

의료종사자 손 소독용 알코올 젤의 사용량과 건조시간에 따른 항균효과의 비교

지윤정¹ · 정재심²

¹울산대학교 산업대학원, ²울산대학교 의과대학

Comparison of Antimicrobial Effect of Alcohol Gel according to the Amount and Drying Time in Health Personnel Hand Hygiene

Ji, Yoon Jung¹ · Jeong, Jae Sim²

¹The Graduate School of Industrial Technology University of Ulsan, Seoul

²University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to compare the effect of alcohol gel according to the amount and drying time in health personnel hand hygiene and to promote in their practice adequate and effective hand hygiene. **Methods:** The cross-over experimental study was performed with 14 volunteers. Hands were artificially contaminated with 5 mL of 10⁸ CFU/mL of *Serratia marcescens* (ATCC 14756) and four different alcohol gel hand hygiene methods varying by the amount of alcohol gel (2 mL vs. 1 mL) and drying time (complete vs. incomplete) were compared. Samples were collected by glove juice sampling procedures. **Results:** Mean log reduction values of the four different hand hygiene methods were 2.22 ± 0.36, 1.26 ± 0.53, 1.49 ± 0.60, 0.89 ± 0.47 respectively for the 4 groups: adequate amount (2mL) and complete dry (30 seconds rubbing followed by 2 min air-dry), inadequate amount (1 mL) and complete dry, adequate amount and incomplete dry (15 seconds rubbing and no air-dry), and inadequate amount and incomplete dry. The difference was statistically significant in the adequate amount and complete dry group compared to other three groups (*p* < .001). **Conclusion:** Only alcohol gel hand hygiene with adequate amount and complete drying was satisfactory by U.S. FDA-TFM efficacy requirements for antiseptic hand hygiene products.

Key words: Hand hygiene, Alcohol gel, Cross-over studies, Health personnel

서론

1. 연구의 필요성

손위생은 의료관련감염을 예방하기 위한 쉽고도 가장 효과적인 방법이다(Pittet, 2001). 손위생 이행률이 48%에서 66%까지 증가하였을 때, 의료관련감염 발생률은 16.8%에서 9.9%로 감소하였으며 동시에 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)로 인한 의료

관련감염 발생률이 10,000 침상일당 2.16건에서 0.93건으로 감소하였다(Pittet et al., 2000). 그러나 일반적으로 손위생 이행률은 50% 이하에 불과하고, 손위생 소요시간, 소독제로 인한 피부손상 등이 장애요인인 것으로 알려져 왔다(Pittet, 2001). 의료종사자의 손위생 이행을 증진시키기 위하여 간편하고 효과가 빠르며 피부도 보호할 수 있는 손위생 방법이 필요하게 되었고, 물없이 마찰하여 사용하는 알코올 손 소독제(이하 '알코올 젤' 또는 '알코올 소독제')가 개발되어 사용되고 있다.

주요어: 손위생, 알코올 젤, 교차설계, 의료종사자

* 이 논문은 제 1 저자 지윤정의 석사학위논문 의 축약본임.

* This manuscript is a condensed form of the first author's master's thesis from University of Ulsan.

Address reprint requests to : Jeong, Jae Sim

University of Ulsan College of Medicine, Olympicro 43 gil, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea

Tel: +82-92-3010-5311 Fax: +82-02-3010-5332 E-mail: jsjeong@amc.seoul.kr

투고일: 2012년 10월 18일 심사완료일: 2012년 11월 2일 게재확정일: 2013년 2월 13일

알코올 젤은 광범위한 항균력을 가지고 있으며 손에서의 지속성 뿐 아니라 소독 효과도 빠르다(Kampf, 2008; Kampf & Ostermeyer, 2004). Pittet 등(2000)의 연구에 의하면 알코올 젤의 사용이 증가하였을 때 손위생 이행률도 증가하였다. 국내에서도 시간절약과 편리성으로 물 없이 사용하는 알코올 젤 사용이 증가하고 있으며 전국 종합병원의 80.6%가 알코올 젤을 사용하고 있었다(Kang, 2004) 부서별 알코올 젤의 사용현황은 일반병동의 92.3%, 중환자실의 97.4%, 수술실의 43.6%로 나타났다(Park et al., 2006). 그러나 물과 비누나 항균비누를 이용하는 손위생과 달리 알코올 젤을 이용하는 손위생은 손 소독제에 포함된 알코올의 농도, 일회에 사용하는 양 및 접촉시간에 따라 미생물 감소 정도에 차이가 있어 사용자에 따라 항균효과가 달라질 수 있다(Widmer & Dangel, 2004).

