

시리즈 21

근거기반 임상간호실무지침

말초정맥 주입요법 (2024 개정)

Peripheral Venous Infusion Therapy (ver. 2024)

Evidence-Based Clinical Nursing Practice Guideline

KOREAN HOSPITAL NURSES ASSOCIATION



병원간호사회

HOSPITAL NURSES ASSOCIATION

책임연구원 정인숙(부산대학교 간호대학 교수)

연구원 강찬미(동서대학교 간호학과 교수)
김경숙(성균관대학교 임상간호대학원 교수)
김현림(서울아산병원 정맥지원 unit 수간호사)
박정옥(아주대학교병원 간호본부장)
이주현(을지대학교 성남캠퍼스 간호학과 교수)
임경춘(성신여자대학교 간호대학 교수)
최고은(서울대학교병원 병동 수간호사)

※ 본 말초정맥 주입요법 간호실무지침은 병원간호사회의 용역연구비를 받아 개발하였으며 전문은 병원간호사회 홈페이지에서 볼 수 있습니다.

| 머리말 |

정맥주입요법(infusion therapy)은 정맥에 삽입된 관(catheter)을 통해 비경구적으로 수액이나 약물의 공급, 영양분 공급, 혈액이나 혈액산물의 수혈, 그리고 혈액학적 상태 모니터링을 목적으로 실시하는 대표적인 간호실무이다. 그러나, 정맥주입요법은 숙련된 의료인에 의해 실시되어도 다양한 합병증이 나타날 수 있으며, 대표적인 합병증으로 정맥염, 침윤, 일혈, 감염, 공기색전, 정맥관 색전, 혈전 등이 있다. 이러한 합병증의 발생은 치료 지연, 환자 불편함 및 불만족 증가와 관련이 있기 때문에 환자와 사회에 중요한 영향을 미치며 부상, 영구 장애 및 사망을 포함한 최적이지 아닌 건강 관리 결과를 초래할 수 있다. 따라서, 올바른 정맥요법에 대한 이해를 바탕으로 한 실무가 강조되고 있다.

근거기반 실무지침(Evidence based clinical practice guideline)은 특정 임상환경에서 의료인의 의사결정을 돕기 위해 적절한 근거를 검색, 평가하는 체계적인 접근법을 사용하여 개발된 지침으로, 간호현장에서 실무지침을 활용함으로써 근거와 실무사이의 간극을 줄여, 간호실무의 질 향상에 도움이 된다. 이에 따라, 병원간호사회의 지원 하에 2012년 말초정맥 주입요법과 중심정맥 주입요법을 포괄하는 '정맥주입요법' 실무지침 초판이 발행된 바 있다. 이후 2017년에는 2012년에 발행된 '정맥주입요법' 실무지침의 개정 필요성을 검토한 후 '정맥주입요법' 실무지침 개정판이 발간되었다. 2023년에는 간호현장에서의 중심정맥요법이 증가하며, 국내외에서 중심정맥주입요법과 관련한 다양한 실무지침의 개발되는 것에 발맞추어 2017년 '정맥주입요법' 실무지침 개정판 중 중심정맥 주입요법의 권고안을 개정한 '중심정맥 주입요법' 실무지침(임경춘 등, 2023)이 개발된 바 있다.

이에 본 개정팀에서는 최신의 근거를 반영한 말초정맥 주입요법 실무지침의 개발이 필요하다는 인식하에 2017년 '정맥주입요법' 실무지침 개정판 중 말초정맥 주입요법과 관련된 권고안을 선별하고 최신의 지침을 활용하여 수용 개작하였다. 그러나 이번 개발과정의 주요 수용 개작용 지침으로 활용된 Infusion Nursing Society의 정맥주입요법 실무지침은 말초정맥 주입요법과 중심정맥 주입요법에 대해 명확히 구분하고 있지 않아 말초정맥 주입요법에 적용될 수 있는 권고안으로 수용 개작하는데 어려움이 있었다. 다행히 개발된 실무지침 초안에 대한 외부검토 과정에서 각 권고안이 이해하기 용이하고 적절성 또한 만족할 만한 수준임을 확인하였다. 그러나, 일부 권고안에 대해서는 적용가능성이 낮은 것으로 평가되었는데, 현시점에서 국내에서의 적용이 어려운 권고안일지라도 간호실무의 질 향상을 위해 필요할 것으로 판단되는 권고안에 대해서는 추후 개선되어야 할 실무로 간주하고 그대로 유지하였다. 따라서, 각 의료기관에서는 권고안의 적용에 앞서 적용가능성을 검토하고 수용 개작하여 사용하기를 제언한다.

2024년 10월

말초정맥 주입요법 간호실무지침 개정팀

목차

근거수준과 권고등급	1
권고안 요약	3
권고안 배경	29
I. 일반적 원칙	31
II. 말초정맥관 선정	31
III. 말초정맥관 삽입부위 선정	35
IV. 말초정맥관 삽입 시 간호	45
V. 말초정맥관 삽입 후 간호	49
VI. 말초정맥관 관류와 잠금	62
VII. 말초정맥관을 통한 채혈	69
VIII. 말초정맥관의 교환과 제거	71
IX. 수액세트 관리	73
X. 말초정맥주입 부속기구(add-on device) 사용	80
XI. 합병증 관리	87
XII. 항암제 주입	103
XIII. PCA 주입	108
XIV. 정맥영양	111
XV. 수혈요법	124
XVI. 교육	132
XVII. 기록과 보고	133
참고문헌	137
부록	167

근거수준과 권고등급

‘말초정맥 주입요법(2024년 개정)’ 실무지침의 근거수준과 권고등급은 Infectious Diseases Society of America(IDSA)의 기준을 이용하였다(표 1). INS(2024) 실무지침의 근거수준 중 ‘위원회 합의(Committee consensus)’는 IDSA의 권고등급 C로, RCN(2022) 실무지침의 근거수준 중 ‘규정(Regulatory)’은 반드시 준수해야 하는 것이므로 권고등급 A로 설정하였다.

표 1. ‘말초정맥 주입요법(2024년 개정)’ 실무지침 내 권고안의 근거수준과 권고등급

구분	정의
근거수준	
I	1개 이상의 무작위대조연구
I A/P	해부, 생리, 병리 문헌
II	1개 이상의 잘 설계된 비무작위 임상연구 1개 이상의 잘 설계된 코호트 연구 또는 환자-대조군 연구 (1개 초과 실시기관 선호) 1개 이상의 다회(multiple) 반복 측정된 시계열 연구 1개 이상의 대조군이 없는 실험연구에서 매우 유의한 결과
III	임상적 경험, 기술연구, 전문가위원회 견해, 임상교재 등에 기반한 권위자의 의견
Regulatory	공공기관에서 제정한 규정
권고등급	
A	사용 또는 반대 권고안을 지지하는 좋은 근거(Good evidence)
B	사용 또는 반대 권고안을 지지하는 중등도 근거(Moderate evidence)
C	권고안을 지지하기에는 부족한 근거(Poor evidence)

출처. Mermel 등(2009)

권고안 요약

I. 일반적 원칙

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
1.	의료기관의 간호실무지침에 말초정맥 주입요법과 관련된 지침을 포함한다.	III	C
2.	의료기관은 말초정맥 주입요법과 관련된 간호실무지침을 일정기간마다 검토하고 최신의 근거에 따라 개정한다.	III	C
3.	말초정맥 주입요법과 관련된 간호실무지침은 모든 간호사에게 언제나 이용 가능해야 한다.	III	C
4.	간호사는 말초정맥 주입요법과 관련된 간호중재를 제공할 수 있는 역량을 갖추어야 한다.	III	C
5.	간호사는 말초정맥 주입요법과 관련된 간호실무지침에 따라 실무를 수행한다.	III	C

