Fire Sci. Eng., Vol. 30, No. 6, pp. 137-141, 2016 [Research Paper]

심폐소생술 교육용 페이스 쉴드의 병원성 세균 차단 효과

김은미 · 심규식[†] · 노상균*
나사렛대학교 응급구조학과, *선문대학교 응급구조학과

Effect of a CPR Educational Face Shield on Pathogenic Bacteria Protection

Eun-Mee Kim · Gyu-Sik Shim[†] · Sang-Gyun Roh*
Dept. of Emergency Medical Technology, Korea Nazarene Univ.
*Dept. of Emergency Medical Services, Sunmoon Univ.

(Received November 22, 2016; Revised November 25, 2016; Accepted November 27, 2016)

요 약

심폐소생술에서 인공호흡은 환자와 구조자간 또는 심폐소생술 교육생들 간의 교차 감염 가능성이 높으나, 감염방지 도구인 페이스 쉴드(face shield)의 병원성 세균 여과 성능에 대한 연구 자료는 매우 부족하다. 따라서 본 연구는 인공호흡용 페이스 쉴드의 병원성 세균 여과 성능을 비교하여 전염성 질환으로부터 심폐소생술 교육생과 병원 전 구조자의 안전을 확보하기 위해 시행되었다. 대상 쉴드는 국내 심폐소생술 교육기관에서 일반적으로 사용되고 있는 FA shield와 CM shield 2종을 임의로 선정하였다. 실험방법은 실제 교육생이 입으로 불어넣은 필터에서 채취한 세균을 대상 필터에 각각 도말한 후 백밸브마스크(Bag valve mask, BVM)로 환기하여 필터의 앞면과 뒷면의 세균 검출 유무를 확인하였다. 그 결과 FA Shield는 병원성 세균 여과 성능이 있는 것으로 확인되었으나, CM Shield는 병원성 세균 여과 성능이 없는 것으로 나타났다. 결론적으로 안전한 인공호흡을 위해서는 국내에서 판매되는 페이스 쉴드의 전반적 성능 평가와 페이스 쉴드의 여과 성능 기준이 제시되어야 할 것으로 판단된다.

ABSTRACT

Cross contamination between a patient and rescuer or CPR trainees can occur when performing mouth to mouth ventilation during cardiopulmonary resuscitation (CPR). On the other hand, there has been a lack of research on the filtration efficacy of face shields that are designed to protect people from cross-contamination. This study aims to secure the safety of rescuers from communicable diseases in pre-hospital emergency settings and CPR trainees by verifying the protective effects of face shields. The FA shield and CM Shield were used to verify the safety. The bacteria collected from filters used by CPR trainees were incubated. These incubated bacteria were smeared onto the new filters, and were then blown out through the filters using a Bag Valve Mask (BVM) and the pathogens at the front and the back of the filters were checked. While the FA shield was effective in preventing the transmission of pathogens, the CM shield did not prevent the transmission of pathogens. Therefore, some of face shields that received national certification are ineffective in preventing cross-contamination. Accordingly, it is necessary to verify the safety of other face shields used domestically.

Keywords : CPR, Cross contamination, Face shield, Mouth to mouth ventilation, Pathogen

1. 서 론

구조자에 의한 인공호흡은 심폐소생술 과정에서 환자를 소생시키기 위한 충분한 산소를 공급할 수 있고 체내의 이산화탄소를 제거할 수 있는 환기방법으로 환자의 생존율을 높이는데 매우 중요한 소생술기 중 하나이다[1]. 2015년 미국심장협회에서 발표한 일반인 심폐소생술 지침에서 일반인의 인공호흡은 더 이상 필수 권장사항에서 제외되었지만[2] 훈련된 전문가의 심폐소생술에서 인공호흡은 여전히 필수적인 술기이다[3].

그러나 가장 일반적인 인공호흡방법인 입-입 인공호흡방법은 최근 전염성 바이러스 질환자의 증가[4]로 인해 교육생들의 교차감염 가능성이 높고[5], 선행연구에서 바이러스성 질환과 세균성 질환이 인공호흡으로 전염된 보고가 있어[6-8] 병원 전 단계 구조자와 심폐소생술 교육 대상자에게 전염성 질환을 예방하기 위한 보조도구가 필수적이다.

