

ORIGINAL ARTICLE

Open Access

병동 입원 환자의 정맥염 초기증상 발생에 미치는 영향요인:
후향적 조사연구이영자¹ · 이은희²한림대학교강남성심병원 간호사¹, 한림대학교 간호대학 · 간호학연구소 조교수²

Factors Associated with Development of Early Symptoms of Phlebitis in Hospitalized Patients in General Wards: A Retrospective Study

Lee, Youngja¹ · Lee, Eunhee²¹Registered Nurse, Hallym University Kangnam Sacred Heart Hospital, Seoul, Korea²Assistant Professor, School of Nursing · Research Institute of Nursing Science, Hallym University, Chuncheon, Korea

Purpose: The objective of this study was to identify the risk factors for early symptoms of phlebitis with peripheral intravenous catheters. **Methods:** This study involved 226 patients who were admitted to Hallym university Kangnam sacred heart hospital in Seoul. The analysis included 703 intravenous lines. Basic information was extracted from Electronic Medical Records (EMRs) primarily, and the detailed information was collected by reviewing the EMRs from September 21 in 2017 to October 31 in 2017. Data were analyzed using descriptive statistics, independent t-test, χ^2 test, and mixed effect logistic regression. **Results:** Of the intravenous lines, 4.1% involved early stage of phlebitis, and 36.3% involved early symptoms of phlebitis. Gender, needle gauge size and osmolarity of fluids were significant factors for early symptoms of phlebitis. **Conclusion:** To prevent serious phlebitis, rapid detection and intervention of early symptoms of phlebitis are needed. As multiple factors, including patient factors and intravenous infection factors, contribute to the development of phlebitis, a protocol should be developed to prevent infusion-related phlebitis considering various risk factors.

Key Words: Phlebitis; Catheterization; Administration; Intravenous, cannula

서론

1. 연구의 필요성

정맥염은 정맥 내막의 염증으로 삽입된 주사 바늘과 접촉한 정맥의 내벽사이에 섬유소가 증식되어 주위에 섬유소 막을 형성하며 때로는 광범위하게 혈전을 형성하는 것으로 정맥주

입요법의 가장 흔한 합병증으로 보고되고 있다[1-3]. 우리나라 입원 환자의 정맥염 발생률은 12.6~44.3%으로[4-6], 측정 방법이나 측정도구에 따라 편차가 있지만, Infusion Nurses Society (INS)에서 보고된 이상적인 정맥염 5%를 크게 상회하는 수준이다[7].

입원 환자의 최대 80%가 정맥주사요법을 받고[8], 많은 환자의 정맥관 삽입과 교체는 간호업무의 큰 비중을 차지한다. 정

주요어: 정맥염, 정맥주사, 정맥주사요법, 정맥관

Corresponding author: Lee, Eunhee <https://orcid.org/0000-0002-4729-6692>

School of Nursing, Hallym University, 1 Hallymdaehak-gil, Chuncheon 24252, Korea.

Tel: +82-33-248-2727, Fax: +82-33-248-2734, E-mail: ehlee@hallym.ac.kr

Received: Jan 2, 2019 / Revised: Feb 13, 2019 / Accepted: Feb 23, 2019

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

맥관은 삽입 후 72~96시간 사용할 수 있으며, 정맥관 삽입 후 정맥염의 증상(열감, 통증, 발열, 발적, 정맥이 만져짐)이 발생하였을 때나, 카테터가 기능을 하지 못할 시에는 정맥관을 제거하도록 하고 있다[9]. 정맥주사요법을 받는 환자의 69%는 정맥염, 감염, 카테터 기능 이상 등의 발생하여 권고 사용기간 보다 조기에 카테터를 제거하는 것으로 보고되고 있다[3,10]. 최근 권고주기에 따른 정맥관의 교체와 권고주기를 넘어서 환자에게 임상적 증상이 발생했을 때 정맥관을 교체하는 것이 환자 결과에 있어 유의한 차이가 없는 것으로 입증되었으나[11-13], 임상에서는 많은 환자가 부종이나 동통이나 불편감으로 권고 주기보다 단시간에 정맥관을 제거하였다[6,14].

정맥염은 정맥으로 투여되는 약물의 화학적 자극 뿐 아니라 카테터의 재질이나, 해부학적 위치 등이 포괄적으로 영향을 미친다[2,5,15]. 세균성 정맥염은 실제로 말초정맥관의 경우 발생률은 낮으나[9], 발생한 경우 국소적 감염부터 최악의 경우 전신 혈류감염으로 이어져 환자안전에 치명적 영향을 미치게 된다[16]. 외부적 요소 이외에 환자의 연령, 성별 등의 환자의 특성이 정맥염 발생의 위험요인으로 보고되고 있다[2,5,15,17]. 다양한 선행문헌을 근거로 정맥주사요법 실무지침이 개발되어 현재 실무에 적용되고 있다. 하지만 정맥으로 주입되는 약제나 수액, 그리고 이를 활용하는 치료법이 다양해지고 있고, 항생제나 약제의 pH와 같은 요인은 선행연구간 연구결과가 일치하지 않았다. 항생제의 경우 많은 선행연구에서 정맥염 발생에 위험을 증가시킨다고 보고하였지만[2,15,18], 관련이 없거나 약제마다 위험성이 다르다고 보고한 연구도 있다[5,19]. 약제의 pH도 많은 선행연구를 통해 검증되어 실무지침으로 명시하고 있지만, 최근 연구에서는 pH 단독으로 정맥염 발생 위험이 증가된다고 볼 수 없다는 결과를 보고하였다[5,20]. 따라서 정맥염 발생의 위험요인에 대한 명확한 근거를 확립을 위해 반복적인 연구가 필요하다고 볼 수 있다. 또한 환자의 특성에 따라 같은 정맥주사요법을 받더라도 정맥염 발생 위험이 다를 수 있고, 동일한 약물을 각기 다른 정맥관으로 주입할 때 발생 위험이 동일하지 않으므로 명확한 근거를 마련하기 위해서는 주입되는 약제 뿐 아니라, 약제가 주입되는 정맥관, 주입받는 환자의 특성이 포괄적으로 포함한 연구가 필요하다.