II. 말초정맥관 선정

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
6.	말초정맥관(midline 정맥관 제외)은 약물의 삼투압, 산도(pH), 투여방법(지속적 또는 간헐적), 투여속도 등이 말초정맥주입에 적절한 상황에서 예상 치료기간이 단기간(일주일 미만)인 경우에 선정한다.	III	C
7.	말초정맥관은 등장성(isotonic)의 생리적 산도를 보이는 약물주입에 사용하며, 극단적 pH 또는 삼투압 용액의 주입 시에는 선정하지 않는다.	II	B
8.	처방된 치료와 대상자의 요구를 수용할 수 있는 가장 작은 게이지의 말초정맥관을 선정한다.	II	B
9.	빠른 수액 주입이 필요한 경우(예: 외상) 더 큰 게이지의 말초정맥관을, 조영제를 사용하는 방사선 검사의 경우 천공 정맥관(fenestrated catheter)의 사용을 고려한다.	II	B
10.	나비 바늘(steel-winged devices)은 1회에 한하여 사용하고, 사용 후 남겨두지 않는다.	III	C
11.	Midline 정맥관은 다음과 같은 경우에 선정한다. - 예상 치료기간이 5-14일인 경우 - 말초정맥관 사용이 어려운 경우 - 중심정맥관 사용이 금지인 경우	III	C
12.	Midline 정맥관은 다음과 같은 경우에 선정하지 않는다. - 발포제, 정맥영양, 극단적 pH 또는 삼투압 용액의 지속적 주입 - 색전증이나 응고항진증의 과거력 - 사지로의 정맥흐름 감소 - 정맥 보존이 요구되는 말기 신질환	II	B

III. 말초정맥관 삽입부위 선정

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
3.1 삽입부위 선정기준			
13.	말초정맥관 삽입부위를 선정하기 위해 다음 사항을 평가한다. - 대상자 상태 - 연령 - 진단 - 동반질환 - 삽입부위와 삽입부위 근위부(proximal)의 혈관상태 - 삽입부위의 피부상태 - 말초정맥 주입기구의 삽입 과거력 - 말초정맥 주입요법의 유형과 기간 - 삽입부위에 대한 대상자의 선호도 등	III	C
14.	말초정맥관 삽입부위는 주로 사용하지 않는 상지의 원위부(distal)를 우선적으로 선정하되, 다음과 같은 부위는 피한다. - 촉진 시 통증이 있는 부위 - 개방성 상처 부위 - 감염이 발생한 부위 - 멍, 침윤, 정맥염이 발생한 부위 - 경화되고 딱딱해진 정맥 부위 - 림프부종 부위 - 감각/기능 이상 부위 - 시술/수술(예: 유방절제술, 액와림프절 절개술, 동정맥루, 투석, 방사선 치료 등)을 받았거나 예정된 부위	III	C
3.2 삽입부위			
15.	말초정맥관 삽입부위는 치료에 적합하고 합병증 위험이 적은 전완(forearm)을 우선적으로 선정한다.	III	C
16.	말초정맥관 삽입혈관은 상지의 앞쪽과 뒷쪽에 있는 중수(metacarpal) 정맥, 척측피(basilic) 정맥, 요측피(cephalic) 정맥, 정중(median) 정맥 중에서 선정한다.	II	B
17.	말초정맥관 삽입 부위가 해부학적 특이성(굴곡, 정맥판막, 손목에서 세 손가락 이내 등)이 있는 경우 삽입부위로 선정하지 않는다.	III	C
18.	말초정맥관 삽입부위로 하지에 있는 정맥의 사용은 가급적 제한한다.	II	B
19.	말초정맥관 삽입부위로 가슴, 유방, 복부 또는 몸통의 정맥은 선정하지 않는다.	III	C
20.	Midline 정맥관 삽입부위는 상완(upper arm)을 우선적으로 선정하고, 다음으로 전주와 (antecubital) 부위를 선정한다. 이때, 전주와 부위는 굴곡부위를 피하여 바로 위 또는 아래 부위로 선정한다.	III	C
21.	Midline 정맥관 삽입혈관은 척측피(basilic) 정맥, 요측피(cephalic) 정맥, 정중와피(median cubital)정맥, 상완(brachial) 정맥을 선정한다.	III	C

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
3.3 삽입부위 시각화			
22.	말초정맥관(midline 정맥관 포함) 삽입 시 다음 사항을 평가하여 시각화 도구 사용 필요성을 확인한다. - 혈관의 구조적 변화를 초래하는 질병상태(예: 당뇨, 고혈압 등) - 빈번한 정맥천자 또는 장기간의 정맥주입요법 이력 - 피부의 다양성(예: 어두운 피부 톤, 피부의 과도한 털) - 흉터나 문신과 같은 피부 변화 - 연령(예: 노인) - 비만 - 체액 과다 또는 부족 등	III	C
23.	말초정맥관(midline 정맥관 포함) 삽입이 어려운 경우 시각화 도구(예: 초음파, 근적외선 등)를 사용한다.	II	B

IV. 말초정맥관 삽입 시 간호

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
4.1 피부소독			
24.	말초정맥관 삽입 전 삽입부위의 피부를 소독한다. 삽입부위의 털 제거가 필요한 경우 수술용 클리퍼(clipper)를 사용한다.	I	A
25.	말초정맥관 삽입 전 피부소독제는 대상자 특성(예: 피부통합성, 알레르기, 통증, 민감성, 피부 반응)을 고려한다.	I	A
26.	피부소독제로는 알코올이 함유된 클로르헥시딘 제품이 선호된다. 만약 알코올이 함유된 클로르헥시딘 사용이 금기라면, 요오드제(예: 포비돈-아이오다인) 또는 70% 알코올을 사용한다.	I	A
27.	피부소독제는 다회용 제품보다는 일회용 제품을 사용한다.	III	C
28.	피부소독제는 제조사의 권고사항에 따라 도포와 건조시간을 결정한다. 도포한 피부소독제는 부채질하거나 불지 않고 자연적으로 완전히 건조되도록 한다.	III	C
29.	삽입부위 피부소독은 무균적비접촉기법(aseptic non-touch technique, ANTT)을 적용한다.	III	C
30.	피부소독제로 삽입부위를 소독한 후 멸균장갑을 착용하지 않으면 삽입부위를 만져서는 안 된다.	II	B
31.	말초정맥관 삽입 시 일회용 청결장갑을 착용한다.	III	C
4.2 통증완화			
32.	말초정맥관 삽입 시 통증 완화가 필요한 경우 대상자의 선호도를 고려하여 국소마취제, 경구용 항불안제, 비약물적 중재(예: 인지, 행동, 보완요법 등)를 사용한다.	I	A
4.3 삽입 후 위치확인			
33.	Midline 정맥관 삽입 후 위치 확인을 위한 x-ray 촬영은 권장하지 않는다.	III	C

V. 말초정맥관 삽입 후 간호

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
5.1 삽입부위 고정			
34.	말초정맥관 삽입 후 합병증이나 의도치 않은 말초정맥관 이탈을 예방하기 위해 말초정맥관을 고정한다.	I	A
35.	말초정맥관 고정은 삽입부위 평가나 모니터링을 방해하지 않으며, 혈액순환이나 처방약물의 주입을 방해하지 않는 방법으로 한다.	III	C
36.	말초정맥관 고정 시에는 무균적비접촉기법(ANTT)을 적용한다.	III	C
37.	말초정맥관 고정방법 결정 시 대상자의 연령, 피부긴장도, 피부통합성, 과거 접착제로 인한 피부손상, 삽입부위의 분비물 유형 등을 고려한다	III	C
38.	말초정맥관 고정을 위해 멸균테이프, 멸균반투과성투명드레싱(transparent semipermeable membrane dressing, 이하 멸균투명드레싱), 접착성 고정기구(engineered stabilization device)를 이용한다.	I	A
39.	접착성 고정기구는 의료용 접착제로 인한 피부손상(medical adhesive-related skin injury) 위험이 있으므로, 사용 전에 피부보호제를 발라주며 고정기구를 교환할 때 피부상태를 평가한다.	III	C
40.	접착제 사용이 금지된 피부질환이 있는 경우(예: 독성 표피 괴사와 화상) 원통형 거즈망(tubular gauze mesh)의 사용을 고려한다.	III	C
41.	롤 붕대(rolled bandage)는 말초정맥관을 안정적으로 고정하지 못하기 때문에 탄력의 유무와 상관없이 말초정맥관 고정에 사용하지 않는다.	III	C
42.	말초정맥관 고정을 위해 사용하는 제품은 매 드레싱 교환 시 기능이 유지되는지 평가한다.	I	A
43.	말초정맥관이 고정되지 않아 밖으로 밀려나온 경우 다시 밀어 넣지 않는다.	III	C
44.	말초정맥관이 굴곡부위에 삽입된 경우 기능적인 체위 유지 목적의 관절고정기구(예: 팔고정대, 부목) 사용을 고려한다. 관절고정기구 사용 시 패드를 대어 피부에 가해지는 압력을 줄여 피부 손상을 예방한다.	III	C
5.2 삽입부위 보호			
45.	말초정맥관 삽입부위를 보호하기 위해 신체보호대를 일상적으로 권장하지 않는다.	II	B
46.	말초정맥관 삽입부위 보호기구는 수액주입속도, 약물주입방법과 정맥관 고정을 방해하지 않도록 삽입부위의 원위부(distal)에 위치한다.	III	C
47.	삽입부위 보호기구는 다음 사항을 주의하여 사용한다. - 삽입부위를 눈으로 확인할 수 있을 것 - 수액이나 혈류의 흐름을 방해하지 않을 것 - 삽입부위에 지나친 압력을 가하지 않을 것	III	C
48.	삽입부위 보호기구는 말초혈액 순환상태를 관찰하고, 관절범위운동을 할 수 있도록 일정한 간격마다 풀어준다.	III	C
49.	삽입부위 보호기구는 대상자 상태를 고려하여 가능한 짧은 기간 동안 유지한다.	III	C
50.	대상자/보호자에게 삽입부위 보호기구의 적절한 사용방법을 교육한다.	I	A

