

BaSO₄ Mixed CMC-Na 조영제의 특성과 W/V%농도 변화에 따른 경구 소장조영 검사법의 유용성에 관한 연구

— A Study on Efficacy Of Small Examination According to The W/V% Barium Suspension Mixed With Sodium-Carboxy Methyl Cellulose —

서울 아산병원 방사선과

엄준용 · 이은주 · 이양섭 · 이원홍 · 조정찬 · 류명선

— 국문요약 —

Sodium Carboxy Methyl Cellulose(이하 SCMC)와 BaSO₄의 특성분석을 통하여, 소장조영 검사에 효과적인 조영제의 W/V% 농도와 점도를 알아보고자 하였으며 이를 통한 소장질환의 미세한 병변 진단에 대한 효율성을 높이고자 실험하였다. 그 결과 100 KVP 고압촬영 방식에서 살펴 볼 때, 높은 투과율로 검사의 효율성이 증대되었다.

압박 촬영과 이중조영 촬영을 시행함에 있어, High Density바륨 사용으로 인한 광학 농도의 차이를 극복함으로써 High Contrast 영상을 얻을 수 있다.

CMC-Na의 평균농도 0.625 W/V%으로 선예한 이미지를 얻을 수 있었으며, 적절한 점막 코팅과 검사 시간도 단축시킬 수 있다.

결론적으로, F그룹 방식의 CMC-Na을 혼합한 황산바륨 조영제를 조제하여 사용해본 결과, 경구소장조영 검사에 대한 모든 조건에 만족할 만한 것으로 나타났다.

I. 서 론

최근 들어 희귀 질환으로 알려진 소장 질환 중에, 비특이성 염증성 질환이라 할 수 있는 크론씨 병이 우리나라에서도 젊은 층에서 상당히 많이 발견되고 있으며 점차 증가하는 추세에 있다¹⁾. 이는, 내과적 일차 진료만으로는 정확한 진단과 치료가 어려운 고질적인 질환으로서, 황산 바륨 조영제를 이용한 방사선학적 소장조영 검사법의 진단 적 효용가치는 상당히 높게 평가 할 수 있다고 본다.

지금까지 황산바륨을 이용한 소장 질환 진단방법은 여러 가지 기술적인 방법을 통하여 발전을 거듭해 왔다. 황산 바륨을 이용한 고식적인 소장조영 검사 법에 있어 진단의 어려운 점으로는, 어느 정도 시간이 흐르게될 때,

황산바륨 조영제의 응집 현상이 생기고, 황산바륨과 소장관의 겹침으로 인한 적당한 농도와 대조도가 형성되지 않는다는 점이다. 이를 해결하기 위한 방법으로, 발포제를 이용하여 이중조영 촬영과, 소장관의 분리를 위해 압박 촬영을 하게 되는데, 이때, 황산바륨과 주변 조직간의 심한 농도 차이가 발생하게 되어 선예한 영상을 얻기가 쉽지 않음을 알 수 있다. 지금까지, 연구자들은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 많은 노력의 결과로 연동 촉진제^{2,3)}, 경구용 발포제, 카르복시 메틸 셀룰로오스 등의 소장조영 보조재료를 이용하여 검사시간의 단축과 이중조영 효과를 나타냄으로, 검사에 대한 효율성을 높였으며 환자에 대한 검사의 부담감을 줄이고 임상에 있어서는 진단적 가치를 더욱 높였다^{4~6)}.

이에, 본 연구에서 필자는 소장조영 검사에 사용하는

CMC-Na분말과 황산바륨조영제의 W/V%농도 변화와 특성 분석을 통하여, 소장조영 검사에 적합한 CMC-Na황산바륨의 High Quality한 현탁액 조영제를 찾아보고, 이것을 소장조영 검사 법에 적용시켜 봄으로서, 검사 법에 대한 문제해결 방안과 Fine Network한 질적 X-선 영상의 개선으로, 소장 질환의 미세한 병변 발견을 용이하게 함으로서, 임상 진단에 도움을 주고자 하였다.

II. 대상 및 방법

본 연구는 2001년 11월부터 2002년 06월까지 본원에서 메칠 셀룰로오스바륨으로 소장조영 검사를 시행했던 환자 370명을 대상으로 하였으며 검사를 시행한 환자의 평균 연령은 45세 이었고, 남/여 비율은 1.3 : 1이었다.

조영제의 조제 방법은 CMC-Na, 분말 0.5%~0.75%와 황산바륨 분말(저분자 바륨/ 고분자 바륨) 20%~40%농도를 단독 또는 혼합 조제하여 A~F그룹으로 나누어 검사를 시행하였다.

