

신체 각 부위의 CT에서 조영제 사용량과 화질과의 비교 : 68.3% Meglumine ioglicate(Rayvist 300®)을 이용하여

서울대학교 의과대학 방사선과학교실

윤대영 · 최대섭 · 김승협 · 한준구 · 최병인 · 임정기 · 한문희 · 장기현 · 김종효* · 한만청

— Abstract —

Correlation Between Image Quality of CT scan and Amount of Intravenous Contrast Media

Dae Young Yoon, M.D., Dae Seob Choi, M.D., Seung Hyup Kim, M.D., Joon Koo Han, M.D.,
Byung Ihn Choi, M.D., Jung-Gi Im, M.D., Moon Hee Han, M.D., Kee Hyun Chang, M.D.,
Jong Hyo Kim, Ph.D.*, Man Chung Han, M.D.

Department of Radiology, College of Medicine, Seoul National University

A blind, comparative clinical study was performed prospectively to examine the correlation between image quality of CT scan in terms of contrast enhancement effect and amount of intravenous contrast media. A total of 357 patients were randomized into two groups. Ionic high-osmolality contrast media (68% meglumine ioglicate) was administered intravenously as 100ml bolus in one group and as 50 ml bolus in the other group.

Statistically significant differences of image quality were found in CT scans of the brain, head and neck, chest and abdomen ($p < 0.05$). However in the pelvis, difference was not statistically significant. ($p > 0.05$).

We suggest that amount of contrast media may be reduced in pelvis CT without significant degradation of image quality.

Index Words: Contrast media, CT (1218)

Contrast media, effects (406)

Contrast media, comparative study

Radiology and radiologists, research

서론

70년대 이후 진단방사선과 영역에서 많은 새로운 조영제들이 개발되어 왔으며 최근 전산화단층촬영술(computed tomography: 이하 CT로 약칭)에서도 그 사용이 증가하고 있다. 또한, 새로운 조영제가 개발됨에 따라 각 조영제의 조영대조도(contrast resolution) 및 부작용(adverse drug reaction)에 대한 많은 비교 논문들이

발표되었다. 그러나 지금까지 발표된 대다수의 연구들은 서로 다른 조영제, 즉 이온성 대 비이온성(ionic vs non-ionic), 또는 고삼투압농도 대 저삼투압농도(high-osmolality vs low-osmolality)의 조영제에 대한 비교연구에 초점을 모으고 있으며 동일한 조영제의 용량을 달리 한 연구에서도 대부분 부작용에 대해서만 언급하고 있다.

이에 저자들은 CT 검사에서 적절한 조영제의 용량이 검사부위에 따라 차이가 있을 수 있다는 가정하에 조영제 사용량을 일반적 사용량의 절반으로 줄였을 때, 조영효과

* 서울대학교 의과대학 의공학과교실

* Department of Medical Engineering, Seoul National University Hospital

이 논문은 1992년 9월 18일 접수하여 1992년 12월 31일에 채택되었음.

의 감소에 의한 CT 영상의 질이 검사부위별로 얼마나 저하되는가를 알아보기 위하여 동일한 기간동안 무작위로 추출한 환자들을 대상으로 전향적인 연구를 시도하였다. 이 연구를 통하여 저자들은 검사부위에 따라 CT 영상판독에 지장을 주지 않으면서 조영제의 사용량을 줄일 수 있는 가능성을 발견하였기에 이를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1992년 2월부터 5월까지 서울대학교병원에서 뇌, 두경부, 흉부, 복부 및 골반강의 조영증강 CT(contrast-enhanced CT)를 시행한 356명을 대상으로 하였으며 213명에서 100ml, 143명에서 50ml의 조영제를 사용하였다. 환자의 남·녀비는 199 : 157 이었으며 평균연령은 51.3세였다. 검사기기는 뇌 CT 75명에서는 8800 Scanner (GE Medical Systems, Milwaukee, WI, U.S.A.)를, 나머지 281명에서는 모두 9800 Scanner(GE Medical Systems, Milwaukee, WI, U.S.A.)를 사용하였다. 조영제는 이온성, 고삼투압농도 제제인 68.3% meglumine ioglicate, 300mg/ml(Rayvist 300®, Schering AG, Berlin, Germany, 이후 Rayvist 300으로 약칭)를 사용하였으며 상지 정맥에서 50ml 주사기를 통하여 손으로 급속주입하였다. 조영제의 주입속도는 4ml/sec를 유지하였으며 주입이 끝난 1-2분후 스캔을 시작하였다. 조영제의 용량은 사전조정없이 무작위로 100ml(iodine 30g), 또는 50ml(iodine 15g)를 사용하였다. 각 검사부위에 다른 조영제 용량별 대상환자수는 Table 1과 같다.