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
51.	삽입부위 보호기구 사용 시 다음 사항을 기록한다. <ul style="list-style-type: none"> - 유형과 적용부위 - 주기적 제거와 재적용 - 적용부위의 혈액순환상태 평가 - 합병증 - 대상자 반응 - 필요성 재평가 - 대상자/보호자 교육 - 보호/고정기구 제거 	III	C
52.	말초정맥관이나 삽입부위는 물에 젖지 않도록 한다.	III	C
53.	말초정맥관이 삽입된 사지에는 혈압측정 커프와 토니켓을 가급적 적용하지 않는다.	III	C
5.3 삽입부위 드레싱			
54.	말초정맥관 삽입부위 드레싱은 대상자 특성, 삽입부위, 고정위치, 모니터링 용이성, 대상자 선호도, 비용 등을 고려하여 선정한다.	III	C
55.	말초정맥관 삽입부위 드레싱은 예외적 상황(예: 발한, 출혈이나 삼출물 등)을 제외하고는 멸균투명드레싱을 사용한다.	II	B
56.	말초정맥관 삽입부위 드레싱은 유형에 따라 멸균투명드레싱은 7일마다, 거즈드레싱은 2일마다 교환한다.	III	C
57.	말초정맥관 삽입부위에 분비물, 압통, 감염징후가 있으면 즉시 제거하고, 드레싱이 습기 차고 느슨하면 즉시 드레싱을 교환한다.	III	C
58.	말초정맥관 드레싱 교환 절차의 표준화와 효율성 제고를 위해 드레싱 교환 키트를 사용한다.	III	C
59.	말초정맥관 근처에는 날카로운 물품(예: 가위, 지혈검자(hemostats), 옷핀, 면도날 등)을 절대 사용하지 않는다.	III	C
60.	말초정맥관 삽입 후 드레싱 위에 말초정맥관 삽입일시와 크기를 삽입부위를 피하여 기록한다.	III	C
5.4 수액주입체계와 합병증 모니터링			
61.	말초정맥관 삽입 후 수액백(병), 수액세트, 말초정맥관 삽입부위 등 전체 수액주입체계에 대해 다음 사항을 평가한다. <ul style="list-style-type: none"> - 수액백(병) 내 이물질 - 수액주입체계의 통합성(예: 연결부위 상태) - 정확한 수액 - 정확한 수액 속도 - 수액과 수액세트의 유효기간 - 드레싱 상태 등 	III	C
62.	말초정맥관 삽입 후 다음의 합병증 징후가 있는지 평가한다. <ul style="list-style-type: none"> - 통증, 마비, 저림 등의 불편감 등 - 삽입부위와 주변의 발적, 압통, 팽윤, 분비물 등 	II	B

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
63.	말초정맥관 삽입 후 수액주입체계와 합병증 징후는 표준화된 도구를 사용하여 다음의 주기로 평가한다. - 입원환자: 4시간마다 - 중환자 및 진정상태이거나 인지기능이 떨어진 대상자: 1-2시간마다 - 발포제를 포함한 약물주입 대상자: 수시로	III	C

VI. 말초정맥관 관류와 잠금

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
6.1 관류(flushing)			
64.	말초정맥관의 개방성을 유지하기 위해 다음의 경우에 관류를 시행한다. - 채혈 후 - 지속적으로 약물을 주입하다가 간헐적 주입으로 전환할 때 - 약물 주입 전, 후 - 간헐적 수액 주입 전, 후 - 정맥영양용액 주입 전, 후 - 사용하지 않지만 유지가 필요한 말초정맥관	III	C
65.	말초정맥주입 전에는 혈액을 흡인하고 관류하여 말초정맥관의 개방성을 평가한다.	III	C
66.	말초정맥주입 후에는 말초정맥관을 관류하여 주입된 약물을 말초정맥관 내강에서 제거하고 병용금지 약물이 섞이지 않도록 한다.	III	C
67.	말초정맥관 관류 시 주입 압력을 낮추기 위해 가능하다면 10mL 주사기를 사용하며 저항감이 있는지 확인한다.	III	C
68.	말초정맥관을 관류할 때 저항감이 있다면 억지로 힘으로 밀어 넣지 않고, 폐색 여부를 확인한다.	II	B
69.	말초정맥관 관류 시 박동성 관류 기법(pulsatile flush technique)*을 부드럽게 적용한다. *박동성 관류 기법: 용액을 1mL씩 주입과 멈춤을 반복하면서 주입하는 방법	II	B
6.2 잠금(locking)			
70.	말초정맥관 관류 후에는 말초정맥관 내강이 막히거나 정맥관 관련 혈류감염이 발생할 위험을 줄이기 위해 말초정맥관 잠금을 시행한다.	I	A
71.	말초정맥관(midline 정맥관 포함)이 더 이상 필요하지 않으면 즉시 제거하며, 말초정맥관을 유지할 필요가 있는 경우 적어도 24시간마다 관류와 잠금을 시행한다.	II	B
72.	말초정맥관 잠금 시 정맥관 내강으로 혈액이 역류되는 것을 최소화하기 위한 양압기법(positive pressure technique)*을 사용한다. *양압기법: 잠금용액을 주입하면서 정맥관의 클램프를 잠그거나 양압을 유지하면서 주사기를 분리하는 기법	III	C
6.3 관류와 잠금 용액			

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
73.	말초정맥관(midline 정맥관 포함)은 매 사용 후 방부제가 첨가되지 않은 생리식염수를 사용하여 관류/잠금을 시행한다. 생리식염수와 병용금기 약물을 투여하는 경우에는 5% 포도당으로 먼저 관류한 후 생리식염수로 다시 관류한다.	III	C
74.	말초정맥관 관류/잠금 시에는 일회용 용액(예: 일회용 바이알 또는 일회용 멸균 prefilled syringe)을 사용한다.	III	C
75.	일회용 멸균 prefilled syringe*를 사용하는 경우 약물 투여 전과 후에 새로운 제품을 사용한다. *멸균 prefilled syringe: 멸균 용액이 미리 담겨있는 주사기	III	C
76.	관류/잠금 용액을 수액백(병)에서 뽑아서 사용하지 않는다.	II	B
77.	말초정맥관 관류/잠금 용액의 최소용량은 다음과 같이 산정한다. - 관류: 말초정맥관과 부속기구의 내부용적의 2배 이상 - 잠금: 말초정맥관과 부속기구의 내부용적의 1.2배 이상	II	B
78.	관류/잠금을 하기 전 무침 캡(needleless connector)이나 주입구(injection port)의 표면을 소독한다.	I	A
6.4 말초정맥관 폐색 평가			
79.	말초정맥관 폐색 징후와 증상을 확인한다. - 혈액이 역류되지 않거나 천천히 역류됨 - 주입속도 저하 - 관류 또는 주입 장애 - 정맥주입펌프의 폐색알람이 자주 울림 - 말초정맥관 삽입부위의 평윤/약물 누출	II	B
80.	말초정맥관 폐색의 잠재적 원인과 증상을 평가한다.	III	C

