

실내공기에서의 젤폼오염에 대한 실험적 연구¹

진 욱 · 오주형 · 윤 업 · 고영태 · 최우석 · 김의종 · 서진태²

목 적: 혈관 색전술시 흔히 사용되는 젤폼(gelfoam)의 혈관조영실(angiointervention room) 공기에서의 오염을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 공기중에 노출된 4가지 군의 젤폼(A1: 젤폼절편, A2: 젤폼절편+식염수+조영제, B1: 젤폼가루, B2: 젤폼가루+식염수+조영제)을 각기 15분, 30분, 45분, 60분에 소독된 면봉으로 혈액한천배지(blood agar plate)에 접종하였다. 이후 배양기에서 하루동안 배양한 후 박테리아나 균류의 성장을 관찰하였다. 또한 여기서 자란 균주가 공기오염을 통한 것인지를 알기위해 공기배양을 시행하였다.

결 과: 총 480회(4군×4번의 시간별×각 30회)의 실험중 총 14개의 혈액한천배지에서만 균주가 자랐고, A1군에서는 30분에서 2개, 45분에서 3개, 60분에서 4개, A2군에서는 45분에서 1개, 60분에서 2개, B1군에서는 45분에서 1개, B2군에서는 45분에서 1개였다. 이때 자란 균주는 모두 응고효소음성 포도상구균종(*Staphylococcus species*)이었다. 이들의 시간경과와 젤폼군에 따른 세균오염의 통계학적 의미는 없었다.

결 론: 젤폼의 공기오염은 젤폼의 공기중 노출 시간이 30분이내일 경우 가능성이 적으며, 시간과 군에 따른 공기오염의 통계학적 차이는 없었다. 그러나 응고효소음성 포도상구균종은 흔히 사용되는 항생제에 저항성을 갖기에, 일단 공기중에 노출된 젤폼은 균이 거의 자라지 않은 30분이내에 사용하는 것이 좋을 것이라 사료된다.

서 론

젤폼(gelfoam)은 흡수성 아교해면(absorbable gelatin sponge)으로서 현재 색전시 가장 널리 쓰이고 있는 물질이다(1). 이는 쉽게 주입할 수 있으며, 여러 크기로 카테터에 위치시킨 후 원하는 혈관에 비영구적인 폐색을 일으킬 수 있는 비교적 안전한 물질이다. 하지만 살균된 방에서조차도 젤폼은 공기중의 세균에 의해 비교적 빠르게 오염을 보이는 것으로 알려져 있으나(1, 2), 아직 이에 대한 연구가 없는 실정이다. 이에 저자들은 중재적 기술을 시행하는 조건에서 공기내 세균에 의한 젤폼오염의 정도와 군의 종류를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

젤폼(Spongostan[®] standard, Ferrosan)을 4가지 군으로 나누어 실험하였다. A1군은 젤폼을 가위로 잘게 썰어 직경이 약 1-3mm 정도의 절편(약 3×3×3mm³)이 되게 만들어 가스소독(Ethylene oxide gas)한 것이었고, A2군은 A1군의 젤폼에 소독된 생리적 식염수 10ml와 조영제 10ml를 섞은 것이었고, B1군은 젤폼을 줄칼로 갈아 약 0.5-1mm의 가루(1×1×1mm³)로 만들어 가스소독(Ethylene oxide gas)한 것이었으며, B2군은 B1군의 젤폼에 A2군과 같이 소독된 생리적 식염수 10ml와 조영제 10ml를 섞은 것이었다.

이런 4가지 종류의 젤폼을 혈관조영실 공기중에 15분, 30분, 45분, 60분동안 노출시킨 후 각기 소독된 면봉을 사용하여 혈액한천배지(blood agar plate)에 접종하였다. 이후 35도를 유지하는 배양기에서 하루동안 배양한 후 박테리아나 진균을 동정하였다. 이러한 조작들의 결과를 T-test를 통해 통계학적 의의를 알아보았다.

또한, 이때 자란 균주가 공기오염을 통한 것인지를 알기 위해, 혈관조영실내의 낙진검사를 이용한 공기배양검사

¹경희대학교 의과대학 진단방사선과학교실

²경희대학교 의과대학 임상병리과교실

이 논문은 1995년도 경희대학 부속병원 연구비로 이루어졌음

이 논문은 1995년 8월 7일 접수하여 1995년 12월 1일에 채택되었음

(air culture)도 함께 시행하였다.