[†] Corresponding Author, E-Mail: sks9619@kornu.ac.kr
TEL: +82-41-570-4159, FAX: +82-41-570-4175

ISSN: 1738-7167
DOI: https://doi.org/10.7731/KIFSE.2016.30.6.137

페이스 쉴드는 심폐소생술 교육 또는 병원 전 심폐소생술 상황에서 입-입 인공호흡을 제공할 경우 가장 빈번하게 사용되는 감염방지 도구이다[9]. 그러나 국내에서 사용되는 페이스 쉴드의 두께 및 투명도가 육안으로도 확인될 정도로 차이가 다양하여 실질적인 감염방지 도구로서의 역할을 하고 있는지 확인이 필요하다.

따라서 본 연구는 인공호흡용 페이스 쉴드의 병원성 세균 여과 성능을 비교하여 전염성 질환으로부터 심폐소생술 교육생과 병원 전 단계 구조자의 안전을 확보하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 본 론

2.1 연구방법

2.1.1 재료

국내 대한심폐소생협회 일반인 BLS Provider 교육과정에서 흔히 사용되고 있는 식약청 허가품인 FA Shield와 CM Shield를 페이스 쉴드로 사용하였다. 마네킹은 Airway Management Trainer 250000 (Laerdal Medical AS, Stavanger, Norway)를, 백밸브마스크(Bag valve mask, BVM)는 LSR Adult Basic wo/Mask in Carton (IE) 87005033 (Laerdal Medical AS, Stavanger, Norway)를 사용하였다. 배지는 Sigma Chemical (St. Louis, MO)의 세균배양용 LB broth, LB agar를 사용하였다. AccuPrep® Genomic DNA Extraction Kit, PCR purification kit는 바이오니아(Daejon, Korea) 제품을 사용하였다. 1 Kbp plus 100 bp plus DNA ladder Marker는 ELPiS Biotech (Daejon, Korea) 제품을 사용하였다. 병원성 세균이 공통적으로 가지고 있는 염기서열인 Oligonucleotide primer (9F, 5′ ATCCTGGCTCAGATTGAACG, 767R. 3′ CTAATCCTGTTTGCTCCCCA)는 바이오니아(Daejon, Korea)에서 합성하였다. 그 외 다른 재료는 Sigma Chemical과 Merck (Rahway, NJ) 제품을 사용하였다.

2.1.2 입으로 불어넣은 후, 세균 채취

교육생이 FA Shield에 1초씩 2회 1세트로 50세트 입으로 불어넣은 후, swab contact method를 이용하여 세균을 채취하였다. 이때, 마네킹에 입을 밀착하지 않고, 두 손으로 페이스 쉴드의 가장자리 비닐부분의 양쪽 끝을 잡고, 필터 앞부분에 입을 밀착하여 불어넣었다. 필터의 앞부분(입으로 불어넣은 부분)을 멸균 후 건조한 면봉으로 상하좌우로 5번씩 문질러 채취하였다. 그 후, phosphate bufferd saline (PBS, adjusted pH 7.4) 용액 200 μl 이 담긴 15 ml cornical tube에 면봉을 넣은 후, 격렬하게 vortex하였다. 용액 중 100 μl 를 LB agar 배지에 접종하고, 멸균된 삼각봉으로 골고루 도말하였다. 37 °C 에서 48시간 동안 항온배양기에서 배양한 이후 필터 앞부분의 세균 배양 정도를 관찰하였다. 페이스 쉴드의 필터는 멸균된 면봉 외에는 접촉하지 않도록 주의하였다. 모든 과정에서 멸균된 장갑을 착용하였다.

