

電算化 減算 血管造影術(DSA)의 臨床的 應用

韓 萬 青
(서울大 醫大 教授)

1. 서론	3. DSA의 임상적 응용
2. DSA의 원리와 장단점	3.1 대상
2.1 혈관조영술의 원리	3.2 장치 및 촬영방법
2.2 DSA의 원리	3.3 임상적 응용과 고찰
2.3 DSA의 장단점	4. 결론
2.4 DSA의 감산의 종류	참고문헌

1 서론

인체에 발생하는 여러 질환을 진단 및 치료하고 예후를 결정하는데 혈관의 분포 및 그 상태를 관찰하는 것은 극히 중요하다. 血管造影術의 진단적 가치 및 그 임상적 응용은 1950년대 부터 널리 인정되고 있다. 다만 조영제 주입에는 동맥의 천자 및 도관(Catheter) 삽입이라는 비교적 침습적 방법의 의존하여 왔다.

최근 Computer의 도입으로 대표되는 전자기술의 발전 등으로 혈관 특히 동맥의 저농도 조영상을 전산 처리로서 숫자화하여 증강, 가산 또는 감산시키는 기법이 개발되어 1970년대 후반에 이르러 임상적으로 응용되게 되었다.

이러한 電算化 減算 血管造影術 (Digital Subtraction Angiography : 이하 DSA로 함)은 종래의 혈관조영술의 기본 수기에 전산 시스템을 복합시킨 것으로 그 임상적 효과는 매우 큰 것이다.

2 DSA의 원리와 장단점

2.1 혈관조영술의 원리

인체의 모든 기관은 동맥에 의해 영양 및 산소공급을 받고 있으며 정맥에 의하여 그 사용된 혈액을 다시 심장으로 보내고 있다. 따라서 동맥의 분포상태,

크기, 수의 증감 및 모양등을 관찰하면 그 기관의 병리상태 유무와 질병의 종류 및 진전상태를 알 수 있다.

혈관 그 자체와 혈액은 주위조직과의 X선 흡수계수(Absorption coefficient)가 거의 동일하므로 단순X선촬영하에서는 관찰할 수가 없다. 따라서 혈관을 촬영하기 위하여는 造影劑(Contrast media)라는 X선 흡수계수가 큰 요도함유용액(Iodide containing solution)을 혈관에 주입하여 혈액과 혼합시키면 혈관을 X선 영상에서 직접 관찰할 수 있고 이것을 혈관조영술이라한다.

이때 조영제의 혈중농도를 높게 유지하기 위하여 대퇴동맥을 비롯한 동맥을 직접 특수침으로 천자하고 여기에 Polyethylene으로 된 導管(Catheter)을 삽입하여 원하는 장기 부위까지 동맥을 따라서 진입시킨다음 고압 자동주입기로 다량(20~30 ml/sec)의 조영제를 주입하면서 동시에 촬영하게 된다.

빠른 혈류의 속도를 따라 영상을 얻기 위하여 초당 2-6 필름의 속도로 연속촬영을 하거나 초당 30~90 frame의 영화촬영(Cine-angiography)을 실시하기도 하는 것이다.

이때 대퇴동맥의 천자 및 도관삽입을 위하여는 입원한 후 수술준비에 준하는 사전준비가 필요하고 혈관조영술을 시행한 후에도 1~2일 입원하여 관찰하여야한다. 또한 시술자의 경험과 병원에 따라 다르지만 심각한 합병증(Complication)이 0.01~0.1

%에서 야기될 수 있다.

다만 이러한 혈관조영술은 질병의 정확한 진단을 위하여 혹은 외과적 수술전에 혈관구조에 대한 정보를 얻기 위하여 필요하므로 임상적 응용이 전술한 여러 문제점에도 불구하고 계속되고 있다.

2.2 DSA의 원리

만약 혈관조영술을 위하여 조영제를 정맥에 주입한다면 조영제가 혈류를 따라 우심방 우심실을 거쳐 폐동맥-폐의 모세혈관-폐정맥을 거쳐 다시 심장으로 들어와서 좌심방-좌심실-대동맥을 지나 촬영하고자 하는 동맥에 들어가게 된다.

이때 촬영부위 동맥에 도달한 조영제의 농도는 극히 낮아서 X선 촬영상 그 영상이 나타나지 않는다. 이러한 저농도의 조영제가 있는 동맥의 영상을 Analog/Digital 변환기로 숫자화하여 이를 Computer로 처리하고 영상 데이터를 평균화(averaging), 합산(Summation), 혹은 감산(Subtraction)을 하며 Linear, Logarithmic 또는 Exponential 증강법(enhancement)을 사용할 수 있어서 진단이 가능한 혈관 영상을 얻게 되는 것이다.