미국 질병관리본부(Centers for Disease Control and Prevention, [CDC])의 손위생 지침(Boyce & Pittet, 2002)에 의하면 물 없이 사용하는 알코올 젤의 사용 방법은 한 손바닥에 알코올 젤을 따르고 완전히 마를 때까지 손가락, 손등 및 손가락 사이 등 손 전체 표면을 잘 비비고 문지르는 것이다. 또한, 알코올 소독제의 적절한 사용량에 대해서는 제조업자의 권고 사항에 따르도록 하고 있다. 세계보건기구(World Health Organization [WHO], 2009)는 알코올 소독제의 적정량은 제제마다 다르나 대략 소독제를 손에 덜어 비벼서 문지르고 건조시키는데 20-30초 정도 소요되는 양이며 손위생 후에 완전한 건조를 권장하고 있다.

그러나 실제 임상에서는 알코올 젤 사용량에 대한 지침이 명확하지 않고 시간이 부족하다는 이유로 의료종사자들은 알코올 젤을 소량만 사용하거나 손 전체를 잘 문지르지 않고 건조시간을 줄이는 등 의료환경에서 부적절한 손위생을 자주 시행하는 것이 관찰되고 있다(Laustsen et al., 2008; Tvedt & Bukholm, 2005). Laustsen 등(2008)의 연구에 의하면 적절한 알코올 젤의 양(디스펜서를 2번 누른 2-3 mL)으로 양손을 30초 이상 말려 건조하는 정확한 손위생 이행률은 55%에 불과하였다. 정확한 알코올 젤 사용법으로 시행한 손위생의 경우 환자처치 전후에 각각 82%와 90%에서 미생물 수가 감소하였다. 그러나 사용량이나 건조 시간이 부족한 손위생의 경우 54%와 60%에서만 미생물 수가 감소하여 부적절한 알코올 젤 사용법에 의한 손위생은 미생물 수를 효과적으로 감소시키지 못하였다. Larson, Eke, Wilder와 Laughon (1987)의 연구에서는 알코올 젤을 3mL 사용하면 1mL 사용시보다 항균효과가 높은 것으로 나타나서 알코올 젤의 사용량이 손위생 효과와 관련이 있는 것으로 보고되었다.

국내 의료종사자를 대상으로 한 손위생 관련 연구를 보면 손위생 빈도에 대한 연구(Ahn, 2002; Han, 2003; Jeong & Choe, 2004; Lim, 2004)가 대부분이다. 국내 의료기관에서 이미 알코올 젤을 널리 사

용하고 있지만 Jeong 등(2002)이 물 없이 사용하는 알코올 젤의 손 소독 효과를 다른 소독제와 비교하여 보고한 것 이외에는 알코올 젤 적정 사용방법에 대한 선행 연구는 보고된 것이 없다.

2. 연구 목적

의료종사자가 알코올 젤을 이용하여 손위생을 하면서 적절한 알코올 젤 사용량과 건조시간을 적용하는 경우와 사용량이나 건조시간이 부적절한 경우의 손에서의 미생물 제거 정도를 비교하여, 알코올 젤을 이용한 올바른 손위생 방법을 제시하고자 함이며 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 권장량의 알코올 젤을 사용하는 경우와 사용량이 부족한 경우의 손에서의 미생물 제거 정도를 비교한다.

둘째, 알코올 젤 사용 후 공기중에서 알코올 젤을 충분히 건조시키는 경우와 불충분하게 건조시킨 경우의 손에서의 미생물 제거 정도를 비교한다.

연구 방법

1. 연구 설계

두 가지 사용량과 두 가지 건조방법에 따른 네 가지 경우의 손위생 방법을 비교하는 교차 실험설계(cross-over design)이다(Figure 1). 대상자를 7명씩 두 군에 배정하였으며 네 가지 손위생 실험 사이에는 이월효과를 방지하기 위하여 3일간의 휴지기(wash-out)를 두었다. 첫 번째 손위생 방법은 알코올 젤 2 mL을 30초간 문지르고 2분간 공기 건조한 손위생군(사용량 2 mL 완전건조군)이고, 두 번째 손위생 방법은 알코올 젤 1 mL로 30초간 문지르고 2분간 공기 건조한 손위생군(사용량 1 mL 완전건조군)이며, 세 번째 손위생 방법은 알

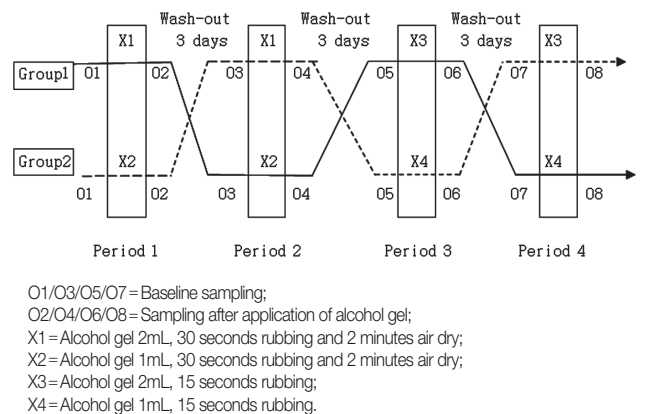


Figure 1. Research design.