Ⅶ. 말초정맥관을 통한 채혈

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
81.	말초정맥관을 통한 채혈에 앞서 직접 천자와 정맥관 채혈에 따른 이득과 위험을 비교한다.	II	B
82.	말초정맥관을 통한 채혈 전 대상자 옆에서 대상자를 확인하고 검체용기에 라벨을 붙인다.	II	B
83.	말초정맥관을 통한 채혈 전 최소 1~2분 이상 수액주입을 중단하고 1~2mL의 혈액을 흡인하여 버린다.	II	B
84.	말초정맥관을 통한 채혈 후 충분한 양의 생리식염수로 정맥관을 관류한다.	II	B
85.	말초정맥관을 통해 혈액배양용 검체를 채취하는 것은 권장되지 않는다.	II	B
86.	Midline 정맥관을 통한 채혈은 근거가 부족하여 권장하지 않는다.	II	B

Ⅷ. 말초정맥관의 교환과 제거

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
87.	말초정맥관이 필요한지 매일 평가하고 다음 상황에서는 제거한다. - 해결되지 않는 합병증이 있는 경우 - 수액요법이 중단된 경우 - 정맥 투약의 계획이 없는 경우 - 24시간 이상 사용하지 않는 경우	I	A
88.	말초정맥관(midline 정맥관 포함)은 정기적으로 교환하지 않으며, 합병증(예: 발적, 압통, 부종, 침윤, 경결, 체온상승, 분비물 등)이 있는 경우 또는 정맥관의 위치나 기능 이상이 있는 경우 교환한다.	I	A
89.	치료적 목적으로 midline 정맥관을 4주 이상 유지해야 하는 경우 사용기간 연장은 의사나 전문간호사의 판단에 따른다.	III	C
90.	말초정맥관을 교환하는 경우 무균적비접촉기법(ANTT)을 적용한다.	III	C
91.	무균적비접촉기법(ANTT)이 철저히 지켜지지 않은 상황에서 삽입된 말초정맥관은 라벨(예: 응급)을 부착하고 24-48시간 내에 신속히 교환한다.	II	B
92.	말초정맥관 제거 후 정맥관 틈에 손상이 있는지 확인한다.	III	C

Ⅸ. 수액세트 관리

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
9.1 수액세트 사용 원칙			
93.	수액세트는 일반용과 정맥주입펌프용을 구분하여 사용한다.	III	C
94.	수액세트는 자유흐름방지장치(anti-free-flow mechanism)와 루어락(luer-lock)이 있는 것을 사용한다.	III	C
95.	약물농도와 수액세트에 따라 주입속도조절기(예: regulator)를 표준화하여 사용한다.	III	C
96.	수액세트에 부속기구(예: 필터 등)를 연결하여 사용할 때, 오염이나 우발적인 분리를 방지하기 위해 내장형 부속기구를 사용한다.	III	C
97.	수액세트에 흡착위험이 있는 약물*을 투여하는 경우 흡착위험이 없는 재질의 수액세트를 사용한다. *나이트로글리세린, 다이아제팜, 인슐린, 프로포폴, 치료적 단백질, 과립구집락자극인자, 특정 항생제(플루클로사실린, 사이클로스포린 등), 아미오다론 등	III	C
98.	프탈레이트류(예: di-(2-ethylhexyl)-phthalate, DEHP)를 함유한 수액세트는 사용하지 않는다.	III	C
99.	의료기관의 정책에 따라 수액세트에 사용시작(또는 교체) 날짜를 기록한다.	III	C

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
100.	수액주입체계의 변화(예: 수액백(병) 교체, 부속기구 연결, 대상자 이송 등)가 있는 경우 수액백(병)에서 시작하여 대상자의 정맥관 연결부위까지 따라가면서 수액이 주입되는지를 확인한다.	III	C
9.2 수액세트 교환			
101.	수액세트는 수액 종류, 주입방법(지속적 또는 간헐적), 오염 또는 제품의 통합성 요인을 고려하여 정기적으로 교환한다.	III	C
102.	일반 수액(지질용액, 혈액, 혈액성분 제외) 주입용 수액세트는 다음의 주기로 교환한다. - 지속적 주입 시: 7일마다 - 간헐적 주입 시: 사용 시마다 또는 24시간마다 - 오염 또는 기능불량인 경우: 즉시 교환	III	C
103.	정맥영양용액 주입용 수액세트는 매 24시간마다 또는 새로운 정맥영양용액으로 교체할 때마다 교환한다.	II	B
104.	지질용액 단독 주입용 수액세트는 매 12시간마다 또는 새로운 지질용액으로 교체할 때마다 교환한다.	III	C
105.	프로포폴(propofol) 주입용 수액세트는 제조사의 권고사항에 따라 6시간 또는 12시간마다 또는 새로운 프로포폴로 교체할 때마다 교환한다.	I	A
106.	말초정맥관을 교체하는 경우 수액세트를 새로 교환한다.	III	C

X. 말초정맥주입 부속기구(add-on device) 사용

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
10.1 부속기구 사용 원칙			
107.	말초정맥주입 부속기구(이하 부속기구)는 불필요한 조작의 증가, 우발적 분리, 잘못된 연결, 오염 및 감염을 줄이기 위해 가능한 한 제한적으로 사용한다.	II	B
108.	부속기구의 감시, 청결, 검사, 유지, 교환의 빈도와 절차는 제조사의 권고사항에 따른다.	III	C
109.	주입구가 있는 부속기구는 주입 전 70% 알코올 또는 알코올 기반 클로르헥시딘 등의 적절한 소독제로 소독하고, 반드시 무균술을 사용하여 오염되지 않도록 한다.	III	C
10.2 3-way			
110.	3-way 사용은 감염 위험성을 증가시키므로 권장되지 않는다. 3-way를 사용한다면 주입구에 고형캡(solid cap) 대신 무침 캡(needleless connector)을 사용한다.	I	A
10.3 무침 캡(needleless connector)			
111.	무침 캡을 사용하는 경우 무균적비접촉기법(ANTT)을 적용한다.	I	A
112.	무침 캡은 일차 수액세트 교환 시 함께 교환하며 무침 캡 내강에 혈액이나 잔해(debris)가 있거나 오염된 경우 즉시 교환한다.	III	C

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
113.	적혈구 수혈 또는 생리식염수나 하트만액과 같은 정질용액(crystalloid solutions)을 지속적으로 빠르게 주입하는 경우 무침 캡을 사용하지 않는다.	III	C
114.	무침 캡은 소독제(70% 알코올 또는 알코올 기반 클로르헥시딘)를 사용하여 5~15초간 소독한다.	I	A
115.	무침 캡 소독 후 건조시간은 미생물 수(microbial load)를 줄여 혈류감염을 예방하는데 도움이 되며 70% 알코올은 5초, 알코올 기반 클로르헥시딘은 20초간 건조한다.	II	B
10.4 필터(filter)			
116.	필터는 사용 시 이익이 위험보다 클 때 사용한다.	II	B
117.	필터는 약물이나 수액의 특성에 적합한 것을 선정한다. 특히 소량 또는 치료적 약물농도 (therapeutic index) 범위가 좁은 약물에 주의한다.	II	B
118.	정맥영양 용액에는 1.2 마이크론 필터를 사용한다.	II	B
119.	혈액과 혈액성분은 처방된 성분에 적합한 필터를 사용한다.	II	B
120.	유리 앰플이나 바이알에서 약물을 빼낼 때는 필터 바늘(filter needle) 또는 필터 빨대(filter straw)를 사용한다. 이때, 사용한 필터바늘로는 약물을 주입하지 않는다.	II	B
121.	심폐의 우좌 단락(right-to-left shunting)을 가진 대상자의 경우 수액주입과 관련된 공기색전을 예방하기 위하여 금기가 아니라면 공기제거용 필터를 사용한다.	II	B
122.	필터는 말초정맥관에 가능한 가깝게 위치하도록 한다.	III	C
123.	말초정맥주입과 관련된 정맥염을 예방할 목적으로 수액세트에 필터를 일상적으로 사용하는 것은 권장되지 않는다.	I	A
124.	일차 수액세트 교환 시 필터도 함께 교환한다.	II	B
10.5 주입속도 조절기(flow-control device)			
125.	주입속도 조절기는 수액주입 관련 요소와 대상자 관련 요소를 고려하여 선정한다. - 수액주입 관련 요소: 처방된 수액 요법, 약물 안정성, 처방된 주입 속도, 주입관련 위험, 의료기관 환경, 의료기관 내 사용가능한 자원, 말초정맥관 유형, 수액요법 관련 부작용 등 - 대상자 관련 요소: 연령, 건강상태, 기동성, 치료유형, 자가관리능력(self administration ability), 선호도, 생활습관, 보험급여 여부 등	II	B
126.	주입속도 조절기를 사용하는 경우, 처방된 속도와 용량으로 주입되는지 모니터링하고 기록한다.	III	C
127.	정맥주입 펌프(electronic infusion pump)는 침윤/일혈을 감지하지 못하므로 정맥주입 펌프를 사용 시 말초정맥관 삽입부위를 정기적으로 평가한다.	III	C
128.	정맥주입 펌프의 조작오류를 예방하기 위해 제조사의 권고사항에 따라 스마트 주입펌프를 사용한다.	III	C
129.	정맥주입 펌프를 사용할 때는 펌프에 적합한 전용 수액세트를 사용한다.	III	C
130.	주사기 펌프(syringe pump)를 사용할 때는 펌프에 적합한 주사기를 사용하고, 주사기의 위치와 고정성 적절한지 확인한다.	III	C
10.6 수액 가온기(fluid warmer)			
131.	수액 가온기는 대상자의 병력, 건강상태, 처방된 치료법에 따라 타당한 경우(예: 저체온증의 예방과 치료, 외상 치료 등)에 사용한다.	I	A

