

분말 형태의 황산바륨을 현탁액으로 조제하는 과정에서 발생하는 미생물의 오염도 측정

광주보건대학 방사선과 · 서울중앙병원 방사선팀*
동신대학교 공과대학 전기전자공학과**
김영근 · 이양섭* · 조정찬* · 류명선* · 이경섭**

- Abstract -

Measurement of Microbic Contamination Rate in the Dispensing Process Making Suspension of Barium Sulfate Powder

Young Keun Kim · Yang Sub Lee* · Cheong Chan Cho*
Meung Sun Ryu* · Kyung Sup Lee**

Dept. of Radiologic Technology, Kwang-ju Health College

*Dept. of Diagnostic Radiology, Asan Medical Center**

*Dept. of Electrical and Electronic Eng. Dong-shin University***

The purpose of this study is to investigate the contamination rate of barium sulfate suspension made in the exposed state in usual circumstances.

This study was performed in four university hospital using the contrast media by barium sulfate powder. The specimen were detected at dispensing water, agitator and mixing tank. We also classified the suspension into general bacteria, mycete, and Bacillus coli infection.

The tap water were used to dispense water in the all hospitals. Bacillus coli were not detected in the all. General bacteria and mycete were not detected in the one specimen, but detected in two specimen over defined value. In the contamination rate of agitator, mixing tank, and the manufactured, Bacillus coli were not detected in all. However, general bacteria and mycete were detected too numerous to count.

In conclusion, the refined water must be used in dispensing water in manufacturing suspension. The disinfectant is also used in washing the agitator and mixing tank for sterilization. Hand washing is indispensable to manufacturing suspension for preventing from infection.

I. 서 론

소득 수준의 향상과 마스크의 발달로 건강에 대한 국민들의 관심은 더욱 높아졌으며, 질병의 진단이나 치료 및 본인과 가족의 건강을 염려하여 병원을 찾는 인구는 날로 늘어나고 있다. 또한 최근에는 기업의 경영 방식도 도입한 대형 종합병원이 급속도로 증가하고 있고, 각 병원마다 보다 더 많은 환자를 유치하기 위해서 경쟁적으로 환자 및 보호자 그리고 내원객에 대한 서비스 개선과 고가의 의료 장비를 도입하여 대외에 적극적인 홍보활동을 하고 있다. 그 결과 의료의 질적 향상과 환자나 내원객에 대한 서비스 수준은 과거에 비해서 괄목할만한 향상을 하였다. 그러나 이러한 발전과 더불어 질병의 형태

가 만성화·다양화되고 있으며¹⁾, 신종의 질병 발생 그리고 질병의 내성화 등에 따른 문제점이 나타나고 있는 것 또한 사실이다.

1977년 의료보험이 시작되고 1989년 전국민 의료보험이 실시되면서 의료의 이용률이 급격히 증가하여 의료기관의 업무부담이 크게 증가하였다. 그 결과 여러 가지 병원 운영의 문제가 제기되었는데 그 중의 하나가 병원감염관리이다²⁾.

병원 감염은 환자 및 의료종사자가 병원 미생물의 보유원이 되고 감염의 전달수단, 즉 보균자 감염원이 되어 병원내의 공기, 사용되는 용액, 가습기, 린넨, 여러 가지 의료기구 등 여러 물품을 오염시켜 다시 사람에게 전파된다³⁾.

