

CT 조영제 혈관외유출의 방사선학적 고찰

권대철 · 박창희¹ · 정재호² · 강희두² · 송은흥³

신흥대학 방사선과 · 대구보건대학 방사선과¹ · 경희의료원 의학정보센터 PACS팀² · 신흥대학 임상병리과³

Radiological Evaluation of CT Contrast Medium Extravasation

Kweon, Dae-Cheol · ¹Park, Chang-Hee · ²Jeong, Jae-Ho · ²Kang, Hui-Doo · ³Song, Woon-Heung

Department of Radiologic Technology, Shin Heung College University · ¹Department of Radiologic Technology, Daegu Health College · ²PACS Team, Kyung Hee University Hospital · ³Department of Clinical Laboratory, Shin Heung College University

Abstract

Extravasation of contrast material is a not infrequent complication of enhanced imaging studies and large volume extravasation may result in severe damage. Subcutaneous extravasation of the radiographic contrast medium is one of the complications of the contrast medium-enhanced procedures. Automated power injectors enable the contrast material to be delivered at a uniform high-flow-rate and as a nonfragmented bolus, and this is essential for many contrast material enhanced CT(computed tomography) applications. The major risk associated with the use of automated power injectors is the well known complication of contrast material extravasation at the injection site. Automated injection of CT contrast material can produce the compartment syndrome. Selection of the nonionic contrast material after careful evaluation of the intravenous administration site and monitoring of the patient during the use of a mechanical power injector may help minimize or prevent extravasation injuries. Early identification is important and conservative management is effective in most cases. Prevention of these injuries with the education of radiological technologist remains the ultimate aim.

Key Words : Extravasation, Contrast medium, Computed tomography

I. 서론

전산화단층촬영(Computed Tomography, 이하 CT) 검사에서 보다 정확한 진단 정보를 얻기 위해 조영제를 사용하는데 조영제는 요오드물질이 함유된 수용성 제제로 혈관은 물론 전신으로 조영증강효과를 얻을 수 있으

며 조영증강의 형태에 따라 병리학적 진단의 정보도 얻을 수 있어서 CT 검사를 하는 환자에게 조영제를 주입한다.¹⁾

CT 검사에서 혈관외유출(extravasation)은 조영제가 혈관 안으로 들어가는 대신에 혈관을 둘러싼 조직으로 주입되어 발생하는 것으로, 조직 손상과 피부괴사의 부작용 및 합병증을 초래할 수 있다. 혈관외유출이 일어난 부위의 기능적 장애를 초래하고, 손상 받은 조직의 색깔 변화와 부종을 수반한 후유증과 조직에 심한 손상을 보여 지속적인 관찰 및 치료를 해야 한다. 환자의 심한 신체적, 정신적 고통을 수반과 의료 불신 및 의료

이 논문은 2008년 5월 30일 접수하여 2008년 9월 29일 채택되었음.

책임저자: 권대철, (480-701) 경기도 의정부시 호원동 117

신흥대학 방사선과

Tel: 031-870-3427, 011-347-5976 Fax: 031-870-3429

E-mail: dckweon@shu.ac.kr

사고를 유발할 수 있어 혈관외유출을 예방 필요성이 매우 높다.

현재의 나선식 CT 검사에서는 조영제는 짧은 시간에 고속으로 자동주입기를 이용하여 혈관에 주입하는데 이로 인한 조영제의 부작용과 혈관외유출에 대한 환자의 축적된 정보가 미미하여 혈관외유출에 대한 두려움으로 필요한 검사를 기피하거나, 검사하는 동안에 정신적인 고통을 수반하고 있다. CT 검사의 방사선사와 IV (intravenous) 카테터를 삽입하는 간호사는 조영제 주입부터 검사가 완료될 때까지 혈관외유출 발생에 대해 불안하고 초조해진다.

혈관외유출 대부분의 환자에서는 조영제가 조직에 자연히 흡수되어 치유되나, 고삼투압 조영제에 의해 심한 조직괴사를 일으키어, 피부이식술이나 조직 재건술이 필요하다. 혈관내 급속 주입하는 경우 혈장 삼투압의 급격한 상승이 발생하고 부작용이 발생하게 된다. 과민성 반응이 나타나 적절한 치료를 해야 하는 경우가 있으며, 드물게 사망에 이르는 경우도 보고되었다.²⁾ 그러므로 혈관외유출에 대한 위험도가 높은 환자는 사전에 혈관외유출을 예방하는 방법이 중요하다. 혈관외유출의 예방을 위한 방법과 치료에 대한 문헌고찰과 국내외 국외의 혈관외유출 사례 및 고찰을 통해 조영제의 혈관외유출 예방과 치료를 위한 기초자료로 활용하고자 한다. CT 검사에서 조영제의 혈관외유출을 예방하여 환자의 신체손상을 방지하여 조직을 보호하고, 의료사고 방지 및 민원을 방지하는데 목적이 있다.

II. 혈관외유출 문헌고찰

CT 검사는 진단의 정확성을 높이고, 검사시간 단축 효과와 빠른 진단 결과의 정확성과 신뢰성으로 CT 검사는 계속 증가하고 있다.³⁾ 조영제 주입은 혈관외유출의 부작용을 수반하는데, 조영제를 주입하는 정맥주사 주위에 혈관외유출 발생 비율이 높고, 혈관외유출이 발생한 환자의 40%가 정맥주사를 사용하는 경우에 발생하였다.⁴⁾ CT 검사에서 사용하는 조영제의 혈관외유출은 손으로 주입하는 것보다 조영제를 자동주입기를 이용하여 검사하는 것이 혈관외유출 발생 비율이 높다.⁵⁾ 혈관외유출이 많이 발생하는 부위는 손등이었고,⁶⁾ 혈관외유출은 플라스틱 캐놀러 보다도 금속 바늘이 많이 발생하여,⁷⁾ 현재는 대부분이 금속바늘보다 플라스틱 캐놀러를 사용하고 있다.