연구방법은 prospective blind study를 시도하였다. 검사후 얻은 CT 영상에 대해 사용한 조영제 용량을 모르는 방사선과 전문의들이 각 분야별로 미리 작성된 설문지에 답을 하였으며 복부는 3명, 뇌 및 두경부는 각각 2명의 판독자가 분량을 나누어서, 그리고 흉부 및 골반강은 1명의 판독자가 사용되었다고 생각되는 조영제의 용량과

Table 1. Number of Patients

Region of scan	100ml	50ml	total
Brain	44	31	75
Head and neck	15	13	28
Chest	51	25	76
Abdomen	70	54	124
Pelvis	33	20	53
Total	213	143	356

Table 2. Prevalence of Abnormal CT Findings in Each Study

Regional of scan	Prevalence of abnormality	
	100ml	50ml
Brain	21/44 (47.7%)	16/31 (51.6%)
Head and neck	10/15 (66.7%)	9/13 (69.2%)
Chest	43/51 (84.3%)	22/25 (88.0%)
Abdomen	52/70 (74.3%)	40/54 (74.1%)
Pelvis	22/33 (66.7%)	13/20 (65.0%)

CT영상의 질을 판정하였다. 각 부위별로 조영제의 양을 달리한 양군에서 방사선허적 이상소견유무는 Table 2에서 보듯이 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 설문 결과 를 토대로 각각의 검사부위에서 조영제 사용량에 따른 양군의 차이를 통계적으로 검정하였다. 사용된 설문지는 다음과 같다.

CT 조영제 사용량 절감을 위한 설문조사

날 짜 1992년 월 일

환자성명 _____ 연령 _____ 성별 남,여

등록번호 _____

검사부위 Brain, Head & Neck, Chest,
Abdomen, pelvis

판독의사 _____

CT 검사에서 우리병원에서는 일반적으로 Rayvist 100ml를 정맥주사하여 조영증강을 합니다. 본 설문의 목적은 조영제 양을 절반인 50ml로 줄였을때 CT 영상의 질이 얼마나 저하되는가를 알아보고 가능하다면 조영제의 양을 줄여 보기 위한 자료를 얻고자 하는 것입니다.

질문 1. 이 환자의 CT 사진을 보시고 몇 ml의 조영증강을 했다고 생각하십니까?
① 100ml ② 50ml

질문 2. 질문 1에 대한 응답에 얼마나 확신을 갖고 계십니까?
① 90% 이상 ② 75% ③ 51%

질문 3. 이 환자의 CT 영상의 질은 다음중 어느 것입니까?

- ① 평소와 차이를 느끼지 못한다.
- ② 평소보다 못하나 판독에는 지장이 없다.
- ③ 판독에 지장이 있을 정도로 영상의 질이 떨어진다.

