

물 없이 사용하는 알코올 손소독제의 시험관 내 *Staphylococcus aureus* 증식억제 효과

문 철¹ · 김경미²

¹세명대학교 임상병리학과 전임강사, ²세명대학교 간호학과 전임강사

In vitro Inhibitory Effect of Alcohol Hand Rubs Against *Staphylococcus aureus*

Cheol Moon¹, Kyung Mi Kim²

¹Full-time Lecturer, Department of Clinical Laboratory Science, Semyung University; ²Full-time Lecturer, Department of Nursing, Semyung University, Jecheon, Korea

Purpose: We tested the inhibitory effect of six purchasable alcohol hand rubs against *Staphylococcus aureus*. **Methods:** Five alcohol hand rubs were collected with random manner on the market and 1 alcohol hand rubs which is currently used in a hospital was included. we designed the experimental scheme on the basis of M7-A6 method of NCCLS. Each hand rubs were diluted to 1:1, 1:10, 1:100, 1:1,000 with tryptic soy broth. *S. aureus* was cultured. Turbidity and the colony counting was measured. **Results:** With dilution rate of 1:1, all products showed more than 95% of the inhibitory effect on bacterial growth. At 1:10 dilution, product N° 1, 2, 3, 4, and 5 displayed the inhibitory effect of 97.77%, 92.38%, 78.19%, 97.42%, and 96.6%, respectively. But, the inhibitory effect of product N° 6 has been disappeared at that dilution. Over 1:100 dilution, all products lost their inhibitory effect except product N° 5. Product N° 5 displayed more than 96% of inhibitory effect at all dilution rate, even at 1:100 and 1:1,000. **Conclusion:** We identified that inhibitory effect on bacterial growth of alcohol hand rubs was variable. We suggest that concentration of alcohol should be checked before choosing alcohol hand rubs. Further evaluation of in vivo study is needed.

Key Words : Alcohol; Handwashing; *Staphylococcus aureus*

국문주요어 : 알콜, 손위생, 황색포도알균

서 론

1. 연구의 필요성

손위생은 의료관련 감염은 물론 각종 감염성 질환을 예방하는데 일차적인 역할을 하는 방법으로 알려져 있는 개인 위

생 및 공중위생의 가장 기본적인 사항이다(Ganokar, Geraldo, Caraos, & Modak, 2005; Kim & Kim, 2009). 손위생의 중요성은 19세기 중반 오스트리아의 산부인과 의사인 Semmelweise가 손소독제를 이용한 손씻기로 병원 내 산욕열을 감소시킨 것으로부터 과학적 기초가 되어 강조되어 왔다(Korean Society Nosocomial Infection, 2001). 특히 의료 환경에서는 의료인의 손으로부터 병원균이 전파되어 감염을 일으킴이 여러 연구들을 통해 보고되고 있고(Centers for Disease Control and Prevention, 2002), 이에 따라 효과적인 손위생 방법과 손위생 수행률을 높이기 위한 전략들에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 손위생은 의료환경 뿐

Corresponding author :

Kim Kyung Mi, Full-time Lecturer, Department of Nursing, Semyung University, 117 Semyung-ro, Jecheon 390-711, Korea
Tel: 043-649-1356 Fax: 043-649-1785
E-mail: icpkim@semyung.ac.kr

투고일 : 2010년 6월 30일
게재확정일 : 2010년 8월 2일

심사의뢰일 : 2010년 7월 1일

만 아니라 일상 생활에서도 강조되는 부분으로, 부적절한 손 위생은 음식매개질환들의 원인이 되며 SARS, 인플루엔자, 감기, 콜레라, 이질, 유행성 눈병 등의 전염병들의 발생에도 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Jeong et al, 2007). 특히 2009년 신종인플루엔자 유형으로 손위생의 중요성이 더욱 부각되었고, 범국민 손씻기 운동본부(<http://www.hand-washing.or.kr>) 및 각 보건소와 학교, 언론 등에서 전 국민을 대상으로 손위생 이행과 인식 증진을 위한 다양한 교육 및 홍보 활동을 전개하였다. 이를 통해 일반인들의 손씻기에 대한 관심이 높아지게 되었고, 그동안 의료기관에서만 사용하던 알코올 성분을 기반으로 한 물 없이 사용하는 손소독제가 일반 대형마트와 슈퍼 마켓에서도 시판되게 되어 여러 회사에서 제조된 다양한 제품들을 일반인들도 쉽게 구매하고 이용하는 계기가 되었다.

