

정맥주입 포트의 오염 수준 비교연구: 3-way Stopcock (Open-system)과 Needleless Connector (Closed-system)의 비교

장보정¹ · 김기숙²

분당제생병원 간호부, 외과계 집중치료실¹, 감염관리실²

A Comparative Study on the Contamination Level of Intravenous Infusion Ports: A Comparison of 3-way Stopcock (Open-system) and Needleless Connector (Closed-system)

Bo Jung Jang¹, Ki Sook Kim²

*Department of Nursing, Surgical Intensive Care Unit¹, Infection Control Office²,
Bundang Jesaeng General Hospital, Seongnam, Korea*

Background: This study was conducted to evaluate the level of intravenous injection port contamination in 3-way stopcock (open-system) or needleless connector (closed-system) intravenous infusion devices before and after disinfecting for 3 seconds with alcohol cotton.

Methods: Eighty patients who underwent intravenous infusion therapy from April 1, 2018, to June 30, 2018, in a surgical intensive care unit were included. The sampling time was 48 hours after intravenous injection. Patients received 3-way stopcock or needleless connectors in intravenous infusion devices. The device was wiped with alcohol cotton for 3 seconds. Before and after the disinfection of each intravenous infusion port, the intravenous injection port was swapped with a sterile swab. The number of colonies was compared using the blood agar plate medium.

Results: There was a significant difference in the number of colonies between the devices ($P=0.001$). The number of total colonies was much less in the needleless connectors than in the 3-way stopcock. There was no difference after disinfection of the injection port for 3 seconds, but the number of colonies in the needleless connector was lesser than that in the 3-way stopcock.

Conclusion: Needleless connector systems (closed-system) are subject to a lower contamination level than 3-way stopcock systems (open-system). It was confirmed that 3 seconds of disinfection time of the intravenous infusion port is insufficient to decrease bacterial colonization.

Keywords: 3-way stopcock, Needleless connector

Introduction

1. 연구배경

정맥주사요법(intravenous infusion)은 가장 빈번하게 시행하는 의료행위 중 하나이며 간호사가 주로 실무를 수행하고 있다. 정맥관은 수액 및 비경구 영양, 항생제, 혈액제제의 투여경로로서 환자의 치료적 증재를 위해 사용하는 필수적인 침습적 처치이다. 특히 중환자실에 입실하는 환

Received: February 8, 2019

Revised: April 19, 2019

Accepted: May 19, 2019

Correspondence to: Ki Sook Kim, Infection Control Office, Bundang Jesaeng General Hospital, 20 Seohyeon-ro 180beon-gil, Bundang-gu, Seongnam 13590, Korea

Tel: 031-779-6520, Fax: 031-779-0617

E-mail: rioriorio@naver.com

자들은 중심 및 말초 정맥관을 통해 정맥주사요법이 동시에 수행되는 경우가 빈번하다. 정맥주사요법은 카테터 관련 혈류감염(Catheter-related bloodstream infection; CRBSI)의 직접적 원인이 되는 침습적 처치로서 중환자실에서 발생하는 의료관련감염의 주된 원인이다[1]. 의료관련감염은 입원 2일 이후에 발생하는 것을 말하며, 혈류감염의 발생은 환자의 재원일수 및 비용의 증가뿐만 아니라 환자의 예후에도 부정적인 영향을 주어 사망률이 상승하게 된다[2].

카테터 관련 혈류감염을 예방하기 위해서는 카테터 삽입과 유지관리에 대한 정확한 지침마련이 중요하며 최신의 과학적 증거를 기반으로 갱신될 필요가 있다[3].

정맥관의 오염 경로는 카테터 삽입관련 손씻기, 드레싱 적용, 카테터 hub 및 주입부속기구 오염 등 4가지로 분류할 수 있으며[4], 주사실무 중 약물을 주입하는 과정에서 안전 주사실무를 지키지 않는 것도 감염 발생의 요인 중 하나라고 하였다[5]. 현재 여러 가지 약물이 동시에 투여되는 중환자실의 특성상 바늘이 없고 주입구 소독이 가능한 3-way stopcock (open-system)과 needleless connector (closed-system) 같은 정맥주입부속기구들이 사용되고 있다. 3-way stopcock (open-system)과 needleless connector (closed-system)는 미생물 집락에 따른 오염의 잠재적 장소가 될 수 있다고 하였다[6,7].