2.1.3 페이스 쉴드에 세균 도포한 후, BVM으로 불어넣기

각각 3개의 마네킹을 알코올 솜으로 소독한 후, 마네킹 입 위에 FA Shield를 올려놓고 배양된 세균을 100 μl씩 멸균된 면봉으로 직접 도포하였다. 그 후, BVM을 이용하여 불어넣기를 1초씩 2회 1세트로 회당 500~600 cc의 환기량이 제공되도록 15세트 실시하였다. 각각 3개의 마네킹 입 위에 CM Shield를 올려놓고 같은 방법으로 시행하였다. 페이스 쉴드를 교체할 때마다 마네킹의 내 · 외부를 알코올 솜으로 소독 후 건조시켰다. 앞서 입으로 불어넣어 채취된 세균을 LB broth에 접종 한 후, 진탕 배양기에서 37 °C로 12시간 배양하여, 완전히 자란 세균을 사용하였다. 모든 과정에서 멸균된 장갑을 착용하였다.

2.1.4 BVM으로 불어넣은 후, 세균 채취

FA Shield와 CM Shield의 세균 여과 성능을 비교해보기 위해, swab contact method를 이용하여, 멸균된 면봉으로 15세트 BVM으로 불어넣기 시행한 페이스 쉴드의 필터 앞부분(BVM으로 불어넣은 부분)과 뒷부분을 각각 5번씩 상하좌우로 왕복하며 문질러 채취하였다. 그 후, phosphate bufferd saline (PBS, adjusted pH 7.4) 용액 200 μl 이 담긴 15 ml cornical tube에 문지른 면봉을 넣은 후, 격렬하게 vortex하였다. 용액 중 100 μl 를 LB agar 배지에 접종하고, 멸균된 삼각봉으로 골고루 도말하였다. 37 °C에서 48시간 동안 항온배양기에서 배양한 후[10], 필터의 앞, 뒷부분의 세균 배양 정도를 관찰하였다. 모든 과정에서 멸균된 장갑을 착용하였고, 페이스 쉴드의 필터는 멸균된 면봉 외에는 접촉하지 않도록 주의하였다.

2.1.5 세균의 검출 및 동정

FA Shield와 CM Shield 필터의 앞, 뒷부분에서 검출되어 배양된 세균을 LB broth에 접종하여 진탕배양기에서 37 °C로 12시간 배양한 후, AccuPrep® Genomic DNA Extraction Kit (Bioneer, Korea)를 이용하여 genomic DNA를 추출하였다. genomic DNA 20 ng을 PCR template로 사용하여 PCR purification kit (Bioneer, Korea)를 이용하여 PCR을 시행하였다[11]. Oligonucleotide primer로 9F, 5′ ATCCTGGCTCAGATTGAACG, 767R, 3′ CTAATCCTGTTTGCTCCCCA 100 pmol을 사용하였다[12]. 초기 변성은 95 °C에서 12분, 변성은 95 °C에서 30초, 가열냉각은 53 °C에서 40초, 증폭은 72 °C에서 1분으로 35회 반복하였고, 마지막 신장은 72 °C에서 10분간 시행하였다. 2 μl의 PCR 산물을 1% agarose gel과 1 × TAE buffer에서 1 Kbp plus 100 bp plus DNA ladder Marker (ELPiS Biotech, Korea)와 함께 전기영동하였다. Ethidium bromide로 Gel을 염색한 후 gel documentation system으로 확인하였다.

(a) Bacteria at the front of the FA Shield (b) Bacteria at the back of the FA Shield

Figure 1. After blowing out to the filter through BVM, FA Shield prevented transmission of bacteria.

(a) Bacteria at the front of the CM Shield (b) Bacteria at the back of the CM Shield

Figure 2. After blowing out to the filter through BVM, CM Shield didn't prevent transmission of bacteria.

2.2 연구결과

2.2.1 FA Shield와 CM Shield에 BVM으로 불어넣기 이후, 세균 검출 유무 확인

FA Shield와 CM Shield 세균 여과 성능을 비교해보기 위하여, 먼저, FA Shield 필터에, 입으로 불어넣기로 채취하여 완전히 배양된 세균을 직접 도포한 후, BVM을 이용하여 1초씩 2회 1세트로 불어넣기를 15세트 실시하여 필터 앞, 뒷부분의 세균 군집 양상을 살펴보았다. 그 결과, FA Shield 필터의 앞부분 즉, BVM으로 불어넣은 부분에서는 Figure 1(a)와 같이 다량의 세균 군집이 발견되었으나, 필터의 뒷부분에서는 Figure 1(b)와 같이 세균 군집이 발견되지 않았다. 그러나 같은 실험을 시행한 CM Shield 필터에서는 Figure 2(a, b)와 같이 앞부분과 뒷부분에서 모두 다량의 세균 군집이 발견 되었다. 세균 군집은 각 페이스 쉴드 별 각각 3개의 필터에서 모두 같은 결과를 나타내었고, 같은 조건에서 같은 수의 세균을 도포하였으므로 세균의 수를 세지 않고, 세균 군집 발견 유무로 확인하였다.