정맥관 삽입 후 정맥염의 증상이 발생하는 경우에 교체를 권고하고 있음에 따라[9], 심각한 염증 뿐 아니라 불편감, 가벼운 통증 등의 초기증상이 발생한 경우에도 정맥관을 교체한다. 최근 환자만족과 환자경험을 강조하고 있음에 따라 과거에 비해 환자가 호소하는 정맥염 초기증상에 좀 더 적극적으로 대응할 수밖에 없고, 감염과 같은 환자안전이 큰 이슈임에 따라 초기증

상 발생 시 적극적인 중재수행이 요구된다. 따라서 본 연구는 정맥관 관리를 위해 정맥염 발생 전단계인 정맥염 초기증상이 환자, 정맥관, 정맥주사의 특성에 따라 어느 정도 발생하는지 분석하고, 관련요인을 포괄적으로 고려하였을 때 유의한 영향요인이 무엇인지 확인하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 일반병동에 입원한 성인 환자를 대상으로 정맥염 초기증상의 빈도를 분석하고, 이에 영향을 미치는 관련요인(환자 특성, 정맥관 특성, 정맥주사 특성)을 확인하고자 함이다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 일반병동에 입원한 성인 환자를 대상으로 말초정맥관의 정맥염 초기증상 발생에 미치는 영향요인을 분석하기 위한 후향적 조사연구이다.

2. 연구대상

본 연구는 2017년 9월 21일부터 10월 31일까지 한림대학교 강남성심병원 일반병동에 입원하여 3일 이상 정맥주사요법 받은 성인 환자를 대상으로 하였다. 연구자는 전자의무기록을 활용하여 일반병동에 입원하여 3일 이상 정맥주사요법을 받은 대상자 중 만 18세 이상 성인 환자만 추출하였다. 삽입한 정맥주사의 특성에 대한 자료나 정맥염 여부 평가 자료가 누락된 대상은 제외하였다. 연구기간 중 해당 정맥주사 건수는 총 703건 이었고, 최종 226명이 본 연구의 분석대상이었다.

3. 연구도구

1) 일반적 특성과 정맥주사 특성

일반적 특성과 정맥주사 특성은 선행문헌[1-3,18]을 근거로 변수를 추출하였다. 일반적 특성으로 성별, 연령, 진료과, 입원 시 키와 몸무게, 입원기간 중 음식여부를 전자의무기록에서 일괄적으로 추출하였다. 입원 시 키와 몸무게로 체질량지수(Body Mass Index, BMI)를 계산하여 WHO 기준[21]에 따라 분류하였다. 정맥주사 특성은 주사삽입위치, 주사바늘크기, 지속적 주입여부를 전자의무기록을 통해 추출하였다.

2) 정맥주사요법 특성

정맥주사의 특성은 전자의무기록으로 추출하였으나, 정맥주사로 주입되는 수액이나 약물은 일괄적으로 추출이 불가능하여, 관련 수액과 약물은 전자의무기록을 검토하여 정맥주사 관찰기록지에 관련 내용을 수집하였다. 지속적으로 주입되는 수액과 관련된 특성은 수액의 개수, 종류, 시간당 주입량, 수액의 삼투압이었고, 간헐적으로 주입되는 약제는 선행문헌[1-3, 18]을 근거로 항생제, 인슐린, 전해질 보충, 항암제, 심혈관 약제 등이 사용되는지를 수집하였다.

3) 정맥염과 정맥염 초기증상

본 연구에서는 정맥염은 Visual Infusion Phlebitis (VIP) scale로 측정하였다[22]. VIP scale은 타당도, 신뢰도가 검증된 정맥염 평가 도구로 적용이 용이하여 임상에서 활용을 권고하고 있는 도구이다[23,24]. 본 연구는 전자의무기록을 활용하여 분석함에 따라 특정 병동이 아닌 병원의 전체 일반병동에 입원하고 있는 환자가 대상이며, 환자의 정맥상태를 확인하는 간호사도 일반병동에서 근무하는 전 간호사이다. 다수의 간호사가 다수의 환자를 평가함으로 정맥염 평가의 정확성을 높이기 위해 환자의 정맥염 여부를 평가하여 기록하는 병동 간호사를 대상으로 VIP scale에 대한 교육을 먼저 시행하였다. 교육시행 이후 누적된 자료를 활용하여 정맥염 초기증상과 정맥염 여부에 대한 자료를 추출하였다.

VIP scale은 0점에서 5점까지 측정되며, 0점은 증상이 없으며, 1점은 통증이나, 발적이 발생하여 정맥염 초기증상이 있는 것으로 판단한다. 2점부터 초기 단계 정맥염이며, 이후 점수가 클수록 정맥염의 정도가 심각해지는 것을 의미한다. 본 연구는 VIP scale로 정맥염 여부를 평가하였으며, 정맥염은 VIP scale 2점부터이나, 1점부터 정맥염 초기증상으로 평가되므로 1점 이상인 환자의 관련요인을 분석하였다.

4. 자료수집

본 연구의 연구자는 전자의무기록 시스템에 접근하여 2017년 10월 1일부터 자료추출을 시작하여 2017년 11월 10일에 자료수집을 완료하였다. 전자의무기록에서 정맥주사 기록이 있는 환자를 대상으로 규정하고, 해당 환자의 일반적 특성과 정맥관 특성을 전자의무기록 시스템에 10일 간격으로 4차례 자료를 추출하였다. 자료를 일괄 추출한 후 주입수액, 수액의 주입속도, 간헐적으로 투입된 약제 등 전자의무기록에서 일괄적으로 추출이 어렵고 정확성이 떨어지는 항목은 연구자가 전자

의무기록을 검토하여 정맥주사 관찰기록지에 자료를 수집하였다.

5. 윤리적 고려

본 연구는 한림대학교강남성심병원 기관생명윤리심의위원회(Institutional Review Board No.: HKS 2017-06-023-001)의 승인을 받은 후 전자의무기록을 사용하였다. 전자의무기록에서 정보를 추출할 때 대상자를 식별할 수 있는 성명, 주민번호 등의 정보는 모두 제거한 후 데이터를 구축하였다.

6. 자료분석

수집된 자료는 SPSS/WIN 23.0 프로그램(IBM SPSS Statistics, SPSS Inc., Armonk, NY)과 STATA SE 14.0 (Stata Corp., College Station, TX)를 이용하여 분석하였으며, 구체적인 자료분석방법은 다음과 같다.

