Enzymatic Solution을 이용한 Ultrasonic Cleaner의 사용이 수술 후 Proseal 후두마스크의 잔류 단백질 제거에 미치는 효과

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 마취통증의학과

최원준 · 김윤홍 · 김현수 · 유경호

The effect of ultrasonic cleaning on the elimination of postoperative residual protein from the proseal™ laryngeal mask airway

Won-Jun Choi, M.D., Yun Hong Kim, M.D., Hyun Soo Kim, M.D., and Kyoung-ho Ryu, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Background: Reusable Proseal™ laryngeal mask airways (PLMAs) can act as a vector for the transmission of prion diseases such as variant Creutzfeldt-Jacob disease. This study tested the hypothesis that supplementary ultrasonic cleaning facilitates the removal of protein deposits on PLMAs after anesthesia.

Methods: After clinical use, 40 PLMAs were randomly allocated into two groups. In the first group, the PLMAs were washed by hand and were then subsequently placed in an autoclave at 134°C for 40 min (Group 1, n = 20). In the second group, the PLMAs were washed by hand and ultrasonic cleaning using an enzymatic solution for 5 min, and were then subsequently placed in an autoclave (Group 2, n = 20). In both groups, protein deposits were detected on PLMAs by erythrosin staining. A staining score designated as none (0%), mild (0–20%), moderate (20–80%) and severe (80–100%), was assigned to each site (outer surface, inner surface and edges of the cuff, airway and drain tube, finger strap) according to the percentage of the stained surface area.

Results: Despite the cleaning of the masks, residual protein was found on the outer surface, inner surface and edge of the cuff, airway and drain tube, and finger strap of the PLMAs in both groups. Similar scores were observed for each part of the cleaned PLMAs in both groups, except for the outer surface of the PLMAs in Group 2 ($P < 0.05$).

Conclusions: We conclude that the use of an ultrasonic cleaner with an enzymatic solution may be effective to cleanse the outer surface of the PLMAs, but there were no differences in the total scores for both groups. (Korean J Anesthesiol 2008; 55: 428~8)

Key Words: erythrosin, laryngeal mask, proteins, ultrasonic.

서론

기도유지 방법으로 널리 사용되고 있는 Proseal 후두마스크는 의료용 실리콘 재질로 만들어져 반복 재 사용할 수 있는 기구로 제조회사에서는 40회까지 가압증기멸균소독을 보증하고 있으며, 이에 따라 세척한 후 소독하여 재사용되고 있다. 그러나 최근의 연구들에 의하면 세척 및 가압 증

기멸균법을 병행하여 청소하여도 마스크의 단백질 침착물이 완전히 제거되지 않는다고 보고되고 있으며,^{1,2)} 이에 따라 청소방법에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.¹⁻⁴⁾

본연구는 제조회사에서 추천하고 있는 Proseal 후두마스크 청소법과 기존의 청소법에 enzymatic solution (Enzyme Rapid, 3M, Pymble, Australia)을 이용한 ultrasonic cleaner (Powersonic 520, Hwashin Tech, Korea)을 추가 시행하는 청소법이 Proseal 후두마스크에 침착된 잔류 단백질의 제거에 미치는 효과를 비교 관찰하였다.

대상 및 방법

본연구는 병원윤리위원회의 승인 후 환자에게 연구목적과 방법에 대해 설명하고 환자의 동의 하에 연구를 진행하

논문접수일 : 2008년 4월 22일

책임저자 : 김윤홍, 서울시 중로구 평동 108

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 마취통증의학과
우편번호: 110-746

Tel: 02-2001-2315, Fax: 02-2001-2326

E-mail: yhkim12@yahoo.co.kr

Fig. 1. There are ultrasonic cleaner (Powersonic 520, Hwashin Tech, Korea) (A) and Erythrosin dyeing solution (disclosing Solution Erythrosin™, Sultan Chemists, Englewood, USA) (B).