나선식 CT는 빠른 스캔이 가능하여 한 번의 호흡정지만으로 스캔할 수 있고, bolus triggering 기법을 이용한 짧은 시간의 자동주입기를 이용한 조영제의 주입과 빠른 시간의 검사로 혈관외유출의 부작용의 사전 예방방법이 필요하다.⁸⁾

혈관외유출은 조영제의 평균 주입속도가 2.8 mL/sec에서 발생하였고, 조영제 주입속도(0.5-4.0 mL)는 혈관외유출 빈도와 조영제 주입속도와는 상관관계가 없고,⁵⁾ CT 검사 환자 6,660명에서 41명(0.6%)이 혈관외유출이 발생하였다.⁹⁾ 조영제를 자동주입기를 이용하여 검사하는 경우에 연간 0.3-0.4%에서 혈관외유출이 발생하고, 검사환자의 1% 이내에서 혈관외유출이 발생하였다.¹⁰⁾ 혈관외유출을 예방하기 위해 조영제 주입 주사부위에 검출기를 이용하여 혈관외유출을 예방할 수 있고, 약 10 mL의 혈관외유출로 검사환자의 궤양 및 조직의 괴사를 초래한다고 보고하였다.¹¹⁾

높은 삼투압의 조영제는 혈관외유출의 합병증을 유발하고 피부와 연부조직의 괴사를 일으키는 것으로 알려져 있으며, 낮은 삼투압의 조영제도 혈관외유출이 발생한다고 보고하였다.⁴⁾ 혈관외유출에 관련된 합병증은 매우 심각할 수 있으며, 그 중에서 조직괴사를 예로 들 수 있다. 손상된 조직의 복구하기 위해서는 복원수술을 필요로 하는 경우도 있다. 혈관외유출이 0.04%-1.3%의 비율로 발생한다고 보고하고 있다.^{9,12,13)} 조영제가 유출되더라도 소량의 혈관외유출은 피부를 관찰하고 치료하면 대부분의 경우에는 심각한 후유증을 남기지 않고 회복된다.^{4,5,9,12,14,15)} 그러나 혈관외유출 조영제가 10 mL 이상의 대량의 혈관외유출은 드물게는 수포형성, 피부변색 등의 과정을 거쳐서 조직괴사가 발생하여⁵⁾ 2차로 구획증후군(compartment syndrome)의 증상이 생겨 근막 절개술(fasciotomy)을 시술하기도 하고, 피부이식을 요하기도 하는 중대한 부작용을 초래하기도 한다.^{12,14,16,17)}

조영제의 혈관외유출은 손으로 주입하는 것보다 조영제자동주입기를 이용하는 것이 혈관외유출 발생이 높다.⁵⁾ 코크란 등¹⁰⁾은 CT 검사 57,739명의 환자 중에서 181명의 혈관외유출이 발생하여 약 0.3%의 비율로 발생하였다고 보고하였다. 조영제의 혈관외유출에 대한 사례 보고^{18,19)}의 공통점은 대체로 피하에서 조영제를 정맥주입한 경우이었고, 조영제의 혈관외유출 후 부종과 변색을 수반하여 수일 이내에 수포를 형성하고 결국 피부괴사를 일으킨다. 조영제의 피하조직의 주입으로 발생된 조직괴사는 각종 방사선학적 검사 시에 발등 혹은

Table 1. Reported prevalence of contrast medium extravasation during computed tomography

Author	Contrast Agents	No. of Administered	Volume (mL)	Frequency	Published	Journal
Burd DA ³⁷⁾	Conray 420	1	60	1	1985	Br Med J
Loth TS ²²⁾	Renografin	N/A	more than 20	5	1988	J Hand Surg
Shuman WP ¹³⁾	N/A	240	15(2), 40-50(1)	3(1.3%)	1986	J Comput Assist Tomogr
Cohan RH ¹²⁾	N/A	N/A	18-150	5	1990	Radiology
Sistrom SL ⁴⁾	Iohexol, Iopamidol	20,950	3-100	28(0.14%)	1991	Radiology
Young RA ²¹⁾	Optiray 320	N/A	60	N/A	1993	AJR
Jacobs JE ⁹⁾	Conray 60, Omnipaque	6,600	3-144	41(0.6%)	1998	Radiology
Federle MP ⁵⁾	Conray 60	5106	3-120	48(0.94%)	1998	Radiology
Vandeweyer E ²¹⁾	Telebrix	N/A	20-99	11	2000	Plast Reconstr Surg
Cochran ST ¹⁰⁾	N/A	57,739	N/A	181(0.31%)	2001	AJR
Cochran ST ²⁴⁾	N/A	66,029(Adults) 4911(Pediatrics)	3-110cc(Adults), 5-18cc(Pediatrics)	225(0.34%, Adults), 8(0.16% Pediatrics)	2002	Academic Radiology
Stein DA ²²⁾	Ultravist	1	100	1	2003	Orthopedics
Valanju P ²⁶⁾	Ultravist	2	N/A	N/A	2004	ANZ J Surg
Wang CL ²⁷⁾	N/A	69,657	10-150	475(0.7%)	2007	Radiology
Park JH ²⁷⁾	Telebrix30	1	15, 12	2	1987	J Korean Radiol Soc
Kweon DC ²⁸⁾	Ultravist370	N/A	10-140	22	2005	J Korea Med Phys
Kweon DC ²⁹⁾	Ultravist370	N/A	140	1	2006	J Korea Contents Assoc

손등에 주사한 조영제의 혈관외유출로 인하여 조직괴사가 발생한 임상증례로 하지의 정맥조영술 후 발생한 괴사를 보고하였고, 원인으로서는 조영제에 의한 정맥 벽의 내막변화와 혈전증을 제시하였다.²⁰⁾ 조영제 혈관외유출이 발생하여 조직의 괴사를 방지하기 위해 응급흡입술로 성공하였다.²¹⁾ 혈관외유출의 사례는 0.31%에서 발생하였고,¹⁰⁾ 0.25-0.6%,⁹⁾ 0.25%,¹⁴⁾ 최근에는 69,657명의 검사 환자 중에서 476명(0.6%)이²⁷⁾ 발생하였다(Table 1).

혈관외유출된 조영제의 용량이 많을수록, 삼투압이 높을수록, 그리고 요오드 함량이 높을수록 심한 조직손상을 일으키고, 기본적인 조직손상은 병리조직 소견상 화학성 염증이었으며 병변의 정도가 심해질수록 삼출현상은 출혈성 및 괴사성으로 진행된다.¹⁷⁾ 조영제의 혈관외유출이 염려되는 경우에는 조직손상을 적게 일으키는 조영제를 선택하고, 다량의 조영제가 유출되었을 때에는 조직괴사와 같은 부작용을 감소시킬 수 있는 적절한 예방법에 대한 교육이 필요하다.