- 대상자의 일반적 특성과 정맥주사의 특성은 실수와 백분율 또는 평균과 표준편차로 분석하였고, 대상자의 일반적 특성과 정맥주사 특성에 따른 정맥염 초기증상 발생의 차이는 χ^2 test, independent t-test로 분석하였다.
- 정맥염 초기증상 발생에 미치는 영향요인은 대상자 별로 시간에 따라 여러 건의 정맥주사가 포함됨에 따라 데이터의 구조를 반영한 혼합효과 로지스틱 회귀모형(mixed-effect logistic regression)으로 분석하였다[25]. 본 연구는 전체 오차항의 분산에서 각 환자의 분석이 차지하는 비중(rho)이 0이라는 귀무가설을 기각해 환자의 특성을 고려한 혼합효과모형(mixed-effect model)이 적합하였다[25].

연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구대상자 226명의 특성은 Table 1에 제시하였다. 대상자 평균연령은 59.26 ± 16.08 세였고, 여성이 53.1%로 남성보다 많았다. 키와 몸무게로 계산한 BMI는 평균 23.81 kg/m^2 였고, 90% 이상 정상체중 이상이었으나 7.5%는 저체중이었다. 내과 병동에 입원한 환자가 58.8%로 가장 많았고, 외과병동 환자는 35.0%를 차지했다. 조사기간 중 금식인 경우는 21.7%였다. 평균 재원일수는 6.28 ± 3.35 일이었고, 입원기간 동안 정맥주사 건수는 평균 3.11 ± 2.75 건이었다.

Table 1. General Characteristics of Patients with Intravenous Therapy

(N=226)

Variables	Categories	n (%)	M±SD	Min~Max
Age (year)	≤ 40	31 (13.7)	59.26±16.08	19~90
	41~64	102 (45.1)		
	≥ 65	93 (41.2)		
Gender	Men	106 (46.9)		
	Women	100 (53.1)		
BMI at admission (kg/m ²)	Underweight (<18.5)	17 (7.5)	23.81±3.64	15.4~35.6
	Normal (18.5~24.9)	132 (58.4)		
	Overweight (25.0~29.9)	63 (27.9)		
	Obese (≥30)	14 (6.2)		
Department	Medical unit	133 (58.8)		
	Surgical unit	79 (35.0)		
	Others	14 (6.2)		
NPO during hospitalization	Yes	49 (21.7)		
	No	177 (78.3)		
Length of hospital stay (day)			6.28±3.35	
Number of IV injections			3.11±2.75	1~14

BMI=body mass index; NPO=nothing by mouth; IV=intravenous.

2. 대상자의 정맥주사 특성

총 226명의 환자가 조사기간 중 정맥주사를 받은 총 건수는 703건이었고, 각 정맥주사의 특성은 Table 2와 같다. 정맥주사 부위는 95.0%가 팔이었고, 5.0%만 주사 부위가 다리 혹은 머리였다. 정맥관의 크기는 22 gauge가 60.2%로 가장 많았고, 24 gauge, 18 gauge, 20 gauge 순이었다. 8.4%는 간헐적으로 약물을 주입하기 위해 정맥관을 유지하고 있었고, 91.6%의 지속적으로 수액주입하기 위한 목적이었다. 지속적 주입하는 수액은 1개인 경우가 59.5%로 가장 많았으나, 2개 이상 주입하는 경우도 32.1%로 많았다. 총 정맥건의 55.2%가 생리식염수를 주입하였고, 다음으로 정맥영양요법(Total Parenteral Nutrition, TPN), 5% 포도당, 10% 포도당 순이었다. 주입되는 수액의 총 삼투압은 68.7%가 600 mOsm/L 미만이었으나, 21.2%는 수액 삼투압이 900 mOsm/L를 넘기도 했다. 간헐적으로 주입되는 약물은 항생제가 53.6%로 가장 많았고, 인슐린, 항암제, 전해질, 심혈관 약제는 각 4% 미만이었다.

정맥관 유지기간은 24시간에서 72시간 미만이 59.0%로 가장 많았고, 72시간 이상 지속하는 경우가 11.2%였다. 24시간 미만으로 단기간에 정맥관을 교체한 경우도 29.8%에 해당했다. 정맥주사의 VIP scale는 59.6%가 0점으로 아무증상이 없었으며, 36.3%는 VIP scale 1점으로 통증이나 발열과 같은 정맥염 초기증상이 나타났고, 4.1%는 VIP scale 2점으로 초기 단계 정맥염으로 평가되어 40.4%가 정맥염 혹은 정맥염 초기증

상이 발생한 것으로 분석되었다. VIP scale 1점 이상 환자의 주증상은 발적(38.7%), 통증(36.3%)이 유사한 비율이었고, 두 증상을 같이 호소한 경우도 25.0%를 차지했다.

3. 대상자 특성, 정맥주사 특성에 따른 정맥염 초기증상 발생의 차이

대상자의 특성과 정맥주사 특성에 따른 정맥염 초기증상 발생의 차이를 분석한 결과는 Table 3에 제시하였다. 입원 환자 226명 중 108명(47.8%)이 정맥주사요법을 받는 중 VIP scale 1점으로 초기증상 발생에 따라 정맥관을 제거하였다. 정맥염 초기증상이 발생한 환자의 특성 중 유의한 관련변수는 금식이었고, 금식 환자의 경우 63.3%가 정맥염이 발생한 반면, 금식을 하지 않은 환자의 43.5%만 정맥염 증상이 발생하였다.