물 없이 사용하는 소독제는 알코올을 주성분으로 사용하는 제제가 일반적으로 널리 사용되고 있다. 물 없이 사용하는 알코올 손소독제를 이용한 손위생은 물과 비누를 이용한 손씻기의 단점인 피부 건조나 자극을 보완하고, 세면대가 부족하여 물을 이용한 손씻기가 용이하지 않거나 시간이 부족한 의료인들의 손소독에도 편리하게 사용할 수 있는 장점이 있으며 (Johnston, & English, 2007; Rupp et al, 2008), 일반인들이 손위생에 사용하기에도 편리하다. 물 없이 사용하는 알코올 손소독제의 올바른 사용법은 눈으로 보이는 오염이 없는 상태의 건조한 손에 약 3 mL의 알코올 제제를 넣고 30초동안 알코올이 증발될 때까지 골고루 문지르는 것이다(Widmer, 2000). 물 없이 사용하는 알코올 손소독제의 효과는 사용하는 이들의 순응도(compliance)가 높아야 하고 무엇보다 세균을 사멸하는 능력이 우수해야 한다. 의료 기관에서는 물 없이 사용하는 알코올 손소독제를 사용하는 경우 공인 기관에서 승인되었거나 직접 확인 실험을 통해 그 효과를 확인한 후 사용하는 경우가 대부분이다. 그러나 일반 마트나 슈퍼마켓에서 시판되고 있는 손소독제들은 대부분의 병원성 미생물을 사멸시키는 것으로 주장하고 있으나 제품의 성분표시가 제대로 되어 있지 않거나 성분이 표시되어 있어도 농도 등이 명시되어 있지 않아 실제 사멸 효과에 대해서는 의문이 제기되었다.

이에 본 연구에서는 식중독 및 피부 감염의 주요 원인균인 *Staphylococcus aureus*의 증식 억제 효과에 대한 시험관 내 (*in vitro*) 실험을 실시함으로써 시중에서 판매되고 있는 물 없이 사용되고 있는 알코올 손소독제들의 효능을 알아보았다.

2. 연구 목적

본 연구는 시중에서 판매되고 있는 물 없이 사용하는 알코올 손소독제의 세균 증식 억제 효과를 시험관 내(*in vitro*) 실험을 통해 알아봄으로써 손위생 제제로서 효과가 있는지를 알아보기 위함이다.

3. 용어 정의

1) 알코올 손소독제

알코올을 주성분으로 하는 손소독제로, 이 연구에서는 물과 비누를 사용하지 않고 손에 문질러 사용하는 젤 형태의 손위생 제품을 말한다.

2) 탁도측정법

Mcfarland nephelometer를 이용한 탁도측정을 통하여 부유액 내의 세균수를 측정하는 방법으로써 Mcfarland 탁도 단위(unit) 1은 약 3×10^8 CFU/mL에 해당하는 세균수를 의미한다(Bollela, Sato, & Fonseca, 1999).

3) 집락계수법

평판에 생성된 세균집락 개수를 세어 세균수(CFU)를 측정하는 방법으로써 본 연구의 경우 미국 FDA의 Bacteriological Analytical Manual 방법을 참고하였다(Benette & Lancette, 1998).

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 시중에서 구입가능한 알코올 손소독제가 지닌 세균증식억제/살상능력 평가를 위한 시험관 내(*in vitro*) 실험 연구이다. 연구자들은 National Committee on Clinical Laboratory Standard (NCCLS)의 M7-A6 methods (National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2003)를 참고로 각 제품의 최소억제농도(minimal inhibitory concentration, MIC)를 탁도측정과 집락계수를 통해서 측정, 제품 간 세균증식억제/살상능력의 차이를 확인하였다.

2. 연구 대상

일반 소비자들이 구입하여 사용하는 알코올 손소독제의 실제 세균증식억제, 세균살상능력을 평가하기 위하여, 서울 시내의 대형마트 및 슈퍼마켓에서 구입 가능한 알코올 손소독

제 5개를 무작위로 선택하였다. 실험에 사용한 각 알코올 손소독제와의 효과 비교를 위해 서울의 한 개 대학병원에서 사용되고 있는 알코올 손소독제를 1개 추가하여 실험을 진행하였다. 각각의 알코올 손소독제에 무작위로 1번부터 6번까지 번호를 부여하였다. 1번 제품의 경우 96% 알코올 성분이었으며, 2번과 6번 제품은 알코올 농도가 표시되어 있지 않은 제품이었다. 3번은 54.72% 알코올 성분 제품이었으며, 4번은 알코올 62.5%, 5번은 61.5% 알코올 성분 제품이었다. 알코올 대조군은 100% 에탄올을 희석하여 사용하였다.

3. 실험 방법

1) 세균 및 배양

실험에는 표준균주인 *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* (ATCC 25923)를 사용하였다. *S. aureus*를 키우는 배지로는 tryptic soy broth (Difco, Sparks, MD, USA) 및 tryptic soy agar (Difco, Sparks, MD, USA)를 사용하였다. 건강한 세균을 얻기 위해 표준균주 *S. aureus*를 tryptic soy agar에 도말하여 37°C에서 18시간 배양하였다. 18시간 배양 후 생성된 집락들 중 하나를 골라 5 mL의 tryptic soy broth에 접종한 후 회전수 150 rpm, 37°C의 조건으로 shaking incubation (SI300R, Jeio tech, Korea)을 통해 세균수가 1×10^7 CFU/100 mL가 될 때까지 배양하였다.