였다. 성인환자의 전신마취에 사용된 4, 5번 크기의 Proseal 후두마스크(LMA-ProSeal™, Laryngeal Mask Company, Henley on Thames, UK)를 대상으로 하였으며 Proseal 후두마스크의 선정은 제조회사에서 추천하는 체중에 의한 기준을 사용하였다. Proseal 후두마스크의 청소법에 따라 두 군으로 분류하고, 각군 별로 처음 사용하는 5개를 사용하여 20개씩 40명에게 실험하였다. 실험 1군은 제조회사의 세척 및 소독방법에 따라 중성세제에서 3분 간 담근 후, 마스크의 표면과 손가락 띠의 내부 및 외부는 세척 타올로 잔류물질이 보이지 않을 때까지 최소 1분 이상, 기도관 및 유출관 내부는 부드러운 솔로 문지르면서 육안으로 확인되는 잔류물이 보이지 않을 때까지 최소 1분 이상 청소한 후 흐르는 물에 한번 더 행구고 완전히 건조시켜 가압증기멸균소독을 하였으며, 실험 2군은 기존의 손세척 후, enzymatic solution (Enzyme Rapid, 3M, Pymble, Australia)을 이용하여 ultrasonic cleaner (Powersonic 520, Hwashin Tech, Korea)를 5분간 사용하고 (Fig. 1A), 흐르는 물에 한 번 더 행군 다음, 건조시킨 후 가압증기멸균소독을 시행하였다. 마스크 표면의 잔류 단백질을 분석하기 위해 erythrosin 염색용액(Disclosing Solution, Sultan Chemists, Englewood, USA) (Fig. 1B)을 사용하였다. Erythrosin 용액은 제조회사에서 추천하는 방법대로 희석하였고, 연구대상 Proseal 후두마스크를 용액에 30분 간 담근 후 꺼내어 미지근한 물에 1분 간 담그며 조심스럽게 잔류 색소를 씻어냈다. 그리고 Proseal 후두마스크의 여러 부분에 남아있는 단백질에 색소가 침투하여 분홍색으로 변색된 정도를 육안으로 확인하여 점수를 측정하였다. Stone 등의²⁾ 점수 방법을 사용하였으며, Proseal 후두마스크 커프의 내부 표면(inner surface) 및 외부 표면(outer surface), 가장자리(edge) 그리고 기도관(airway tube)과 유출관(drain tube)의 내부 및

외부, 삽입 시 손가락을 끼워 넣는 띠(strap)의 내부 및 외부에서 변색의 심한 정도를 각각 측정하여 염색이 전혀 되지 않았으면 0점, 0–20%가 염색되었으면 1점, 20–80%는 2점, 80–100%는 3점으로 하였다. 채점이 끝난 후 재사용을 위해 다시 청소를 시행하였으며 erythrosin 염색용액을 사용하여 염색이 되지 않을 때까지 청소를 시행하였다. 실험의 정확성을 위해 청소하는 사람과 염색 후 심한 정도를 판정하는 사람은 각각 1명씩 선정하여 전담하도록 하였으며, 청소방법 또는 염색정도에 대한 정보를 모르도록 이중맹검법을 사용했다. 통계적 분석은 SPSS 13.0 (SPSS 13.0 for Window, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. Proseal 후두마스크 청소 후 양 군간 각 부위별 단백질 염색의 심한 정도의 차이는 Fisher의 정확검정으로 평가하였다. 그리고 청소 후 Proseal 후두마스크의 잔류단백질 침착에 영향을 미치는 요인의 분석은 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 양 군간 인구학 자료 및 마취시간 차이 검정은 Fisher의 정확한 검정과 Mann-Whitney 검정을 사용했다. 모든 검정은 $P < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의한 차이를 보인다고 판정했다.

결 과

Proseal 후두마스크의 종류 및 환자의 연령, 성별, 신장, 체중, 마취시간은 두 군 간의 유의한 차이가 없었다(Table 1). 청소방법에 따른 단백질 제거효과 비교시 실험 1군에서는 15예, 실험 2군에서는 12예에서 청소 후에도 잔류 단백질이 검출되었다. 잔류 단백질의 검출은 통계적으로 각 군간 유의한 차이는 없었다. 그러나 Proseal 후두마스크 커프의 내부 표면(inner surface) 및 외부 표면(outer surface), 가장자리(edge) 그리고 기도관(airway tube)과 유출관(drain tube)의 내

부 및 외부, 삽입 시 손가락을 끼워 넣는 띠(strap)의 내부 및 외부로 구분하여 각 부위별로 파악했을 때, 실험 2군에서 Proseal 후두마스크 외측 표면의 단백질이 효과적으로 제거되었으며, 그 외 부분의 단백질제거는 각 군간의 의미있는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