2.2.2 PCR을 이용한 병원성 세균 확인

2.2.1에서 발견된 세균 군집이 병원성 세균인지 여부를 확인하고, CM Shield 필터의 뒷부분에서 발견된 세균이 필터 앞부분에서 여과되었는지 여부를 알아보기 위해 PCR로 해당 DNA를 증폭시켜 확인하였다. 이를 위해 15세트 BVM으로 불어넣기 이후, 각 페이스 쉴드 별 3개의 필터 앞, 뒷부분에서 시료를 채취하여 배양한 후, 추출된 genomic DNA로 9F (5′), 767R (3′) primer를 이용하여 PCR로 증폭시켜 병원성 세균 유무를 확인하였다. 그 결과, FA Shield 필터의 앞부분(F)에서는 3개의 필터 모두 778 bp 크기의 병원성 세균 band를 확인할 수 있었지만, 뒷부분(B)에서는 Figure 3(a)와 같이 3개의 필터 모두 어떤 band도 확인되지 않았다. 그러나 CM Shield에서는 필터의 앞부분(F)과 뒷부분(B)에서 Figure 3(b)와 같이 3개의 필터 모두 병원성 세균이 공통적으로 가지고 있는 778 bp 크기의 band를 확인 할 수 있었다. 즉, FA Shield에서는 필터 앞부분의 병원성 세균이 뒷부분으로 여과되지 않았지만, CM Shield에서는 필터 앞부분의 병원성 세균이 필터 뒷부분으로 여과되었음을 확인하였다.

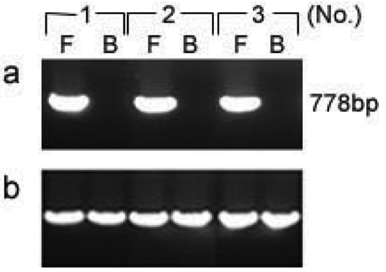

Figure 3. Pathogenic bacteria was detected by PCR experiment.

2.3 고찰

심폐소생술 과정 중 인공호흡은 환자의 생존율 향상을 위해 반드시 필요한 술기이다[1-3]. 심폐소생술 교육생 또는 환자와 구조자의 전염균을 차단하기 위해서는 페이스 쉴드가 필수적이다[9]. 미국심장협회(American heart Association; AHA)와 호주심폐소생협회(Australian Resuscitation Council; ARC)에서는 전염성 질환의 예방을 위해 전염성 질환 억제지침과 오염물 제거 기준[13,14]을 제시하고 있고 각각의 지침과 기준의 필수항목에서는 페이스 쉴드와 같은 인공호흡 감염방지 도구가 포함되도록 되어 있다.

최근 심폐소생술 마네킹의 오염도를 측정한 국내연구[15]에서 심폐소생술 마네킹의 내부 폐주머니와 외부에서 MRSA, VRE 균 등 고병원성 세균이 다량 검출되는 등 심폐소생술 연습용 마네킹의 오염도가 매우 심각한 것으로 나타나 감염방지 지침의 준수가 매우 중요함을 강조하고 있다.

감염방지 지침의 중요 구성품인 페이스 쉴드는 국내에서 식약청 허가품으로 되어 있으나 제품에 따라 두께가 육안으로 쉽게 구분될 정도로 차이가 나고 각 제품마다 투명도가 다르다. 이는 페이스 쉴드가 감염방지 도구로서의 역할을 충실히 하고 있는지에 대한 검증의 필요성을 제시하는 근거가 된다. 또한, 최근연구가 없어 비교하기는 어려우나 선행연구인 Hendricks 등의 연구[16]와 Figura[17]의 연구에서 원발성 단순포진의 전염과 헬리코박터 파이로리균의 전염이 인공호흡으로 인해 발생된 사례가 보고된바 있어 교차 감염과 전염성 질환의 전파 억제를 위해 인공호흡 감염방지 도구의 성능이 중요함을 다시 한 번 강조되고 있다.