방사선과에서의 조영제 필요성은 의료기술의 발달과 함께 증가하고 있으며 그 사용량 또한 날로 증가하고 있다. 조영제는 크게 혈관용 조영제와 소화관용 조영제로 분류할 수 있는데 현재 국내에서 판매되고 있는 소화관용 조영제는 황산바륨이 있으며, 완제품의 현탁액과 분말 형태의 제제용으로 유통되고 있다. 황산바륨 분말은 각 병원마다 필요에 따라 물과 혼합하여 적절한 농도나 점도를 맞춰서 사용하고 있다. 이러한 분말 형태의 바륨을 현탁액으로 조제시 교반용 전용 믹서기를 사용하거나 일반 가정용 믹서기 또는 커다란 용기를 사용하여 교반을 하고 있어 오염에 노출되어 있다. 교반 용도로 사용된 기구의 오염관리는 소독이나 세척하는 방법 그리고 세척시 사용하는 세제나 소독약품이 잘 알려져 있지 않고, 멸균을 위해서 소독제를 사용하는 것이 번거롭고 귀찮다는 이유로 실시하고 있지 않은 것이 현실이다.

본 연구에서는 분말 형태의 황산바륨을 현탁액으로 조제하는 과정에서 발생하는 미생물의 오염도를 측정하기 위하여 조제수, 사용 전 교반용기, 세척한 후 교반용기와 최종제품에서 시료를 획득하여 미생물을 배양·증식한 후 세균, 진균과 대장균의 오염 정도를 알아보았다.

II. 연구 방법

1. 조사대상 및 방법

서울 소재의 3차 의료기관으로써 다량의 황산바륨 분말형 조영제를 사용하는 대학병원 중 4곳을 대상으로 하였다. 시료의 수집 기간은 2001년 5월에서 2001년 7월까지 하였다. 각각의 병원에서 채취한 시료는 A, B, C, D병원으로 분류하였다.

시료의 대상은 대장검사용 바륨 제조과정에서 필요한 조제수, 사용 전 교반용기, 세척한 후 교반용기와 최종제품으로 분류하여 각 시료의 대상마다 세 번에 걸쳐 표본을 채취하였다. 이렇게 채취한 각각의 시료는 미생물 배양을 통해 일반세균과 진균 그리고 대장균의 검출 여부로 분류하였고 배지의 용적당 오염도(CFU/ml)를 알아보았다.

2. 시료의 채취방법

연구를 위해서 시료의 채취를 위한 실험 기구는 소독 및 멸균을 위해서 다음과 같이 준비하였다. 배지 및 생리식염수 등은 121°C에서 20분간 고압증기멸균을 하였고, pipet과 빈 바이알, 유리 petridish는 180°C에서 1시간 동안 dryoven에서 건열 멸균을 하였다.

조제수 오염도를 측정하기 위한 시료는 바륨현탁액을 만들기 전에 수도관과 수도꼭지에서 발생할 수 있는 미생물 증식을 고려하여 수도물을 2분 정도 흘려 보낸 뒤 채취하였다.

사용 전 교반용기의 오염도는 바륨 분말과 물을 혼합하

기 전에 멸균 처리된 탈지면을 이용하여 용기에서 시료를 채취하였다. 세척한 후 교반용기의 시료는 현탁액 제조에 사용된 용기를 세척한 후 멸균 처리된 탈지면을 이용하여 조제탱크에서 채취하였다. 최종제품의 시료는 완전히 현탁액을 조제한 후에 pipet을 이용하여 채취하였다.

3. 미생물 배양 및 분석

미생물 배양을 위하여 시료는 멸균된 생리식염수가 20 ml 씩 담겨져 있는 100 ml 바이알에서 회석을 시킨다. 실험에 필요한 배지는 증류수를 사용하여 4% tryptic soy agar (세균배지)와 6.5%(sabour) dextrose agar (진균배지)를 사용하였다. 삼각플라스크에 필요한 배지를 만든 후 채취된 검체는 autoclave를 이용하여 온도를 조절하는데 배지의 온도가 40°C 정도가 되면 배지가 들어 있는 삼각플라스크를 거품이 생기지 않도록 조심스럽게 돌리면서 섞어준다⁴⁾.