정맥주입요법 근거기반 간호실무지침에서[3,8,9] 모든 정맥주입부속기구는 오염과 관련하여 제한적으로 사용하도록 되어 있으며, 3-way stopcock은 감염위험성이 커서 사용을 권장하지 않고, 부득이하게 사용하는 경우에는 멸균 캡을 이용한 폐쇄체계를 유지하도록 제시하고 있지만 권고등급의 근거는 미약하다. 또한 정맥주입부속기구의 포트는 알코올, 포비돈-아이오다인 또는 알코올이 함유된 0.5%초과 클로르헥시딘 등의 적절한 소독제로 사용 전·후 3-15초 정도 소독 후 투약을 하도록 권고하고 있다[3,5,6,10]. 국외의 경우, 알코올을 사용하여 3초, 10초, 15초의 소독시간에 따른 오염도를 확인하는 연구에서는 군 집락에 차이가 없다고 하였다[11]. 이와 다른 연구에서는 알코올로 3-5초 소독하였을 때 3-way stop-

cock은 67%, needleless connector는 1.6%의 오염도를 보였다[12]. 또한 needleless connector만의 오염도를 확인하는 연구에서는 소독시간 준수에 정확한 수행율은 10%정도로 낮았으며, 33-45%가량이 오염되었다고 보고하였다[13].

Infusion Nurses Society (INS)의 Infusion therapy standards of practice (7th edition)에서는 5-60초 동안 소독하도록 지침을 제시하고 있다[7].

정맥주입부속기구에 대한 국내 연구는 거의 전무한 실정이며, 근거문헌에서 조차 제조사의 권고사항을 따르도록 제시하고 있다[3]. 질병관리본부 의료관련 감염 표준예방지침(2017)과 병원간호사회 정맥주입요법 근거기반 지침(2017)에서는 주입부속기구의 소독시간을 최소 3초부터 제시하고 있으나 근거수준의 권고등급이 낮아 임상실무에서 3초 소독시간에 따른 오염도의 검증이 필요하다[3,10].

그러므로 본 연구는 정맥주입부속기구의 사용 및 소독시간에 따른 오염수준을 확인하여 안전한 주사실무지침의 근거마련을 위한 기초자료를 제시하는데 있다.

2. 연구목적

본 연구는 외과계 중환자실 재원환자를 대상으로 정맥관 삽입 48시간이 경과한 후 정맥주입부속기구와 3초 동안의 주입포트 소독시간에 따른 차이를 주입구 부분의 균 집락수를 통해 오염도를 확인하고, 임상실무에 적용 가능한 근거를 제시하기 위함이다.

Materials and Methods

1. 연구 설계

본 연구는 외과계 중환자실에 입실하여 정맥주입요법을 받는 환자 중 정맥주입부속기구인 3-way stopcock (open-system) 또는 needleless connector (closed-system)를 사용하는 환자를 두 군으로 할당하여 정맥관 삽입 48시간이 경과한 후의 정맥주입 포트를 85% 알코올 솜으로 닦기 전 시점과 3초 동안 닦은 시점으로 나누어 두 군의 집락수 개수를 비교하는 비동등성 유사실험 연구이다.

2. 연구 대상

본 연구는 2018년 4월 1일부터 2018년 6월 30일까지 외과계 중환자실에 입실하여 3-way stopcock 또는 needleless connector를 사용하여 정맥주입요법을 받고 있는 환자를 대상으로 하였다. 대상자 선정은 G*power 3.1 프로그램을 이용하여 student's t-test 분석에 필요한 적정수의 표본크기를 계산하였다. 효과크기(d)=0.8, 유의수준(α)=0.05, 검정력($1-\beta$)=0.80로 산출한 결과 총 52명이 필요한 것으로 나타났으나 전실로 인한 탈락률을 고려하여 총 80명을 연구대상으로 하였고, 탈락률 없이 80명을 두 군에 각각 40명씩 배정하였다.