코올 젤 2 mL로 15초간 문지르고 덜 마른 상태의 손위생군(사용량 2 mL 불완전건조군), 네 번째 손위생 방법은 알코올 젤 1 mL로 15초간 문지르고 덜 마른 상태의 손위생군(사용량 1 mL 불완전건조군)이다.

2. 연구 대상

18세 이상 55세 미만으로 평소 손씻기를 자주 시행하여 손위생 방법에 익숙한 의료종사자로 연구 방법을 듣고 동의서를 작성한 간호사 11명과 미생물 검사실 직원 3명으로 총 14명을 편의 표출하였다. 손과 전박에 피부염이나 손상이 있는 자와 면역 억제제나 항생제를 복용하는 자는 제외하였다. 제외 대상자는 선정 시에 확인하고 실험 직전 연구자가 관찰과 질문으로 재확인하였다. 연구에 필요한 대상자 수는 알코올 젤 2.4 mL과 3.6 mL의 항균효과를 비교한 연구(Kampf, 2008)와 물과 비누를 이용한 손위생과 소독제를 이용한 손위생의 미생물 감소 효과를 비교한 연구(Jeong et al., 2002) 결과를 참조하여 효과 크기는 1.06을 적용하였다. 유의수준 0.05, 검정력(1-β) 0.80으로 정하고 알코올 젤 사용량 두 가지와 건조방법 두 가지를 각각 비교하기 위하여 G*Power 프로그램의 독립적인 두 군에 대한 t 검정으로 계산한 결과 각 군당 12명이 필요하였고, 실험의 오차를 고려하여 14명을 최종 대상자수로 결정하였다.

3. 자료 수집

서울아산병원 IRB의 승인(IRB No. 2010-0286)을 거친 후 2010년 5월에 예비실험을 실시하였고, 2010년 6월부터 7월까지 아래와 같은 내용으로 실험하여 자료를 수집하였다.

1) 예비실험

연구 대상자 2명을 대상으로 표지미생물인 5 mL의 *Serratia marcescens* (ATCC 14756)로 양손을 오염시킨 후 장갑액 샘플방법을 실시하였다. 다시 양손을 오염시킨 후 알코올 젤(62% ethanol, CLEAN N FRESH®, Carrollkorea, Seoul, Korea)로 손위생을 시행하고 장갑액 샘플방법을 실시하였다. 소요시간, 검체 채취 및 접종방법, 배지에 자란 미생물 수를 세어서 계산하는 방법 등 전반적인 실험과정에 문제가 없는지 확인하였다. 알코올 젤 2 mL는 30초 정도 문질렀을 때 그리고 알코올 젤 1 mL는 15초 정도 문질렀을 때 양손에 사용한 알코올 젤이 건조되는 것으로 나타났다. 완전건조와 불완전건조를 비교하여야 하는 실험의 특성상 알코올 젤이 손에 잔류하지 않아야 하므로 완전건조 손위생 방법에는 공기건조 2분을 추가로 적용하였다.

2) 손 소독 제제

물 없이 사용하는 알코올 젤은 국내 병원에서 흔히 사용하는 알코올 젤(62% ethanol, CLEAN N FRESH®, Carrollkorea, Seoul, Korea)을 이용하였다.

3) 표지 미생물 적용

미국 식약청 시범적 최종 규정(The Food and Drug Administration-Tentative Final Monographs, [FDA-TFM]) (Boyce & Pittet, 2002)에서 손 소독제 효과 평가 시에 이용하는 표지 미생물인 *Serratia marcescens* (ATCC 14756)를 사용하였다. *Serratia marcescens*은 손에 상주하는 미생물이 아니면서 병원에서 감염을 일으키는 미생물이다. *Serratia marcescens*를 1×10⁸ CFU/mL가 되도록 농도를 맞추어서 사용하였다. *Serratia marcescens*를 이용한 손 오염은 매 실험용 알코올 젤 적용 전과 후에 시행하였다. 구체적인 실험과정은 우선 연구 대상자가 소독제가 포함되지 않은 비누로 15초 이상 손 전체를 잘 문질러서 씻도록 하였다. 그 이후 미온수로 손을 행구고 일회용 종이 타올로 완전히 건조시키도록 하였다. 연구자가 1×10⁸ CFU/mL가 되도록 농도가 맞추어진 5mL의 *Serratia marcescens*를 피펫에 담아 3회로 나누어 대상자의 양 손목 이하에 뿌려주었다. 연구 대상자가 손에 묻힌 표지 미생물을 45초간 잘 문지르게 한 후 양손을 2분간 공기 중에서 건조시키도록 하였다.