혈관촬영을 할 때 조영제가 주입된 동맥 상외에도 척추 늑골 등의 골조직과 위, 간, 췌장, 대장 등의 연조직이 중복되어 나타나게 된다. DSA에서는 조영제의 주입후 영상으로 얻은 데이터에서 조영제 주입전에 나타나는 영상의 데이터를 감산(Subtraction)하게 되면 불필요한 배경의 데이터는 없어지고 원하는 동맥의 혈관조영상만 남게 되어 진단에 이용하게 된다.

2.3 DSA의 장단점

일반적으로 혈관조영술과 비교하여 DSA의 장점과 단점을 고찰해 보면 다음과 같다.

장점 : ①. 동맥을 천자하는 혈관조영술보다 정맥을 천자하는 DSA가 시술이 용이하다.

②. 동맥천자에 따르는 합병증이 발생하지 않는다.

③. 혈관조영술에서 사용되는 필름현상이 아니고 전자적인 영상처리로 시술시간이 30분 정도로 짧다.

④. 입원을 하지 않고 외래에서 촬영이 가능하다.

⑤. 시술후에 소견의 판독이 즉시 이루어 질 수 있다.

⑥. X선필름이 필요없어 경제적으로 절약되는 바가 크다.

⑦. 혈액학적인 데이터를 얻을 수 있어 진단에 도움을 준다.

단점 : ①. 영상의 명세도가 혈관조영술보다 우월하지 않다.

②. 중첩되는 동맥의 여러 분지들이 함께 나타나 진단이 어려울 경우가 있다.

③. 촬영범위가 좁아 1회에 촬영할 수 있는 부위의 크기에 제한이 있다.

2.4 DSA의 감산의 종류

일반적으로 DSA의 감산 방법에는 세가지로 나누며 다음과 같이 설명할 수 있다.

①. 시간적 감산(Temporal Subtraction)

시간 경과에 따른 2개 집단의 영상 즉 조영제 주입전 영상을 조영제 주입후의 영상에서 감산하는 방법이다.

②. 에너지 감산(Energy Subtraction)

투과력이 강한 고전압의 X선을 이용한 영상과 투과력이 약한 X선의 영상상호간에 감산하는 방법으로 연부조직등의 소멸로 인하여 진단효과가 높아진다.

③. 혼합감산(Hybrid subtraction)

시간적 방법과 에너지 방법을 혼합한 방법으로 가장 이상적이라 할 수 있고 현재 임상응용을 위하여 개발 중에 있다.

③ DSA의 임상적 응용

환자의 진료를 위한 DSA의 임상적 응용의 실례를 서울대학교병원의 경우로 소개하면 다음과 같다.

3.1 대 상

서울대학교병원 진단방사선과에서 1981년 8월부터 1985년 4월까지 DSA를 시행한 환자총 447명을 대상으로 하였고 남자가 270명 여자가 177명이었다.

3.2 장치 및 촬영방법

서울대학교병원 진단방사선과와 의공학과가 공동으로 개발한 실시간(real-time) DSA 장치를 사용하였고 그 재원은 다음과 같다.

환자의 X선 투시영상에서 얻어진 Video 신호를 실시간으로 처리하는 것으로 A/D 변환기를 이용하여 525 line/frame의 영상을 30 frame/sec의 속도로 전산처리할 수 있다. 입력된 데이터를 integration 혹은 Subtraction을 한 다음 처리가 끝난 데이터를 기억시켜서 D/A 변환후에 이를 언제나 관찰할 수 있

게 하였다. 특히 8 frame display 보조기억장치를 두어 최종 진단용 영상을 8 frame 까지 실시간으로 관찰할 수 있게 하였다. 이 영상들을 multiformat 카메라로서 필름에 옮길수 있게 하였다.

촬영방법으로는 먼저 환자를 투시대에 높히고 전주정맥 (antecubital vein) 또는 대퇴정맥을 Seldinger 씨법으로 천자하여 도관을 삽입하고 투시하에 상 또는 하대정맥 (Superior or inferior vena cava) 에 위치시킨다. 조영제는 통상 자동주입기로서 초당 15~20ml 로 총 40~60 ml 를 주입하였다. 조영제의 주입을 정맥대신에 동맥에서 하는 경우를 경동맥 DSA (Intraarterial DSA) 라하며 이 경우에는는 정맥 주입량의 1/3~1/5 을 사용하였다.

영상채집은 환자의 호흡을 중지시킨 가운데 주입 전 2~3 초부터 시작하여 약 10~15 초간 하였으며 신속한 영상처리를 하여 DSA 상을 얻었고 multiformat 카메라로 필름에 영상을 옮겼다.

