sub> DSA were same as that of nonionic contrast media angiography in 5 patients and was poor in 2 patients. In Buerger's disease; quality of the images of CO<sub>2</sub> DSA was same as that of nonionic contrast media angiography in 2 patients and was poor in 7 patients; opacifications of collaterals of CO<sub>2</sub> DSA were same as that of nonionic contrast media angiography in 1 patient and was poor in 8 patients. Leg pain was the only side-effect after CO<sub>2</sub> injection occurring in 4 out of 16 patients.

**Conclusion:** CO<sub>2</sub> could be used as safe contrast media in patient with risk factors for nonionic contrast media and for diagnosis of the atherosclerosis in lower extremity. For the procedures such as vascular intervention requiring large amount of contrast media CO<sub>2</sub> could effectively replace nonionic contrast media

**Index Words:** Angiography, periphery.

Peripheral occlusive disease, Contrast media

Address reprint requests to: Jae Kyu Kim, M.D., Department of Radiology, Chonnam University Hospital  
# 8 Hack-dong, Kwangju, 501-190 Korea. Tel. 82-62-220-5751, 5743 Fax. 82-62-226-4380