4) 손위생 방법

손위생 절차는 WHO (2009)의 손위생 지침에서 권장하는 방법으로 시행하였다. 그림을 이용해서 대상자마다 동일한 방법으로 손위생을 시행하도록 하였다. 연구자가 실험용 알코올 젤을 주사기에 담아 각 군별로 2 mL 또는 1 mL을 연구 대상자의 손에 떨어주었다. 완전건조군은 연구 대상자가 알코올 젤로 양손 전체를 30초간 손과 손가락, 손등, 엄지손가락 등 손목 이하의 손 전체에 골고루 비벼서 문지르게 하였고, 이후 2분간 공기 건조를 시행하였다. 불완전 건조군은 연구 대상자가 알코올 젤로 양손 전체를 15초간 손과 손가락, 손등, 엄지손가락 등 손목 이하의 손 전체에 골고루 비벼서 문지르게 하였고, 2분간 공기 중에서 건조하는 과정은 실시하지 않았다.

5) 검체 채취 및 미생물 배양검사

배양검사용 배지는 MacConkey 배지(중균배지, Komed, Seoul, Korea)을 사용하였다. 미생물 검체 채취 방법은 미국 FDA-TFM의 실험방법인 장갑액 샘플 방법(glove juice sampling procedure)을 적용하였다(Boyce & Pittet, 2002). 표지미생물로 오염시킨 연구 대상자의 손을 완전히 건조시킨 후 연구자가 연구 대상자의 한 손에 파우더가 없는 멸균 장갑을 착용시키고 멸균생리식염수 50 mL을 장갑

안에 넣고 새지 않게 손목 부분인 장갑 윗부분을 밀봉하였다. 연구자가 장갑을 착용한 연구 대상자의 손 전체를 1분간 골고루 마사지 하였다. 장갑을 벌리고 피펫을 이용하여 장갑안의 생리식염수 100 μ l를 채취하였다. 채취한 검체는 생리식염수를 이용하여 1/100, 1/1,000으로 희석하여 MacConkey 배지에 접종하였다. 다시 연구 대상자의 손을 표지미생물로 오염시킨 후 건조시키고, 알코올 젤을 이용하여 손위생을 시행하였다. 알코올 젤 손위생 후에 채취한 검체는 생리식염수를 이용하여 1/10, 1/100으로 희석하여 MacConkey 배지에 접종하였다. 접종이 완료된 배지는 35°C 인큐베이터에 넣어 미생물 집락이 눈으로 측정 가능하도록 24-48시간 동안 배양하였다. 배양 후 분리된 집락을 임상병리사와 확인 후 집락의 색과 크기가 표지미생물과 차이가 있을 경우 다른 미생물에 의한 오염으로 간주하고 그 회차의 손위생 실험을 재실시하였다. 미생물 수는 희석 비율에 따른 집락수를 계산한 후 두 가지 희석농도의 평균 집락수를 산출하였다.

6) 대상자의 안전

검체 채집 후 손과 전박을 70% isopropyl alcohol을 이용하여 2분간 소독하고 미지근한 물로 행구어 남아 있는 표지 미생물을 제거 하였다.

4. 자료 분석

자료 분석은 SPSS version 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였고, 유의수준은 $p < .05$ 를 기준으로 하였다. 손에서 분리된 미생물 수는 log값으로 치환하여 평균과 표준편차를 구하였다. 사용량과 건조시간에 따른 손위생 전후 미생물 감소값은 평균과 표준편차를 구하여 Student t-test로 분석하였다. 두 가지 사용량과 두 가지 건조방법에 따른 손위생 전후 미생물 감소값은 정규성 검정 후 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 시행하고 군간의 차이는 사후검정 Scheffé's test로 분석하였다.

연구 결과

1. 손위생 이전과 알코올 젤 손위생 후 잔류 미생물 수

14명의 대상자에게 매 알코올 젤 손위생 이전에 5 mL의 *Serratia marcescens* 1×10^8 CFU/mL를 양손에 접종하였고 손 오염 후 분리된 평균 미생물 집락 수(log)는 통계적으로 유의한 차이가 없어, 네 가지 알코올 젤 손위생 이전의 손 오염 정도는 동일한 것을 확인하였다. 알코올 젤 손위생 후 잔류 미생물 수는 사용량 2 mL 완전건조군은 $\log_{10} 5.54 \pm 0.30$, 사용량 1mL 완전건조군은 $\log_{10} 6.41 \pm 0.64$, 사용량 2 mL 불완전건조군은 $\log_{10} 6.17 \pm 0.75$, 사용량 1 mL 불완전건조군은 $\log_{10} 6.85 \pm 0.59$ 의 잔류 미생물 수를 보였다. 사용량 2 mL 완전건조군이 다른 세 군에 비하여 통계적으로 유의하게 미생물 수가 감소하였고($p < .001$), 다른 세 군 간에는 차이가 없었다(Table 1).