3.3 임상적 응용과 고찰

전체 447 명의 환자중 조영제를 정맥에서 주입하는 경정맥 DSA 와 조영제를 동맥에서 주입하는 경동맥 DSA 로 구분하여 보면 경정맥 DSA 가 243 명 (54%) 으로 약간 많았으나 1984년 이후 경동맥 DSA 가 점차로 많아지는 추세에 있다.

촬영부위별 통계로는 전체 447 명에서 시행한 464 회의 촬영에서 복부대동맥이 175 회 (38%) 로서 가장 많았고 다음은 두경부가 156 회이었으며 흉부대동맥, 사지동맥의 순서로 많았다. (표 1 참조)

진료과별 의뢰건수로는 내과가 215명 (48%)으로 절반을 차지하였으며 신경외과, 신경과, 일반외과, 정형외과, 흉부외과의 순서로 의뢰가 많았다.

가장 촬영이 많았던 흉부대동맥과 그 분지를 침범한 질환들을 보면 혈관질환이 77례로서 가장 많

았고 이들 중에는 29례의 Takayasu 동맥염을 비롯하여 대동맥류, 죽상동맥경화증, 박리성 동맥류 등의 혈관질환이 있었다.

시술에 따르는 합병증으로는 7례 (0.2%)에서 나타났으나 3례의 혈전정맥염, 2례의 천자부위 출혈, 2례의 조영제로 인한 오심 구토로서 경미한 것들이었다.

최근에 들어서 DSA 가 점차로 증가하고 있으며 경정맥 DSA 와 경동맥 DSA 가 병존하는 형태로 발전하고 있음을 알 수 있다. 경동맥 DSA 는 DSA 의 일반적인 장점을 가지고 있으면서 경정맥 DSA 의 단점을 보완한다. 즉 필름과 조영제의 사용량을 절감시키며 진단을 위한 판독이 신속히 이뤄지는 DSA 의 장점은 가지고 있으면서 혈관의 중첩과 낮은 해상력의 단점은 없다. 혈관조영술과 마찬가지로 동맥을 직접 천자함이 단점이 될 것이나 4~5F 정도의 내경이 작은 도관을 사용함으로써 외래환자 에서도 경동맥 DSA 를 사용할 수 있게 되었다.

경동맥 DSA 는 신장의 기능이 나쁜 환자에서 혈관조영술이 필요할 때 조영제의 량을 최소로 줄이기 위하여 사용됨이 또한 적응증중 하나이다.

최근의 경동맥 DSA 의 증가에 대한 외적요인을 크게 두가지로 생각해 볼 수 있다. 그 첫째 요인으로는 소위 仲裁的 放射線科學 (Interventional Radiology) 의 발전을 들 수 있다. 이는 혈관조영술 시행후 진단된 병변을 방사선과학적 방법으로 치료하는 시술로서 예를 들면 과혈관성 (Hyperascular) 증양에서 혹은외상, 혈관기형등의 혈관병변에서 출혈이 있을때 외과적 수술 대신에 혈관을 폐쇄시키는 동맥색전술 (Arterial embolization) 을 실시할 수 있는데 이때 시술 전후에 경동맥 DSA 를 실시하여 시술의 효과를 신속히 알 수 있게 되는 것이다. 다른 중재적 시술의 예로는 經皮的 動脈成形術 (Percutaneous angioplasty) 이 있는데 이 경우에서도 협착된 혈관을 풍선카테타등의 방법으로 확장시키고 시술 전후에 경동맥 DSA 로서 그 시술효과를 즉시 알 수 있는 것이다.

이와 같은 중재적시술은 계속 증가하고 있어 경동맥 DSA 도 이에 따라 사용이 증가하고 있다.

둘째 요인으로는 진단화단층 촬영술 (Computed Tomography) 등 여러 영상법으로 이미 확인된 병변에서 수술을 하기전에 병존할 다른 혈관병변의 가능성을 배제하기 위하여 경동맥 DSA 를 많이 실시하게 된 것이다. 이는 혈관의 대략적인 해부학적 구조와 이상유무를 알기 위하여는 종래의 관습적인 혈관조영술과 경동맥 DSA 의 진단적가치가 같기 때문이

표 1. 전체 447 명의 환자에서 시행한 464 회의 DSA 의 촬영부위별 분류 (1981.8 - 1985.4 : 서울대학교병원)

	1981	1982	1983	1984	1985	계
두경부	7	10	16	94	29	156
흉부대동맥		13	12	26	15	66
복부대동맥	4	36	26	77	32	175
하 (상) 대정맥			4	2	3(1)	10
폐동맥		1	2	3	2	8
사지동맥	12	5	5	15	5	43
심장			1	4	1	6

라 할 수 있다.