분석 방법은 각 그룹별 조영제에 대한 성상과 성분 조사한 내용을 나타냈으며, 점도에 대한 점막코팅 정도를 알아보기 위하여 사용된 순수한 CMC-Na, W/V0.5%와 W/V0.625% 점도를 각각 측정하여 E/F그룹의 현탁 조영제에 적용 후 담당의사 3명과 방사선사 2명이 함께 미니인터뷰와를 통하여 가시적인 영상이미지 결과치를 알아보았다.

또한, X-선 투과 에너지와 피사체 대조도를 알아보기 위하여 X-선 량을 20 mAs로 고정하고 X-선 질을 80, 90, 100 KVp씩 변화 시키가면서 14 cm 아크릴 팬텀 아래 각 그룹별 5 mm 두께의 조영제 샘플을 놓고 Image Plate에 차례대로 노광 시킨 후, 현상한 X-선 필름을 농도계로 값을 나타내었다(검사 및 실험은 PACS환경임을 밝혀둔다).

분석 결과에 대한 각 그룹별 전체적인 조영제의 평균 투여 량과 소장 통과시간을 알아보았고, 정상 그룹과 비정상(크론씨병) 그룹간의 비교 분석에 의한 검사법의 유의한 점을 살펴보고자 하였다.

1. 조제 방법 및 적용

- A그룹 ; 80명(여/38명, 남/42명, 평균나이/45세)
저 분자 바륨 40% + CMC 0.5%/현탁액 Total Volume & (CMC 0.5% Solution 600 ml 투여)

- B, C, D그룹 ; 211명(여 : 93명, 남 ; 118명, 평균나이 : 44세)

저 분자 바륨 30%, 20%, 25% + CMC 0.5%/현탁액 Total Volume

- E, F그룹 ; 79명(여 : 34명, 남 : 45명, 평균나이 : 45세)

1) 저 분자 바륨 25% + 고 분자 바륨 25% + CMC 0.5%/현탁액 Total Volume

2) 저 분자 바륨 25% + 고 분자 바륨 25% + *CMC 0.625%/현탁액 Total Volume (*저분자의 0.5%, 고분자의 0.75%)

2. 사용 장비 및 검사 방법

본 연구에 사용되었던 장비는 SHIMADZU(일본), R/F 타입. 관전압 150 KV, 관전류 1000 mA, 1.0/2.0 mm Focus와 PHILLIPS(네덜란드), EASY DIAGNOST. 관전압 150 KV, 관전류 1,000 mA, 0.6/1.2 mm Focus의 모델을 사용하였다. 본 연구에서 사용되었던 소장 조영검사법은 12시간 이상 금식 후 검사 당일 아침에 복부 Scout 사진을 촬영 후 준비된 황산바륨 조영제를 먼저 500 ml 투여한 다음 엎드린 자세로 20분 동안 있다가 곧 바로 촬영을 시행하였다. 이어서 1시간까지는 20분 간격으로 150~200 ml씩 조영제를 추가로 투여하면서 촬영을 하였고, 그 후는 30분, 1시간, 2시간 간격으로 조영제가 회맹부 쪽으로 유입될 때까지 필요에 따라 조영제를 투여하면서 검사를 시행하였다. 조영제가 회맹부에 도달된 것이 확인되면 곧 이어서 투시 하에 압박 촬영과 이중조영 검사를 시행 후 검사를 모두 마치는 것으로 하였다.

X-선 노출은 100 KVp, 20 mAs로서 고관전압 촬영 방법을 시도하였다.

소장조영 검사 법에서 조영 능력을 향상시킬 수 있는 방법 중 하나는 경구용 발포제를 이용하여 좋은 효과를 나타낼 수 있는 것이 있다. 소장 조영검사 중, 2시간 이상 지연되었을 시, 회장부근에 바륨이 축적되어 응집현상이 일어 나게되는데 이는 수분과 CMC-Na성분이 바륨보다 먼저 빠져나가기 때문에 일어나는 현상으로서, 검사에 대한 Image Quality가 떨어지게 된다. 이때, 경구용 발포제 2개를 조심스럽게 투여한 후 왼쪽 옆구리를 촬영대면에 기대고 촬영 Table을 Head Down시키면 Stomach에 있는 공기가 급속히 소장 내로 유입되면서 바륨과 이중조영 효과를 형성하여 빠른 시간 내 검사를 마칠 수가 있게 된다. 단점으로는 연동 운동이 급속하게 이루어지므로

로 운동에 의한 불 선예도를 초래할 수가 있으므로 X-선 노출 방법에 있어 High KVp, Low mAs를 적용하여 검사해야만 좋은 이미지를 얻을 수 있다고 본다.