결 과

젤폼의 실험적 연구에서 총 480개의 혈액한천배지중 15분 이내에 오염된 배지는 없었으며, 30분 이내에도 총 2개에서만 오염이 발생하였다(Table 1). 군별로 보면 A1군의 경우 30분에서 2개, 45분에서 3개, 60분에서 4개씩 박테리아의 집락(colony)이 자랐고, A2군의 경우 45분에서 1개, 60분에서 2개, B1군과 B2군에서는 각각 45분에서 1개씩 박테리아 집락이 자랐다(Table 2). 이들에서 자란 박테리아는 모두 배지에서 off-white or gray color의 entire edge를 가지는 high convex profile을 보이는 둥근 집락(colony)들이었고, 이들은 catalase검사를 시행하였을때 모두 양성(+)을 보이며, coagulase검사를 시행하였을때 모두 음성(-)을 보인 “응고효소음성 포도상구균(coagulase-negative staphylococci)”으로 판명되었다. 이들 균주들을 Vitek senior system(USA) 자동분석기기로 동정하였을때 Staphylococcus epidermidis로 분석되었다. 그러나, 이들 상호간의 시간과 균주에 따른 박테리아 공기오염(bacterial air contamination)의 차이에 대한 통계학적 의미는 없었다($p>0.05$).

혈관조영실내의 낙진검사를 통한 공기배양 결과에서는 응고효소-음성 포도상구균(coagulase-negative staphylococci)이나 구균속(micrococci), 간균속(bacillus species)이 동정되었고, 이들중 응고효소음성 포도상구균이 30분

Table 1. Number of Blood Agar Plate with Colony Growth According to Exposure Time

Time	Number of B.A.P. with Colony Growth
15 Minute	0
30 Minute	2
45 Minute	6
60 Minute	6
Total	14

B.A.P. : Blood Agar Plate

Table 2. Number of Blood Agar Plate with Colony Growth According to Gelfoam Group

Group	Number of B.A.P. with Colony Growth
A1	9
A2	3
B1	1
B2	1
Total	14

B.A.P. : Blood Agar Plate

과 60분 모두에서 가장 많은 균주였다(Table 3). 그러므로 앞의 젤폼을 오염시킨 균주는 공기를 통한 오염일 가능성이 높음을 증명할 수 있었다.

고 찰

카테터를 통한 혈관폐색(Transcatheter vessel occlusion : 이후 T.C.V.O.)은 1930년대 경동맥해면정맥동루(carotid-cavernous fistulae)의 치료에 처음 시도된 이후(3), 출혈의 조절, 완화적 그리고 수술전 색전술, 기관 기능 절제, 동정맥루와 동정맥 기형의 폐색을 위해 현재 점점 많이 시행되고 있다(1). 이런 이유로 T.C.V.O.에는 많은 방법과 색전물질들의 도입이 시도되고, 특히 색전물질의 개발에 많은 관심이 기울여지고 있다.

색전물질은 크게 자가물질, 흡수성 물질, 비흡수성 물질, 그리고 중합체(polymer)로 나뉘어지며, 이외에도 수용성이나 고형성, 영구적 혹은 비영구적으로 나눌 수 있다.

자가물질에는 혈전이나 근육, 지방, 대퇴전막등의 조직이 있으며(4), 이들은 쉽게 적용할 수 있고 본질적으로는 무균적 상태이나, 혈전은 빠른 용해를 보이고, 어느 정도의 예측 불가능한 분포를 하기 때문에 현재는 잘 사용되지 않는다.

이에비해 흡수성 물질인 외과적 젤라틴-젤폼-이나 산화셀룰로즈(oxidized cellulose)등, 특히 젤폼은 비영구적 혈관 폐색이 요구될 때 좋은 색전 물질이며 원하는 적당한 크기로 카테터에 넣을 수 있는 장점이 있다.

또, 비흡수성 물질로는 비흡수성 미립자(microparticle)와 비흡수성 대미립자물(macroparticulate)로 나뉜다. 우선 비흡수성 미립자로는 실리콘 고무(silicone rubber), 폴리스티렌(polystyrene), methyl methacrylate등과 대표적인 Ivalone이 있다. 특히 Ivalone은 polyvinyl alcohol sponge로서, 취급 특성과 폐색 효과는 젤폼과 유사하나 적은 조직반응을 일으키면서 영구적인 폐색을 일으킬 수 있는 특징이 있고(5), 단점으로는 준비하는 것과 살균하는데 약간의 문제점이 있다. 또한 비흡수성 대미립자물로는 steel coil device와 분리성 풍선(detachable balloon)등이 있다(6-9). 이들은 외과적 결찰과 유사한 결과를 내며 비교적 큰 혈관을 막는데 사용한다. 특히 4mm 이상의 혈관을 주로 막으며, 동정맥루 치료나 병변의 영양혈관을 젤폼으로 주변부 색전을 시킨 후 폐색시킬때 사용한다.