시중에서 구입한 6종류의 알코올 손소독제를 액체 배양용 tryptic soy broth 3 mL와 1/10, 1/100, 1/1,000로 희석하였다. 100% 에탄올을 1/10으로 희석하여 음성대조군으로 사용하였고 첨가물이 없는 tryptic soy broth에 세균을 접종하여 양성대조군으로 사용하였다. 양성, 음성 대조군을 비롯하여 희석된 알코올 손소독제가 포함된 각각의 시험관 내에 앞서 준비한 세균 100 mL (1×10^7 CFU)를 첨가한 후 18시간 동안 150 rpm의 속도로 흔들며 37°C에서 배양함으로써 총 18시간 동안 세균과 손소독제를 반응시켜 주었다.

2) 세균수 측정

(1) 탁도측정

Mcfarland (1907)에 의해 처음 소개된 세균 부유액 내 세균수를 측정하기 위한 탁도 측정기기인 Mcfarland nephelometer (M0042, Biomérieux, France)를 사용하였다. 0.5 mL의 배양액을 취하여 측정용 튜브에 담아 595 nm 파장을 이용하여 탁도를 측정하였다.

Mcfarland 탁도단위(unit) 1은 약 3×10^8 CFU/mL에 해당

하는 세균 수를 의미하며(Bollela, Sato, & Fonseca., 1999), 측정된 탁도는 아래의 계산을 통해 1 mL당 세균 수(colony forming unit, CFU)로 환산하였다(Bollela, Sato, & Fonseca, 1999; Mcfarland, 1907).

$$\text{Mcfarland unit} \times (3 \times 10^8) = \text{CFU/mL}$$

시험관 당 3 mL의 배양액이 들어있으므로, 위 식을 통해 계산된 수치에 3을 곱하여 시험관 내의 총 세균 수를 계산하였다. 또한 각 시험관에서 100 μ L의 세균배양액을 취하여 tryptic soy agar 평판 배지에 도말하고 37°C에서 18시간 배양한 후 생성된 집락을 계수하여, 조건 간에 비교하였다(Benette & Lancette, 1998).

(2) 집락계수

평판배지에 증식시킨 집락계수를 위해서는 집락계수기(colony counter 570, SUNTEX, TAIWAN)를 사용하였다.

2) 최소억제농도(MIC) 측정

National Committee on Clinical Laboratory Standard M7-A6 method(NCCLS, 2003)를 기초로 하여 시행되었다. 세균배양과 알코올 손소독제의 희석을 위해 tryptic soy broth (Difco, Sparks, MD, USA)를 사용하였다. 알코올 손소독제를 1:1, 1:10, 1:100, 1:1,000로 희석하여 준비하고 각각 *S. aureus* (1×10^7 CFU/100 μ L)를 넣어 주어 37°C에서 18시간 동안 배양하였다. 배양 후, Mcfarland nephelometer를 이용하여 배양액의 탁도를 측정하여 세균증식이 억제된 희석배수를 조사하였다.

4. 자료 분석 방법

세균 배양액의 탁도는 Mcfarland nephelometer를 이용하여 얻었으며 환산 공식을 이용하여 세균의 수(CFU)를 구하였다. 세균증식억제정도는 알코올 손소독제 부재 조건(tryptic soy broth)에서 자란 세균수(CFU)와 알코올 손소독제 존재 시 자란 세균수 사이의 백분율로 나타내었다. 최소억제농도(MIC)는 세균 배양 후 Mcfarland nephelometer를 이용하여 배양액의 탁도를 측정하여 세균증식이 억제된 희석배수를 구하였다.

연구 결과

1. 탁도측정 및 MIC

각 제품을 희석하여 세균 배양하였을 때 측정된 세균의 수 (Figure 1)와 세균증식억제정도를 백분율(Figure 2)로 나타내었다. 양성대조군(Tryptic soy broth)의 경우 18시간 배양 후 탁도는 8.53이었고, 세균 수는 76.77×10^8 CFU이었다. 음성대조군(10%알코올)의 경우 Mcfarland 탁도 -0.047, 세균 수는 -0.423×10^8 CFU을 나타냈다. 우선 제품들을 1:1로 희석했을 경우에는 모든 제품들이 약 96% 정도의 세균증식억제효과를 나타냈다. 그러나, 1:10 희석 부터는 제품 간의 차이가 관찰되었다. 또한, 알코올 농도 61.5%인 5번 제품을 제외한 모든 제품들이 1:100 희석 부터는 세균증식억제능력이 없어지는 것으로 관찰되었다(Figure 1, 2). 알코올 농도 96%인