촬영부위에 있어서는 구미 여러나라보다 두경부 촬영이 적은 바 이는 우리나라에 있어서 동맥경화증의 발생빈도가 적기 때문이며 점차로 이 질환도 빈도가 증가하는 추세에 있다. 한편 우리 나라에서는 구미에서 발생빈도가 적은 Takayasu 동맥염이 비교적 많고 그 진단과 추적검사에 있어서 DSA는 가장 적절히 사용될 수 있는 검사법이 될 것이다. 그외에 특기할 것은 신성고혈압(Renovascular hypertension)에 대한 진단을 들 수 있는데 이는 전체고혈압의 약 4% 밖에 되지 않으나 치료가 가능한 고혈압으로서 진단이 매우 중요하다. 신혈관 병변을 경정맥 DSA로 발견하거나 의심되는 경우는 동시에 신경맥에서 Renin의 농도를 측정하여 확진을 시도하고 외과적 수술 혹은 경피적 혈관성형술로서 치료를 시행할 수 있다.

진료과별 의뢰건수에 있어서 소아과의 이용도가 적은 것은 소아에 있어서는 환자의 움직임에 의한 artifact가 쉽게 발생하며 한편 혈관 천자가 힘들다는 점이 그 원인이 될 것이다.

경미한 시술의 합병증이 있지만 앞으로 4~5F의 작은 내경을 가진 다축공직선형의 카테타를 이용한다면 혈전정맥염이나 천자부위의 출혈등의 합병증은 근절시킬 수 있어 간단하고도 안전한 검사로서 DSA의 임상적 활용이 더욱 기대된다.

4 결론

저자는 DSA의 원리와 장단점을 약술하였고 서울대학교병원 진단방사선과에서 최근 4년간의 경험을 토대로 DSA의 임상적 응용에 관하여 고찰하였다.

DSA는 경정맥 혹은 경동맥으로 사용될 수 있는 안전 용이한 혈관조영술로서 필름과 조영제를 절감할 수 있으며 여러 질환의 혈관병변을 정확히 나타낼 수 있는 검사법으로 앞으로 이의 적절한 임상적 응용이 기대되는 바이다.

參 考 文 獻

1) 한만청, 박재성, 민병구, 이승지; Digital Subtraction Angiography의 진단적 가치, 대한의학협회지.

26:438-442, 1983

2) 한만청, 한문희, 민병구 등; Digital Subtraction Angiography. 대한방사선의학회지, 17:351-356, 1981

3) 한만청, 박재형, 한문희 등; Digital Subtraction Angiography의 임상적 응용, 순환기. 13(1):564-569, 1983

4) 한만청, 이종범, 장기현; 두경부 질환에서의 디지털 감산 혈관조영술, 대한방사선의학회지. 21:384-391, 1985

5) Mistretta, C.A., Crummy, A.B., Strother, C.M.; Digital Angiography; A Perspective. Radiology. 139:273-276, 1981

6) Kruger, R.A., Mistretta, C.A., Crummy, A.B., et al; Digital K-edge Subtraction Radiography. Radiology. 125:243-245, 1977

7) Crummy, A.B., Strother, C.M. Sackett, J.F., et al; Computerized Fluoroscopy; Digital Subtraction for Intravenous Angiocardiography and Arteriography. AJR. 135:1131-1140, 1980

8) Ovitt, T.W., Christensen, P.C., Fisher, H.D., et al; Intravenous Angiography Using Digital Video Subtraction; X-ray Imaging System. AJR, 135:114-1144, 1980

9) Christensen, P.C., Nudelman, S., Ovitt, T.W., et al; Intravenous Cervicocerebrovascular Angiography. AJR. 135:1145-1152, 1980

10) Chilcote, W.A., Modic, M.T., Pavlicek, W.A., et al; Digital Subtraction Angiography of the Carotid Arteries; A Comparative Study in 100 Patients. Radiology. 139:287-295, 1981

11) Hillman, B.J., Ovitt, T.W., Nudelman, S., et al; Digital Video Subtraction Angiography of Renal Vascular Abnormalities. Radiology, 139:277-280, 1981.

12) Smit, C.W., Winfield, A.C., Price, R.R., et al; Evaluation of digital Venous Angiography for the Diagnosis of Renovascular Hypertension. Radiology. 144:51-54, 1982

13) Bürsch, J.H., Hahne, H.J., Brennecke, R., et al; Assessment of Arterial Blood Flow Measurements by Digital Angiography. Radiology. 141:39-47, 1981