결 과

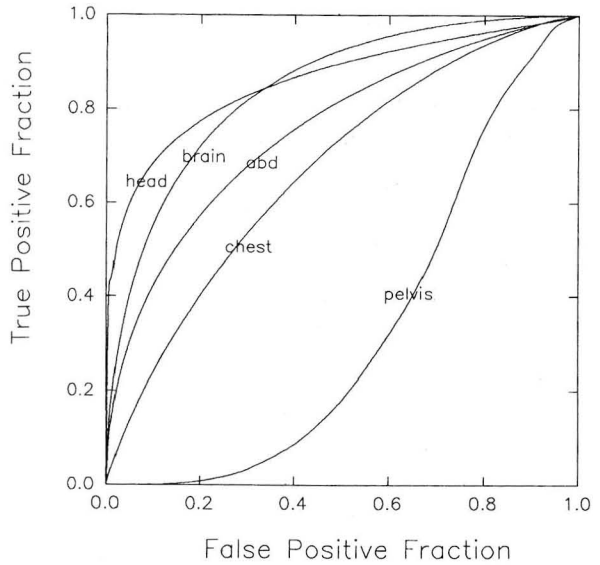
설문지 질문 1.과 2.에 대한 결과를 ROCFIT computer program을 이용하여 분석한 receiver operating characteristic curve(이하 ROC curve로 약칭)는 Fig. 1과 같다. 또한 통계의 유의성 검정으로 Chi-square 방법을 이용하였을 때, 뇌, 두경부, 흉부 및 복부에서는 사용한 조영제의 용량이 다른 양군사이에 통계적으로 의미 있는 차이가 있었으나($p < 0.05$), 골반강에서는 통계적으로 유의한 차이를 발견할 수 없었다($p > 0.05$).

판독자가 각 부위별로 사용한 조영제의 용량을 얼마나 정확히 맞출 수 있는 지를 알아보기 위하여 질문 1.에 대한 답이 맞았을 경우에 1, 틀렸을 경우에 -1의 점수를 주어 질문 2.에서 답한 확률을 곱하였다(예 : 사용한 조영제의 용량을 75%의 확률로 맞추었을 경우, 1×0.75). 그 결과 부위별로 사용한 조영제의 용량을 맞추는 정도에 차이가 있음이 ANOVA(일차원분산분석)에서 확인되었으며 Duncan 방법으로 개별 군간 비교를 하였더니 골반강의 경우, 뇌나 두경부에 비해 통계적으로 유의한 차이가 있을 정도로 사용한 조영제의 용량을 맞추는 정도가 떨어졌다.

질문 3.에서 50ml의 조영제를 사용한 경우, 판독자가 주어진 CT 영상을 평상시에 접하였던 100ml를 사용한 CT 영상과 질적으로 비교하였을 때 “평소와 차이를 느끼지 못한다” 또는 “평소보다 못하나 판독에는 지장이 없다”고 답한 경우는 뇌 93.5%(29/31), 두경부 92.3%(12/13), 흉부 88.0%(22/25), 복부 83.3%(45/54), 그리고 골반강 100%(20/20)였다. 또한 “판독에 지장이 있을 정도로 영상의 질이 떨어진다”고 답한 경우는 뇌 6.5%(2/31), 두경부 7.7%(1/13), 흉부 12.0%(3/25), 복부 16.7%(9/54)였으며 골반강에서는 없었다.

고 찰

1972년 이온성 조영제에 비해 현저히 낮은 삼투압농도



Abbreviation: ROC=receiver operating characteristic
Head=head and neck
Abd=abdomen

The area under the ROC curve (corresponding area index)

head and neck	: 0.8606
brain	: 0.8441
abdomen	: 0.7553
chest	: 0.6702
pelvis	: 0.3256

Fig. 1. Graph of the average ROC curves of CT scan in brain, head and neck, chest, abdomen, and pelvis, indicating ability to differentiate contrast enhancement effect between 100ml injection group and 50ml injection group.

를 가지는 비이온성 조영제가 개발된 이후, 각종 조영제에 대한 비교연구가 활발하게 진행되고 있다. 조영제의 부작용에 대해서는 이온성 조영제가 비이온성 조영제에 비해 4배에서 8배까지 높은 것으로 보고되어 왔으며 이는 대부분 상대적으로 높은 삼투압농도에 기인한다고 알려져 있다(1-6). 영상의 질에 대해서도 비이온성 조영제가 이온성 조영제보다 대부분의 검사에서 동등하거나 우수한 것으로 보고 되어 있으나(1), 일부에서는 10배에서 20배 가까이 비싼 가격때문에 증가되는 비이온성 저삼투압농도의 조영제 사용에 의문을 제기하고 있다(7, 8).