국내에서는 소아 3세 및 4세에서 각각 경정맥신우조영술 및 CT 검사 시에 조영제 혈관외유출 후 부종과 변색을 수반하여 수일 이내에 소수포를 형성하고 결국 피부괴사를 일으켰다.²⁸⁾ 조영제의 수용성 조영제의 피하주사시의 조직손상에 관한 실험적 연구를 하였고,³¹⁾ CT 검사에서 조영제 주입기를 이용하여 혈관외유출 환자의 혈관외유출 조영제의 용량과 자동주입기에 의해 주입된 조영제의 용량을 비교하였고,³²⁾ 혈관외유출 위치 및 범위를 알기 위해 CT 스캔하여 3D영상으로 확인하였다.²⁹⁾

III. 혈관외유출 예방 및 치료

1. 혈관외유출 예방

혈관외유출이 일어나면 주입절차를 중단하고 다시 검사를 해야 한다. 따라서 환자에게 미치는 충격을 최소화

Table 2. Prevention contrast medium extravasation of conventional and advance method

Method	Prevention Method of Extravasation
Conventional	Saline injection of IV Observation during contrast medium hand Injection Radiological Technologist observation in CT scan room Patient check of risk factors in contrast medium
Advanced	Mechanical injector use of nonionic contrast medium Saline injection of IV Patient interview of contrast medium adverse reactions EDA system monitoring Contrast medium of low-osmolality and low viscosity Patient check of risk factors in contrast medium

화하고, 시간을 절약하며, 절차를 제때에 재시작 한다고 하는 관점에서 볼 때, 조기 감지가 매우 중요하다. 혈관외유출이 발생하면 환자를 불편하게 하고 정신적인 충격을 주게 된다. 혈관외유출의 조기 감지는 환자가 외상 또는 다른 손상을 입는 것을 예방하게 할 수 있다.

전통적인 조영제의 혈관외유출 예방법은 CT 검사 시행 전에 정맥주사의 바늘을 확보한 후 생리식염수를 넣어보아 혈관외유출을 미리 알아보는 방법 등이 있다.³⁰⁾ 다른 방법으로는 조영제를 손으로 주입하면서 정맥주사 부위를 관찰하는 방법으로 초기의 검사에서 많이 사용하던 방법으로 이 검사는 동맥기 조영이 불가능하고, 정맥기 조영이 가능하기 때문에 현재는 조영제 자동주입기가 사용되면서 거의 쓰이지 않고 있는 방법이다.

조영제 주입 시에 직접 방사선사나 간호사가 검사실에 들어가서 환자의 정맥주사부위를 관찰하는 방법이 있는데 이는 매우 원시적인 방법으로 관찰자가 방어를 입고 관찰하는 방법으로, 방사선 피폭의 위험으로 실제의 검사에서는 이용하고 있지 않다. 다른 방법으로는 당뇨, 치료방사선환자, 혈관질환자, 혈관외유출이 의심되는 고위험 환자를 분류하여 중점 관리하는 방법 등이 있다. 개선적인 조영제의 혈관외유출 예방은 전통적인 방법과 마찬가지로 생리적 식염수를 주입하여 혈관의 개통 유무를 확인하는 방법과 비이온성조영제의 낮은 삼투압과 점도가 낮은 조영제를 선택하는 방법을 들 수 있다(Table 2).

고위험도의 환자들을 분류하여 중점 관리 대상으로 하여 이들 환자를 인터뷰하여 환자들을 대상으로 혈관외유출을 사전에 대처하는 방법이 있다.³³⁾ 고등적인 방

법으로는 본 연구에서 개발된 EDA 시스템을 CT 검사에서 환자에게 적절히 이용하여 혈관외유출을 예방하는 방법을 들 수 있다. CT 조영제 증강효과의 위상을 위해 조영제 주입 후 약 5-20초 기간 동안 조영제 주입하는 시간동안 모니터링 할 수 있고, 계속되는 조영제 주입으로 혈관외유출이 발생하는 경우에 대해서는 환자의 의사표시 예외는 조영제 주입 기간 동안의 모니터링을 확인할 수 없다. 그러나 CT 검사실에서 예외적으로 차폐복을 입고 방사선가 혈관외유출을 모니터링을 하여 EDA 시스템을 실험적으로 보고한 사례가 있다.^{11,34)} 번바움 등³³⁾는 혈관외유출이 10 mL 이상은 임상적으로 고려해야 한다고 주장하였다. Fig. 2는 ESUR(contrast medium safety committee of the european society of urogenital radiology)의 혈관외유출 예방 관리 지침서로 위험 인자, 위험 감소방법, 손상의 유형, 치료방법에 대한 기준을 정하였다.³⁵⁾

2. 혈관외유출 치료

조영제 주입에 의한 혈관외유출 부위는 부종이 형성되고,³⁶⁾ 손상 받은 주위의 조직은 경계가 뚜렷해지고 피부의 색깔 변화를 초래한다.^{37,38)} 피부 조직의 괴사 및 부종은 극히 드물게 있으나 10 mL 소량의 혈관외유출로도 이러한 심각한 증상을 초래할 수 있으며,¹⁶⁾ 영제가 근육의 근막으로 유입하여 내압이 올라 구획증후군으로 발전하여 근막절개술을 시행한다.^{39,40)}

혈관외유출에 따른 치료법은 혈관외유출 조직의 손상을 방지하기 위하여 혈관외유출 부위를 압박하거나 부종을 감소하기 위하여 거상을 시켜준다. 통증감소를 위

한 국소마취 및 hyaluronidase을 15-250 unit을 1.5-5 mL에 희석하여 보고하였으나,^{5,14)} 효과는 확실치는 않다.²⁴⁾ 가장 좋은 방법은 혈관외유출을 예방을 위해 혈관외유출 검출기(extravasation detection accessory, 이하 EDA) 기구를 환자의 정맥주사의 삽입위치에 부착하여 혈관외유출을 사전에 감지하고 예방하여 환자의 조직을 보호하여야 한다.^{41,42)} 혈관외유출이 발생하면 조영제의 혈관외유출 용량과 주사부위, 조영제명을 기록하고, 혈관외유출 부위를 온점질 후 2-4시간 관찰한다. 냉점질을 선택적으로 사용하고, 치료방법으로는 조영제의 빠른 흡수를 위해 상지를 거상 하도록 하고,⁴³⁾ 혈관외유출 부위에 바늘을 삽입하여 흡입술 하는 방법은 감염의 위험이 있다.^{4,5)}