2. 네 가지 알코올 젤 손위생의 항균효과

알코올 젤 손위생에 따른 로그 감소값은 사용량 2 mL 완전건조군은 $\log_{10} 2.22 \pm 0.36$, 사용량 2 mL 불완전건조군은 $\log_{10} 1.49 \pm 0.60$, 사용량 1 mL 완전건조군은 $\log_{10} 1.26 \pm 0.53$, 사용량 1 mL 불완전건조군은 $\log_{10} 0.89 \pm 0.47$ 로 나타났다. 네 가지 손위생에 따른 평균 미생물 감소값 간의 차이를 사후검정인 Scheffé test로 분석하였으며 알코올 젤 사용량 2 mL 완전건조군은 나머지 세 군의 손위생군에 비하여 로그 감소 값이 통계적으로 유의하게 높아 항균효과가 가장 우수한 것으로 나타났다($p < .001$). 또한, 사용량 2 mL 불완전건조군은 사용량 1 mL의 불완전건조군에 비하여 로그 감소값에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p = .026$). 그러나 알코올 젤 1 mL 사용 완전건조군과 불완전건조군의 로그 감소값 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으며($p = .280$) 사용량 2 mL 불완전건조군과 사용량 1 mL 완전건조군의 로그 감소값 간에도 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p = .708$) (Table 2) (Figure 2).

Table 1. Baseline and Residual Bacterial Density among Four Types of 62% Alcohol Gel Hand Hygiene Method

Apply volume (mL)	Rubbing time (second)	Drying time (minute)	n	Baseline bacterial density		Residual bacterial density	
				M \pm SD (\log_{10})			
2	30	2	14	7.76 \pm 0.19		5.54 \pm 0.30 ^a	
2	15	None	14	7.66 \pm 0.25		6.17 \pm 0.75 ^b	
1	30	2	14	7.67 \pm 0.30		6.41 \pm 0.64 ^c	
1	15	None	14	7.74 \pm 0.30		6.85 \pm 0.59 ^d	
<i>p</i> *					.701		<.001 [†]

*By one-way ANOVA test; [†]Difference was statistically significant between a and b, c, d by Scheffé post-hoc analysis.

3. 알코올 젤 사용량과 건조시간에 따른 항균효과

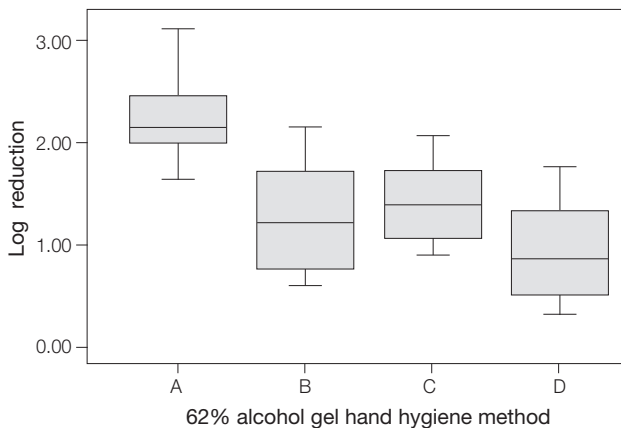
두 가지 완전건조 손위생에서 사용량 2 mL가 1 mL에 비하여 로그 감소값이 큰 것으로 나타나 두 군간의 차이는 통계적으로 유의하였고($p < .001$), 두 가지 불완전건조 손위생에서도 사용량 2 mL 군이 1 mL 군에 비하여 로그 감소값이 큰 것으로 나타나 두 군간에도 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p = .007$). 즉, 알코올 젤 사용량이 증가할 때 항균효과도 높아짐을 확인할 수 있었다. 알코올 젤 건조시간에 따른 항균효과는 알코올 젤 손위생 시에 사용량 2 mL의 완전건조군과 불완전건조군의 평균 미생물 로그 감소 값 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). 그러나 사용량 1 mL의 완전건조군과 불완전건조 군의 미생물 로그 감소값 간에는 유의한 차

이가 없었다(Table 3).

논 의

알코올 젤은 국내 병원의 대다수에서 널리 사용하고 있다. 이 연구에서는 알코올 젤의 디스펜서를 끝까지 눌렀을 때 나오는 양인 2 mL를 사용하여 30초간 문지르고 2분간 건조(완전건조)시킨 정확한 손위생만이 미국 FDA-TFM의 물 없이 사용하는 손 소독제 기준인 첫 번째 손 소독 후 5분 이내 $\log_{10}2$ 감소를 만족시켰다.