1번 제품은 1:10 희석 시에 Macfaland 탁도 0.193, 세균 수 1.71×10^8 CFU을 나타내어 약 97% 이상의 세균증식억제 능력을 보였고, 1:100, 1:1,000 희석 시에는 양성대조와 비슷한 정도의 세균이 증식되었다. 알코올 농도를 알 수 없는 2번 제품의 경우도 1:10 희석했을 경우 Mcfarland 탁도 0.65, 세균 수 5.85×10^8 CFU로 양성대조에 비해 세균증식이 약 92% 감소하였으나, 1번 제품에 비해 세균증식억제능력은 약 5% 정도 감소되었다. 1:100, 1:1,000으로 희석해 주었을 때에는 세균증식억제효과가 나타나지 않았다. 알코올 농도 54.72%인 3번 제품의 경우, 1:10 희석 시에는 세균증식억제 효과가 나타났으나(Mcfarland 탁도 1.86, 환산 세균 수 16.74×10^8 CFU), 1, 2번 제품에 비해 현저히 줄어든 세균증식억제효과(약 78%)를 보였다. 1:100, 1:1,000 희석 시에는 세균증식억제 효과가 없었다. 알코올 62.5%인 4번 제품 역시 1:100, 1:1,000

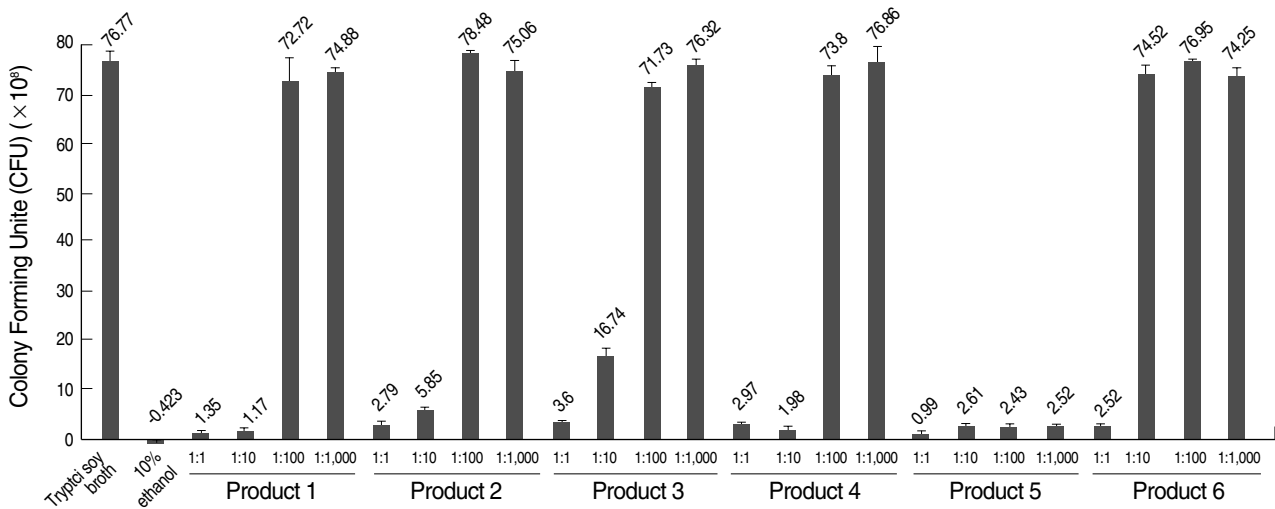


Figure 1. The Colony Counts of *S. aureus* Cultured in the Presence of Alcohol Hand Rubs.