3. 자료수집방법

본 연구는 B종합병원의 연구윤리위원회의 승인(IRB 승인번호: RN18-01)을 받았고, 외과계 중환자실 간호 관리자 1명, 중환자실 경력 4년 이상의 간호사 5명으로 구성하였다. 연구중재에 참여한 간호사들에게는 연구의 목적과 방법에 대해 교육하였다. 외과계 중환자실에 입실 후 중심정맥관 또는 말초 정맥 관으로 정맥주입요법을 받고 있는 환자로 입실순서에 따라 3-way stopcock 또는 needleless connector를 사용하였다. 정맥관 삽입 48시간 경과 후 3-way stopcock (open-system) 사용군 40명과 needleless connector (closed-system) 사용군 40명은 중환자실에 입실 후 수액라인을 모두 교체하였으며 정규 수액 주입라인에 정맥주입장치인 3-way stopcock를 연결하거나 3-way stopcock의 캡을 제거하고 needleless connector를 연결하여 사용하였다. 검체 채취시점은 의료관련 감염의 기준 시점인 입원 2일이 경과하고 정맥관 삽입 48시간이 지난 후로 하였다. 정맥주사 전 정맥주입 포트를 알코올 솜으로 닦기 전 시점과 3초 동안 닦은 후 시점에 정맥주입 포트를 멸균 생리식염수에 적신 멸균 면봉을 이용하여 swab 하고 blood agar plate (BAP)배지를 이용하여 37°C 48시간 동안 배양 후 집락수로 비교 분석하였다.

4. 분석방법

수집된 자료는 statistical package for social science 18.0 for window (IBM,IL,USA)를 통해 분석하였으며, 통계적 유의성은 유의수준 5%하에서 판단 하였다.

(1) 대상자의 일반적 특성은 빈도, 백분율, 평균으로 분석하였으며 두 집단의 동질성 검증은 Chi-square로 분석하였다.

(2) 3-way stopcock (open-system) & needleless connector (closed-system)에 따른 집락수 개수는 t-test로 분석하였다.

(3) 정맥주입 포트의 소독 전, 후의 집락수 개수는 t-test로 분석하였다.

Results

1. 대상자의 일반적 특성 및 동질성 검정

본 연구대상자의 일반적 특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 두 군 모두 남성과 여성이 각각 40명(50%)이었으며 나이는 3-way stopcock 군에서는 60-69세가, needleless connector 군은 50-59세인 대상자가 각각 13명(32.5%)으로 가장 많았다. 진료과는 3-way stopcock군 34 (85%), needleless connector군 33명(82.5%)으로 신경외과가 가장 많았으며, 중심정맥관이 3-way stopcock군 31명(77.5%), needleless connector군 32명(80%)로 가장 많았다.

두 군의 동질성 검증에서 진료과, 카테터의 종류, 항생제 유무에서는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었지만, 성별과 나이, 수액종류, 정맥주입 장치를 통한 투약횟수에서는 두 집단간에 유의한 차이가 있었다(Table 1).

2. 정맥주입기구에 따른 집락수 개수 차이

정맥주입기구인 3-way stopcock과 needleless connector에 따른 BAP배지의 집락수를 합한 총 개수(CFU)는 다음과 같다(Table 2). 3-way stopcock을 사용한 경우 총 집락수 개수는 56.18 ± 95.80 이었으며 needleless connector 14.28 ± 46.93 로 두 군간 유의한 차이가 있었다($t = -2.484$, $P = 0.001$).

Table 1. Homogeneity test for general characteristic of participants (N=80)