본 연구에서 사용된 도구는 FA Shield와 CM Shield로 FA Shield의 필터는 Figure 4(a)와 같이 필터의 앞면에서 뒷면이 약간 비춰지는 두께와 투명도를 갖고 있고 액체형태의 병원균을 도말 하였을 때 스며들지 않는 발수 재질로 되어있다. CM Shield의 필터는 필터 Figure 4(b)와 같이 앞면에서 뒷면의 그림과 글씨가 명확하게 보이는 두께와 투명도를 갖고 있고 액체형태의 병원균을 도말 하였을 때 필터에 스며들지 않는 발수재질로 되어있다.

연구결과 FA Shield 필터의 앞부분에서는 Figure 1(a)와 같이 다량의 세균 군집이 발견되었으나, 뒷부분에서는 Figure 1(b)와 같이 세균 군집이 발견되지 않았다. 그러나 CM Shield의 앞부분과 뒷부분에서는 Figure 2(a, b)와 같이 모두 다량의 세균 군집이 발견 되었다. 대조군으로 마네킹의 입에 직접 닿는 페이스 쉴드의 필터 뒷부분을 시료채취 후 배양한 결과에서는 세균 군집이 발견되지 않아 마네킹 입의 소독 상태가 양호함을 확인하였다. 이는 CM Shield 필터 뒷부분의 다량의 세균 군집이 마네킹에서 오염된 것이 아닌 필터 앞부분에서 여과되지 않았음을 의미한다. 또한 이는 PCR로 확인한 Figure 3의 결과를 통해서도 거듭 확인되었다. 이러한 결과는 일부 제품에서 나타난 결과로 전체 페이스 쉴드에 일반화 할 수는 없지만, 필터의 두께와 투명도가 병원체 여과 성능에 영향을 미치는 것일 수 있으므로 추가적인 연구가 필요하다.

(a) FA Shield (b) CM Shield

Figure 4. The transparency of two different face shields.

이상의 결과를 종합할 때 페이스 쉴드의 필터별 병원성 세균의 여과성능이 다르므로, 심폐소생술 교육생과 병원전 구조자의 안전을 확보하기 위해서는 명확한 필터의 제원과 여과성능기준이 확립되어야 할 것으로 판단된다.

3. 결 론

본 연구는 인공호흡용 페이스 쉴드의 병원성 세균 여과성능을 확인하기 위해 국내 심폐소생술 교육기관에서 일반적으로 사용되고 있는 페이스 쉴드 2종을 임의로 선정하였다. 실험방법은 실제 교육생이 입으로 불어넣은 필터에서 채취한 세균을 쉴드에 각각 도말한 후 BVM으로 환기하여 필터의 앞면과 뒷면의 세균 검출 유무를 확인하였다. 그 결과, FA Shield는 병원성 세균 여과성능이 있는 것으로 확인되었으나, CM Shield는 병원성 세균 여과성능이 없는 것으로 나타났다. 이는 국내에서 판매되는 페이스 쉴드의 성능 평가가 본 연구에서 처음 시행되었다는 의의를 가진다. 또한 본 실험 대상 외에 시판되고 있는 페이스 쉴드의 여과성능을 검증하고 페이스 쉴드 여과성능 기준을 규정할 필요가 있다는 점을 시사한다.

후 기

We are grateful to Prof. O Hwang and Dr. J Lee at the University of Ulsan College of Medicine for helpful discussions.

본 연구는 2016년도 나사렛대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌습니다.

This study was supported by the Korea Nazarene University Research Grant 2016.