Table 3. Standard Study (Air Culture)

	30 Minute	60 Minute
Staphylococcus ssp. (coagulase-)	6	6
Micrococci	2	1
Bacillus spp.	2	1

ssp. : species

본 저자들이 실험한 젤폼은 앞에서도 밝혔듯이 흡수성 아교 해면(absorbable gelatin sponge)으로서 현재 가장 많이 사용되는 색전물질이며, 많은 방면으로 사용할 수 있고, 비교적 무균적이며, 막으려는 혈관의 크기에 쉽게 맞출 수 있고 수일후면 흡수되는 물질이다. 그러나 가장 큰 장점은 무엇보다 쉽게 조작할 수 있다는 것이다.

그러나, 이러한 젤폼에도 단점이 있는데 정상 조직으로 조작후 역류가 일어나거나, 폐혈류에 들어가 작은 색전을 일으킬 수 있는 것이 그것이다. 하지만 이것 외에도 특별히 연구되거나 보고되진 않았지만 젤폼의 공기오염이 또 다른 큰 단점이 될 수 있고, 특히 증류수나 조영제 등에 의해 젤폼은 공기 중에서 빠른 오염을 보이는 것으로 알려져 왔다(1). 이는 색전조작을 시행시 젤폼을 공기중에 노출시킨 후 증류수와 조영제의 혼합물에 섞는 시간과 색전을 시행할 혈관을 선택하여 이들 젤폼혼합물을 실제로 사용하는 시간이 차이 나는데서 기인할 것이다.

공기 중 호흡기 감염이나 여러 병원 감염을 일으킬 수 있는 균에는 클레브시엘라(*Klebsiella*), 포도상구균(*Staphylococcus*), 녹농균(*Pseudomonas*), 대장균(*E. coli*) 등이 있다(10). 이러한 균들의 동정은 대개 배지에서 자라는 집락의 모양과 색, 그리고 그람 염색(gram staining) 및 생화학 분석으로 가능하다. 이번 연구에서 관찰된 포도상구균은 그람양성이며, catalase 양성, coagulase 음성으로서 응고효소음성 포도상구균(coagulase negative staphylococci : C.N.S.)이었는데 이 균종은 과거에 일반적으로 별 임상적 중요성 없이 질병을 일으키는 것이 아니라 단지 오염균(contaminant)으로만 알았다. 그러나 현재는 사람에게 질병을 일으키는 중요한 병원균이라 인식되고 있고(11-16), 이들의 50-80%는 표피포도상구균(*Staphylococcus epidermidis*)이며(17), 이외에 *Staphylococcus saprophyticus*, *S. haemolyticus*, *S. hominis* 등이 알려져 있다. 이렇게 이들 균들, 특히 표피포도상구균이 최근 문제를 일으키는 중요 원인은 외과적 수술, 카테터나 인공물질의 삽입, 혹은 면역성 저하를 일으키는 상태등으로 인한 숙주의 방어기능 파괴가 증가되기 때문이다(18). 또한 이들은 대개 흔히 사용되는 항생제에 저항성을 보여 예방적 항생제 사용이 거의 의미가 없는 것으로 알려져 있고, 주로 병원성 요로감염, 내재된 기구(indwelling device)의 감염, 면역저하된 환자의 균혈증(bacteremia), 골수염, 수술후 내안구염(postsurgical endophthalmitis)을 잘 일으킨다(19). 그러므로 이러한 응고효소-음성 포도상구균종은 젤폼의 공기중 오염에도 큰 역할을 할 것이라 생각된다.

결론적으로, 공기를 통한 응고효소음성 포도상구균의 젤폼오염은 가능하나 그 가능성이 적었고, 또한 시간별에 따른 혹은 젤폼군에 따른 통계학적인 오염율의 차이는 없었다. 그러나, 응고효소음성 포도상구균에 대한 예방적 항생제의 사용은 효과가 적고, 오염된 경우 항생제에 저항성이 강하므로 일단 공기중에 노출된 젤폼은 실험상 오염의 빈도가 매우 적었던 노출후 30분 이내 사용하는 것이 바람

직하겠다.