정맥주사 특성 중 유의한 관련변수는 정맥주사관의 크기와 지속적 주입한 수액의 개수, 총 수액 삼투압, 항생제와 인슐린이었다. 정맥주사관의 경우 관의 크기가 작을수록 정맥염 발생률은 비율이 높게 나타났고, 통계적으로 유의하였다($\chi^2=17.22$, $p=.001$). 지속적으로 주입하는 수액의 개수에 따라 정맥염 발생에 유의한 차이를 보였고($\chi^2=18.15$, $p<.001$), 수액의 삼투압이 900 mOsm/L 이상인 경우 정맥염 발생률이 65.1%로 900 mOsm/L 미만에 비해 유의하게 높게 나타났다($\chi^2=49.93$, $p<.001$). 시간당 주입량은 정맥염 초기증상 발생여부에 따라 차이를 보이지 않았다. 간헐적으로 주입되는 약물 중 항생제가

Table 2. Characteristics of Intravenous Lines (N=703)

Characteristics	Categories	n (%)
IV site	Arm	668 (95.0)
	Leg or head	35 (5.0)
Needle gauge	18	105 (14.9)
	20	28 (4.0)
	22	423 (60.2)
	24	147 (20.9)
Number of fluids	0	59 (8.4)
	1	418 (59.5)
	2	197 (28.0)
	3	29 (4.1)
List of fluids [†]	Normal saline (single or drug mix)	388 (55.2)
	TPN	176 (25.0)
	5% glucose (single or drug mix)	143 (20.3)
	10% glucose (single or drug mix)	138 (19.6)
	Lipid	33 (4.7)
	Others	12 (1.7)
Fluid osmolarity (mOsm/L)	< 300	141 (20.1)
	300~599	342 (48.6)
	600~899	71 (10.1)
	≥ 900	149 (21.2)
Medication	Antibiotics	377 (53.6)
	1	269 (38.3)
	≥ 2	108 (15.4)
	Insulin	27 (3.8)
	Cardiovascular drug	6 (0.9)
	Electrolyte replacement	21 (3.0)
	Chemotherapy	22 (3.1)
Duration (hour)	< 24	209 (29.8)
	24~71	415 (59.0)
	≥ 72	79 (11.2)
VIP scale	0	419 (59.6)
	1	255 (36.3)
	2	29 (4.1)
Symptom (VIP score 1~2)	Redness	110 (38.7)
	Pain	103 (36.3)
	Pain and redness	71 (25.0)

[†] Multiple responses; IV=intravenous; G=gauge; TPN=total parenteral nutrition; VIP=visual infusion phlebitis.

유의한 변수였고, 항생제를 두개 이상 쓰는 경우 정맥염 증상이 50.0%로 1개 혹은 쓰지 않는 정맥관 보다 높게 나타났다.

정맥관의 평균 사용기간은 정맥염 증상이 발생한 경우 34.39 ± 1.30시간이었고, 발생하지 않은 경우 49.00 ± 1.18시간으로 정맥관 유지기간은 유의한 차이를 보였다($t=-8.16, p<.001$).

4. 정맥염 발생에 영향을 미치는 요인

정맥염 초기증상 발생에 영향을 미치는 요인은 환자 특성만

포함한 모형 1과 환자 특성과 정맥주사 특성을 동시에 고려한 모형 2으로 분석하였고, 결과를 Table 4에 제시하였다. 모형 1에서 정맥염 초기증상 발생에는 성별과 금식여부가 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 남자보다 여자 환자가 발생위험이 1.90배 높았고, 금식할 경우 발생가능성이 2.01배로 높았다.

환자 특성과 정맥주사 특성을 동시에 포함한 모형2에서 정맥염 초기증상 발생에 유의한 영향을 미치는 변수는 성별, 정맥주사관의 크기, 수액의 삼투압이었다. 금식의 경우 정맥주사 특성과 같이 고려할 경우 유의한 영향변수가 아니었다. 정맥주사 특성을 포함한 경우에도 여성의 정맥염 초기증상 발생위험은 남성에 비해 높았고, 정맥주사 바늘의 크기가 24 gauge 경우가 18 gauge에 비해 3.19배 초기증상 발생위험이 높게 나타났다. 수액의 삼투압이 900 mOsm/L인 경우 300 mOsm/L 미만에 비해 3.03배 정맥염 초기증상 발생 위험이 높게 나타났다.

논 의

본 연구는 일반병동에 입원한 성인 환자의 말초정맥관의 유지에 따른 정맥염 초기증상 발생에 미치는 영향요인을 분석하기 위해 시행되었다. 본 연구는 VIP scale로 정맥주사 부위를 평가했으며, VIP scale 2점 이상, 즉 정맥염으로 평가된 건의 비율은 전체 건수의 4.1%를 차지했다. 본 연구의 정맥염 발생률은 국내에서 시행된 다양한 선행연구(18.7~35.0%)에 비해서는 낮은 수준이었다[1,4-6]. 선행연구마다 정맥염을 판단하는 척도가 다르고, 정맥염에 영향을 미치는 요인이 병원 간 차이가 있음에 따라 절대적인 비교는 어렵지만, 본 연구결과는 이상적인 정맥염 발생률과 근접한 결과로 낮은 수준이었다. 이는 정맥염이 발생할 수 있는 정맥주사 부위를 초기에 사정하고, 평가하여 제거한 것이 큰 요인으로 작용한 것으로 평가된다. 본 연구에서 VIP scale 1점, 즉 정맥염 초기증상이 발생한 정맥건은 총 건수의 36.3%로 이는 정맥염이 발생하기 전 간호사의 평가 혹은 환자의 증상 호소로 초기에 정맥관을 제거한 경우에 해당한다. VIP scale 1점은 정맥염의 초기증상으로 이때 적절한 중재가 이루어지지 않을 경우 정맥염으로 이어질 가능성이 있다. 따라서 주기적으로 주사 부위를 관찰하고, 초기에 관련 증상을 발견하여 중재가 이루어질 경우 정맥염으로 이어지는 것을 예방할 수 있다. VIP scale은 타당도와 신뢰도가 검증된 도구로 정맥염을 평가하는 단계가 세부적이고, 각 점수마다 수행해야 하는 중재를 같이 제시하고 있음에 따라 간호사가 증상을 좀 더 면밀히 인지하여 그에 따른 중재를 수행할 수 있게 해주어 유용한 도구로 평가된다[23,24].