Characteristics	Categories	Devices N (%)		χ^2	P
		3-way	Needless connector		
Gender	Male	14 (35.0)	24 (60.0)	5.013	0.025
	Female	26 (65.0)	16 (40.0)		
Age (year)	≥29	5 (12.5)	4 (10.0)	14.987	0.009*
	30-39	5 (12.5)	0 (00.0)		
	40-49	1 (2.5)	4 (10.0)		
	50-59	9 (22.5)	13 (32.5)		
	60-69	13 (32.5)	4 (10.0)		
	70-79	7 (17.5)	15 (37.5)		
Department	Neurosurgery	34 (85.0)	33 (82.5)	1.772	0.349*
	General Surgery	0 (00.0)	2 (5.0)		
	Cardio Surgery	6 (15.0)	5 (12.5)		
Catheter	Central	31 (77.5)	32 (80.0)	0.000	0.785
	Peripheral	9 (22.5)	8 (20.0)		
Fluid type	TPN [†]	5 (12.5)	0 (00.0)	7.791	0.039*
	5%Dextrose	3 (7.5)	1 (2.5)		
	Normal Saline	32 (80.0)	37 (92.5)		
	Others	0 (00.0)	2 (5.0)		
Total IVS [‡] counts	1-3	12 (30.0)	11 (27.5)	7.779	0.048*
	4-6	15 (37.5)	24 (60.0)		
	7-9	13 (32.5)	4 (10.0)		
	10≤	0 (00.0)	1 (2.5)		
Antibiotics use	Yes	36 (90.0)	38 (95.0)	0.721	0.396
	No	4 (10.0)	2 (5.0)		

*Fisher exact test; [†]Total Parental Nutrition; [‡]Intravenous side Injection.

Table 2. Differences in the total bacterial count from BAP according to the devices (N=80)

Devices	M±SD (CFU)		t	P	95% CI
	3-way	Needless connector			
Colony count	56.18±95.80	14.28±46.93	-2.484	0.001	-75.482-8.318

Abbreviation: CI, confidence interval.

3. 정맥주입기구에 따른 알코올 소독 전, 후 집락수 개수 차이

정맥주입기구인 3-way stopcock과 needless connector의 정맥주입 포트를 알코올 솜 소독 전과 후의 BAP배지의 집락수를 비교한 총 개수(CFU)는 다음과 같다(Table 3). 정맥주입 포트를 알코올 솜으로 소독하기 전의 총 집락수 개수는 3-way stopcock군 53.98±92.94이었고, needless connector군 12.45±45.31로 두 군간 유의한 차이가 있었다($t=-2.540$, $P=0.001$). 3초 동안 정맥주입 포트를 알코올 솜으로 닦은 후의 총 집락 개수는

3-way stopcock군 2.20±5.98이었고, needless connector군 1.83±7.81로 두 군간 유의한 차이가 없었다.

Discussion

정맥주입요법은 간호사의 빈번한 처치 업무 중 하나로 의료관련 감염관리 차원에서 무엇보다 중요하다. 특히, 중환자실에 입실한 환자의 경우 많은 약물들이 정맥주입부속기구를 통해 투여되므로 혈류감염 예방을 위해서는 오염을 최소화하는 것이 중요하며 정확한 지침이 필요하다. 이에 본 연구는 정맥 주입요법을 받는 환자

Table 3. Differences in the bacterial count from BAP before and after scrubbing the hub with alcohol (N=80)

Sequence	M±SD (CFU)		t	P	95% CI
	3-way	Needless connector			
Before	53.98±92.94	12.45±45.31	-2.540	0.001	-74.074-8.976
After	2.20±5.98	1.83±7.81	-0.241	0.968	-3.475-2.725

Abbreviation: CI, confidence interval.

가 사용하는 정맥주입부속기구인 3-way stopcock 또는 needleless connector의 정맥주입 포트의 오염 수준과 알코올 솜 소독 3초 전, 후에 두 군간의 정맥주입 포트의 오염수준을 BAP 배지의 집락수 개수를 통해 확인하고자 시행하였다.

본 연구결과에 따르면 3-way stopcock과 needleless connector의 정맥주입 포트에서 모두 균이 집락은 되었지만 needleless connector가 유의하게 총 집락 개수가 낮게 나와 오염도 수준에서는 보다 효과적임을 나타내었다. 이는 Yébenes 등[1], Rundjan 등[14], Casey 등[15]의 선행연구에서 정맥주입부속기구의 포트를 needleless connector로 사용한 경우 오염도가 낮다는 결과와 일치하였다. 중환자실에서 발생하는 의료관련 감염은 환자가 가지고 있던 정상 균 무리에 의한 요인이 40-60%이며, 의료인의 손에 의한 교차감염이 20-40%정도를 차지한다고 하였다[9]. 3-way stopcock은 매 처치 때마다 캡을 열고 투약하다 보니 캡과 주입구 모두가 처치자의 손에 의한 교차감염의 기회가 많아서 생긴 결과로 사료되며 세균 증식의 중요한 위험인자 중 하나인 TPN 주입에 따른 결과로 생각된다. 또한 정맥주입요법의 근거기반[3]에서는 ‘감염의 위험성이 커서 사용을 권장하지 않는다’는 권고 안을 확인 할 수 있었으며, Infusion Nurses Society [9]는 3-way stopcock을 사용시에는 멸균 캡을 부착한 폐쇄체계를 유지하여 사용하도록 권장하였다. 본 연구에서 사용한 needleless connector (free YU)의 박테리아 증식 시험보고서[16]에 따르면 잔존액과 실리콘 표면의 박테리아 증식 여부를 보는 배양검사에서 96시간까지 균이 자라지 않는다는 결과와 다르게 본 연구에서는 균의 집락이 확인되어 제조 회사의 결과와는 차이를 보였다.