고 찰

전염성 해면 양뇌증(TSE, Transmissible spongiform encephalopathy)의 원인으로 여겨지는 새로운 감염 입자인 프리온(Prion)은 정확한 감염의 기전이 알려지지 않은 단백질 입자로 일반적인 청소법에 의해 전염력이 감소되지 않으며, 특히 치과 기구나 수술 도구에 접촉된 경우 일반적인 멸균 방법에 저항성을 가져 전염력이 보존되는 것으로 보고되고 있다. 이처럼 사람에서 문제가 되는 프리온 관련 질환으로는 kuru 병, Creutzfeldt-Jacob 병, Gerstmann-Straussler-Scheinker

병, Fatal Familial Insomnia 등이 있다.⁵⁾

1996년 처음으로 사람에게서 발견된 “변형 Creutzfeldt-Jacob 병”은⁶⁾ 감염성 프리온(prion)에 의해 전염되는 것으로 알려져 있으며,⁷⁾ 2006년 4월까지 영국에서 161건, 프랑스에서 13건 등이 보고되고 있다.⁸⁾ 변형 Creutzfeldt-Jacob 병이 확진되거나, 임상적으로 의심되는 환자의 편도 조직에서 생검을 한 결과, 프리온이 양성으로 검출되었다.⁹⁾ 비록 Proseal 후두마스크를 통한 변형 Creutzfeldt-Jacob 병의 전염에 대한 보고는 없으나, 마취 중 편도 주위조직에 위치하는 Proseal 후두마스크의 잔류 단백질을 재사용 전에 완전히 제거하는 것은 단백질을 매개로 한 전염으로부터 환자를 보호하는 매우 중요한 일이다.

후두마스크 재사용시 세척 후 잔존하는 잔류 단백질에 대한 연구 결과, Miller 등은¹⁰⁾ 커프의 외부표면에서 내부표면보다 높은 빈도로 단백질이 발견되었으며, 이는 후두마스크 삽입시 점막부분에 밀착되기 때문이라고 보고하였다. Stone 등은²⁾ PLMA 커프의 배쪽 부위에 해당되는 가장자리에서 잔류 단백질이 가장 높은 빈도로 검출되었다고 보고하였으며, 또한 Brimacombe 등은³⁾ 커프보다 원위관과 등쪽 부위에서 잔류단백이 더 많이 검출되었는데, 그 이유는 이들 표면이 더 불규칙적이어서 단백질이 침착되기 쉽기 때문이라고 보고하였다. 이처럼 후두마스크 사용 후 제조사에서 추천하는 청소를 하여도 잔류 단백질이 다양한 부위에서 검출됨을 알 수 있다.

“변형 Creutzfeldt-Jacob 병” 발병 후 후두마스크의 잔류 단백질 제거를 위한 다양한 방법들이 소개되었으며 그 효과에 대해 많은 논란이 있다. 제조회사에서 추천하는 기존의 청소방법은 보이는 이물질이 완전히 제거될 때까지 미지근

Table 1. Demographic and Clinical Data of the Groups

	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 20)
PLMA size 4/5	13/7	15/5
Age (yr)	43 (35–51)	48 (31–62)
Sex (M/F)	13/7	11/9
Weight (kg)	68 (58–76)	65 (58–73)
Height (cm)	171 (164–175)	164 (162–168)
Duration of anesthesia (min)	80 (61–98)	95 (80–126)

Data are median (interquartile range) or numbers. Group 1: clean by hand wash-autoclave, Group 2: clean by hand wash-ultrasonic Cleaner using enzymatic solution-autoclave.

Table 2. Site and Severity of Staining of the ProSeal Laryngeal Mask Airway between Preoperative and Post-cleaning Periods

Severity : nil/mild/moderate/severe	Group 1		Group 2	
	Preop	Postop	Preop	Postop
Outer surface	20/0/0/0	7/12/1/0	20/0/0/0	15/5/0/0*
Inner surface	20/0/0/0	17/3/0/0	20/0/0/0	15/4/1/0
Edge	20/0/0/0	14/6/0/0	20/0/0/0	15/5/0/0
Airway inside	20/0/0/0	18/2/0/0	20/0/0/0	18/2/0/0
outside	20/0/0/0	17/3/0/0	20/0/0/0	18/2/0/0
Drain inside	20/0/0/0	18/2/0/0	20/0/0/0	17/3/0/0
outside	20/0/0/0	17/3/0/0	20/0/0/0	18/2/0/0
Strap inside	20/0/0/0	17/3/0/0	20/0/0/0	18/2/0/0
outside	20/0/0/0	17/2/1/0	20/0/0/0	16/4/0/0
Total	20/0/0/0	5/15/0/0	20/0/0/0	8/12/0/0

Data are numbers at each score for staining severity. Scores for severity: nil, mild (>0–20%), moderate (>20–80%), severe (>80–100%). Group 1: clean by hand wash-autoclave, Group 2: clean by ultrasonic cleaner. Scores for severity: nil, mild, moderate, severe. Preop: the time before Using the mask for surgery. Postop: the time after completion of selective cleaning process for each Group. *: P < 0.05 compared with the group 1.