이러한 모든 조건을 만족시킬 수 있는 것은 성능이 좋은 X-선 장치와 바륨 조영제의 올바른 선택과 CMC-Na의 적당한 점도 유지를 통하여 이루어질 수가 있다. 그밖에 추가적인 방법으로서 겹쳐진 소장 관을 분리하기 위하여 압박 콘으로 복부를 적당히 압박하기도 하고 또한, 엎드린 자세에서 복부에 압박 패드를 대고 검사하는 방법과 납 장갑을 끼고서 배를 문지르며 검사하는 방법도 좋은 방법이라 할 수 있겠다.

본 연구에 사용된 조영제는 태준 제약회사에서 출시한 분말 형태의 고분자와 저분자 황산 바륨을 단독 또는 혼합하여 사용하였고, 부형 물질로서는 국전약품에서 출시한 CMC-Na분말을 사용하였으며 점도는 0.5%W/V 농도에서 87 mpa/s이었고 1.0%W/V농도에서는 560 mpa/s의 시험 성적을 나타냈다.

소장조영 검사 법에 있어서 미세한 병변 묘출 능력은 검사자의 방법과 능력에 따라 다르게 나타나겠지만 바륨 조영제의 성상과 특성에 따라 다소 달라질 수도 있으며, X-선 Image Quality를 좌우할 수 있는 인자로서 황산바

륨 입자 크기와 적당한 점도 선택여부에 따라 결정된다고 볼 수도 있다.

Barium Sulfate의 분자 형태는 Rhombic(사방정계의) 마름모꼴 형태이며 비중은 4.5정도이고 1g당 분자량은 2.45×10^5 의 23승이다. 입자 크기는 0.1 μm , 0.6 μm , 1.0 μm , 10.0 μm 가 있으며 외국에는 이보다 범위가 더 넓은 0.01 μm ~ 30.0 μm 까지 출시되어 사용하기도 한다.

III. 결 과

그룹별 조영제 X-선 투과 에너지(KVp변화)

표 1, 2, 3의 전체적인 X-선 투과율은⁷⁾ 표 1 그룹이 표 2,3 그룹에 비하여 4배 정도 높게 나타났으며, F그룹을 비교 분석 하여본 결과, 농도 0.82, 0.52, 0.51의 변화와 대조도 0.22, 0.32, 0.33를 나타냈고, 투과율 43.77%, 10.96%, 10.49%의 비율을 보였다.

- 1) 유병율(크론씨 ds.)은 여자보다 남자가 233% 정도 높은 비율로 나타났다(여 : 4.5명/평균. 남 : 10.5명/평균 : 29세/평균나이).

표 1.

아크릴 팬텀 14 cm		농 도 : 1.04 (BaSO ₄ 현탁액 5 mm 기준)			
X-선 에너지		100 KVp, 20 mAs			
조영제\내용	농 도	대조도	불 투과도	투과도	투과율(%)
A	0.69	0.35	4.90	20.4	24.02
B	0.72	0.32	5.25	19.1	27.49
C	0.84	0.20	6.92	14.5	47.72
D	0.78	0.26	6.03	16.6	36.33
E	0.80	0.24	6.31	15.9	39.68
F	0.82	0.22	6.61	15.1	43.77

표 2.

아크릴 팬텀 14 cm		농 도 : 0.84 (BaSO ₄ 현탁액 5 mm 기준)			
X-선 에너지		90 KVp, 20 mAs			
조영제\내용	농 도	대조도	불 투과도	투과도	투과율(%)
A	0.41	0.43	2.57	38.9	6.61
B	0.46	0.38	2.88	34.7	8.03
C	0.59	0.25	3.89	25.7	15.14
D	0.51	0.33	3.24	30.9	10.49
E	0.51	0.33	3.24	30.9	10.49
F	0.52	0.32	3.31	30.2	10.96

표 3.