배지를 검체가 담겨져 있는 petridish에 약 20~25 ml를 넣은 후 빠르게 분주하고 돌리면서 검체와 배지가 잘 섞이도록 한다. 배지를 섞고 난 후 배지의 뚜껑을 약간 열어 놓고 배지를 균한다. 이런 식으로 모든 petridish에 배지를 분주한다. 알코올 램프의 불을 끄고 배지가 전부 굳을 때까지 기다린다. 배지가 완전히 굳었으면 손을 70% 에탄올에 소독하고 petridish 뚜껑을 닫은 후 쟁반에 petridish를 담아 가지고 나와서 세균용 petridish는 세균용 incubator(30~35°C)에 넣고 진균용 petridish는 진균용 incubator(20~25°C)에 넣는다. Petridish는 Incubator에 넣을 때 뚜껑이 바닥으로 오게 거꾸로 넣는다⁴⁾.

세균용 배지는 1주일 후에 꺼내어 대조구와 샘플 배지를 확인하여 배양된 일반세균과 대장균류의 수를 확인하였다. 진균배지는 10일 후에 꺼내어 동일한 방법으로 하였다. 실험 후 배지는 특수 폐기물이므로 전부 수거하여 고압증기 멸균하여 폐기 처리하였다.

식품의약품 안전청은 바륨현탁액 조제 시 미생물 허용기준을 세균과 진균의 경우 각각 1×10^2 개/ml 이하, 1×10^1 개/ml 이하, 대장균, 녹농균, 황색포도상구균, 살모넬라균의 경우 검출이 되지 않도록 규정하고 있다⁵⁾.

III. 연구 결과

1. 조제수의 오염도

실험 대상 병원 모두 현탁액을 제조하기 위하여 수도물을 이용하고 있었다. 실험결과 Table 1에서 두 곳(A, C)의 병원 조제수에서 세균이 규정치 이상으로 검출되었으며 특히 C병원의 경우는 검출된 세균이 너무 많아 헤아릴 수가 없을 정도였고 B 병원은 세균이 전혀 검출되지 않았다. 네 곳의 병원 모두는 진균과 대장균류가 발견되지 않았다.

Table 1. 조제수의 오염도

검출횟수 및 균종	1			2			3		
	세균	진균	대장균	세균	진균	대장균	세균	진균	대장균
A	320	0	불검출	297	0	불검출	311	0	불검출
B	0	0	불검출	0	0	불검출	0	0	불검출
C	TNTC	0	불검출	TNTC	0	불검출	TNTC	0	불검출
D	1	0	불검출	3	0	불검출	3	0	불검출

(단위 : 개/ml, TNTC : Too Numerous To Count)

Table 2. 사용 전 교반용기의 오염도

검출횟수 및 균종	1			2			3		
	세균	진균	대장균	세균	진균	대장균	세균	진균	대장균
A	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출
B	30	TNTC	불검출	17	TNTC	불검출	28	TNTC	불검출
C	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출
D	4	TNTC	불검출	9	TNTC	불검출	11	TNTC	불검출

(단위 : 개/ml, TNTC : Too Numerous To Count)

Table 3. 세척한 후 교반용기의 오염도

검출횟수 및 균종	1			2			3		
	세균	진균	대장균	세균	진균	대장균	세균	진균	대장균
A	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출
B	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출
C	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출
D	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출

(단위 : 개/ml, TNTC : Too Numerous To Count)

2. 사용 전 교반용기의 오염도

조제수와 바름 분말을 교반용기에 넣어 혼합하기 전에 용기의 세균 오염도를 측정된 결과이다(Table 2). B와 D 병원의 시료에서는 세균이 30개/ml 이하로 검출되었고 A와 C병원에서는 헤아릴 수 없이 많은 세균이 검출되었다. 또한 모든 병원에서 공통적으로 다량의 진균이 검출되었으나 대장균류는 발견되지 않았다.

3. 세척한 후 교반용기의 오염도

현탁액 조제에 사용된 교반용기를 세척한 후 멸균처리된 탈지면을 이용하여 시료를 채취한 결과이다(Table 3). 연구대상의 A, B, C, D 병원에서 대장균은 발견되지 않았지만 세균과 진균은 모두 다량으로 검출되었다.