고삼투압 조영제의 혈관외유출로 인한 피부 및 연부조직의 괴사를 방지하기 위해 효과적인 응급흡입술 치료 방법이 있다. 혈관외유출이 발생한 환자에 대한 초기 치료 및 계획 및 정책을 정리하였다.¹⁴⁾

VI. 고찰

조영제의 부작용에 대한 예방 및 후처치가 요구되는데 조영제 부작용은 구토, 두드러기, 현기증 등의 경증인 부작용부터 생명을 위협하는 중증인 부작용까지 여러 가지 형태로 나타났으며 부작용의 예방을 위해서는 검사 전 환자에게 음식 및 약물에 대한 알레르기 유무를 확인하여 충분한 사전정보를 얻고 조영제를 체온과 비슷한 온도로 항시 데워서 사용해야 하며 부작용이 있었던 환자는 주치의와 상의하여 사전에 항히스타민제제 등을 사전에 투여하기도 한다. 경증인 부작용이 발생하였을 경우에는 배뇨 및 수분을 충분히 섭취하도록 권유하기도 하고 중증인 부작용이 발생을 하면 산소를 마스크를 통해 주입하여 주며 환자의 다리를 올려 혈압을 유지한 후 지속적인 관찰을 한다.

최근의 CT 검사에서 조영제주입기를 이용한 검사법이 증가하고 있으며, 이러한 수용성 조영제 사용으로 인한 부작용은 사람에 따라 나타날 수 있고, 부작용의 정도는 구토, 두드러기, 가려움증, 얼굴이 붉어짐, 기침, 목션 소리, 콧물, 반점, 일시적 호흡곤란 등이 있으나 대개는 아무런 조치 없이도 증상이 사라진다. CT 검사에서의 조영제 주입에 의한 혈관외유출의 합병증으로 많은 보고가 있고, 수용성 조영제 사용으로 인한 합병증으로 조영제의 독성, 환자의 과민반응, 특이체질 등으로

구분하고 있다.²⁸⁾

혈관외유출은 조영제 주입과정 뿐만 아니라 핵의학 검사^{44,45)} 및 항암제 주입^{46,47)}에 의해서도 발생하며 MRI 검사로 조직 손상을 확인하고 외과적 수술을 시행한 보고가 있었다.⁴⁸⁾ 조영제의 혈관외유출은 부종⁴⁹⁾ 및 조직의 괴사⁵⁰⁾를 일으킨다. 국내의 문헌에는 혈관외유출에 의한 조직의 괴사에 대한 보고가 있었다.^{28,29)} 혈관외유출에 의한 조직손상의 기전에 대해서는 명확히 밝혀져 있지는 않으나 크게 삼투압에 의한 조직손상, 혈류장애에 의한 허혈성 괴사, 직접적인 세포독성에 의한 손상, 물리적인 압박에 의한 손상, 그리고 감염의 동반에 의한 손상 등으로 나누어서 설명하고 있으며, 다량의 조영제의 혈관외유출에 의한 조직손상의 경우 이중 어떤 기전에 의해 일어나는 손상인지에 대해서도 명확한 설명은 되어 있지 않다.⁵¹⁾

조영제의 개발은 조영제가 이온화에 의해서 일어나는 문제점을 해결하기 위하여 이온화 없이 같은 수의 Iodine분자를 가질 수 있는 조영제를 만들기 위해 시도하였으며 1973년에 처음으로 Metrizimide가 비이온성 조영제를 개발한 것은 단백질합이 현저히 내려간 것은 물론 삼투압을 크게 저하시켰다. 그 후 지속적인 연구를 거듭하여 친수성 원자만을 결합시켜 보다 친수성을 증대 시키고 수용액 중에 화학적 안정성을 높인 Iopamidol이 개발되었으며 화학독성을 더 줄이기 위해 현재까지도 연구개발 하고 있다.

고삼투압 조영제를 혈관내 급속 주입하는 경우 혈장 삼투압의 급격한 상승이 발생하고 이로 인해 대부분의 부작용이 발생하게 된다. 이에 따라 조영제 자체의 독성과 높은 점도 그리고 높은 삼투압 등에 의해 부작용이 발생할 수 있는데 전신으로 나타나는 부작용과 국소적으로 나타나는 부작용 등이 생길 수가 있다. 높은 삼투압의 조영제는 혈관외유출의 합병증을 유발하고 피부와 연부조직의 괴사를 일으키는 것으로 알려져 있으며^{19,52)}, 낮은 삼투압의 조영제도 혈관외유출이 발생한다는 보고도 있다.^{4,53)} 현재는 요오드 함유량이 높은 조영제를 사용하는 경우가 많으며, 상복부 검사에서 요오드(Iodine) 400 mgI/mL은 300 mgI/mL 보다 5초 정도의 스캔 시간을 빠르게 스캔할 수 있는 장점이 있어 요오드 함유량이 높은 조영제를 추천하고 있다. 이러한 조영제의 사용은 검사시간을 단축하고, 빠른 시간에 혈관외유출이 발생하는 경우가 많아, 혈관외유출 검출은 빠른 시간에 검출하는 필요성이 대두되고 있다.⁵⁴⁾

조영제 주입에 의한 혈관외유출 부위는 부종이 형성되고 손상 받은 주위의 조직은 경계가 뚜렷해지고 피부의 색깔 변화를 초래한다. 피부 조직의 괴사 및 부종은 극히 드물게 있으나 10 mL 소량의 혈관외유출로도 이러한 심각한 증상을 초래할 수도 있다.¹⁶⁾ 번바움 등³³⁾은 혈관외유출이 10 mL 이상은 임상적으로 고려해야 하며, EDA 시스템은 10 mL에서 검출할 수 있어야 한다.

다니엘과 윌리엄⁵⁵⁾은 혈관외유출이 생기는 경우 피하조직내의 정맥혈류를 부분적으로 방해하여 결국에 동맥의 폐쇄로 인해 피부의 괴사를 초래한다. 시스트롬 등⁴⁾은 혈관외유출 28 사례를 보고하여 혈관외유출 예방이 필요성을 강조하였다.