연구 결과 알코올 젤의 사용량이 많으면 건조시간과 상관없이 모두 항균효과가 증가하였는데 이는 Larson 등(1987)과 Kampf (2008)의 연구 결과와 동일하였다. Larson 등(1987)은 3 mL 사용 시 보다는 1 mL 사용 시에 소독 효과가 떨어진다고 보고하였으며, Kampf (2008)는 동일 농도의 알코올 젤 사용시에 2.4 mL 보다는 3.4mL을 사용할 때 미생물 감소값이 크다고 보고하였다. 그러나 사용량이 많아지면 항균효과는 증가하나 건조시간이 더욱 많이 필요하게 되므로 알코올 젤의 적절한 1회 사용량 즉, 양손을 충분히 덮을 수 있는 사용량에 대하여는 검토가 필요하다. 유럽에서는 유럽기준(European norm, [EN] 1500)에 따라 적정 1회 사용량으로 3 mL를 실험용량으로 사용하고 있으며 미국 FDA-TFM은 그보다 많은 5 mL를 실험용량으로 사용하고 있다(Boyce & Pittet, 2002; Kampf, 2008; Kramer, Rudolph, Kampf, & Pittet, 2002). 국내 병원에서는 알코올 젤 사용량으로 주로 2 mL를 적용하고 있다. 그러나 본 연구에서 사용량 2 mL 완전건조군의 결과는 알코올을 완전히 말리기 위하여 공기 건조 2분이 적용된 결과이다. 하지만 실제 임상환경에서 2분간 공기 건조를 수행하기는 쉬운 일이 아니다. 그러므로 알코올 젤 2 mL를 사용하여 30초를 문지르는 손위생의 경우에는 본 연구에서보다 항균효과가 낮을 것으로 추측된다. 따라서, 62% 알코올 젤 1회 사용량



A = Alcohol gel 2mL, 30 seconds rubbing and 2 minutes air dry;
 B = Alcohol gel 1mL, 30 seconds rubbing and 2 minutes air dry;
 C = Alcohol gel 2mL, 15 seconds rubbing;
 D = Alcohol gel 1mL, 15 seconds rubbing.
 Thick horizontal line within each box represents the median log reduction.
 The outer margins of the box and whiskers represent interquartile ranges, inner fences, respectively.

Figure 2. Box and whisker plots of antimicrobial effect of four types 62% alcohols gel hand hygiene methods.

Table 2. Comparison of Antimicrobial Effect of Four Types of 62% Alcohol Gel Hand Hygiene Method

Apply volume (mL)	Rubbing time (second)	Drying time (minute)	n	M ± SD (log-reduction value)	F	p*
2	30	2	14	2.22 ± 0.36 ^a	17.59	<.001
2	15	None	14	1.49 ± 0.60 ^b		
1	30	2	14	1.26 ± 0.53 ^c		
1	15	None	14	0.89 ± 0.47 ^d		

*By one-way ANOVA test with Scheffé post-hoc analysis; Difference was significant between a and b, c, d ($p < .001$) and between b and d ($p = .026$).

Table 3. Antimicrobial Effect of 62% Alcohol Gels with Different Amount, Rubbing Time, and Drying Time

Rubbing time (second)	Drying time (minute)	M ± SD (log reduction value)		p*
		2 mL (n=28)	1 mL (n=28)	
30	2	2.22 ± 0.36	1.26 ± 0.53	<.001
15	None	1.49 ± 0.60	0.89 ± 0.47	.007
p*		<.001	.059	

*By student t-test.

으로 2 mL는 적절한 항균력을 가지기에 부족할 수도 있으므로 알코올 젤의 1회 적정 사용량에 관하여 향후 더 검토가 필요할 것이다.

일반적으로 비누와 물을 이용한 손위생과 비교하여 알코올 젤은 더 우수하거나 유사한 결과(Jeong et al., 2002; Kampf & Ostermeyer, 2004)를 나타낸다. 그러나 본 연구에서는 2 mL를 이용한 완전건조군에 비하여 다른 세 가지 손 위생 방법에서의 평균 로그 감소값이 1.49-0.89로 나타났는데, 이는 Garner (1996)가 비누와 물로 15초간 손을 씻으면 미생물 수가 $\log_{10} 0.6$ 에서 1.1 정도 감소되었고, 30초간 손을 씻으면 $\log_{10} 1.8$ 에서 2.8정도 감소한다고 보고한 결과와 유사하다. 결국 알코올 젤을 이용하더라도 양이 적거나 불완전한 건조가 이루어지면 알코올 젤을 이용한 손위생이라도 물과 비누를 이용한 손위생 정도의 항균효과를 나타낼 수 있었다.