조영제에 의한 조영증강의 정도는 주사부위, 주사속도, 조영제의 용량, 환자의 심장박동수 및 체중등에 의하여 영향을 받는다(9). 그러나, 가장 적합한 조영제용량의 선택은 매우 어려운 일이며 실제로 현재 CT에서 일반적으로 사용되고 있는 조영제의 양은 병원마다 차이가 많다. 저

자들이 최근 국내외에서 발표된 논문들중에서 사용한 조영제의 종류 및 용량을 정확히 기재한 논문을 조사한 결과, 국내에서는 대부분 15g에서 45g iodine 용량, 그리고 미국이나 유럽에서는 30g에서 60g iodine 용량 정도의 조영제를 사용하고 있었으며 이는 평균체중에 의한 차이로 보아야 할 것이다. 또한, 검사부위에 따른 조영제의 용량의 차이는 발견되지 않았다. 참고적으로 Rayvist 300의 경우, 제조회사에서는 두부에서 80-100ml(150ml 이하), 복부에서는 50-100ml(250ml 이하)의 조영제 사용을 권장하고 있다.

조영제 용량의 감소는 다음 2가지 측면에서 이득을 가져올 수 있다. 첫째는 조영제에 의한 화학독성반응(chemotoxic reaction)을 줄일 수 있다는 점이다. 조영제의 부작용 중에서도 아나필락시스 유사 반응(anaphylactoid reaction)과 달리 화학독성반응은 조영제의 농도 및 용량에 직접 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 이러한 화학독성반응의 위험이 높은 신장질환자 등에서는 저삼투압농도의 조영제가 권장되어 왔다(1). 그러나, 이러한 비산 조영제를 사용하지 않을 경우에는 조영제 용량의 감소가 화학독성반응을 줄일 수 있는 유용한 방법이 될 수 있다. 둘째, 경제적인 측면에서의 이득이다. 조영제가 고가화되고 있는 추세에서 조영제의 사용량 절감은 경제적으로 상당한 이익을 가져올 수 있을 것이다.

이러한 조영제의 용량에 따른 CT 영상의 질적변화를 관찰한 연구는 과거에도 검사부위에 따라 부분적으로 시도된 바 있다. 1978년 Norman 등은 이온성 고삼투압농도의 동일한 조영제를 사용하여 조영제 용량과 뇌 CT 영상의 질사이의 상관관계를 분석하였으며 그 결과, 42g iodine 용량과 28g iodine 용량에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나 42g iodine 용량과 14g iodine 용량에서는 CT영상의 현저한 질적차이를 나타내었다고 보고하였다(10). 1990년 Kuhn 등은 비이온성 저삼투압농도의 서로 다른 2개의 조영제에서 사용량을 달리하여 뇌 CT에서 영상의 질을 비교하였다(11). 이 결과에서는 45g iodine 용량과 32g iodine 용량과는 CT 영상의 질에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한, 1992년 Singer 등이 발표한 논문을 보면 비이온성 저삼투압농도의 동일한 조영제에서 사용량을 달리하여 복부 CT의 영상을 비교하였을 때 45g iodine 용량과 30g iodine 용량에서 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않은 것으로 되어 있다(12). 이 논문들에서 Norman 등과 Singer 등은 실제로 각 조직에서 Hounsfield unit를 측정하였으나 Kuhn 등은 판독자의 주관적 기준으로 영상의 질을 판정하였다.

저자들의 예에서 뇌, 두경부, 흉부, 복부 CT에서는 조영제의 양을 iodine 30g 용량에서 15g 용량으로 감소시켰을 때 통계적으로 유의한 차이를 보인 반면 골반강 CT에서는 유의한 차이가 없었다. 또한, 골반강 CT에서 사용한 조영제의 용량을 맞추는 정도가 가장 낮았으며 영상의 질적저하 역시 가장 낮게 나타났다.