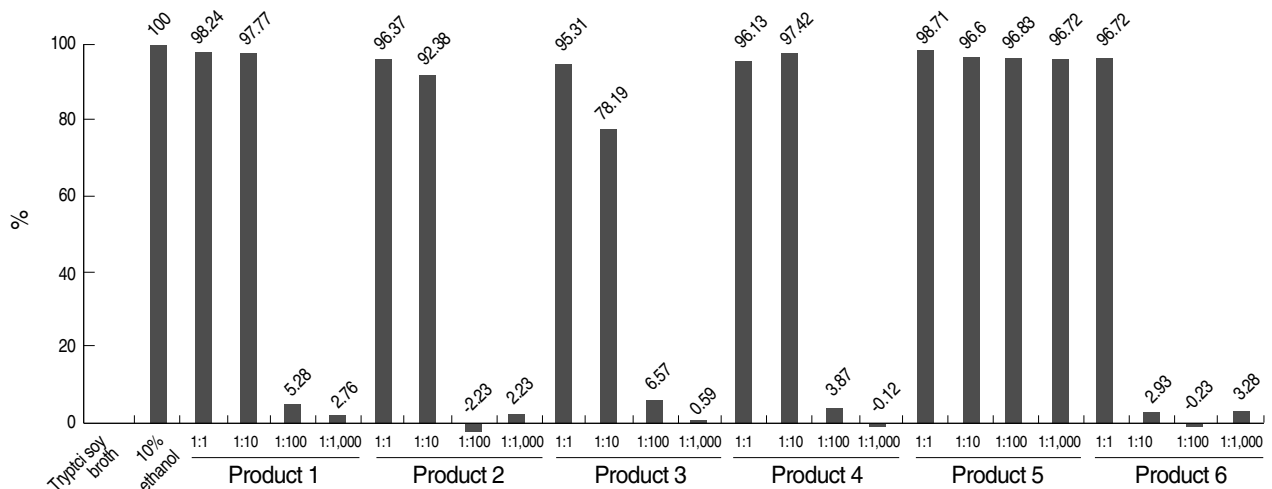


Figure 2. The Percentage of Inhibitory Effect of the Alcohol Hand Rubs.

희석 시에는 세균증식억제효과를 나타내지 않았으나 1:10으로 희석하였을 때는 97% 이상(Mcfarland 탁도 0.22, 환산 세균 수 1.98×10^8 CFU)의 증식억제 효과를 보였다. 5번 제품의 경우는 타 제품과 달리 모든 희석배수에서 거의 일정하게 세균증식억제효과를 나타내었다. Mcfarland 탁도는 1:10 희석 시에 0.293, 1:100 희석 시 0.273, 1:1,000 희석 시 0.28이었으며, 세균수는 2.61×10^8 CFU, 2.43×10^8 CFU, 2.52×10^8 CFU로 각각 96.6%, 96.83%, 96.72%의 세균억제능력을 보였다. 이와 대조적으로 알코올 농도를 알 수 없는 6번 제품은 1:1 희석 시에만 세균증식을 억제(96% 이상)하였을 뿐 나머지 희석 배율에서는 억제능력을 상실하였다(Figure 1, 2). 그러므로, 6번 제품을 제외한 나머지 5개 제품들은 1/10 농도가 유의한 세균증식억제능력을 나타내는 최소농도로 파악된다.

2. 집락계수

희석된 손소독제와 배양한 후 배양액 100 μ L을 tryptic soy agar 에 도말한 후 추가로 18시간을 배양하였다. 배양 후 평판배지에 생성된 집락의 수를 세어 각 조건 간 비교하였다(Table 1). 탁도 환산 세균수와 정확히 일치하지는 않지만 비슷한 경향을 나타내었다. 1번, 2번, 3번, 4번, 5번 제품은 1:1, 1:10 희석 시에 현저히 집락수가 줄어들었지만, 1:100, 1:1,000 희석 시에는 효과가 없었다. 5번 제품은 모든 희석배율에서 집락수가 줄었고, 6번 제품은 1:1 희석 배율을 제외한 모든 희석배율에서 유의한 집락 수 감소가 관찰되지 않았다.

논 의

본 연구는 최소억제농도(minimal inhibitory concentration, MIC) 측정을 통해, 일반 대형 마트와 슈퍼마켓에서 시판 중인 알코올 손소독제의 세균억제/살상능력 평가를 시도한 시험관 내(*in vitro*) 실험 연구이다.

알코올 손소독제는 젤 형태와 용액 형태가 있으며 그동안

병원과 같은 의료 환경에서 의료인의 손위생에 주로 사용되어 왔다. 그러나 신종 인플루엔자의 유행으로 일반인들에서도 손위생의 중요성이 강조되면서 화장품이나 일반 의약품으로 분류된 알코올 손소독제를 일반 대형 마트와 슈퍼마켓은 물론 인터넷 등을 통해서도 쉽게 구입하게 되었다. 시중에서 판매되고 있는 여러 종류의 젤 타입의 알코올 손소독제들의 대부분이 세균이나 바이러스를 99.9% 사멸 시킬 수 있다고 주장하고 있으나 알코올 농도가 정확히 표시되어 있지 않은 제품도 있어 실제 미생물 사멸 능력이 의심이 되는 실정이다. 이에 본 연구에서는 시중에서 판매되고 있는 알코올 손소독제의 미생물 억제 및 살상 능력을 알아보고자 하였으며 본래 항균제감수성시험의 결과를 표시하는 개념으로써 항균제가 세균증식을 억제하는데 필요한 최소한의 농도를 의미하는 최소억제농도(minimal inhibitory concentration, MIC)를 (Chong et al., 2009) 측정하여 항균효과를 평가하였다.