혈관외유출에 따른 치료법은 혈관외유출 조직의 손상을 방지하기 위하여 혈관외유출 부위를 압박하거나 부종을 감소하기 위하여 거상을 시켜준다. 온찜질은 혈관외유출의 조영제를 흡수가 빠르게 하여 용량을 줄일 수 있고⁵⁶⁾, 냉찜질은 감염이 예방되는 경우에 사용하도록 한다.

CT 검사에서 사용하는 조영제의 혈관외유출은 손으로 주입하는 것보다 조영제자동주입기를 이용하는 것이 혈관외유출 발생이 높다.⁵⁾ 현재 나선식 전산화단층촬영 검사는 빠른 스캔이 가능하기 때문에 한 번의 호흡정지만으로 검사부위를 스캔할 수 있고, 간 동맥기 지속시간이 20-30초 정도로 짧고, 조영제를 정맥 내에 약 120-180 mL를 혈관에 자동주입기를 이용하여 주입하여 검사하고 있다.⁵⁷⁾ 이러한 간 동맥기에서의 bolus triggering 기법을 이용한 짧은 시간의 조영제 주입과 빠른 시간의 검사로 인하여 발생하는 혈관외유출의 부작용을 사전에 예방하는 필요성이 그 어느 때보다 높다.^{58,59)}

혈관외유출의 증상이 심한 경우는 구획증후군으로 발전하여 근막절개술을 시행하기도 한다. 혈관외유출을 예방하기 위해서는 조영제 주입 전에 표준진료지침서를 적용하여 위험군으로 분류되는 환자에게는 자동조영제 주입기의 속도 및 조영제 용량을 조절하거나, 조영제를 주입위치를 전주와(antecubital fossa)를 이용하도록 하고 손등은 피하도록 하며 혈관외유출 검출기를 사용하여 혈관외유출의 발생을 감소하도록 노력해야 한다.^{12,13)}

Federle 등⁵⁾은 928명에서 48명의 혈관외유출 환자를 대상으로 한 연구에서 혈관외유출은 조영제의 bolus 주입속도(1-5 mL/sec)와 혈관외유출 발생 비율은 상관관계가 없다고 하였다. Jacobs 등⁹⁾은 6,660명에서 41명(0.6%)의 혈관외유출이 발생하였고, 조영제 주입속도는

0.5-4.0 mL로 주입하였을 때 혈관외유출 빈도와 조영제 주입속도와는 상관관계가 없다고 보고하여, 이에 본 연구에서는 조영제 주입속도를 1-3.0 mL/sec로 설정하여 실험하였다.

코크란¹⁰⁾은 1993년부터 1999년까지 비이온성 조영제를 자동주입기를 이용하여 검사할 때 해마다 0.3-0.4% 혈관외유출이 발생하고, 마일즈 등⁶⁰⁾은 검사환자의 1% 이내에서 혈관외유출이 발생한다고 보고하였다. 넬슨 등¹¹⁾은 혈관외유출 부위에 검출기를 이용하여 혈관외유출을 예방할 수 있고, 약 10 mL의 혈관외유출로 검사환자의 궤양 및 조직의 괴사를 초래한다고 보고하였다.

혈관외유출을 검출하는 기술의 방법은 정상의 정맥주사 주입과 혈관외유출과의 압력차이,^{61,62)} 온도차이⁶³⁾를 기초로 하여 연구하였고, 이러한 기술은 조영제의 자동주입기보다도 낮은 압력과 주입속도로 주입펌프(infusion pump)의 작동에 사용되었다. 피부의 온도변화를 전적으로 의지하는 수동적이고, 비침습적인 검출방법인 microwave radiometry 기술을 견을 대상으로 하여 혈관외유출을 검출하였고,⁶⁴⁾ 같은 microwave radiometry 기술을 견을 대상으로 한 동물실험에서 조영제주입속도(0.2-9.9 mL/sec)의 범위에서 조영제를 자동주입기를 이용하여 주입하여, 혈관외유출의 조영제 용량을 4, 6.5, 8 mL로 임상적으로 자동주입기를 이용하여 조영제 주입하는 검사에서 microwave radiometry 유용적으로 사용할 수 있다는 보고를 하였다.⁶⁵⁾

정맥 주사 위치에 패치를 붙여 저항의 변화로 혈관외유출을 검출하는 동물 및 인간을 대상으로 한 실험적 연구에서 10-20 mL의 혈관외유출을 검출할 수 있고, 기존의 자동주입기의 가격에 비해 EDA 시스템은 약 1.5 배의 가격으로 경쟁력이 있어 CT 검사에서 안정성이 있어 상업적으로 사용할 것을 권고하였다.³³⁾ 조영제의 혈관외유출에서 EDA 시스템은 진양성으로 적어도 문턱 혈관외유출 조영제 용량 10 mL를 검출하여야 한다. 10 mL 혈관외유출 용량은 임상적으로 매우 중요하여 CT 검사에서 혈관외유출을 예방하도록 해야 한다.

번바움 등³²⁾은 주전와의 정맥 주사 부위의 혈관외유출을 검출하여 조영제의 용량이 18 mL로 적은 양의 혈관외유출을 보고하여 EDA 시스템의 유용성을 보고하였다. 이러한 혈관외유출 검출기 시스템을 CT 검사에서 환자에 부착하여 사용할 것을 권고하였다. EDA 시스템을 조영제를 주입하여 검사하는 CT검사의 경우에 혈관외유출을 예방하기 위해 EDA 시스템을 부착하여 혈

Risk factors relate to:*The technique*

Use of a power injector

Less optimal injection sites including lower limb and small distal veins

Large volume of contrast medium

High osmolar contrast medium

The patient

Unable to communicate

With fragile or damaged veins

With arterial insufficiency

With compromised lymphatic and/or venous drainage

To reduce the risk:

Intravenous technique should always be careful, preferably using plastic catheters

for power injection

Use low-osmolar contrast medium

Type of injuries:

Most injuries are minor

Severe injuries include skin ulceration, soft tissue necrosis and compartment

syndrome

Treatment:

Conservative management is adequate in most cases

Limb elevation

Apply ice packs

Careful monitoring

If a serious injury is suspected, seek the advice of a surgeon

Fig. 1. Simple guidelines for prevention and management of extravasation of contrast medium

관외유출을 예방하도록 권고하여야 한다. 이러한 EDA 시스템의 임상에서의 적용은 경제적 시간적으로 어려움이 수반되기는 하나, 혈관외유출을 예방하기 위한 최선의 방법으로 도입하여 설치하여 CT 검사에 사용하도록 한다.