4. 최종 현탁액에서의 오염도

원하는 만큼 적절한 현탁액이 조제되어 조제제로 사용할 수 있는 최종제품에서 시료를 직접 채취하여 미생물 배양을 실시하였다. 실험의 결과(Table 4)는 대상병원 모두에서 대장균류는 검출되지 않았고 세균과 진균은 모든 병원의 시료에서 헤아릴 수 없을 만큼 많은 양이 검출되었다.

IV. 고 찰

병원은 저항력이 낮아진 각종 질병의 환자가 모이는 특수환경의 공간으로서 병원성 세균의 감염원은 주로 환자이지만 병원을 방문하는 내원객 및 병원에서 근무하는

Table 4. 최종 현탁액의 오염도

검체 대상	1			2			3		
	세균	진균	대장균	세균	진균	대장균	세균	진균	대장균
A	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출
B	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출
C	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출
D	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출	TNTC	TNTC	불검출

(단위 : 개/ml, TNTC : Too Numerous To Count)

직원도 병원체 운반자의 역할을 하고 있음은 많은 연구에서 밝혀졌다⁶⁾. 특히 여러 진료과에서 검사를 의뢰하는 방사선과 측면에서 보면 환자의 집중도가 높아 다양한 질환의 환자를 다양한 검사를 통해 진단하고 있어 검사과정에서 여러 경로를 통해 잠재적으로 감염에 노출될 가능성이 많다.

또한 다양한 검사가 이루어짐에 따라 사용되는 조영제의 양도 증가하고 있고, 주위의 여러 환경에 의해서 조영제가 오염에 노출될 가능성이 높아질 것으로 생각된다. 특히 소화관조영검사 시 사용되는 황산바륨 분말의 경우 제제용으로서 직접 조제하여 사용한다. 하지만 멸균과정을 거친 완제품과는 다르게 분말을 이용하여 조제할 경우 조제하는 과정에서 이용하는 조제수나 교반용기 등에 의해 오염될 수 있다.

우리나라의 수질 검사 기준을 보면 음용수로서 수돗물은 세균이 100 CFU/ml 이하, 대장균은 50 ml 중 검출되지 않아야 한다고 규정되어 있다⁷⁾. 본 연구 결과에서는 대상 병원 모두 수돗물을 이용하여 현탁액을 조제하고 있었으며, 네 곳의 병원 모두 대장균류는 발견되지 않았으며, B병원의 경우 세균과 진균, 대장균류는 전혀 검출되지 않았고, D병원의 경우 세균이 검출되기는 하였지만 현탁액을 만들기 위한 조제수로서는 적합하였다. 그러나 두 곳(A, C)의 병원에서 세균이 규정치 이상으로 검출되었고, 특히 C병원의 경우 검출된 세균이 너무 많아 헤아릴 수가 없을 정도였다. 네 곳의 대상병원 중 두 곳(A, C)의 조제수가 오염되었다는 것은 현탁액 조제수의 선택에 있어 문제가 있는 것으로 보인다. 이러한 원인은 병원 시설의 노후에 따른 급·배수관이 녹슬거나 파손되어 오염물질이 생성되거나 유입되었으리라 생각한다. 따라서 현탁액 조제시 사용되는 조제수는 수질 검사 기준에 의해서 정수되었거나 멸균된 물을 반드시 사용하여야 할 것이다.