알코올 소독제는 isopropanol, ethanol, n-propanol 등의 알코올이 사용되며 (Rotter, 2001), 손소독제에 사용되는 알코올 농도는 60%~90%가 가장 효과적인 것으로 되어 있으나(Picheansalthian, 2004) 본 연구에 사용된 알코올 손소독제의 농도는 54.7%에서 96%까지 다양하였고, 농도를 알 수 없었던 제품도 있었다. 실험 대상 알코올 손소독제 6개의 제품 중 알코올 농도를 알 수 없었던 6번 제품을 제외한 5개의 제품이 원액과 1/10 농도에서 유의한 세균억제효과를 나타내는 것으로 관찰되었다. 알코올 성분 96%인 1번 제품이 가장 효과적인(97.77%) 세균억제효과를 보였고, 4번(알코올 농도 62%), 5번(알코올 농도 61.5%), 2번(알코올 농도 모름), 3번(알코올 농도 54.72%) 순으로(97.42%, 96.9%, 92.38%, 78.19%) 세균억제효과를 보였는데 2번과 같이 알코올 농도를 알 수 없었던 경우를 제외하고는 알코올 농도가 높을 수록 세균 억제 효과가 좋은 것으로 나타났다. 1/10농도보다 희석배율이 높은 경우(1/100, 1/1,000)에는 알코올 성분이 61.5%인 5번 제품을 제외하고 모두 양성대조군과 비슷한 수준의 세균 증

Table 1. Colony Counts on Tryptic Soy Agar Plate after 18h of Incubation with Hand Rubs

Product n° (alcohol concentration)	① (96%)	② (unknown)	③ (54.72%)	④ (62%)	⑤ (61.5%)	⑥ (unknown)
Dilution						
1:1	0.3×10^8	121	1.45×10^8	0.15×10^8	8	1.88×10^8
1:10	0.35×10^8	0.29×10^8	2.61×10^8	0.33×10^8	2×10^8	220×10^8
1:100	100×10^8	180×10^8	150×10^8	380×10^8	0	450×10^8
1:1,000	180×10^8	450×10^8	310×10^8	250×10^8	10×10^8	330×10^8

*Negative control (Ethanol)=15.
Positive control (Tryptic soy broth)= 350×10^8 .

식정도를 보여 세균증식억제효과를 관찰할 수 없었다. 5번 제품은 1/10, 1/100, 1/1,000 희석배율 모두에서 96% 이상의 세균증식억제효과를 보임으로써 타 제품에 비해 낮은 농도에서도 효과적으로 세균증식을 억제하는 것으로 관찰되었다. 알코올 농도를 알 수 없었던 6번 제품은 조사한 모든 농도에서 세균증식억제효과를 나타내지 않았다. 탁도를 통한 세균 수 측정과 함께 직접적인 집락계수를 통해 실제 배양액 중에 살아있는 세균의 수를 측정한 결과는 탁도 환산 세균 수와 정확하게 일치하지는 않았지만, 매우 유사한 경향성을 나타내었다. 즉, 알코올 성분을 알 수 없는 6번 제품을 제외한 모든 제품이 1/10 농도에서 유의한 세균증식억제효과를 보였고, 알코올 농도 61.5%인 5번 제품은 1/100, 1/1,000 농도에서도 집락생성이 현저히 억제되는 효과를 나타내었다. 탁도 세균 수 측정을 통한 MIC 조사와 집락계수 방법을 통해 6개의 제품 간에 세균증식억제능력의 차이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 제품 간의 차이는 우선 성분의 차이에서 유발될 수 있을 것으로 생각된다. 손 세정제는 알코올에 의해 항균작용이 발생하므로 알코올의 함유량이 중요하다 하겠다. 가장 세균억제효과가 낮았던 6번 제품의 경우 알코올의 함유량 표시가 되어있지 않았는데, 이 제품이 타제품에서 유의하게 세균증식이 억제되었던 1/10 농도에서조차 세균증식을 억제하지 못했던 것으로 미루어 보아 적정 양의 알코올이 함유되어 있지 않을 가능성이 높다. 또한 3번 제품은 알코올 함유량이 54.72%로 타 제품들에 비해 다소 알코올의 함유량이 떨어졌는데, 3번 제품은 1/10농도에서 타 제품들에 비해 약 20% 정도 감소된 세균증식억제효과를 나타내었다. 그러나, 알코올 손소독제들을 일상에서 사용할 때는 희석되지 않은 원액을 사용하기 때문에 실제로 알코올 손소독제를 사용할 때에는 시험관 내(*in vitro*) 실험에서 관찰되는 제품 간 차이가 나타나지 않을 수도 있다. 실제로 1:10 보다 희석 배율을 낮추어(1:1) MIC를 측정할 결과 6개의 제품 모두 96% 이상의 세균증식억제효과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 알코올 손소독제를 사용하여 손세척을 할 경우에 충분한 양을 사용한다면 적절한 수준의 항균효과를 얻을 수 있을 것으로 추측되며 이를 확인하기 위해서는 생체 내(*in vivo*) 시험이 차후 추가되어야 할 것이다. 세균 증식을 억제할 수 있는 최소한의 농도를 의미하는 MIC는 세균을 살상할 수 있는 최소한의 농도를 의미하는 MBC(minimal bactericidal concentration)와 더불어 오랜 기간 동안 항균제의 감수성을 평가하기 위한 주요 기준으로 사용되어져 왔다. 그럼에도 불구하고 MIC와 MBC는 항균제