아크릴 팬텀 14 cm		농 도 : 0.84 (BaSO ₄ 현탁액 5 mm 기준)				
X-선 에너지		80 KVp, 20 mAs				
조영제\내용	농도	대조도	불 투과도	투과도	투과율(%)	
A	0.38	0.46	2.40	41.7	5.76	
B	0.45	0.39	2.82	35.5	7.94	
C	0.57	0.27	3.72	26.9	3.83	
D	0.50	0.34	3.16	31.6	10.00	
E	0.50	0.34	3.16	31.6	10.00	
F	0.51	0.33	3.24	30.9	10.49	

W/V%농도별 CMC-Na 황산바륨 소장통과시간(min)

조영제	A	B	C	D	E	F
전 체	56	68	72	93	100	90
정 상	55	71	66	83	109	74
크론씨 ds.	48	52	75	74	0	76

CMC-Na황산바륨 조영제 투여량(ml)

조영제	A	B	C	D	E	F
전 체	541	853	858	980	1100	1043
정 상	551	870	824	966	1140	1010
크론씨 ds.	519	740	875	937	0	989

Sodium-CMCBa. 조영제 성분 분석 결과

조영제	A그룹	B그룹	C그룹	D그룹	E그룹	F그룹
Ba. 입자경(μm)	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6, 1.0, 10	0.6, 1.0, 10
비 중	1.327	1.234	1.200	1.159	1.185	1.216
Ba. 침전속도(ml/h)	0.33	2.67	1.50	2.83	1.33	0.83
점 도 (mPa/s)	375.5	216.4	146.7	166.6	125.1	176.6

2) 조영제의 소장통과 시간은 비정상 군에서 평균 20분 빠르게 나타났다(비정상 군; 55.6분/평균, 정상 군; 76.3분/평균).

각 그룹별 단위 소장 통과 시간은 20분~300분의 분포를 보였고, 평균 통과 시간은 각각 56분, 68분, 72분, 93분, 100분, 90분을 나타냈다.

조영제 투여량에 있어서의 단위 투여 량은 300 ml~1300 ml이었고, 평균 투여 량은 각각 541 ml, 853 ml, 858 ml, 980 ml, 1,100 ml, 1,043 ml의 분포를 보였다.

IV. 고 찰

조영제 제조 방법에 있어서 물의 량을 알기 위한 W/V%

농도 공식의 Fine Type 황산 바륨 볼륨 증가량은 30 ml 이고, Coarse Type은 24 ml이다. 조영제 현탁액 총량에서 이 수치를 빼면 물의 량을 알 수 있다(바륨 100 g 기준) 저분자 바륨의 부형제는 Sodium-Carboxyl Methyl Cellulose사용하였으며 고분자 바륨에는 Na-Arginine를 사용한 것으로 나타났다(T. Co.). 이것이 점막 코팅과 검사 시간에 어느 정도 영향을 미치는지에 대하여는 아직 논의의 여지가 남아있다. 각 그룹별 조영제 점도의 결과치는 각각 376 mPa/s, 216 mPa/s, 147 mPa/s, 167 mPa/s, 125 mPa/s 177 mPa/s를 나타냈으며, 점도에 대한 점막 코팅 관계를 알아보고자, E그룹의 저분자 바륨 25% + 고분자 바륨 25% + CMC-Na 0.5%와 F그룹의 저분자 바륨 25% + 분자 바륨 25% + CMC-Na 0.625%를 살펴볼 때 52 mPa/s 정도의 차이가 있음을 알 수 있었다. 결과적으

로 볼 때 소장 통과 시간이 약간 빨라졌음을 알 수 있었다. Image Quality와 검사 시간에 관련된 인자로서, Barium Sulfate의 선택적인 농도와 CMC-Na의 점도, 조영제의 온도, X-선 에너지 또는 검사 방법에 있어서 발포제를 이용한 이중 조영 방법과 여러 가지 기구를 이용한 압박 촬영에 의해 영향을 미친다고 볼 수 있다.

R·E Wayryen(Du Pont회사 X-선 기술부장)은 방사선 사진 영상의 가장 중요한 진단학적 가시성(Visibility)을 영상의 명확도(Image Clarity)라 정의하였고 세분하여, 대조도(Contrast)와 영상의 질(Image Quality)로 나누었다⁸⁾.

피사체 대조도는 환자에 의한 X-선 감약 현상으로 발생하며 피사체의 두께, 밀도, 원자번호, 방사선의 질(KVp)에 따라 영향을 받는다. 뼈의 실효 원자번호가 13.8이고, 근육(물)이 7.4, 지방이 5.9인 우리 몸의 장기를 비교하여 볼 때 동일 두께에서 원자번호가 높은 뼈가 X-선 흡수율이 높아 감약 현상도 상대적으로 높게 나타난다. 피사체의 대조도를 높게 나타내기 위하여 원자번호가 높은 조영제를 사용하게 되는데 주로 정맥 주사용으로 사용하는 Iodine은 원자번호 53, 주로 소화기 계통에 사용하는 Barium Sulfate 원자번호는 56으로, 뼈나 근육 등, 주위 조직보다 월등히 원자번호가 높은 것을 이용한 것이다.