Table 3. Differences in Development of Early Symptom of Phlebitis According to Patient Factors and Injection Factors

Variables	Categories		Early symptom of phlebitis		χ^2 or t (<i>p</i>)
			Yes	No	
			n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	
Patient factors (n=226)			108 (47.8)	118 (52.2)	
Gender	Men		44 (41.5)	62 (58.5)	3.15 (.076)
	Women		64 (53.3)	56 (46.7)	
Age (year)			60.35±1.58	58.26±1.45	0.96 (.330)
BMI (kg/m ²)			23.48±0.39	24.12±0.30	-1.32 (.189)
NPO during hospitalization	Yes		31 (63.3)	18 (36.7)	6.01 (.014)
	No		77 (43.5)	100 (56.5)	
Injection factors (n=703)			284 (40.4)	419 (59.6)	
IV site	Arm		267 (40.0)	401 (60.0)	1.02 (.312)
	Leg or head		17 (48.6)	18 (51.4)	
Needle gauge	18		27 (25.7)	78 (74.3)	17.22 (.001)
	20		11 (39.3)	17 (60.7)	
	22		170 (40.2)	253 (59.8)	
	24		76 (51.7)	71 (48.3)	
Number of fluids	0		19 (32.2)	40 (67.8)	18.15 (< .001)
	1		149 (35.7)	269 (64.3)	
	2		104 (52.8)	93 (47.2)	
	3		12 (41.4)	17 (58.6)	
Fluid osmolarity (mOsm/L)	< 300		52 (36.9)	89 (63.1)	49.93 (< .001)
	301~599		116 (33.9)	226 (66.1)	
	600~899		19 (26.8)	52 (73.2)	
	≥ 900		97 (65.1)	52 (34.9)	
Infusion rate (cc/hr)			56.81±2.33	50.83±2.98	1.47 (.143)
Medication	Antibiotics	No	124 (38.0)	202 (62.0)	8.20 (.042)
		1	106 (39.4)	163 (60.6)	
		≥ 2	54 (50.0)	54 (50.0)	
	Insulin	Yes	8 (29.6)	19 (70.4)	1.35 (.245)
		No	276 (40.8)	400 (59.2)	
	Cardiovascular drug	Yes	1 (16.7)	5 (83.3)	(.410) [†]
		No	283 (40.6)	414 (59.4)	
	Electrolyte replacement	Yes	11 (52.4)	10 (41.6)	1.29 (.256)
		No	273 (40.0)	409 (60.0)	
	Chemotherapy	Yes	5 (22.7)	17 (77.3)	2.95 (.086)
No		279 (40.0)	402 (59.0)		
Duration (hour)			34.39±1.30	49.00±1.18	-8.16 (< .001)

BMI=body mass index; NPO=nothing by mouth; IV=intravenous; G=gauge; [†] Fisher's exact.

VIP scale 1점은 정맥염의 초기증상으로 본 연구에서는 큰 비율을 차지한 환자의 증상 중 하나는 통증(36.3%)으로, 환자가 삽입 부위에 통증을 호소하는 경우 이를 VIP scale 1점 초기증상으로 평가하고 정맥관을 제거하였다. VIP scale 1점부터 정맥관을 제거함에 따라 평균 유지기간이 짧고 재원기간 중 교환횟수는 빈번했으나, 실제 정맥염 발생률은 낮았다. 선행연구에서 권고주기와 임상증상이 발생하기 전까지 사용하는 것에

유의한 차이가 없었지만[11-13], 폐색, 정맥염, 염증 등의 이유로 권고주기 이상을 사용하지 못하는 비율이 높았다[14,26]. 본 연구 또한 실제 정맥염 발생률은 낮으나, 총 정맥건의 40% 이상이 정맥염 초기증상이나 초기 단계의 정맥염으로 정맥관이 제거되었다. 정맥관 유지기간이 평균 34.39시간으로 정맥관 초기증상이나 정맥염의 발생으로 자주 정맥관을 교체할 수밖에 없었다. 잦은 정맥관 교체는 환자와 간호사 모두에게 큰 부

Table 4. Factors associated with Development of Early Symptom of Phlebitis

Variables	Model 1			Model 2		
	Odds ratio	z (p)	95% CI	Odds ratio	z (p)	95% CI
Patient factors						
Gender (ref: Men)	1.90	2.42 (.016)	1.13~3.20	1.95	2.52 (.009)	1.18~3.21
Age (year)	1.01	1.86 (.062)	1.00~1.03	1.01	1.01 (.314)	0.99~1.02
BMI at admission (kg/m ²)	0.96	-1.27 (.203)	0.90~1.02	0.97	-0.75 (.452)	0.91~1.04
NPO during hospitalization (ref: no)	2.01	2.27 (.023)	1.14~3.74	1.70	1.28 (.202)	0.87~3.30
Injection factors						
IV site (ref: leg)				0.76	-0.51 (.591)	0.28~2.16
Needle gauge (ref: 18)						
20				1.75	0.96 (.337)	0.53~4.94
22				1.77	1.58 (.113)	0.97~3.27
24				3.19	2.96 (.003)	1.51~6.70
Heparin lock (ref: no)				0.40	-1.76 (.079)	0.15~1.08
Infusion rate (cc/hr)				1.00	-0.96 (.339)	0.99~1.00
Fluid osmolarity (ref: <300 mOsm/L)						
300~599				0.77	-1.09 (.274)	0.43~1.41
600~899				0.44	-1.91 (.056)	0.17~1.08
≥ 900				3.03	2.54 (.011)	1.31~7.00
Medication						
Antibiotics				0.88	-0.48 (.629)	0.55~1.41
Insulin				0.61	-0.80 (.426)	0.19~2.04
Cardiovascular drug				0.46	-0.51 (.608)	0.03~6.92
Electrolyte replacement				1.62	0.66 (.512)	0.51~5.17
Chemotherapy				0.56	-0.96 (.338)	0.15~2.11
Variance						
rho (95% CI)		0.30 (0.20~0.43)			0.23 (0.13~0.37)	
LR test of rho=0		54.57 (p<.001)			30.68 (p<.001)	
Model fit						
-log likelihood		-430.12			-394.44	
Wald χ^2		13.51 (p=.009)			49.32 (p<.001)	

Note: Random variance of null model=0.34 (95% CI : 0.23~0.47), LR test (rho=0)=74.84 (p<.001); CI=confidence interval; BMI=body mass index; NPO=nothing by mouth; IV=intravenous.