의 생체 내(*in vivo*) 효능을 짐작하는 데에는 여러 가지 한계점을 갖고 있다고 지적받아 왔다(Kiem & Schentag, 2006). 생체 내에서는 시험관 내 환경보다 훨씬 더 다양한 요소가 존재하기 때문에 항균제들이 MIC 보다 낮은 농도에서도 항균효과(sub-MIC effect)를 나타낼 수도 있다(Odenholt, 2001). 또한 MIC와 MBC는 생체 내에서 나타날 수 있는 항균제 후효과(postantibiotic effect, PAE)도 반영하지 못한다. 예를 들어, 생체 내에서는 항균제에 의한 직접적인 항균효과 후 백혈구들에 의해 항균효과가 지속될 수도 있다. 그러나, MIC, MBC에는 이러한 효과가 전혀 반영되지 않는다(McDonald, Wetherall, & Pruul, 1981). 생체 내에서 작용하는 항균제와 달리, 손소독제는 손에서 항균효과를 나타내기 때문에 MIC의 한계로 인한 결과의 차이가 그리 크게 나타나지 않을 수도 있다. 그렇지만, 피험자의 손을 사용하여 세균증식억제효과 측정을 시도할 경우 시험관 내(*in vitro*) 실험보다 더 다양한 요소가 결과에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

본 연구에서 사용된 *S. aureus*는 표준균주로서 생활환경 속에서 접촉하는 세균과는 그 성상이 다소 차이가 있을 수 있다. 특히 임상에서 분리된 균주는 많은 차이점을 지니고 있을 것으로 생각되므로, 임상 분리 균주에 대한 알코올 손소독제들의 효과도 역시 측정해야 할 것으로 생각된다. 실제로 동일한 알코올 손소독제를 사용하여 세균을 처리했을 때 분리된 균주에 따라 감수성이 나타나는 시간의 차이가 보고되었는데(Cheeseman, Denyer, Hosein, Williams, & Maillard, 2009) 이 시간의 차이는 알코올 손소독제의 처리 시간이 짧을수록 분명하게 나타나는 경향을 보였다(Maillard, 2007). 이는 분리 균주에 따라 다른 내부적 특성 혹은 손상을 극복하는 능력의 차이 등에 기인할 것이라 짐작된다(Maillard, 2007). 또한 임상 분류 균주들은 같은 종임에도 불구하고 유전적인 유사성과 차이점이 다양하게 나타나기도 한다(Cheeseman et al., 2007). 시험관내 연구(*in vitro*)인 본 연구에 있어서도 다양한 처리 시간에 따른 알코올 손소독제의 효과 변화를 조사하는 작업이 보완되어야 할 것으로 사료된다. 이러한 임상 분류 균주의 특성을 감안할 때 시중에 유통되는 알코올 손소독제들의 효과 평가를 위해서는 임상 분류 균주에 대한 효과도 아울러 검증되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구를 통해 시중에 다양한 농도의 알코올 손소독제가 판매되고 있고 항균작용이 다를 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 일반인들이 시중에서 물 없이 사용하는 손소독제를 구입시 주성분을 확인하고, 주성분이 알코올인 경우 충분한 농

도가 함유된 제품인지를 확인하여 구입해야 할 것이다. 또한 알코올 손소독제를 사용할 때는 충분한 양을 문혀서 골고루 문질러 사용해야 하며, 손에 육안으로 보이는 오염이 있는 경우는 알코올 손소독제를 사용하기 보다는 반드시 물과 비누로 손씻기를 해야 함이 홍보되어야 할 것이다.

결론 및 제언

본 연구는 일반 대형 마트와 슈퍼마켓에서 시판 중인 알코올 손소독제 5개 제품에 대하여 최소억제농도(minimal inhibitory concentration, MIC) 측정을 통해 *S. aureus* 억제 및 살상능력을 평가한 시험관 내(in vitro) 실험 연구이다. 연구를 위해 서울 시내의 대형마트 및 슈퍼마켓에서 무작위로 구입한 알코올 손소독제 5개 제품과, 실험 대상으로 구입한 알코올 손소독제들과의 효과 비교를 위해 서울의 한 개 대학병원에서 사용되고 있는 알코올 손소독제 1개 제품을 대상으로 실험 하였다. 실험 대상 알코올 손소독제들의 농도는 52.4%에서 96%까지 다양하였으며 농도가 표시되어 있지 않은 제품도 있었다. 모든 제품이 1:1 희석 시 95% 이상의 세균증식억제 효과를 보였으나, 1:10, 1:100, 1:1,000 희석에서는 제품에 따라 각기 다른 억제 효과가 나타났다. 이상의 연구 결과를 통해 시중에서 판매되고 있는 다양한 농도의 알코올 손소독제는 항균작용이 다를 수 있음을 확인할 수 있었으므로 일반인들이 시중에서 물 없이 사용하는 손소독제를 구입할 때에는 신중을 기해야 할 것이다.