V. 결 론

CMC-Na는 종류에 따라 기준 점도가 다를 수 있으므로 제품의 시험 성적서를 살펴본 후에 W/V% 농도를 맞추어 적당한 점도를 유지하여 검사에 적용해야 만이 최대의 효과적인 결과를 나타낼 수 있다.

중요한 특성 중 하나는 점도 결정에 대한 절대적 효과가 있으며, 그 외에 점막 코팅, 검사 시간 단축(Active한 검사 방법에 따라 다소 변화) 바륨 입자의 침전방지, 소장관 고리 분리의 상대적 효과가 있는 것으로 나타났다.

BaSO₄의 특성은 농도에 대한 절대적 관계가 있으며,

X-ray 흡수 차이에 의한 대조도 형성에 큰 역할을 담당함에 있어, 고분자 바륨과 저분자 바륨을 혼합하여 사용해본 결과, 압박법과 이중조영 촬영 법에 있어서 Fine Network 한 영상 이미지 검출 능력에 따른, 미세한 병변 발견이 F-Group에서 우수함을 알 수 있었다.

결론적으로, 경구용 소장조영 검사에 있어서 High Density & Low Viscosity의 바륨 사용과 관용도가 넓은 long scale 기법인 High KV의 X-선 사용은 High Quality Image로 이어져 진단 영역이 한층 넓어진 효율적인 검사를 마칠 수가 있다.

참 고 문 헌

1. Nolan DJ, Radiology of Crohns disease of the small intestine : a review. Journal of the Royal Society of Medicine. 1981 ; 74 : pp.294-300.
2. DAVID SUTTON, A TEXTBOOK OF RADIOLOGY, VOLUME TWO, The Small bowel. CHAPTER 35 CURCHILL LIVINGSTON EDINBURGH LONDON AND NEW YORK, p.752-783.
3. 주동운 임상 X선 진단학. 일조각.
4. Herlinger H, A modified technique for the double contrast small bowel enema, Gastrointestinal Radiology 1978 ; 3 : pp.201-207.
5. H. K. Ha, K. B. Park, P. N. Kim et al. Use of methylcellulose in small bowel-follow through examination : comparison with conventional series in normal subjects. Abdomen Imaging(in press).
6. 박광보 외 9명, 방사선 의학회지 1998 ; 38 : pp.99-105.
7. 허 준. 방사선 사진기술. 신광서림. p.28-30.
8. 김건중 외 5명 진단 방사선 원리. 대학서림. p. 239-246.

• Abstract

A Study on Efficacy Of Small Examination According to The W/V% Barium Suspension Mixed With Sodium-Carboxy Methyl Cellulose

Joon Yong Uhm · Eun Joo Lee · Yang Sub Lee
Won Hong Lee · Cheong Chan Cho · Myung Seon Ryu

Department Of Radiology, Asan Medical Center

The aim of this study is to evaluate a efficient w/v% barium suspension and w/v% sodium carboxy methyl cellulose (SCMC) for small bowel examination.

Between november 2001 and june 2002, 370 patients were examined small bowel examination with oral administration of barium suspension mixed with SCMC.

we classified into six groups including A(fine type 40% BaSO₄ mixed 0.5% SCMC and 600 ml 0.5% SCMC administration), B(fine type 30% BaSO₄ mixed 0.5% SCMC), C(fine type 20% BaSO₄ mixed 0.5% SCMC), D(fine type 25% BaSO₄ mixed 0.5% SCMC), E(D mixed coarse type 25% BaSO₄ mixed 0.5% SCMC), F(D mixed coarse type 25% BaSO₄ mixed 0.75% SCMC).

We measured transparency rate of contrast media transit time, administration dose, viscosity and particle size.

The transparency rate was higher then 80 kV and 90 kV in 100 kV in the same 20 mAs condition, Transit time was the fastest in A group(mean trans time 56 minutes) and the slowest in E group(mean 100 minutes), Administration dose was the smallest in A group(mean dose 541 ml and the most in E group(mean 1,100 ml), viscosity was the lowest in E(125.1 mpa/s) and the highest in A(375.5 mpa/s), and particle size was 1.0 μm in A, B, C, and D group, 0.6 μm, 1.0 μm, 10.0 μm in E, F group.

In conclusion, we propose that the efficient condition for small examination is high voltage technique, high density BaSO₄, and 0.625% w/v SCMC.