담을 가져오며[27,28], 특히 국내의 일반병동과 같이 간호사가 담당하는 환자가 많은 구조[29]에서는 업무과중을 일으키는 요인이 된다. 따라서 정맥관 유지실패의 큰 비중을 차지하는 정맥염 초기증상의 원인을 분석하고, 이에 대한 적절한 중재를 통해 정맥관을 관리하는 간호사의 업무부담을 줄여줄 필요가 있을 것이다.

임상증상 발생 시 정맥관을 교체가 환자측면과 비용 측면에서 효과적이지만[12], 다양한 요인으로 조기에 정맥관이 제거됨에 따라 본 연구는 정맥관 유지실패의 요인인 정맥염 초기증

상 발생에 미치는 영향요인을 분석하였다. 분석결과 여성, 정맥관의 크기, 주입하는 수액의 삼투압이 위험요인으로 분석되었다. 여성이 정맥염 발생의 위험이 높은 것은 선행연구와도 일치하는 부분이다[2,15,17]. 이는 여성의 정맥상태나 피부상태의 취약성이 원인으로 사료된다. 하지만 성별과 정맥염에는 유의한 관련이 없다고 보고한 연구[5]도 있음에 따라 성별 자체가 유의한 영향요인인지, 여성 환자에게 수행되는 정맥주사요법이 영향요인인지를 밝히는 추가적인 연구가 필요하다. 금식 여부는 모형 1에서 유의한 영향변수였으나, 정맥주사 특성을

같이 투입하여 분석한 모형 2에서는 유의한 영향변수가 아니었다. 즉, 금식 자체가 초기증상 발생에 영향을 미치는 변수로 보기 어려우며, 금식으로 인해 다양하게 주입되는 수액이나 약제의 특성이 발생에 영향을 미친 것으로 보인다. 금식 뿐 아니라 연령과 BMI 또한 유의한 영향요인이 아니었다. 본 연구에서 연령은 유의한 영향요인은 아니었고, 이는 선행연구와 동일한 결과이다[2]. 하지만 연령의 경우 연구에 포함된 대상의 연령 범위가 영향을 미칠 수 있고, 고령화로 인해 피부와 혈관상태의 변화로 정맥염 발생위험이 증가할 수 있으므로[30] 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 볼 수 있다.

정맥주사 관련요인 중 정맥관의 크기와 수액의 삼투압은 유의한 영향요인으로 나타났다. 본 연구에서는 24 gauge는 18 gauge에 비해 3.19배 정맥염 초기증상이 발생할 위험이 높게 나타났다. 정맥관의 크기가 큰 18 gauge에서 정맥염 발생률이 높게 나타났다는 Yoon 등[5]의 연구와는 반대되는 결과이다. 정맥관 크기가 정맥염 발생에 미치는 영향을 분석한 선행연구를 살펴보면, 작은 구경의 정맥관이 정맥염 발생에 유의한 영향요인으로 보고된 연구도 있으나[17], 정맥관의 크기는 정맥염 발생과 관련이 없다는 연구도 있었다[2]. 따라서 정맥관 크기가 정맥염이나 정맥염의 초기증상 발생에 미치는 영향에 대한 근거를 확보하기 위해서는 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 18 gauge 정맥관은 구경이 커서 환자가 느끼는 불편감이 큰 정맥관으로 수술이나 수혈 등 특별한 목적으로 사용하는 경우가 많고, 수술이나 수혈 등이 끝나면, 환자가 호소하는 불편감으로 이를 제거하게 되는 경우가 많아 정맥염 발생률이 낮게 나왔을 가능성이 높다. 하지만 이러한 이유로 18 gauge를 제외하더라도 본 연구에서 20 gauge, 22 gauge에 비해 24 gauge를 사용할 경우 통증이나 발적 등 초기증상이 높게 나타났다. 주입되는 수액의 속도는 다른 요인을 통제하였을 경우 유의한 영향요인이 아니었으나, 정맥관의 경우 주입되는 수액의 속도와 수액의 삼투압을 통제하더라도 유의한 영향요인이었다. 동일한 수액농도로 동일한 속도로 주입받을 때, 24 gauge를 사용하면 정맥염 초기증상이 발생할 위험이 유의하게 높은 것을 의미한다. 이는 동일한 수액을 주입할 경우 구경이 작을수록 수액의 속도나, 농도에 자극을 크게 받기 때문이다[23]. 따라서 임상에서 농도가 높거나, 주입속도가 빠를 경우 큰 구경의 정맥관이 적절하다고 권고하고 있으나, 말초정맥의 상태가 좋지 않은 환자에게 큰 정맥관이나 여러 개의 정맥관을 삽입하는 것은 어려운 일이다. 이러한 경우 부득이하게 작은 정맥관 하나에 여러 가지 수액을 동시에 사용하는 사례, 간호실

무지침을 준수할 수 없는 사례가 발생하는 것이다. 본 연구에서 24 gauge에서 정맥염 초기증상이 높게 발생한 것은 작은 구경의 정맥관으로 주입한 수액의 속도나 농도가 높았기 때문으로 판단된다.

정맥관의 크기와 더불어 주입 수액의 삼투압 또한 유의한 영향요인이었다. 수액의 삼투압이 900 mOsm/L 이상인 경우 300 mOsm/L에 비해 3배 이상 정맥염 초기증상 발생위험이 높았다. 수액의 삼투압은 주입되는 수액이 여러 개인 경우 가장 많이 주입될 때 해당되는 삼투압을 계산한 것이다. 즉, 말초정맥관 삽입이 어려워 하나의 정맥관에 여러 가지 수액을 동시에 투여하면서, 중간에 단시간 투여되는 수액제를 사용하는 경우 순간 주입되는 총 수액의 삼투압이 900 mOsm/L을 넘게 되는 것이다. 고삼투성 수액은 말초정맥관 사용을 권고하지 않으므로[31] 말초정맥으로 주입하는 TPN, 수액, 그리고 약제는 단독으로 사용할 때에는 말초정맥관에 사용할 수 있는 농도이다. 하지만 여러 가지 수액과 약제가 동시에 투여될 때 권고수준을 넘게 될 수도 있는 것이다.