한 물에서 커프와 기도관을 씻고, 작고 부드러운 솔을 이용하여 aperture bar를 통해 기도관으로 삽입하여 청소한 후 완전히 건조시킨 다음 가압증기멸균소독을 할 것을 추천하고 있지만, Laurensen 등은¹¹⁾ 사용 후 세척한 30개의 LMA를 검사하여 멸균소독, 초음파 세척기, 뜨거운 물에서의 세척, 공기 중에서 건조 그리고 멸균소독의 순으로 충분히 세척한 경우에서도 17개의 LMA에서 인간의 조직이 발견되었고 전술한 것처럼 현미경학적 검사 결과 LMA의 불규칙한 표면에 단백질이 침착된 것을 관찰하였다. 이처럼 잔류단백질 제거를 위한 기존의 청소법은 효과가 없는 것으로 알려져 있다.¹²⁾ 이에 다양한 연구들이 이루어져 Coetzee는⁴⁾ LMA의 청소 시 흐르는 물과 chlorhexidine gluconate로 소독 후 가압 증기 멸균하는 방법보다는 세척 후 마스크를 물리적으로 마스크 표면을 문지르며 청소하는 방법이 단백질 제거에 더 효과적이며, 기도관 원위부의 격자모양의 기도관 개구부와 같이 청소하기 어려운 부분은 초음파를 사용한 청소법이 효과적이라고 추천하였고, 그 외에 과망간산칼륨을 이용한 부가적인 청소법이 효과가 있다는 보고도 있다.^{12,13)} 반면 회전하는 솔을 사용하거나 자동 세척기를 사용한 경우에도 완전한 세척이 되지 않았고^{2,3)} 또한 치석 또는 단백질 제거 용액을 사용한 경우³⁾ 및 압축공기 분사청소도¹⁴⁾ 단백질 제거에 도움이 되지 않는다고 하였다. 그 외 단백질 제거의 효능을 증가시키기 위해서 연마제의 속도나 시간을 늘리거나, 오랜 시간 동안 강한 약제를 사용하거나 고압멸균기의 시간이나 빈도를 늘리는 방법¹⁵⁾ 있을 수는 있지만 후두마스크에 손상을 줄 수 있어³⁾ 추천되고 있지 않다. 또한 사용하지 않은 Proseal 후두마스크와 사용한 Proseal 후두마스크를 함께 묶어 청소한 경우, 교차 오염이 일어난다고 Richards 등은¹⁶⁾ 주장하였고 사용 후 각각의 후두마스크를 따로 청소할 것을 추천하고 있으며 Greenwood 등은¹⁷⁾ LMA의 사용횟수가 증가할수록 손세척과 가압증기멸균처리를 하여도 단백질 잔류량이 증가하므로 제조사에서 보증한 횟수를 지키는 것을 추천하고 있다.

Coetzee은¹⁾ 초음파 세척기를 이용하여 부가적인 청소를 시행한 경우, strap 부위의 잔류 단백질 제거에 효과가 있었지만 다른 부위에서는 효과가 없었다고 보고하였다. 이에 본연구에서는 enzymatic solution을 이용하여 초음파 세척기를 부가적으로 사용한 것이 잔류단백질의 제거에 미치는 효과를 확인하고자 하였다. 본연구에서 단백질 침착이 가장 높은 빈도를 보인 부위는 외부표면이었으며 그 다음으로 가장자리(edge)에서 높게 검출되었다. 초음파 세척기를 사용한 실험 2군에 있어서 실험 1군과 비교하여 커프의 외부표면에서 잔류 단백질이 적게 나타났다. 이처럼 외부표면에 잔류 단백질이 적게 나타난 이유는 초음파 세척기를 사용한 경우, 후두마스크가 enzymatic solution의 수면에 뜨게 되

Fig. 2. There is a Proseal™ laryngeal mask airway which is submerged under the enzymatic solution in ultrasonic cleaner.