참 고 문 헌

1. Alan J. Greenfield: Transcatheter vessel occlusion: selection of methods and materials. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1980; 3:222-228
2. Greenfield, A.J., Athanasoulis, C.A., Waltmen, A.C., Le Moure, E.R.: Transcatheter embolization: Prevention of embolic reflux using balloon catheters. *AJR* 1978; 131:651-655
3. Grace, D.M., Pitt, D.F., Gold, R.E.: Vascular embolization and occlusion by angiographic techniques as an aid or alternative to operation. *Surg Gynecol Obstet* 1976; 143:469-482
4. Luessenhop, A.J., Spence, W.T.: Artificial embolization of cerebral arteries. Report of use in a case of arteriovenous malformation. *JAMA* 1960; 172:1153-1155
5. Castaneda-Zuniga, W.R., Sanchez, R., Amplatz, K.: Experimental observations on short and long-term effects of arterial occlusion with Ivalone. *Radiology* 1979; 126:783-785
6. Anderson, J.H., Wallace, S., Gianturco, C., Gerson, P.: "Mini" Gianturco stainless steel coils for transcatheter vascular occlusion. *Radiology* 1979; 132:301-303
7. Pevsner, P.H.: Micro-balloon catheter for superselective angiography and therapeutic occlusion. *AJR* 1977; 128:225-230
8. White, R.L., Jr., Kaufman, S.L., Barth, K.H., DeCaprio, V., Stradbert, J.D.: Embolotherapy with detachable silicone balloons. Technique and clinical results. *Radiology* 1979; 131:619-627
9. Debrum, G., Legre, J., Kasbarian, M., Tapias, P.L., Caron, J. P.: Endovascular occlusion of vertebral fistulae by detachable balloons with conservation of the vertebral blood flow. *Radiology* 1979; 130:141-147
10. 정희영: 병원 감염. 감염. 1981; 13(1):67-74
11. Koneman, E.W., Allen, S.D., Janda, W.M., Schreckenberger, P.C., Winn, W.C., Jr.: *Color atlas and textbook of diagnostic microbiology*. 4th ed. J.B. Lippincott company, 1992
12. Baddour LM, Barker LP, Christensen GD et al: Phenotypic variation of *Staphylococcus epidermidis* in infection of transvenous endocardial pacemaker electrodes. *J Clin Microbiol* 1990; 28:676-679
13. Christensen GD, Parisi JT, Bisno AL et al: Characterization of clinically significant strains of coagulase-negative staphylococci. *J Clin Microbiol* 1983; 18:258-269
14. Eng RHK, Wang C, Person A et al: Species identification of coagulase-negative staphylococcal isolated from blood cultures. *J Clin Microbiol* 1982; 15:439-442
15. Levy MF, Schmitt DD, Edmiston CE et al: Sequential analysis of staphylococcal colonization of body surfaces of patients undergoing vascular surgery. *J Clin Microbiol* 1990; 28:664-669
16. Ponce De Leon S, Wenzel RP: Hospital-acquired bloodstream infections with staphylococcus epidermidis: Review of 100 cases. *Am J Med* 1984; 77:639-644
17. Archer GL: *Staphylococcus epidermidis* and other coagulase-negative staphylococci. In Mandell GL, Bennett(eds): *Principles and Practice of Infectious Diseases*, pp 1511-1518. New York, Churchill Livingstone, 1990
18. Lowy FD, Hammer SM: *Staphylococcus epidermidis* infections. *Ann Int Med* 1983; 99:834-839
19. Christensen GD, Bisno AL, Parisi JT et al: Nosocomial septicemia due to multiple antibiotic-resistant *Staphylococcus epidermidis*. *Ann Int Med* 1982; 96:1-10

An Experimental Study on Gelfoam Contamination in the Room Air¹

Uk Jin, M.D., Joo Hyeong Oh, M.D., Yup Yoon, M.D., Young Tae Ko, M.D.,
Woo Suk Choi, M.D., Eui Jong Kim, M.D., Jin Tae Seo, M.D.²

¹ Department of Diagnostic Radiology, Kyung Hee University Hospital

² Department of Clinical Pathology, Kyung Hee University Hospital

Purpose: To evaluate the air contamination of the gelfoam in the angio-intervention room.

Materials and Methods: After exposing four groups of gelfoam (group A1: gelfoam fragment, group A2: gelfoam fragment + saline + contrast media, group B1: gelfoam powder, group B2: gelfoam powder + saline + contrast media) to air in the angio-intervention room, we inoculated gelfoam in each group to 30 agar plates each at every fifteen minutes for one hour with aseptic cotton buds. Cultivating them in the incubator for one day, we evaluated the growth of bacteria or fungus.

Results: Out of 480 inoculated agar plates, the growth of coagulase(–) staphylococci was visible in 14; in group A1, two at 30 minutes, three at 45 minutes, and four at 60 minutes; in group A2, one at 45 minutes and two at 60 minutes; in group B1 and B2, one each at 45 minutes. The statistical analysis on bacterial contamination according to time sequence and group revealed no significance ($p > 0.05$).

Conclusions: If gelfoam is exposed to room air for less than 30 minutes, it is possible to reduce contamination by air-borne bacteria. Since coagulase-negative Staphylococci resistant to commonly used antibiotics, it is ideal to reduce exposure of gelfoam to room air for less than 30 minutes.

Index Words: Gelatin foam

Embolism, therapeutic

Address reprint requests to: Department of Diagnostic Radiology, Kyung Hee University Hospital

1, Hoeki-Dong, Dongdaemun-ku, Seoul, 130-702 Korea. Tel. 82-2-958-8622 Fax. 82-2-958-8611