환자의 임상적 증례에 따른 가이드라인을 따라 예방하고 주의하여 검사하도록 하고 조영제유출이 발생하면 빠른 시간에 처치방법을 습득하여 처치하도록 한다.¹²⁾ 혈관외유출이 예견되는 요주의 환자는 주의대상으로 지목하여 검사하도록 한다(Fig. 1).

이러한 혈관외유출에 의한 조영제 부작용을 사전에 예방하기 위해 간호사와 방사선사는 혈관외유출 예방교육을 하도록 한다. 또한 혈관외유출이 발생하면 환자에게 자세하게 설명하고 혈관외유출 처치법에 따라 치료하도록 하여야 한다(Fig. 2).

혈관외유출 조직의 손상을 방지하기 위하여 혈관외유출 부위를 압박하거나 부종을 감소하기 위하여 거상을 시키고, 차가운 물질을 부위에 부착하여 이용하기도 한다. 이러한 검출기 도입은 경제적 시간적으로 어려움이 수반되어 혈관외유출을 예방하기 위한 방법은 환자의 임상적 증례에 따른 가이드라인을 따라 예방하고 주의하여 검사하고 조영제 유출이 발생하면 빠른 시간에 처치방법을 습득하여 처치하도록 하고, 혈관외유출이 예견되는 환자는 요주의 대상으로 지목하여 검사하여 혈관외유출을 예방하도록 하여야 한다. 혈관외유출에 의한 조영제 부작용을 사전에 예방하는 방법이 절대적으로 필요하고 검사를 실시하고 있는 방사선사는 혈관외유출이 발생하면 환자에게 자세하게 설명하고 혈관외유출 처치법에 따라 처치하도록 한다.

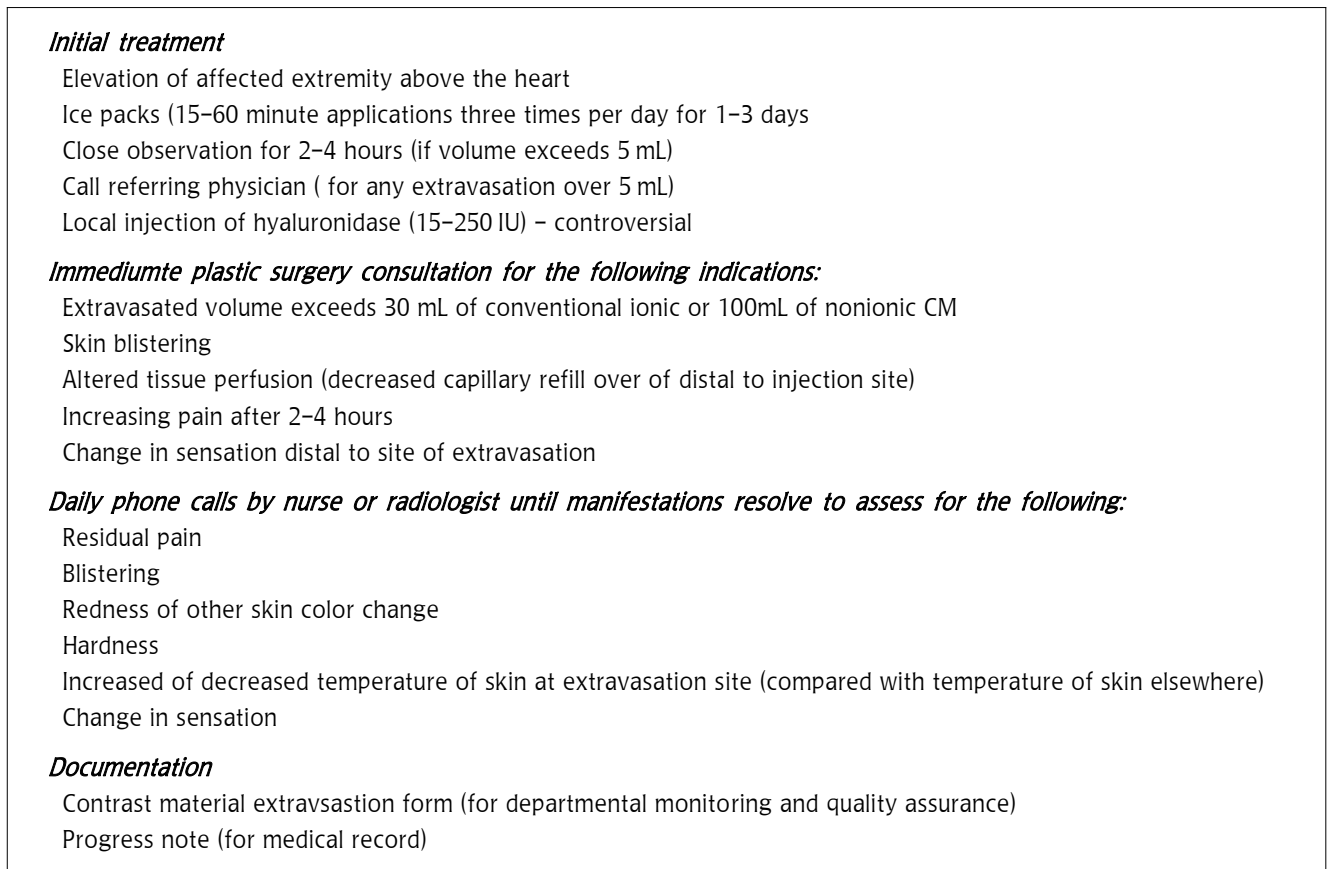


Fig. 2. Policy for treatment of extravasation injuries

V. 결론

환자의 임상적 증례에 따른 가이드라인을 따라 검사하도록 하고 조영제유출이 발생하면 빠른 시간에 처치 방법을 습득하여 처치하도록 한다. 혈관외유출이 예견되는 요주의 환자는 주의대상으로 지목하여 검사하도록 한다. 혈관외유출에 의한 조영제 부작용을 사전에 예방하기 위해 간호사와 방사선사는 혈관외유출 예방교육을 하도록 한다.

조영제를 주입하는 CT검사의 경우에 조영제 주입 바늘위치에 EDA 시스템을 부착하여 혈관외유출을 예방하도록 권고하여야 한다. 또한 혈관외유출이 발생하면 환자에게 자세하게 설명하고 혈관외유출 처치법에 따라 치료하도록 하여야 한다. 혈관외유출에 의한 조영제 부작용을 사전에 예방하는 방법이 절대적으로 필요하고 검사를 실시하고 있는 방사선사는 혈관외유출이 발생하면 환자에게 자세하게 설명하고 혈관외유출 처치법에 따라 처치하도록 한다.