Needleless connector는 의료인의 주사바늘에 의한 상해를 줄이고자 개발된 부속기구이지만 혈

류감염의 원인이 될 수 있으므로 무균적으로 다루어야 한다고 하였으며[3,9], 3-way stopcock 또한 정맥투여경로 중 하나이므로 무균적으로 유지 되어야 한다. 하지만 본 연구결과에 따르면 정맥주입부속기구인 3-way stopcock과 needleless connector의 정맥주입 포트를 3초 동안 알코올 솜으로 소독한 후 BAP배지의 집락수를 비교한 총 개수는 소독 전에 비해 감소하였지만 여전히 균의 집락이 남아있어 혈류감염의 위험성이 확인되었다. 혈관에 연결된 주사포트를 사용할 경우 사용 전, 후에 포트를 알코올, 포비돈, 클로르헥시딘 등과 같은 소독제로 충분한 시간(3-15초)동안 철저히 소독하고 주입 전에 충분히 건조시키도록 권고하고 있다[3,5,10]. 그러므로 본 연구는 최소 3초의 소독시간이 오염도를 낮추는데 적절한 시간인지를 확인하고자 연구하였으며, 3초 이후에도 균의 집락이 확인되어 3초 동안의 소독시간은 충분하지 않음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 결과를 종합해보면 정맥주입기구인 needleless connector가 3-way stopcock 보다 정맥주입 포트의 오염 수준이 더 적음을 확인하였고, 정맥주입 포트의 소독 시간으로 3초는 부적절함을 확인할 수 있었다. 하지만 본 연구는 중환자실 입실순서에 따라 무작위로 정맥주입기구 중 3-way stopcock 또는 needleless connector를 사용하기는 하였으나 환자상태에 따른 정맥주입기구 사용횟수를 통제하지 못한 제한점이 있고, 일개 종합병원의 외과계중환자실 환자만을 대상으로 하였으므로 추후 정맥주입 포트의 오염수준에 대한 반복연구를 제안한다.

Summary

배경: 본 연구는 외과계 중환자실에 입실하여 정맥주입요법을 받는 환자 중 정맥주입기구인

3-way stopcock (open-system) 또는 needleless connector (closed-system)를 사용하고, 정맥주입 포트를 알코올 솜으로 3초 동안 닦은 전, 후 두 군간의 정맥주입 포트의 오염 수준을 평가하기 위하여 시행되었다.

방법: 2018년 4월 1일부터 2018년 6월 30일까지 외과계 중환자실에 입실하여 3-way stopcock (open-system) 또는 needleless connector (closed-system)를 사용하여 정맥주입요법을 받고 있는 환자 80명을 대상으로 하였다. 검체 채취시점은 입원 2일이 경과하고 정맥관 삽입 48시간이 지난 후로 하였으며 정맥주사 전 정맥주입 포트를 알코올 솜으로 닦기 전 시점과 3초 동안 닦은 후 시점에 정맥주입 포트를 멸균 면봉을 이용하여 swab하여 BAP 배지의 집락수 개수를 통해 확인하는 실험 연구이다.