완전건조군을 제외한 다른 세 군의 손 위생 효과가 저조한 것은 알코올 젤의 알코올 농도와도 관련이 있을 것으로 생각된다. 선행 연구에서 70% 이상의 알코올 젤의 항균효과는 대부분 EN 1500의 기준을 만족하였으나(Guilhermetti et al., 2010), 70% 이하 알코올 젤은 비교기준 소독제인 60% n-propanol 보다 항균효과가 낮아 EN 1500을 만족하지 못하였다(Dharan, Hugonnet, Sax, & Pittet, 2003), 따라서, 교육과 훈련을 통해서 적절한 알코올 젤 사용방법을 의료종사자에게 교육시키는 것과 동시에 항균효과가 적절한 알코올 젤을 구비하는 것도 중요할 것이다.

손 소독제의 항균 효과를 측정하는 방법은 시험관 내에서 일정한 수와 종류의 미생물을 대상으로 하여 검사하는 방법(in vitro test)도 있지만, 의료종사자 손의 피부를 직접 이용하는 방법(in vivo test)이 실제 상황을 더 잘 반영하므로 효과적이다. 또한, 손에 있는 집락수를 측정하는 방법은 면봉 도말법(swabbing), 손가락 끝 문지르기(finger tip method), 장갑액 샘플방법(glove juice sample) 등 여러 가지를 적용할 수 있다. 이 중 장갑액 샘플방법이 손에 있는 집락수 전체를 정확히 산정할 수 있으며 민감도가 가장 높은 방법이다(Jeong et al., 2002; Larson, Strom, & Evans, 1980). 이 연구는 의료종사자의 손을 직접 이용하여 Jeong 등 (2002), Ju, Sim, Kim, & Park (2009), Kampf (2008) 등이 사용한 FDA-TFM의 실험방법과 같은 장갑액 샘플 방법으로 검체를 채취하여 알코올 젤의 항균효과 비교에 매우 타당도 높은 검사방법을 적용한 점이 장점이다. 또한, 선행 연구들(Laustsen et al., 2008; Tvedt & Bukholm, 2005)이 모두 알코올 젤의 사용량과 적용 방법에 따른 항균효과를 검증하면서 관찰로 손위생의 적절성을 확인하여, 알코올 젤 사용량을 정확히 확인하지 못하였고 건조시간과 사용량을 구분하여 비교하지 못하였다. 그러나 이 연구에서는 알코올 젤 사용량과 건조시간을 표준화하여 적용하여 결과의 타당도를 높인 것과 건조시간과 알코올 젤 적용량을 분리하여 비교할 수 있도록 설계한 점이 장점이라고 할 수 있다.

이 연구의 모든 대상자는 현직에 근무하는 의료종사자로 근무 중 알코올 젤의 사용을 제한할 수 없었다. 그런 이유로 근무 중에 사용한 손소독제로 인하여 실험에 사용하는 알코올 젤의 축적효과와 지속효과에 영향을 줄 수도 있을 것으로 예상되어 교차실험설계를 적용하였고, 모든 대상자가 같은 조건이며, 인위적으로 특정 미생물로 손을 오염시키므로 연구 결과에 큰 영향을 미치지 않았을 것으로 생각한다. 또한, 이 연구에서 완전건조 손위생군은 30초 문지르고 2분 공기건조를 시행하였는데 실제 의료환경에서 의료종사자들이 2분간의 공기건조를 시행하기에는 어려움이 있을 수 있다. 하지만 연구의 특성상 알코올 젤이 양손에서 완전히 건조되는 경우의 미생물 감소량을 확인하기 위하여 2분간 공기건조를 시행하였으므로 임상에서 일반화하기에는 제한점이 있을 수 있다.

결론

제조업자가 권장하는 양인 2 mL의 알코올 젤을 적용한 후 완전히 건조시키는 손위생을 시행하였을 경우에만 미국 FDA-TFM 손소독제 기준을 충족시키는 미생물 제거 효과가 나타났고, 1 mL의 적은 양을 사용하거나 건조시간이 불충분하여 덜 마른 상태에서의 손위생에서는 미생물 제거 효과가 불충분하였다. 2 mL를 적용하는 경우에는 건조시간에 따라 미생물 제거 정도에 유의한 차이가 있었으나, 1 mL만을 적용하는 경우에는 건조시간이 미생물 제거 정도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타나서 알코올 젤의 사용량이 건조시간보다 미생물 제거 정도에 더 영향을 미치는 것으로 나타났다. 의료종사자들이 알코올 젤을 이용하여 손위생을 하는 경우에 정확하게 실시하도록 교육하는 것이 중요하며, 이를 통해서 의료종사자의 손에 의한 교차감염을 예방할 수 있을 것이다.

의료종사자에 대한 정확한 손위생 지침이 있음에도 불구하고 손위생 방법이 부적절하게 수행되는 원인을 규명하고 해결하기 위한 후속연구가 필요하다.