참고문헌

1. Kweon DC, Hong SM, Park P: Comparison of time analysis on the film based system versus PACS in the CT scanning, IE Interfaces, 15(4), 439–443, 2002.
2. Bush WH, Swanson DP: Acute reaction to intravascular contrast medium: Types, risk factors, recognition, and specific treatment, AJR Am J Roentgenol, 157, 1153–1161, 1991.
3. Kweon DC, Kim SL, Chung KM, Lee YW, Kim JH: Comparison of time study in PACS versus film based system in CT and MRI, Korean J PACS, 16(1), 23–26, 2000.
4. Siström SL, Gay SB, Peffley L: Extravasation of iopamidol and iohexol during contrast-enhancement CT: Report of 28 cases, Radiology, 80, 707–710, 1991.
5. Federle MP, Chang PJ, Confer S, Ozgun B: Frequency and effects of extravasation of ionic

- and nonionic CT contrast medium during rapid bolus injection, *Radiology*, 206, 637-640, 1998.
6. Gault DT: Extravasation injuries, *British J Plastic Surg*, 46, 91-96, 1993.
 7. Gothlin: The comparative frequency of extravasation injection at phlebography with steel and plastic cannulas, *Clin Radiol*, 23(2), 183-184, 1972.
 8. Hollett MD, Jeffrey RB Jr, Nino-Murcia M, Jorgensen MJ, Harris DP: Dual-phase helical CT of the liver: value of arterial phase scans in the detection of small (≤ 1.5 cm) malignant hepatic neoplasms, *AJR Am J Roentgenol*, 164, 879-884, 1995.
 9. Jacobs JE, Birnbaum BA, Langlotz CP: Contrast medium reactions and extravasation: Relationship to intravenous injection rates, *Radiology*, 209, 411-416, 1998.
 10. Cochran ST, Bomyea Karen, Sayre JW: Trends in adverse events after IV administration of contrast medium, *AJR Am J Roentgenol*, 176, 1385-1388, 2001.
 11. Nelson RC, Anderson FA, Birnbaum BA, Chezmar JL, Glick SN: Contrast medium extravasation during dynamic CT: detection with an extravasation detection accessory, *Radiology*, 209, 837-843, 1998.
 12. Cohan RH, Dunnick NR, Leder RA, Baker ME: Extravasation of nonionic radiologic contrast medium: efficacy of conservative treatment, *Radiology*, 176, 65-67, 1990.
 13. Shuman WP, Adam JJ, Shoenecker SA, Tazioli PR, Moss AA: Use of a power injector during dynamic computed tomography, *J Comput Assist Tomogr*, 10, 1000-1002, 1986.
 14. Cohan RH, Ellis JH, Garner WL: Extravasation of radiographic contrast material: recognition, prevention and treatment, *Radiology*, 200(3), 593-604, 1996.
 15. Cohan RH, Bullard MA, Ellis JH, et al.: Local reactions after injection of iodinated contrast material: detection, management and outcome, *Acad Radiol*, 4(11), 711-718, 1997.
 16. Ayre-Smith G: Tissue necrosis following extravasation of contrast medium, *J Can Assoc Radiol*, 33(2), 104, 1982.
 17. Kim SH, Park JH, Kim YI, et al.: Experimental tissue damage after subcutaneous injection of water-soluble contrast medium, *Invest Radiol*, 25(6), 678-685, 1990.
 18. Smith GA: Tissue necrosis following extravasation of contrast material, *J Can Assoc Radiol*, 33, 104, 1982.
 19. Spigos DG, Thane TT, Capek V: Skin necrosis following extravasation during peripheral phlebography, *Radiology*, 123, 605-606, 1977.
 20. Thomas M: Gangrene following peripheral phlebography of the legs, *Br J Radiol*, 43(512), 528-530, 1970.
 21. Vandeweyer E, Heymans O, Deraemaeker R: Extravasation injuries and emergency suction as treatment, *Plast Reconstr Surg*, 105(1), 109-110, 2000.
 22. Loth TS, Casey Jones E: Extravasation of radiographic contrast material in the upper extremity, *J Hand Surg*, 13A(3), 395-398, 1998.
 23. Young RA: Injury due to extravasation of nonionic contrast material(letter), *AJR Am J Roentgenol*, 162, 1499, 1994.
 24. Cochran ST, Bomyea K, Kahn M: Treatment of iodinated contrast material extravasation with hyaluronidase, *Acad Radiol*, 9(2), S544-6, 2002.
 25. Stein DA, Lee S, Raskin KB: Compartment syndrome of the hand caused by CT contrast infiltration, *Orthopedics*, 26(3), 333-334, 2003.
 26. Valanju P, Moisisidis E, Waugh R, Pennington D, Lee K, Gault DT: Management of contrast extravasation injury of the forearm during computed tomography, *ANZ J Surg*, 74(6), 497-499, 2004.
 27. Wang CL, Cohan RH, Ellis JH, Adusumilli S, Dunnick NR: Frequency, management, and outcome of extravasation of nonionic iodinated contrast medium in 69,657 intravenous injections, *Radiology*, 243(1), 80-7, 2007.
 28. Park JH, Kim SH, Shin MJ, et al.: Skin necrosis following extravasation of water soluble contrast medium report of 2 cases, *J Korean Radiol Soc*, 23(4), 658-661, 1987.