골반강 CT에서 조영제 용량의 감소가 영상의 질에 크게 영향을 미치지 않는 이유를 설명하기 어려우나 2가지 정도의 요인이 있을 것으로 생각된다. 첫째, 골반강에서는 조영증강의 지표가 될 수 있는 뚜렷한 고혈관성 장기가 없으며 혈관자체의 발달도 다른 부위에 비하여 상대적으로 빈약하다. 둘째, 신장, 요도, 방광등은 일차적으로 신장에서 걸러온 조영제가 충만되며 CT에서는 이러한 요로계의 조영제 용량을 판단하기가 용이하지 않다. 이러한 이유로 골반강 CT에서는 조영제의 용량이 영상의 질에 상대적으로 영향을 적게 미치는 것으로 생각된다.

참고적으로 이 연구에서 각 부위별로 사용된 조영제의 용량을 구별할 수 있는 정도는 두경부, 뇌, 복부, 흉부, 골반강 CT의 순서였으며 이러한 결과는 판독가자 조영제의 용량을 구별하는 정도가 고혈관성 조직의 존재여부에 영향을 받는다는 사실을 시사한다고 할 수 있겠다.

이 연구에서 아쉬운 점은 비교군의 설정에서 환자의 체중이 고려되지 않았다는 사실과 비교군의 표본크기가 각각 다른 점, 판독자의 수가 1명으로 제한된 점등을 들 수 있겠다. 앞으로 이러한 문제점을 보완한 더 나은 연구결과를 기대한다.

결론적으로 골반강 CT에서는 조영제의 용량이 영상의 질에 크게 영향을 미치지 않으므로 조영제 용량의 감소가 가능할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Kinnison ML, Powe NR, Steinberg EP. Results of randomized controlled trials of low-versus high-osmolality contrast media. *Radiology* 1989; 170:381-389
2. Bush WH, Swanson DP. Acute reactions to intravascular contrast media: types, risk factors, recognition, and specific treatment *AJR* 1991; 157: 1153-1161
3. Katayama H, Yamaguchi K, Koruka T, Takashima T, Seez P, Matura K. Adverse reactions to ionin and nonionic contrast media. *Radiology* 1990; 175:621-628

4. Moore RD, Steinberg EP, Powe NR. et al. Nephrotoxicity of high-osmolality versus low osmolality contrast media:randomized clinical trial. *Radiology* 1992; 182:649-655
5. Wolf GL, Arenson RL, Cross AP. A prospective trial of ionic vsnonionic contrast agents in routine clinical practice:comparison of adverse effects. *AJR* 1988; 152; 939-944
6. Palmer FJ. The R.A.C.R. survey of intravenous contrast media reactions:final report. *Australas Radiol* 1988; 32:426-428
7. Powe NR. Low-versus high-osmolality contrast media for intravenous use:a health care luxury or necessity? *Radiology* 1992; 183:21-22
8. Powe NR, Steinberg EP, Erickson JE. et al. Contrast medium-induced adverse reactions:economic outcome. *Radiology* 1988; 169:163-168
9. Claussen CD, Banzer P, Pfretzschner C, Kalender VA, Schorner V. Bolus geometry and dynamics after intravenous contrast medium injection. *Radiology* 1984; 153:365-368
10. Norman D, Enzmann DR, Newton TH. Optimal contrast dosage in cranial computed tomography. *AJR* 1978; 131:687-689
11. Kuhn MJ, Baker MR. Optimization of low-osmolality contrast media for cranial CT:a dose comparison of two contrast agents. *AJNR* 1990; 11:847-849
12. Singer AA, Tagliabue JR, Paushter DM, Borkowski GP, Einstein DM. Comparison of Iohexol-240 versus Iohexol-300 in abdominal CT. *Gastrointest Radiol* 1992; 17:122-124