REFERENCES

- Ahn, M. J. (2002). *Handwashing related factors of handwashing practice by nursing personal in critical care unit*. Unpublished master's thesis, Yonsei University, Seoul.
- Boyce, J. M., & Pittet, D. (2002). Guideline for hand hygiene in health-care settings: Recommendations of the healthcare infection control practices advisory committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA hand hygiene task force. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 23(12 Suppl), S3-S40. <http://dx.doi.org/10.1086/503164>
- Dharan, S., Hugonnet, S., Sax, H., & Pittet, D. (2003). Comparison of waterless hand antiseptics agents at short application times: Raising the flag of

- concern. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 24(3), 160-164. <http://dx.doi.org/10.1086/502182>
- Garner, J. S. (1996). Guideline for isolation precautions in hospitals. The hospital infection control practices advisory committee. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 17(1), 53-80.
- Guilhermetti, M., Marques Wiirzler, L. A., Castanheira Facio, B., da Silva Furlan, M., Campo Meschial, W., Bronharo Tognim, M. C., et al. (2010). Antimicrobial efficacy of alcohol-based hand gels. *Journal of Hospital Infection*, 74(3), 219-224. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2009.09.019>
- Han, M. J. (2003). *The effect of an educational handwashing program on the handwashing compliance*. Unpublished master's thesis, Dankook University, Cheonan.
- Jeong, J. S., & Choe, M. A. (2004). The effect of hand washing improving programs on the adherence of hand washing and nosocomial infections in a surgical intensive care unit. *Korean Journal of Nosocomial Infection Control*, 9(2), 117-129.
- Jeong, J. S., Kim, D. H., Kim, M. N., & Choe, M. A. (2002). Bactericidal effect of waterless alcohol gel hand washing agent. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 4(2), 127-137.
- Ju, H. L., Sim, J. S., Kim, M. N., & Park, K. O. (2009). A comparison of antimicrobial effect of two waterless alcohol-based hand rubs with a povidone-iodine hand scrub for surgical hand antisepsis. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 15(1), 55-65.
- Kampf, G. (2008). How effective are hand antiseptics for the postcontamination treatment of hands when used as recommended? *American Journal of Infection Control*, 36(5), 356-360. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajic.2007.07.017>
- Kampf, G., & Ostermeyer, C. (2004). Efficacy of alcohol-based gels compared with simple hand wash and hygienic hand disinfection. *Journal of Hospital Infection*, 56(Suppl 2), S13-S15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2003.12.026>
- Kang, M. W. (2004). *National survey and development of standardized practice on the infection control in Korea*. Gwacheon: Ministry of Health and Welfare.
- Kramer, A., Rudolph, P., Kampf, G., & Pittet, D. (2002). Limited efficacy of alcohol-based hand gels. *Lancet*, 359(9316), 1489-1490. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(02\)08426-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(02)08426-x)
- Larson, E. L., Eke, P. I., Wilder, M. P., & Laughon, B. E. (1987). Quantity of soap as a variable in handwashing. *Infection Control*, 8(9), 371-375.
- Larson, E. L., Strom, M. S., & Evans, C. A. (1980). Analysis of three variables in sampling solutions used to assay bacteria of hands: Type of solution, use of antiseptic neutralizers, and solution temperature. *Journal of Clinical Microbiology*, 12(3), 355-360.
- Laustsen, S., Lund, E., Bibby, B. M., Kristensen, B., Thulstrup, A. M., & Kjølseth Møller, J. (2008). Effect of correctly using alcohol-based hand rub in a clinical setting. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 29(10), 954-956. <http://dx.doi.org/10.1086/590393>
- Lim, O. B. (2004). *Effect of education and feedback on the frequency and quality of hand hygiene*. Unpublished master's thesis, University of Ulsan, Ulsan.
- Park, E. S., Jeong, J. S., Kim, K. M., Kim, O. S., Jeong, S. Y., Jang, S. Y., et al. (2006). Descriptive study on the current Usage of disinfectants in Korea. *Korean Journal of Nosocomial Infection Control*, 11(1), 42-49.
- Pittet, D. (2001). Improving adherence to hand hygiene practice: A multidisciplinary approach. *Emerging Infectious Diseases*, 7(2), 234-240. <http://dx.doi.org/10.3201/eid0702.700234>
- Pittet, D., Hugonnet, S., Harbarth, S., Mourouga, P., Sauvan, V., Touveneau, S., et al. (2000). Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. Infection Control Programme. *Lancet*, 356(9238), 1307-1312.
- Tvedt, C., & Bukholm, G. (2005). Alcohol-based hand disinfection: A more robust hand-hygiene method in an intensive care unit. *Journal of Hospital Infection*, 59(3), 229-234. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2004.10.003>
- Widmer, A. E., & Dangel, M. (2004). Alcohol-based handrub: Evaluation of technique and microbiological efficacy with international infection control professionals. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 25(3), 207-209. <http://dx.doi.org/10.1086/502379>
- World Health Organization. (2009). *WHO guidelines on hand hygiene in health care*. Switzerland: Author.