사용 전 교반용기의 오염도를 측정하기 위하여 용기에서 수집한 시료의 배양 결과는 모든 병원에서 공통적으로 대장균등은 발견되지 않았고, 두 곳(B, D)의 병원 시료에서는 세균이 30개 이하로 검출되었으며 두 곳(A, C)의 병원에서는 세균이 다량으로 검출되었다. 진균은 모든 병원에서 헤아릴 수 없을 만큼 많이 검출되었다. 이러한 결과는 이미 오염된 수돗물과 세척 도구를 이용하였기

때문에 세척 후 용기에 남아있던 세균과 진균이 시간이 지남에 따라 증식하였다는 사실을 보여주고 있다. 그러나 세균검출이 기준 이하인 B, D병원은 적절한 장소에 용기 보관과 건조관리를 하고 있는 것으로 조사되었다.

세척한 후 교반용기의 오염도를 알아보기 위해서 현탁액 조제에 사용된 교반용기를 세척 후 획득한 시료에서는 연구대상의 모든 병원에서 대장균은 발견되지 않았지만 세균과 진균이 모든 병원에서 검출되었다. 이 결과는 조제수로 사용했던 수돗물을 사용하고 수세미 등 오염된 세척 도구를 이용했기 때문이라고 생각된다

최종제품에 대한 실험 결과에서는 대상병원 모두에서 대장균류는 검출되지 않았고 세균과 진균이 모든 병원의 시료에서 동일하게 헤아릴 수 없을 만큼 많은 세균이 검출되었다.

이는 결과적으로 제조과정 중 이미 조제수나 사용 전 교반용기가 세균에 오염되었기 때문에 최종제품에서도 오염된 결과를 보여주고 있다.

이러한 오염원을 줄이기 위해서는 세척시 소독제(Tego-51[®] : Th. Goldschmidt, 독일)를 물에 희석하여 사용하고 세척 후에는 뒤집어서 완전히 건조한다⁸⁾. 윤석희 등⁹⁾은 오염된 기구관리 문항별 중요성 인지도 및 시행도 항목 중 깨끗한 것 다루는 sink와 더러운 것 다루는 sink를 구분하여 사용할 것을 권했고, 사용한 기구에 묻은 오염은 소독시 절연체가 되어 소독에 방해가 되므로 사용 즉시 세척하라고 하였다.

병원체인 Serratia속은 병원균무자의 오염된 손에 의해 전파되고, 병원내 문손잡이에서는 포도상 구균이, 수도꼭지에서는 Clostridium, 포도상구균, Acinetobacter 순으로 검출되었다고 하였다^{10,11)}. 손씻기는 흐르는 물에 비누를 사용해서 충분한 마찰을 하면서 1분 이상 씻은 후 건조시키면 균이 제거되고¹²⁾, 감염의 위험이 높은 특수상황에서는 소독제를 이용하여 손씻기를 한다^{13~15)}. 또한 물의 온도는 미지근한 물이 좋으며 손을 닦을 때는 가능한 종이타월을 이용하며 사용한 종이 타월로 수도꼭지를 잡고 버린다^{16,17)}. 따라서 현탁액 조제시 반드시 손씻기를 먼저 하여야 하는데 이것은 바륨 분말과의 접촉 시 오염에 노출되는 것을 예방하기 위함이다.

소화관 조영을 위한 황산바륨의 미생물 오염을 예방하기 위해서는 무균 처리된 완제품의 바륨현탁액을 사용하

여야 하겠다. 하지만 현재는 각 병원마다 농도와 점도를 고려해서 현탁액을 조제하여 사용하기 때문에 조제용수는 반드시 깨끗하게 멸균 및 정수처리가 된 물을 사용하여야 하고, 사용 전 교반용기와 수세한 후 교반용기는 각종 세균에 오염되는 것을 예방하기 위해서 소독제의 살균 효과를 정확히 알고 그 적용범위를 잘 판단하여 각 병원의 실정에 맞는 소독제를 선택하여 세척하여야 하며, 세척 후에는 미생물의 증식을 예방하기 위해서 반드시 완전히 건조하여 사용하여야 한다. 현탁액 조제시 반드시 1회용 비닐 글러브를 이용하거나 손씻기를 함으로써 감염을 예방하여야 할 것으로 사료된다. 또한 감염예방을 위한 각자 개인의 위생에 대한 인식의 전환과 관심이 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