결과: 3-way stopcock (open-system)을 사용한 경우 균의 총 집락수가 needleless connector (closed-system)를 사용한 경우보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 정맥주입 포트를 알코올 솜으로 3초 동안 소독을 적용한 후 균의 집락수는 needleless connector (closed-system)가 3-way stopcock (open-system) 보다 낮았지만 통계상으로는 유의하지는 않았다. 이와 같이 본 연구결과를 살펴보면 needleless connector (closed-system)가 3-way stopcock (open-system) 보다는 정맥주입 포트의 오염 수준이 낮음을 확인하였다. 또한 3-15초 동안 알코올 솜으로 포트를 소독하도록 제시하고 있으나 본 연구결과 최소 3초 동안 정맥주입 포트를 소독할 경우 균의 집락이 여전히 남아 있음을 확인하였다.

결론: 정맥주입기구 중 needleless connector (closed-system)가 3-way stopcock (open-system) 보다는 정맥주입 포트의 오염 수준이 낮고, 정맥주입 포트를 소독할 경우 최소 3초의 소독시간은 충분하지 않음을 확인하였다.

References

1. Yébenes JC, Vidaur L, Serra-Prat M, Sirvent JM, Batlle J, Motje M, et al. Prevention of catheter-related bloodstream infection in critically ill patients using a disinfectable, needle-free connector: a randomized controlled trial. *Am J Infect Control* 2004;32:291-5.
2. Korean Society for Healthcare-associated Infection Control and Prevention. Infection control and prevention in healthcare facilities. 5th ed, Seoul; Hanmi medical published, 2017:256.
3. Hospital Nurses Association. Evidence-based clinical nursing practice guideline: intravenous infusion. Seoul; Hospital Nurses Association, 2017:2-70.
4. Zhang L, Cao S, Marsh N, Ray-Barruel G, Flynn J, Larsen E, et al. Infection risks associated with peripheral vascular catheters. *J Infect Prev* 2016;17:207-13.
5. Dolan SA, Arias KM, Felizardo G, Barnes S, Kraska S, Patrick M, et al. APIC position paper: safe injection, infusion, and medication vial practices in health care. Washington, DC; Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, 2016:6-8.
6. Marschall J, Mermel LA, Fakih M, Hadaway L, Kallen A, O'Grady NP, et al.; Society for Healthcare Epidemiology of America. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals: 2014 update. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2014;35:753-71.
7. Flynn JM, Keogh SJ, Gavin NC. Sterile v aseptic non-touch technique for needle-less connector care on central venous access devices in a bone marrow transplant population: a comparative study. *Eur J Oncol Nurs* 2015;19:694-700.
8. Royal College of Nursing. Standards for infusion therapy. 4th ed, London; Royal College of Nursing, 2016.
9. Infusion Nurses Society. Infusion therapy standards of practice. *J Infus Nurs* 2016;39:S68-71.
10. Korea Centers for Disease Control and Prevention and Korean Society for Healthcare-associated Infection Control and Prevention. Practical guidelines for infection control in healthcare

1. Yébenes JC, Vidaur L, Serra-Prat M, Sirvent JM, Batlle J, Motje M, et al. Prevention of catheter-related bloodstream infection in crit-

- facilities, Korea. Osong; Korea Centers for Disease Control and Prevention and Korean Society for Healthcare-associated Infection Control and Prevention, 2017:75-7.
11. Simmons S, Bryson C, Porter S. "Scrub the hub": cleaning duration and reduction in bacterial load on central venous catheters. *Crit Care Nurs Q* 2011;34:31-5.
 12. Menyhay SZ, Maki DG. Preventing central venous catheter-associated bloodstream infections: development of an antiseptic barrier cap for needleless connectors. *Am J Infect Control* 2008;36:S174.e1-5.
 13. Moureau NL, Flynn J. Disinfection of needleless connector hubs: clinical evidence systematic review. *Nurs Res Pract* 2015;2015:796762.
 14. Rundjan L, Rohsiswatmo R, Paramita TN, Oeswadi CA. Closed catheter access system implementation in reducing the bloodstream infection rate in low birth weight preterm infants. *Front Pediatr* 2015;3:20.
 15. Casey AL, Worthington T, Lambert PA, Quinn D, Farouqi MH, Elliott TS. A randomized, prospective clinical trial to assess the potential infection risk associated with the PosiFlow needleless connector. *J Hosp Infect* 2003;54:288-93.
 16. Park JH. Test report for growth of bacteria. Seoul; Yonsei University, 2016.