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
132.	수액 가온기는 경고음이 울리고, 온도를 확인할 수 있는 알람체계를 갖춘 것을 사용하며, 정기점검을 실시하고 점검기록을 보관한다.	II	B
133.	수액 가온 시 전자레인지, 더운 물에 담그는 등 온도와 감염을 통제할 수 없는 가온 방법은 사용하지 않는다.	II	B
10.7 토니켓(tourniquet)			
134.	토니켓은 정맥천자 부위보다 약 10-15cm 위쪽에 적용한다.	III	C
135.	토니켓은 원위부에서 쉽게 맥박이 촉진될 정도의 강도로 적용한다.	III	C
136.	토니켓 적용시간은 혈액 울혈과 혈액화학검사 오류를 예방하기 위하여 1분 미만으로 제한한다.	I A/P	A
137.	대상자 개별 토니켓(single-patient-use tourniquet) 사용을 권장한다. 대상자간 감염전파 가능성이 있는 경우 반드시 개별 토니켓을 사용한다.	II	B
138.	말초정맥관(midline 정맥관 포함)이 있는 사지에는 토니켓의 사용을 제한한다.	III	C

XI. 합병증 관리

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
11.1 정맥염(phlebitis)			
139.	말초정맥 주입요법과 관련된 정맥염의 위험요인을 평가한다. - 대상자 요인 예) 면역결핍, 연령≥60세 등 - 화학적 요인 예) 자극적 약물 등 - 기계적 요인 예) 굵은 말초정맥관 사용 등 - 감염성 요인 예) 무균술 미준수 등 - 정맥 주입 후 정맥염(postinfusion phlebitis) 예) 삽입부위 전완 등	II	B
140.	대상자의 특성, 치료유형, 정맥염 위험요인을 고려하여 표준화된 도구를 사용하여 정기적으로 말초정맥관 삽입부위의 정맥염 증상과 징후*를 평가한다. *증상과 징후: 팽윤, 발적/홍반, 누출(leakage), 촉진되는 정맥코드, 화농성 분비물, 열감, 통증/압통 등	II	B
141.	정맥염을 예방하기 위하여 다음 사항을 준수한다.		
	1) 정맥염을 유발하는 약물은 주입시간과 예상되는 치료기간을 고려하여 필요시 중심정맥관을 삽입한다.	III	C
	2) 대상자에게 적합한 가장 작은 굵기의 말초정맥관을 선정한다.	II	B
	3) 말초정맥관 삽입은 가능한 큰 혈관을 이용하고, 굴곡부위와 하지부위는 피한다.	II	B
	4) 소독제를 적용 후 피부를 완전히 건조시킨다.	III	C
	5) 말초정맥관 삽입부위는 보호/고정기구를 이용하여 고정한다.	II	B

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
	6) 무균적비접촉기법(ANTT)이 철저히 지켜지지 않은 상황에서 삽입된 말초정맥관은 라벨(예: 응급)을 부착하고 24-48시간 내에 가능한 빨리 교환한다.	II	B
142.	정맥염의 증상과 징후가 있으면 다음과 같이 관리한다.		
	1) 말초정맥관을 제거하고, 대상자의 안위, 증상 완화를 위해 필요 시 온요법 또는 냉요법 적용, 사지거상, 진통제, 항염증제와 같은 약물적 중재 등을 고려한다.	III	C
	2) 화학적 정맥염이 의심되는 경우 정맥주입요법의 지속 여부에 대해 평가하고, 필요 시 다른 유형의 정맥관 삽입, 약물 변경, 주입 속도 감소, 약물 희석 농도 변경 등을 고려한다.	III	C
	3) 감염성 정맥염이 의심되는 경우 말초정맥관 제거 전 팁(tip) 배양검사의 수행 여부를 확인한다.	III	C
	4) Midline 정맥관 삽입 직후 일시적인 기계적 정맥염이 의심되는 경우 고정상태를 확인하고, 증상완화 중재(온요법, 사지 거상 등)를 적용하며 24시간 동안 관찰한다. 증상과 징후가 지속되면 midline 정맥관을 제거한다.	III	C
143.	정맥 주입 후 정맥염이 발생하는지 말초정맥관 제거 후 48시간 동안 또는 퇴원 시 정맥주입부위를 관찰한다. 대상자와 보호자에게 정맥염의 증상과 징후에 대해 서면으로 안내하고 정맥염이 발생하면 알리도록 한다.	II	B
11.2 침윤/일혈(infiltration/extravasation)			
144.	침윤/일혈의 위험요인이 있는지 평가한다. - 대상자 요인: 여성, 진행 중인 감염, 혈관변화나 순환장애를 초래하는 질병, 연령 등 - 기계적 요인: 신체 움직임, 부적절한 정맥관 삽입위치와 크기 등 - 약리적/물리화학적 요인: 발포제, 자극제 등 - 폐쇄성 위험요인: 정맥혈전, 협착 등	II	B
145.	침윤/일혈 위험을 증가시킬 수 있는 말초정맥관 관련 요인이 있는지 평가한다. - 손, 손목, 발, 발목, 전주와 및 피하 조직이 최소한으로 덮이는 부위로 삽입한 말초정맥관 - 금속성 “나비” 바늘 사용 - 부적절한 말초정맥관 고정 - 삽입 후 24시간이 지난 말초정맥관 - 말초정맥관 허브 조작의 증가 - 관류 시 혈액이 역류되지 않거나 삽입부위 이상이 발생한 경우(예: 미만성 부종) - 최근(24시간 내) 정맥천자한 부위 아래에 삽입한 말초정맥관으로 발포제를 주입한 경우 - 말초정맥관의 깊이(예: 말초정맥관이 심부정맥에 있을 때 말초정맥관 실패의 시각적 증상과 징후의 지연, 특히 의사소통이 어려운 대상자 주의요함) - 조영제 투여	II	B
146.	침윤/일혈의 위험성을 줄이기 위해 적절한 삽입부위를 선정한다.	III	C
147.	표준화된 도구를 사용하여 정기적으로 침윤/일혈 증상과 징후를 평가한다. - 통증/감각/순환의 급성이상반응 - 부종(edema) - 피부색 변화 - 수액누출 - 수포를 포함한 피부손상 등	II	B