황산바륨분말형 조영제를 조제하여 사용하는 3차 의료기관 중 4곳을 대상으로 대장 검사용 바륨의 조제수, 사용 전 교반용기, 수세한 후 교반용기와 최종제품의 오염도를 측정하기 위해 일반 세균, 진균과 대장균의 검출 여부를 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

조제수의 오염도는 A, B, C, D 병원 모두 진균과 대장균이 발견되지 않았고, A, C 병원은 세균이 기준치 이상으로 검출되었으나 B, D병원은 세균이 검출되지 않았다. 사용 전 교반용기의 오염도에서 진균은 모든 병원에서 다량으로 검출되었고, 대장균은 발견되지 않았으며, 세균은 A, C병원에서 다량으로 검출되었으나 B, D병원은 30개/ml 이하로 검출되었다. 세척 한 후 교반용기에 의한 오염도는 세균과 진균은 모든 병원에서 검출되었으나 대장균은 발견되지 않았다. 최종제품의 오염도는 대상병원 모두에서 대장균은 검출되지 않았고 세균과 진균은 다량으로 검출되었다.

참 고 문 헌

1. 권대철, 정경모, 최지원 : Film Cassette의 세균 오염도와 소독에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 23(2), pp. 55~61, 2000.

2. 이선옥 : 병원 감염관리에 대한 실태조사, 대한간호학회지, 23(3), pp. 325~327, 1993.
3. 진효진, 전동석, 김재룡, 김재식, 김중명 : 원내 감염에 있어서 환경 및 항생제 사용, 대한임상병리학회지, 5(2), pp. 451~462, 1985.
4. Sambrook J., Fritsch E. F., Maniatis T. : Molecular Cloning, a Laboratory Manual (2nd eds), Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989.
5. 식품의약품 안전청 고시 제 1998-124호, 1998년 12월 22일.
6. 노유자, 한운복 : 다수회 투여용 주사용액의 오염, 대한간호학회지, 5(1), pp. 87~91, 1975.
7. 수자원 백과, 우리나라의 수질기준, 수자원공사 홈페이지.
8. 이규만 : Tego-51[®]의 바이러스 소독 효과, 병원감염관리학회지, 3(2), pp. 97~100, 1998.
9. 윤석희, 강채원, 김명옥, 김용순, 전미수 : 병원감염 예방에 대한 간호사의 중요성 인 지도와 시행도에 관한 일 연구, 감염학회지, 24(1), pp. 13~27, 1992.
10. 전효진, 전동석, 김재룡, 김재식, 김중명 : 원내감염에 있어서 환경 및 항생제 사용, 대한임상병리학회지, 5(2), pp. 451~461, 1985.
11. Barkley W. E. : Containment and Disinfection : Gerhardt P. ed., Manual of Methods for General Bacteriology 1st ed. Wasington DC : American Society for Microbiology, pp. 487~503, 1981.
12. 정인숙, 이영희 : 일개 대학병원 신생아 중환자실 간호사의 손씻기에 관한 조사 연구, 기본간호학회지, 4(2), pp. 229~244, 1997.
13. 김의중 : 소독제의 효과 평가, 대한병원감염관리학회지, 3(2), pp. 119~125, 1998.
14. 석종성, 최혜심, 김의중 : 미생물에 대한 소독제 TEGO-51[®], 대한병원감염관리학회지, 2, pp. 55~59, 1997.
15. Fox M. K., Langer S. B., Wells R. W. : How good are hand washing practices, Amer J. Nurs., 74, pp. 1676~1678, 1974.
16. 신춘혜 : 병원내 손잡이와 수도꼭지의 오염도, 경북대학교 석사학위 논문, 1990.
17. 이신호 : 병원 시설 측면에서 본 감염관리, 감염학회지, 22(4), pp. 199~206, 1990.