어 외부표면이 수면에 잠기게 되고(Fig. 2), 수면에 잠긴 외부표면에 초음파 세척의 효과가 있었고 그 외 다른 부분에는 효과가 없었던 것으로 생각된다. 하지만 전체적인 결과에 있어서는 청소방법의 차이에 관계없이 잔류단백질이 검출되었으며 초음파 세척기의 청소효과는 없는 것으로 나타났다.

본연구에서는 초음파 세척 과정 중 후두마스크 커프의 공기 제거를 고려하지 못한 바, 후두마스크가 완전히 수면에 잠긴 경우에 있어서의 초음파 세척기의 청소효과에 대해서도 앞으로 고민해 보아야겠다.

Proseal 후두마스크의 재사용 후 발생할 수 있는 잔류 단백질로 인한 전염 위험성을 감소시키는 가장 좋은 방법은 일회용 기도 관리 기구를 사용하는 것이지만, 가격적인 면에서 현실적인 제약이 있다. 따라서 효과적으로 잔류 단백질을 제거할 수 있는 청소법에 대해 향후 더 많은 연구가 이루어져야겠다.

참 고 문 헌

1. Clery G, Brimacombe J, Stone T, Keller C, Curtis S: Routine cleaning and autoclaving does not remove protein deposits from reusable laryngeal mask devices. *Anesth Analg* 2003; 97: 1189-91.
2. Stone T, Brimacombe J, Keller C, Kelley D, Clery G: Residual protein contamination of ProSeal laryngeal mask airways after two washing protocols. *Anaesth Intensive Care* 2004; 32: 390-3.
3. Brimacombe J, Stone T, Keller C: Supplementary cleaning does not remove protein deposits from re-usable laryngeal mask devices. *Can J Anaesth* 2004; 51: 254-7.
4. Coetzee GJ: Eliminating protein from reusable laryngeal mask airways. A study comparing routinely cleaned masks with three alternative cleaning methods. *Anaesthesia* 2003; 58: 346-53.
5. Wiggins RC: Prion Stability and Infectivity in the Environment. *Neurochem Res* 2008 May 16. Available from <http://www.springerlink.com/content/9m6143066753g280>.
6. Will RG, Ironside JW, Zeidler M, Cousens SN, Estibeiro K, Alperovitch A, et al: A new variant of Creutzfeldt-Jakob disease

- in the UK. *Lancet* 1996; 347: 921-5.
7. Haltia M: Human prion diseases. *Ann Med* 2000; 32: 493-500.
8. Sutton JM, Dickinson J, Walker JT, Raven ND: Methods to minimize the risks of Creutzfeldt-Jakob disease transmission by surgical procedures: where to set the standard? *Clin Infect Dis* 2006; 43: 757-64.
9. Hill AF, Butterworth RJ, Joiner S, Jackson G, Rossor MN, Thomas DJ, et al: Investigation of variant Creutzfeldt-Jakob disease and other human prion diseases with tonsil biopsy samples. *Lancet* 1999; 353: 183-9.
10. Miller DM, Youkhana I, Karunaratne WU, Pearce A: Presence of protein deposits on 'cleaned' re-usable anaesthetic equipment. *Anaesthesia* 2001; 56: 1069-72.
11. Laurenson IF, Whyte AS, Fox C, Babb JR: Contaminated surgical instruments and variant Creutzfeldt-Jakob disease. *Lancet* 1999; 354: 1823-4.
12. Laupau W, Brimacombe J, Richards E, Keller C: High concentration potassium permanganate eliminates protein and particle contamination of the reusable classic laryngeal mask airway. *Anaesthesia* 2006; 61: 524-7.
13. Laupau W, Brimacombe J: Potassium permanganate reduces protein contamination of reusable laryngeal mask airways. *Anesth Analg* 2004; 99: 614-6.
14. Choi WJ, Kim YH, Kyoung MK: The effect of compressed air jet cleaning on the elimination of postoperative residual protein from a ProSealTM laryngeal mask airway. *Korean J Anesthesiol* 2007; 53: 430-4.
15. Bannon L, Brimacombe J, Nixon T, Keller C: Repeat autoclaving does not remove protein deposits from the classic laryngeal mask airway. *Eur J Anaesthesiol* 2005; 22: 515-7.
16. Richards E, Brimacombe J, Laupau W, Keller C: Protein cross-contamination during batch cleaning and autoclaving of the ProSeal laryngeal mask airway. *Anaesthesia* 2006; 61: 431-3.
17. Greenwood J, Green N, Power G: Protein contamination of the laryngeal mask airway and its relationship to re-use. *Anaesth Intensive Care* 2006; 34: 343-6.