또한 본 연구는 시험관 내 실험 연구이므로 실제 알코올 손소독제 사용시의 효과와는 차이점이 있을 수 있다는 제한점이 있어, 생체 내(in vivo) 실험을 통해 실제 알코올 손소독제의 효과와의 차이를 확인해 볼 필요가 있으며 손소독제의 처리 시간에 따른 효과의 변화 역시 조사해야 할 필요가 있겠다. 또한 임상 균주를 대상으로 한 알코올 손소독제의 효과를 확인하기 위한 시험관 실험과 생체 내 연구가 추후 필요하다 하겠다.

참고문헌

- Bennett, W., & Lancette, G. A. (1998). Bacteriological Analytical Manual (8th edition, Revision A). Chapter 12. Retrieved May 6, 2009, from <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM071429>.
- Bollela, V. R., Sato, D. N., & Fonseca, B. A. (1999). McFarland nephelometer as a simple method to estimate the sensitivity of the polymerase chain reaction using *Mycobacterium tuberculosis* as a research tool. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 32, 1073-1076.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2002). Guideline for hand hygiene in health-care settings. *Morbidity Mortality Weekly Report* 51, RR-16.
- Cheeseman, K. E., Williams, G. J., Maillard, J. Y., Denyer, S. P., & Mahenthalingam, E. (2007). Typing of *Staphylococcus aureus* clinical isolates using random amplification of polymorphic DNA method and comparison to antiseptic susceptibility typing. *Journal of Hospital Infection*, 67, 388-390.
- Chong, Y. S., Lee, K. W., Kim, H. S., Kim, S. M., Yong, D. Y. (2009). *Current diagnostic microbiology*(4 ed). Seoul: Seo-Heung Choolpana.
- Gaokar, T. A., Geraldo, I., Caraos, L., Modak, S. M. (2005). An alcohol hand rub containing a synergistic combination of an emollient and preservatives: prolonged activity against transient pathogens. *Journal of Hospital Infection* 59, 12-18.
- Jeong, J. S., Choi, J. K., Jeong, I. S., Paek, K. R., In, H. K., Park, K. D. (2007). A Nationwide Survey on the Hand Washing Behavior and Awareness. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 40, 197-204.
- Johnson, G. A., English, J. S. (2007). The alcohol hand rub: a good soap substitute? *British Journal of Dermatology*, 157, 1-3.
- Kiem, S. M., & Schentag, J. J. (2006). Relationship of minimal inhibitory concentration and bactericidal activity to efficacy of antibiotics for treatment of ventilator-associated pneumonia. *Seminars in Respiratory Critical Care Medicine*, 27, 51-67.
- Kim, J. K., & Kim, J. S. (2009). A study on the hand-washing awareness and practices of female university students. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 24, 128-135.
- Korean Society Nosocomial Infection. (2001). *Nosocomial infection* (2nd ed.). Seoul: Han-mi eui Haak.
- Maillard, J. Y. (2007). Bacterial resistance to biocides in the health-care environment: shall we be concerned? *Journal of Hospital Infection*, 65 (suppl.2), 60-72.
- McDonald, P. J., Wetherall, B. L., & Pruul, H. (1981). Postantibiotic leukocyte enhancement: increased susceptibility of bacteria pretreated with antibiotics to activity of leukocytes. *Review of Infectious Disease*, 3, 38-44.
- McFarland, J. (1907). Nephelometer: an instrument for estimating the number of bacteria in suspensions used for calculating the opsonic index and for vaccines. *Journal of American Medical Association*, 14, 1176-1178.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards. (2003). *Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; Approved standard M7-A6* (6th ed.). Wayne, Pennsylvania, USA.
- Odenholt, I. (2001). Pharmacodynamic effects of subinhibitory antibiotic concentrations. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 17,

- 1-8.
- Picheansalthian, W. (2004). A systematic review on the effectiveness of alcohol-based solutions for hand hygiene. *International Journal of Nursing Practice*, 10, 3-9.
- Rotter. (2001). Arguments for alcoholic hand disinfection. *Journal of Hospital Infection*, 48, S4-S8.
- Rupp, M. E., Fitzgerald, T., Puumala, S., Anderson, J. R., Craig, R., Iwen, P. C., et al. (2008). Prospective, controlled, cross-over trial of alcohol-based hand gel in critical care units. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 29, 8-15.
- Widmer, A. F. (2000). Replace hand washing with use of a waterless alcohol hand rub? *Clinical Infectious Disease*, 31, 136-143.