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
148.	침윤/일혈의 증상과 징후가 있으면 다음과 같이 관리한다.		
	1) 의심되면 즉시 정맥주입을 중단하고 의사에게 알린다.	II	B
	2) 약물이 조직으로 유입될 수 있으므로 말초정맥관을 관류하지 않는다.	II	B
	3) 말초정맥관 hub로 부터 수액세트를 분리하고 가능한 직경이 작은 주사기를 사용하여 흡인한다.	II	B
	4) 말초정맥관을 제거한다.	II	B
	5) 침윤/일혈 발생부위에 압력을 가하지 않는다.	II	B
	6) 수액이나 약물의 림프계 재흡수를 촉진하기 위하여 침윤/일혈 부위의 사지를 높인다.	II	B
	7) 삽입부위와 주변 조직의 손상정도를 평가한다. - 말초정맥관 원위부(distal)의 모세혈관 재충만, 감각과 운동 기능 평가 - 침윤/일혈의 증상 변화를 확인하기 위하여 가장자리 표시 - 조직손상의 진행정도를 확인하기 위하여 사진 촬영	II	B
	8) 조직으로 유출된 약물/수액의 양은 주입 시작 시 수액의 양, 중단 시 남아있는 양, 주입속도 등에 근거하여 추정한다.	II	B
	9) 침윤/일혈이 치료될 때까지 해당 사지에 말초정맥관 삽입을 하지 않는다.	III	C
149.	침윤/일혈 부위는 다음과 같이 약물에 따라 건냉-건온요법을 적용한다. - DNA결합약물(DNA-binding agents)과 발프로에이트(valproate): 건냉요법 - DNA비결합약물(non-DNA binding agents): 건온요법 - 조영제: 건온 또는 건냉요법, 염증감소를 위해 건냉요법 우선 적용	II	B
150.	침윤/일혈 부위에 침투한 수액이나 약물의 특성(발포제, 비발포제, 자극제 등)을 확인하여 적절한 해독제를 투여한다.	II	B
151.	표준화된 침윤/일혈 평가도구를 사용하여 침윤/일혈의 부위를 초기부터 치료될 때까지 정기적으로 모니터링하고 관련된 모든 사항을 기록한다.	II	B
152.	침윤/일혈의 위험과 관련하여 대상자/보호자가 조기에 증상을 인식할 수 있도록 다음 내용을 교육한다. - 주입 전: 정맥주입의 위험성, 즉시 보고해야 하는 증상과 징후 - 주입 후: 침윤/일혈 증상과 징후의 경과, 침윤/일혈 발생부위 직사광선 차단, 외래 방문	II	B
153.	위해사고 보고서와 의무기록을 이용하여 위해가 발생한 침윤/일혈 사례를 검토하고 질 향상 전략을 수립한다.	III	C
11.3 공기색전(air embolism)			
154.	공기색전을 예방하기 위하여 다음 사항을 준수한다.		
	1) 수액세트와 부속기구에는 수액을 채워서 공기를 제거한다.	II	B
	2) 공기색전을 감지하거나 예방하도록 설계된 안전장치(예: 필터가 내장된 수액세트, 공기센서 기술이 적용된 정맥주입펌프)와 luer-lock을 사용한다.	II	B
	3) 수액으로 채워지지 않은 수액세트는 수액백에 연결한 상태로 두지 않는다.	III	C
	4) 정맥주입 중에 수액백(병)이 완전히 비워지지 않도록 한다.	III	C

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
	5) 대상자/보호자에게 말초정맥관 hub와 수액세트를 분리하지 않도록 하며, 분리되었을 때는 재연결하지 않도록 교육한다.	II	B
155.	공기색전의 증상과 징후가 있는지 평가한다. - 심폐증상과 징후: 호흡곤란, 빈호흡, 천명음, 지속되는 기침, 흉통, 저혈압, 빈맥 등 - 신경학적증상과 징후: 의식상태 변화, 두통, 언어장애, 얼굴표정의 변화, 무감각, 마비 등	II	B
156.	공기색전이 의심되는 증상과 징후가 있으면, 다음과 같이 관리한다.		
	1) 공기가 혈관으로 유입되지 않도록 즉시 공기 유입부위를 막는다.	II	B
	2) 금기(뇌압상승, 눈 수술, 중증의 심장질환이나 호흡기질환 등)가 아니라면 좌측 트렌델렌버그 또는 좌측위를 취해준다.	II	B
11.4 말초정맥관 색전(catheter embolism)			
157.	말초정맥관 손상을 예방하기 위해 말초정맥관 삽입 중에는 탐침(stylet)을 재삽입하지 않는다.	II	B
158.	말초정맥관 제거 후 말초정맥관 삽입 전/후 길이를 비교하여, 손상이 의심되면 흉부촬영검사 또는 추가 검사를 실시한다.	III	C
159.	말초정맥관 색전이 의심되는 증상과 징후(기저질환과 무관한 심계항진, 부정맥, 호흡곤란, 기침, 흉통 등)이 있는지 평가한다.	II	B
160.	말초정맥관 색전이 의심되는 증상과 징후가 있으면, 다음과 같이 관리한다.		
	1) 금기(뇌압상승, 눈 수술, 중증의 심장질환이나 호흡기질환)가 아니라면 좌측 트렌델렌버그 또는 좌측위를 취해준다.	III	C
	2) 대상자의 사지(limb)를 포함한 신체 움직임을 최소화한다.	III	C
	3) 의사에게 보고한다.	III	C
	4) 말초정맥관 색전이 확인되면 즉시 파편의 이동을 줄이기 위한 방안을 고려한다(예: 해당 혈관의 윗 부위 압박 또는 토니켓 적용).	III	C
11.5 신경손상(nerve injury)			
161.	신경손상을 예방하기 위하여 다음 사항을 준수한다.		
	1) 정맥천자를 같은 부위에 반복해서 시행하지 않는다.	II	B
	2) 말초정맥관 삽입이 어려운 경우 초음파 사용을 고려한다.	I	A
	3) 말초정맥관 삽입 시 혈관 깊이를 평가하고, 깊이에 맞는 삽입 각도를 유지한다.	I A/P	A
	4) 정맥천자 시 정중주와(median cubital) 정맥이나 두부(cephalic) 정맥을 우선적으로 선정한다. 단, 전완의 아래쪽 1/4 부분(예, 손목 위)의 두부정맥은 피한다.	I A/P	A
162.	신경손상이 의심되면 다음의 증상과 징후(방사성 전기적 통증, 작열감, 국소 저림, 무감각, 따끔거림 등)가 있는지 평가한다.	III	C
163.	말초정맥관 삽입 시 대상자가 신경손상 증상을 호소하면 삽입을 즉시 멈추고 정맥관을 제거한다.	III	C

XII. 항암제 주입

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
12.1 항암제 주입 원칙			
164.	항암제로 인한 부작용의 치료와 관리는 의료기관의 정책, 절차, 실무지침에 명시되어야 한다.	I	A
165.	항암제 주입 전 다음 사항을 확인한다. - 동의서 - 신장 및 체중(적어도 매주 측정) - 임상검사 및 진단검사 결과 - 최근 투약목록(비처방약물과 보완대체요법 포함) - 과거력, 동반질환, 예방접종 내역 - 치료 전 활력징후 - 예측되는 치료 부작용, 부작용 관련 증상 유무, 알레르기 - 심리사회적 요인 - 치료 계획 및 목표에 대한 대상자/보호자의 이해도 - 향후 내원 계획 등	III	C
166.	항암제의 주입은 서면화된 처방을 받아 시행한다.	I	A
167.	항암제를 취급하는 직원은 관련 직무교육에 기반한 적격한 자격을 갖추어야 한다. 교육 내용은 항암제 투여 방법, 부작용, 적절한 폐기 방법 등에 대한 사항을 포함한다.	III	C
12.2 항암제 취급자 보호 방안			
168.	항암제를 투여하고 취급하는 장소에 개인보호구, Spill kit, 보관 용기, 지정된 폐기용기를 구비한다.	III	C
169.	약국에서 운반 시 전용 밀폐용기를 사용한다.	II	B
170.	항암제 투여와 취급 시 개인보호구의 착용은 다음과 같다. 1) 항암제 투여 준비와 투여 시 일회용 가운과 두 겹의 장갑을 착용한다. 가운은 항암제가 투과되지 않는 소재로 긴팔, 뒤로 닫힌 디자인이며, 장갑은 화학적 투과시험(국제 표준 목록의 기준 D6978)을 통과한 것으로 한다. 2) 항암제 폐기 용기를 취급할 때에는 장갑을 착용한다.	II	B
171.	항암제와 항암제로 오염된 물건은 의료기관의 정책에 따라 안전하게 처리한다.	III	C
12.3 항암제 투약 오류 예방			
172.	항암제 투약오류를 예방하기 위해 다음 사항을 준수한다. 1) 각 치료 전 혈액검사 결과를 확인한다. 2) 표준화된 처방, 표준화된 용량계산, 제한용량 지정, 전산화된 처방입력 시스템(computerized prescriber order entry, CPOE), 바코드 시스템, 스마트 펌프 등을 사용한다. 3) 항암제 처방을 받을 때와 주입 시마다 약명, 용량, 주입량, 경로, 주입속도, 용량계산, 치료주기, 날짜를 2명의 의료인이 독립적으로 확인한다. 4) 대상자에게 투여되는 약물목록(medication list)에 변화가 있으면 약물 상호작용에 대해 약사와 상의한다.	III	C