References

1. R. A. Berg, R. Hemphill, B. S. Abella, T. P. Aufderheide, D. M. Cave, M. F. Hazinski, E. Brooke Lerner, T. D.

Rea, et al., “Part 5: Adult Basic Life Support 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care”, Circulation, Vol. 122, No. 18, pp. 685-S705 (2010).
2. M. E. Kleinman, E. E. Brennan, Z. D. Goldberger, R. A. Swor, M. Terry, B. J. Bobrow, R. J. Gazmuri and A. H. Travers, “Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care”, Circulation, Vol. 132, No. 18, pp. 414-S435 (2015).
3. E. J. Lavonas, I. R. Drennan, A. Gabrielli, A. C. Heffner, C. O. Hoyte, A. M. Orkin, K. N. Sawyer and M. W. Donnino, “Part 10: Special Circumstances of Resuscitation: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care”, Circulation, Vol. 132, No. 18, pp. S501-S518 (2015).
4. Korean Center for Disease Control and Prevention, “2015 Annual Report on the Notified HIV/AIDS in Korea”, Available From: http://www.cdc.go.kr (2015).
5. M. J. Mannis and R. T. Wendel, “Transmission of Herpes Simplex During CPR Training”, Ann. Ophthalmol., Vol. 16, No. 1, pp. 64-66 (1984).
6. F. Ahmad, D. C. A. Senadhira, J. Charters and S. Acquilla, “Transmission of Salmonella via Mouth-to-Mouth Resuscitation”, Lancet, Vol. 335, No. 8692, pp. 787-788 (1990).
7. R. S. Finkelhor and J. H. Lampman, “Herpes Simplex Infection following Cardiopulmonary Resuscitation”, JAMA, Vol. 243, No. 7, p. 650 (1980).
8. M. Chalumeau, P. Bidet, G. Lina, M. Mokhtari, M. C. André, D. Gendrel, E. Bingen and J. Raymond, “Transmission of Panton-Valentine Leukocidin-Producing Staphylococcus Aureus to a Physician during Resuscitation of a Child”, Clin. Infect Dis., Vol. 41, No. 3, pp. 29-30 (2005).
9. J. Soar, M. E. Mancini, F. Bhanji, J. E. Billi, J. Dennett, J. Finn, M. H. Ma, G. D. Perkins, et al., “Part 12: Education, Implementation, and Teams: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations”, Resuscitation, Vol. 81, pp. 288-330 (2010).
10. G. Sezonov, D. Joseleau-Petit and R. D’Ari, “Escherichia coli Physiology in Luria-Bertani Broth”, Journal of Bacteriology, Vol. 189, No. 23, pp. 8746-8749 (2007).
11. E. M. Kim, E. J. Shin, J. H. Choi, H. J. Son, I. S. Park, T. H. Joh and O. Hwang, “Matrix Metalloproteinase-3 is Increased and Participates in Neuronal Apoptotic Signaling Downstream of Caspase-12 during Endoplasmic Reticulum Stress”, Journal of Biological Chemistry, Vol. 285, No. 22, pp. 16444-16452 (2010).
12. H. C. Kim, Y. T. Kim, H. Kim, S. Lee, K. R. Lee and Y. J. Kim, “Development of Broad-range and Specific 16S rRNA PCR for Use in Routine Diagnostic Clinical Microbiology”, Journal of Life Science, Vol. 24, No. 4, pp. 361-369 (2014).
13. Australian Resuscitation Council, “Guideline 10.3.: Cross Infection Risks and Manikin Disinfection”, Available From: http://resus.org.au/guidelines (2010).
14. American Heart Association, “Equipment Decontamination Guidelines for CPR Training”, Available From: http://www.heart.org/HEARTORG/ (2012).
15. Y. S. Park, “Survey on Contamination Rate of CPR Manikin and Management Plan”, Chungnam National University Graduate School, Academic Thesis, pp. 1-65 (2015).
16. A. A. Hendricks and E. P. Shapiro, “Primary Herpes Simplex Infection following Mouth-to-Mouth Resuscitation”, JAMA, Vol. 243, No. 3, pp. 257-258 (1980).
17. N. Figura, “Mouth-to-Mouth Resuscitation and Helicobacter Pylori Infection”, The Lancet, Vol. 347, No. 9011, p. 1342 (1996).