실무지침을 모두 준수하기 위해서는 환자가 충분히 큰 구경의 말초정맥관을 여러 개 삽입할 수 있는 상태여야 하지만, 작은 구경의 정맥관 하나를 겨우 유지하고 있는 환자도 임상에서 흔히 볼 수 있다. 최근 이러한 상황을 고려하여 상급종합병원에서는 말초정맥관 삽입이 어려우며, 고농도의 수액이나 장기간 치료가 필요한 환자에게 전문간호사가 말초 삽입형 중심정맥관(Peripherally Inserted Central Catheters, PICCs)을 삽입하는 사례가 증가하고 있다[32]. PICCs는 TPN, 항암제 사용 등 말초정맥관으로 안정적으로 사용하기 어려운 경우 사용되며, 반복적인 삽입을 감소시켜 환자만족도가 높고, 수액이나 약물 투여의 지연되지 않는 장점이 있다[33,34]. TPN과 같은 고농도의 수액요법을 장기간으로 받아야 하며, 말초정맥관을 삽입하기 어려운 환자에게 고려되어야 할 것으로 보인다.

입원 환자 대부분이 정맥주사요법을 받고 있고, 말초정맥관 유지실패는 환자 뿐 아니라 간호사에게 큰 부담으로 작용하므로, 원인분석을 통해 말초정맥관 유지 실패를 감소시킬 수 있는 전략이 개발되어야 할 것이다. 현재 말초정맥관 유지실패의 원인을 분석한 많은 선행연구가 있지만[2,5,17,18], 여전히 영향요인이 명확히 규명되지 않으므로 정맥염 예방을 위한 효과적인 전략수립을 위해서는 다양한 요인을 포괄적으로 포함한 연구가 이루어질 필요가 있다. 그리고 정맥염이 발생하기 전 초기증상을 간호사가 조기 발견하고 적극적으로 중재하는 것이 환자안전 측면에서 중요하다. 따라서 타당하고 신뢰할 수 있는 도구를 활용하여 주위 부위를 주기적으로 관찰하고, 초기증상

을 조기에 발견할 수 있도록 교육이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 단일기관에서 수행된 연구로 연구결과를 일반화하여 확대해석하지 않도록 주의해야 한다. 둘째, 후향적 조사연구로 인과관계를 규명하는데 제한적이다. 셋째, 정맥주사 삽입자의 주사삽입과정을 관찰하지 못하여 삽입주사 과정에서 발생하는 여러 가지 요인을 포함하지 못하였다. 넷째, 정맥염 여부를 평가한 간호사의 평가 정확성을 높이기 위해 교육을 시행하였으나, 교육 후 관찰자간 일치도를 평가하기 못하여 자료입력의 정확성을 검증하지 못한 제한점이 있다.

결론 및 제언

본 연구결과 VIP scale을 활용하여 주기적으로 정맥관 삽입 부위를 관찰하여, 정맥염 초기증상이 나타나는 경우 조기에 발견하여 중재함으로 정맥염이 실제로 발생한 건은 약 4.1%로 낮게 나타났다. 정맥염과 정맥염의 초기증상이 나타나게 되는 원인을 분석한 결과 성별, 정맥주사관의 크기, 주입하는 수액의 삼투압이 유의한 영향요인이었다. 여자 환자가 남자보다 발생위험이 높았고, 정맥관의 크기가 작을수록, 삼투압이 900 mmol/kg 이상일수록 급격하게 발생위험이 높았다. 정맥염 초기증상을 예방하기 위해서는 작은 구경의 정맥관으로 수액이나 약제를 주입할 때 주입속도와 농도를 조절해야 하며, 정맥염 초기증상이 발생하는지 주기적인 관찰이 요구된다.

정맥염 초기증상을 발견하여 치료할 경우 심각한 합병증으로 이어지는 것을 막을 수 있으므로 정맥관을 삽입한 후에는 주기적 관찰이 이루어져야 한다. 따라서 임상실무에서 타당하고 신뢰할 수 있는 도구를 활용하여 주기적으로 관찰할 수 있는 체계를 마련할 필요가 있다. 그리고 정맥으로 주입되는 수액이나 약제가 점차 다양해짐에 따라 관련요인을 분석하는 연구 또한 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 마지막으로 정맥관 삽입이 어려운 환자가 PICCs와 같은 안정적으로 정맥주사요법을 받을 수 있는 방법이 적용될 수 있도록 간호실무지침에 이러한 부분이 고려되어야 할 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHORSHIP

Study conception and design acquisition - LY and LE; Data collection - LY; Analysis and interpretation of the data - LY and LE; Drafting and critical revision of the manuscript - LY and LE.

REFERENCES

1. Tagalakakis V, Kahn SR, Libman M, Blostein M. The epidemiology of peripheral vein infusion thrombophlebitis: a critical review. *The American Journal of Medicine*. 2002;113(2):146-51. [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(02\)01163-4](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(02)01163-4)
2. Nassaji-Zavareh M, Ghorbani R. Peripheral intravenous catheter-related phlebitis and related risk factors. *Singapore Medical Journal*. 2007;48(8):733-6.
3. Dychter SS, Gold DA, Carson D, Haller M. Intravenous therapy: a review of complications and economic considerations of peripheral access. *Journal of Infusion Nursing*. 2012;35(2):84-91. <https://doi.org/10.1097/NAN.0b013e31824237ce>
4. Choi JS, Park ES, Jin HY, Jung SY, Park MR, Kim JE, et al. Focused on 6 hospitals in Seoul or Gyeonggi-do, Korea: epidemiologic study of phlebitis associated with short-term intravenous catheter. *Korean Journal of Nosocomial Infection Control*. 2003;8(2):95-102.
5. Yoon HS, Park MA, Park EJ, Choi JH, Kim MY, Lim JM, et al. Study on prolonging peripheral intravenous catheter indwell time based on phlebitis rate. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2010;16(1):145-53.
6. Choi JH, Kang MJ, Park YH, Hong BR, Lee DS. The development of phlebitis in relation to 18 gauge peripheral intravenous catheter dwell time among surgical patients. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2015;21(2):188-95.
7. da Silva GA, Priebe S, Dias FN. Benefits of establishing an intravenous team and the standardization of peripheral intravenous catheters. *Journal of Infusion Nursing*. 2010;33(3):156-60. <https://doi.org/10.1097/NAN.0b013e3181d9c942>
8. Zingg W, Pittet D. Peripheral venous catheters: an under-evaluated problem. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2009;34(suppl 4):S38-42. [https://doi.org/10.1016/S0924-8579\(09\)70565-5](https://doi.org/10.1016/S0924-8579(09)70565-5)
9. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2011 [cited 2019 January 29]. Available from: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/bsi/recommendations.html>
10. Bolton D. Improving peripheral cannulation practice at an NHS Trust. *British Journal of Nursing*. 2010;19(21):1346-50. <https://doi.org/10.12968/bjon.2010.19.21.79998>
11. Rickard CM, Webster J, Wallis MC, Marsh N, McGrail MR, French V, et al. Routine versus clinically indicated replacement of peripheral intravenous catheters: a randomised controlled equivalence trial. *The Lancet*. 2012;380(9847):1066-74. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61082-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61082-4)
12. Tuffaha HW, Rickard CM, Webster J, Marsh N, Gordon L, Wallis M, et al. Cost-effectiveness analysis of clinically indi-