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
5)	항암제 투여 전에 약물의 외관을 육안으로 확인한다.	III	C
6)	Vinca alkaloids 약제는 척수강 내로 투여하는 오류를 예방하기 위해 반드시 수액백(병)과 수액세트를 사용하여 투여한다.	III	C
12.4 말초정맥관을 통한 발포성 항암제 주입			
173.	말초정맥관으로 발포성 항암제를 주입하는 경우 다음을 고려하여 안전하게 주입한다.		
1)	말초정맥으로는 IV push 또는 30분 미만의 약물주입(점적주입)을 시행한다.	II	B
2)	정맥주입 펌프를 사용하지 않는다.	II	B
3)	일혈 위험요인을 평가한다. 예) 작거나 약한 정맥, 림프부종, 비만, 의식 저하, 다회의 정맥관 주입 이력	II	B
4)	크고 부드러우며 잘 만져지는 혈관을 선택하며, 시각화도구를 활용하여 가능한 한 직선으로 뻗어있는 혈관을 선택한다.	II	B
5)	손등, 손목, 전주와, 관절부위를 피하고, 순환 또는 림프배액이 불량하거나 림프결절 절단의 과거력이 있는 사지는 피한다.	II	B
6)	24시간 이상 사용한 말초정맥관은 사용하지 않는다. 가능한 새로운 부위에 말초정맥관을 삽입해서 사용한다.	II	B
7)	새로운 말초정맥관을 삽입할 경우에는 가능한 작은 게이지의 정맥관을 사용한다. 말초정맥관 삽입이 실패한 경우 이전에 시도한 부위보다 근위부(proximal)나 반대 팔에 삽입한다.	II	B
8)	주입 전 말초정맥 주입기구의 정상 기능 여부를 확인한다.	II	B
9)	대상자에게 주입부위의 통증, 작열감, 감각변화, 피부에 주입용액의 압박이 느껴지는 경우에는 즉시 보고하도록 교육한다.	II	B
10)	발포성 항암제 주입 전에 혈액역류가 되는지 확인하고 기록한다. 혈액이 역류되지 않으면 주입하지 않는다.	II	B
11)	IV push 할 경우에는 2-5ml마다, 점적 주입 동안에는 5분마다 혈액역류를 확인한다.	II	B
12)	일혈증상이 나타나면 즉시 주입을 중단한다.	II	B
13)	말초정맥관(midline 정맥관 포함)으로는 발포성 항암제를 지속주입하지 않는다.	II	B

XIII. PCA 주입

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
13.1 PCA 주입 원칙			
174.	의료기관은 자가조절진통(patient controlled analgesia, PCA)과 관련된 지침을 갖추고 있어야 한다.	III	C
175.	PCA 적용 시 표준화된 투약용량을 사용하고, 대상자별 용량조절이 필요한 경우 표준화된 또는 사전 발행된(preprinted) 처방을 이용한다.	II	B

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
176.	PCA 시작 전과 주사기/수액병/약물/주입속도 등의 변경 시 2명의 의료인이 독립적으로 확인한다.	II	B
177.	PCA 시작 전에 PCA 치료의 적절성, 치료에 대한 대상자의 이해정도 및 참여능력을 평가한다.	II	B
178.	대상자/보호자에게 치료기간과 치료환경에 맞는 교육을 시행한다. 교육내용은 PCA 치료목적, PCA 기구 작동법, 기대하는 결과, 주의사항, 잠재적 부작용 등을 포함한다.	II	B

13.2 PCA 주입 관리

179.	PCA 부작용 발생에 대한 위험요인으로 다음 사항을 평가한다. - 고령 - 병적 비만 - 수면 호흡장애 - 호흡기 또는 심장 질환 - 신기능 부전 - 간기능 손상 - 지속적 기저 용량 주입(continuous basal infusions) - 진정제 병용 사용 등	I	A
180.	타당하고 신뢰할 수 있는 방법으로 PCA 효과와 잠재적 부작용을 평가한다.		
	1) 대상자에 맞춘 타당하고 신뢰할 만한 자가보고 또는 객관적 도구를 이용하여 통증을 정기적으로 평가, 재평가한다.	I	A
	2) 마약요법유형, 대상자의 위험요인, 치료반응에 기반하여 진정과 호흡억제 등 잠재적 부작용을 모니터링한다. 단, 대상자가 위험요인이 있는 경우, 부작용의 조기발견을 위해 호기말이산화탄소분압기 측정, 맥박산소측정기 등을 이용하여 지속적으로 모니터링한다.	I	A
	3) PCA 장치의 기능, 시도 및 주입 횟수, 대상자/보호자의 임의조작 가능성을 정기적으로 평가한다.	II	B
	4) 효과평가 후 치료방법의 변경이 필요한지 고려한다.	II	B

XIV. 정맥영양

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
14.1 정맥영양 원칙			
181.	의료기관은 대상자 중심의 다학제 영양지원팀을 운영한다.	I	A
182.	정맥영양을 시작하기 전에 대상자의 영양상태를 평가하고, 다음과 같은 경우에 시행한다. - 경장영양이 불가능한 경우 - 경장영양으로 충분한 열량섭취가 불가능한 경우 - 치료목적으로 소화기관을 쉬게 할 경우 - 심한 영양불량으로 치료적 영양지원이 필요한 경우	I	A
183.	정맥영양을 시작하기 전에 대상자/보호자에게 설명하고, 의무기록에 기록한다.	III	C

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
14.2 정맥영양 경로			
184.	정맥영양 경로(말초 또는 중심정맥관)는 다음 사항을 고려하여 선정한다. - 예상되는 치료 기간 - 영양요구사항 - 대상자의 혈관상태 - 대상자의 선호도 - 정맥영양 용액의 종류 등	III	C
185.	경구영양이 불충분하거나, 중심정맥관 삽입이 어려운 경우 10% 이하 포도당은 말초정맥관으로 주입할 수 있다.	II	B
186.	말초정맥관으로 정맥영양을 하는 경우 위험(예: 정맥염)과 이점을 비교하여 치료기간을 14일 이하로 제한한다.	II	B
14.3 정맥영양 시 약물 준비			
187.	정맥영양 용액에 약물을 혼합하거나 함께 주입하기 전에 약물의 호환성(compatibility)과 안정성(stability)을 확인한다.	III	C
188.	정맥영양 용액의 주입 전에 약물을 혼합하는 경우 약물명을 수액백(병)에 표기한다.	III	C
189.	정맥영양 용액의 주입 중에는 새로운 약물을 수액백(병)에 추가하지 않는다.	III	C
190.	호환성이 확인된 지질용액을 제외하고는 정맥영양 주입체계에 푸시(push) 또는 피기백(piggy-back)약물을 추가하지 않는다.	III	C
191.	정맥영양 용액 내 빛에 민감한 성분(예: 비타민 A, D, 리보플라빈 등)이 있는 경우 빛을 차단한다.	II	B
192.	정맥영양 용액은 사용가능기한을 고려하여 냉장보관하며, 사용 시 실온에 도달되도록 사용 1시간 전에 냉장고에서 꺼내둔다.	III	C
14.4 정맥영양 시 부속기구 사용			
193.	정맥영양 시 필터와 정맥주입펌프 사용을 권장한다. 이 때 정맥주입 펌프는 자유흐름방지장치(anti-free flow control)와 폐쇄 알람기능을 갖추어야 한다.	III	C
194.	투약 오류를 줄이기 위해 용량오류 감소 프로그램이 내장된 정맥주입 펌프(예: 스마트 주입펌프)의 사용을 고려한다.	II	B
195.	정맥영양 시 지질용액 함유 여부에 상관없이 1.2마이크론 필터를 사용한다.	II	B
196.	지질이 함유된 정맥영양 용액(예: 지질 주사용 유제, 총영양혼합물)을 투여하는 경우 디프탈레이트(Di[2-ethylhexyl]phthalate, DEHP)가 없는 수액세트를 사용한다.	II	B
197.	연결관(extension sets), 필터, 3-way, 무침 캡 등의 부속기구는 수액세트 교환시 함께 교환한다.	III	C
198.	정맥영양 시 수액백(병)과 수액세트의 교환주기, 용액 주입시간은 다음과 같이 시행한다.		
	1) 정맥영양(포도당/아미노산 혼합, 또는 포도당/아미노산/지질 혼합) 수액백(병)과 수액세트는 24시간마다 교환하고, 주입시간은 24시간을 초과하지 않는다.	III	C
	2) 지질유제(fat emulsion) 단독 주입 시 새로운 지질유제 주입 시 수액세트를 교환하며, 주입시간은 12시간을 초과하지 않는다.	III	C