29. Kweon DC, Kim TH, Yang SH, Yoo BG, Kim MG, Park P: Subcutaneous injection contrast medium extravasation: 3D CT appearance, Korean J Med Phys, 16(1), 47-51, 2005.
30. Kweon DC, Kim JK: 3D MDCT reformation findings of the radiographic contrast medium extravasation, J Korea Contents Assoc, 6(5), 145-152, 2006.
31. Kim SH, Park JH, Kang HS, et al: An experimental study on tissue damage following subcutaneous injection of water soluble contrast medium, J Korean Radiol Soc, 25(2), 171-183, 1989.
32. Kweon, DC, Kim TH, Yoo BG, Yang SH, Kim MG, Park P: Comparative study of subcutaneous injection an extravasation of contrast medium with a 3D program volume during contrast enhanced CT, Korean J PACS, 10(1), 19-23, 2004.
33. Birnbaum BA, Nelson RC, Chezmar JL, Glick SN: Extravasation detection accessory: clinical evaluation in 500 patients, Radiology, 212(2), 431-438, 1999.
34. Nelson PE: Fault detection apparatus and method for parenteral infusion system, U.S. patent 4,534,756, 1985.
35. Bellin MF, Jakobsen JA, Tomassin I, et al: Contrast medium safety committee of the european society of urogenital radiology, contrast medium extravasation injury: guidelines for prevention and management, Eur Radiol, 12(11), 2807-2812, 2002.
36. Elam EA, Dorr RT, Lagel KE, Pond GE: Cutaneous ulceration due to contrast extravasations: experimental assessment of injury and potential antidotes, Invest Radiol, 26, 13-16, 1991.
37. Memolo M, Dyer R, Zagoria RJ: Extravasation injury with nonionic contrast material(letter), AJR Am J Roentgenol, 160, 203-204, 1993.
38. Burd DA, Santis G, Milward TM: Severe extravasation injury: an avoidable iatrogenic disaster, Br Med J(Clin Res Ed), 25; 290(6481), 1579-1580, 1985.
39. Benson LS, Sathy MJ, Port RB: Forearm compartment syndrome due to automated injection of computed tomography contrast material, J Orthopaedic Trauma, 10(6), 433-436, 1996.
40. Ronel DN, Mtui Estomih, Nolan WB: Forearm compartment syndrome: anatomical analysis of surgical approaches to the deep space, Plast Reconstr Surg, 114(3), 697-705, 2004.
41. Kweon DC, Jeong SH, Kim TH, Kim JG, Park P: The development of extravasation detection accessory system for the preventive contrast medium extravasation in the computed tomography: a preliminary report, Korean J Med Phys 17(1), 32-39, 2006.
42. Kweon DC, Jeong SH, Yang SH, et al: An experimental study for the prevention of CT contrast medium extravasation with extravasation detection accessory system in femoral vein of rabbit, Korean J Med Phys, 17(4), 238-245, 2006.
43. Hadaway L: Prevention and managing peripheral extravasation, Nursing, 34(5), 66-67, 2004.
44. Nguyen B: Technetium-99m MDP extravasation with cutaneous pattern of ulnar innervation, Clin Nucl Med, 29(10), 640-641, 2004.
45. Shih WJ, Wienzrbinski B, Ryo UY: Abnormally increased uptake in the palm and the thumb as the result of a bone imaging agent injection into the radial artery, Clin Nucl Med, 25(7), 539-540, 2000.
46. Scuderi N, Onesti MG: Antitumor agents: extravasation, management and surgical treatment, Ann Plast Surg, 32(1), 39-44, 1994.
47. Shenaq SM, Abbase EH, Friedman JD: Soft-tissue reconstruction following extravasation of chemotherapeutic agents, Surg Oncol Clin N Am, 5(4), 825-48, 1996.
48. Yama N, Tsuchida Y, Nuka S, et al: Usefulness of magnetic resonance imaging for surgical management of extravasation of an antitumor agent: a case report, Jpn J Clin Oncol, 31(3), 122-124, 2001.
49. Franken EA, Grosfeld JL: Unusual local reaction to iodinated contrast medium, Radiology, 116(3), 629-630, 1975.
50. Reinhardt K: Formation of a large blister with subsequent necrosis of the skin following paravenous contrast medium injection at the dorsum of the foot in a patient with oedema and deep phlebotrombosis, Rontgenblatter, 32(5), 277-9, 1979.

51. Upton J, Mulliken JB, Murray JE: Major intravenous extravasation injuries, *Am J Surg*, 137(4), 497-506, 1979.
52. Leung PC, Cheng CY: Extensive local necrosis following the intravenous use of x-ray contrast medium in the upper extremity, *Br J Radiol*, 53, 361-364, 1980.
53. Pond GD, Dorr TR, McAleese KA: Skin ulceration from extravasation of low-osmolality contrast medium: a complication of automation, *AJR Am J Roentgenol*, 158, 915-916, 1992.
54. Herman Sean: Computed tomography contrast enhancement principles and the use of high-concentration contrast medium, *J Comput Assist Tomogr*, 28(1), S7-11, 2004.
55. Daniel RK, Williams HB: The free transfer of skin flaps by microvascular anastomoses, *Plastic Reconst surg*, 52(1), 16-31, 1973.
56. Hastings-Tolsma TM, Yucha CB, Tompkins J, Robson L, Szeverenyi N: Effect of warm and cold applications on the resolution of IV infiltrations, *Res Nurs Health*, 16,171-178, 1993.
57. Baron RL, Oliver JH 3rd, Dodd GD 3rd, Nalesnik M, Holbert BL, Carr B: Hepatocellular carcinoma: evaluation with biphasic, contrast-enhanced, helical CT, *Radiology*, 199(2), 505-511, 1996.
58. Lu DSK, Vedantham S, Krasny RM, Kadell B, Berger WL, Reber HA: Two-phase helical CT for pancreatic versus hepatic phase enhancement of tumor, pancreas and vascular structures, *Radiology*, 199, 697-701, 1996.
59. Oliver JH, III, Baron RL: Helical biphasic contrast-enhanced CT of the liver: technique, indications, interpretation and pitfalls, *Radiology*, 201, 1-14, 1996.
60. Miles SG, Rasmussen JF, Litwiller T: Safe use of an intravenous power injector for CT: experience and protocol, *Radiology*, 190, 69-70, 1990.
61. Butterfield RD: Fluid flow monitoring method and system, U.S. patent 4,743,228, 1988.
62. Venegas JG: Apparatus and method for the detection of IV catheter obstruction and extravasation, U.S. patent 5,026,348, 1991.
63. Shaw RF: Method of detecting infiltration of infused liquid by comparing altered skin temperature with skin temperature in area of infiltrated liquid, U.S. patent 4,010,749, 1977.
64. Shaeffer J, el-Mahdi AM, Hamwey AE Jr, Carr KL: Detection of extravasation of antineoplastic drugs by microwave radiometry, *Cancer Letters*, 31(3), 285-291, 1986.
65. Shaeffer J, Sigfred SV, Sevcik MA, Grabowy RS, Gemmell LA, Hirschman AD: Early detection of extravasation of radiographic contrast medium, *Radiology*, 184(1), 414-444, 1992.