- cated versus routine replacement of peripheral intravenous catheters. *Applied Health Economics and Health Policy*. 2014; 12(1):51-8. <https://doi.org/10.1007/s40258-013-0077-2>
13. Webster J, Osborne S, Rickard CM, New K. Clinically-indicated replacement versus routine replacement of peripheral venous catheters. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015(8):CD007798. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007798.pub4>
 14. Tan YHG, Tai WLS, Sim C, Ng HLI. Optimising peripheral venous catheter usage in the general inpatient ward: a prospective observational study. *Journal of Clinical Nursing*. 2017;26(1-2):133-9. <https://doi.org/10.1111/jocn.13451>
 15. van der Sar-van der Brugge S, Posthuma EFM. Peripheral intravenous catheter-related phlebitis. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*. 2011;155:A3548.
 16. Leenders NHJ, Oosterheert JJ, Ekkelenkamp MB, De Lange DW, Hoepelman AIM, Peters EJG. Candidemic complications in patients with intravascular catheters colonized with *Candida* species: an indication for preemptive antifungal therapy? *International Journal of Infectious Diseases*. 2011;15(7):e453-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2011.03.009>
 17. Singh R, Bhandary S, Pun KD. Peripheral intravenous catheter related phlebitis and its contributing factors among adult population at KU Teaching Hospital. *Kathmandu University Medical Journal*. 2008;6(24):443-7. <https://doi.org/10.3126/kumj.v6i4.1732>
 18. Maki DG, Ringer M. Risk factors for infusion-related phlebitis with small peripheral venous catheters: a randomized controlled trial. *Annals of Internal Medicine*. 1991;114(10):845-54. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-114-10-845>
 19. Lanbeck P, Odenholt I, Paulsen O. Antibiotics differ in their tendency to cause infusion phlebitis: a prospective observational study. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*. 2002;34(7):512-9. <https://doi.org/10.1080/00365540110080908>
 20. Gorski LA, Hagle ME, Bierman S. Intermittently delivered IV medication and pH: reevaluating the evidence. *Journal of Infusion Nursing*. 2015;38(1):27-46. <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000081>
 21. World Health Organization. Body mass index - BMI [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2018 [cited 2019 January 29]. Available from: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
 22. Jackson A. Infection control-a battle in vein: infusion phlebitis. *Nursing Times*. 1998;94(4):68-71.
 23. Higginson R, Parry A. Phlebitis: treatment, care and prevention. *Nursing Times*. 2011;107(36):18-21.
 24. Gallant P, Schultz AA. Evaluation of a visual infusion phlebitis scale for determining appropriate discontinuation of peripheral intravenous catheters. *Journal of Infusion Nursing*. 2006; 29(6):338-45.
 25. Hedeker D. A mixed-effects multinomial logistic regression model. *Statistics in Medicine* 2003;22(9):1433-46. <https://doi.org/10.1002/sim.1522>
 26. Cicolini G, Manzoli L, Simonetti V, Flacco ME, Comparcini D, Capasso L, et al. Phlebitis risk varies by peripheral venous catheter site and increases after 96 hours: a large multi-centre prospective study. *Journal of Advanced Nursing*. 2014;70(11):2539-49. <https://doi.org/10.1111/jan.12403>
 27. Alexandrou E, Ray-Barruel G, Carr PJ, Frost SA, Inwood S, Higgins N, et al. Use of short peripheral intravenous catheters: characteristics, management, and outcomes worldwide. *Journal of Hospital Medicine*. 2018;13(5):E1-7. <https://doi.org/10.12788/jhm.3039>
 28. Castillo MI, Larsen E, Cooke M, Marsh NM, Wallis MC, Finucane J, et al. Integrated versus non-integrated peripheral intravenous catheter. Which is the most effective system for peripheral intravenous catheter management? (The OPTIMUM study): a randomised controlled trial protocol. *BMJ Open*. 2018;8(5):e019916. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019916>
 29. Cho SH, Lee JY, June KJ, Kim Y. Nurse staffing levels and proportion of hospitals and clinics meeting the legal standard for nurse staffing for 1996-2013. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*. 2016;22(3):209-19. <https://doi.org/10.1111/jkana.2016.22.3.209>
 30. Whitson MI. Intravenous therapy in the older adult: special needs and considerations. *Journal of Infusion Nursing*. 1996; 19(5):251-5.
 31. Boullata JJ, Gilbert K, Sacks G, Labossiere RJ, Crill C, Goday P, et al. A.S.P.E.N. clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2014;38(3):334-77. <https://doi.org/10.1177/0148607114521833>
 32. Park JY, Kim HL. A comprehensive review of clinical nurse specialist-led peripherally inserted central catheter placement in Korea: 4101 cases in a tertiary hospital. *Journal of Infusion Nursing*. 2015;38(2):122-8. <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000093>
 33. Abedin S, Kapoor G. Peripherally inserted central venous catheters are a good option for prolonged venous access in children with cancer. *Pediatric Blood & Cancer*. 2008;51(2):251-5. <https://doi.org/10.1002/pbc.21344>
 34. Schwengel DA, McGready J, Berenholtz SM, Kozlowski LJ, Nichols DG, Yaster M. Peripherally inserted central catheters: a randomized, controlled, prospective trial in pediatric surgical patients. *Anesthesia & Analgesia*. 2004;99(4):1038-43. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000132547.39180.88>