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
199.	정맥영양 시 정맥관 관련 혈류감염의 위험을 줄이기 위해 수액세트는 무균적 비접촉기법(ANTT)을 준수하여 주입 직전에 연결한다.	III	C
14.5. 정맥영양 모니터링과 기록			
200.	말초 정맥영양을 받는 대상자에게 임상적·대사적 안정성(예: 체중, 체액 및 전해질 균형, 혈당, 위장관 기능 등)을 모니터링한다.	II	B

XV. 수혈요법

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
15.1 수혈요법 원칙			
201.	의료기관은 혈액 및 혈액제제의 투여, 주입장치 및 부착장치의 사용, 수혈부작용의 식별, 평가 및 보고에 대한 정책, 절차 및 실무지침을 갖추어야 한다.	III	C
202.	대상자의 적응증에 따라 필요한 혈액과 혈액제제(전혈, 적혈구, 혈장과 혈장성분, 혈소판, 백혈구, 동결침전 등)를 수혈한다. 단, 수혈에 앞서 대안적 치료(예: 적혈구형성인자, 철분제제 투여 등)를 우선적으로 고려한다.	II	B
203.	수혈동의서 내용을 확인한다. - 수혈 필요성 - 수혈 종류 - 수혈과 관련된 이득과 위험 - 대안적 치료 - 수혈을 동의하거나 거절한 권리 등	III	C
204.	혈액은행에서 혈액제제를 수령할 때 다음 사항을 확인한다. - 대상자 정보(등록번호, 성명 등) - ABO와 Rh 혈액형 - 혈액제제의 종류 및 혈액번호 - 유효기간 - 수량 - 교차시험 결과 - 출고일시 - 출고자 성명 등	III	C
205.	수혈 전에 각 혈액제제를 육안으로 관찰하여 혈액백이 손상되었거나 표지의 파손, 혈액의 혼탁, 변색, 용혈이 있다면 사용하지 말고 혈액은행으로 반납한다.	III	C
15.2 수혈 전 확인사항			

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
206.	<p>대상자에게 수혈하기 전에 다음 사항을 평가한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 활력징후 - 호흡양상 - 피부(예: 두드러기) - 수혈부작용 위험을 증가시킬 수 있는 상태(예: 발열, 심부전, 신질환 및 체액과다 위험) - 말초정맥관 크기의 적절성과 개방성 - 검사 결과 등 - 과거 수혈경험 및 수혈부작용 경험 	III	C
207.	<p>수혈 전 예방적 투약(transfusion premedication)은 적극적으로 권장되지 않는다. 단, 수혈 전 예방적 투약을 할 경우 경구약은 30분 전, 정맥주사제는 10분 전에 투여한다.</p>	I	A
208.	<p>대상자의 상태와 수혈요구에 따라 적절한 크기의 말초정맥관을 선정한다. 24-25 게이지를 사용하는 경우 용혈반응을 일으킬 수 있으므로 천천히 수혈한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 일반적 수혈: 20-22 게이지 - 급속 수혈: 16-18 게이지 	III	C
209.	<p>수혈 전 의료인 2명이 대상자 곁에서 다음 사항을 독립적으로 이중 확인한다. 이때 검증된 전산장비(예: PDA, 바코드 등)를 사용할 수 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대상자 정보(등록번호, 성명 등) - ABO와 Rh 혈액형 - 혈액제제의 종류, 혈액번호 	III	C
15.3 수혈 중 모니터링			
210.	<p>한 단위의 혈액이나 혈액제제는 4시간 이내에 주입하고 완료하며, 혈액제제에 따라 적정시간을 고려하여 수혈한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전혈(whole blood): 4시간 이내 - 농축적혈구 제제(Red Blood Cells, PRBC): 혈액동학이 안정되었다면 1-2시간 이내 - 혈소판(platelets): 1-2시간 이내 - 혈장(plasma): 대상자가 견딜 수 있는 한 빠르게 또는 15-60분 이내 - 과립구(granulocytes): 2시간 이상 	II	B
211.	<p>해동 후 사용하지 못한 신선동결혈장(FFP)은 다시 냉동하지 않고 폐기한다.</p>	II	B
212.	<p>수혈부작용의 증상과 징후*를 다음과 같이 모니터링한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수혈 전, 수혈 시작 후 15분, 수혈 완료 시, 수혈 후 1시간 내에 활력징후 측정 - 수혈 중 적어도 30분마다 시각적으로 확인 - 대상자의 상태에 변화가 있다면 즉시 활력징후 측정 - 지연된 수혈부작용을 고려하여 수혈 후 4-6시간 관찰하거나, 수혈부작용의 증상과 징후 및 보고의 중요성에 대해 대상자/보호자에게 교육 <p>*증상과 징후: 발열, 오한, 빈맥, 가슴/옆구리/등 통증, 저혈압, 기관지 경련력, 호흡곤란, 두드러기 등</p>	II	B

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
213.	수혈부작용의 증상과 징후가 발생하면, 의료기관의 절차에 따라 다음과 같이 관리한다. - 즉시 수혈 중지 - 의사 보고 - 처방된 응급약물 투여 - 혈액은행으로 연락	II	B
214.	응급약물은 수혈세트를 통해 투여하지 않고, 0.9% 생리식염수로 채운 다른 수액세트를 통해 투여한다.	II	B
215.	수혈부작용을 기록하고 의료기관의 지침에 따라 보고한다. 수혈부작용 발생 시 혈액과 수혈세트를 검사실에 의뢰한다.	II	B
15.4 수혈 중 부속기구 사용			
216.	혈액이나 혈액제제는 혈액응고와 다른 찌꺼기들을 제거하기 위해 표준혈액필터가 갖추어진 수혈세트를 통하여 주입한다.	II	B
217.	표준혈액필터가 갖추어진 수혈세트는 원칙적으로 한 단위 주입이 종료되었을 때 교환한다. 단, 4시간 이내에 한 단위 이상의 혈액을 주입한다면 같은 수혈세트를 4시간 동안 사용할 수 있다.	II	B
218.	급속수혈이 필요할 때는 큰 게이지의 말초정맥관을 삽입/교환하거나 외부에서 적용하는 압축기구(펌핑백)의 사용을 고려한다.	II	B
219.	혈액이나 혈액제제를 수혈하는 동안 다른 수액 또는 약물을 같은 세트를 통해 주입하지 않는다. 단, 0.9% 생리식염수, 알부민용액, 일부 등장성 정질용액은 함께 주입할 수 있다.	II	B
220.	혈액이나 혈액제제 가온 시 전자레인지, 더운물에 담그는 등 온도와 감염을 통제할 수 없는 가온 방법은 사용하지 않는다.	II	B
221.	혈액 가온기를 사용하는 경우* 혈액의 온도는 42℃를 넘지 않으며, 한 단위의 혈액은 4시간 이내로 가온한다. *예: 대량수혈 또는 급속수혈(시간당 50mL/kg 이상의 수혈), 교환수혈, 치료적 성분채집술을 위한 혈장교환(plasma exchange for therapeutic apheresis), 심각한 한랭응집소를 가진 경우 등	II	B
222.	혈액 가온기는 경고음이 울리고, 온도를 확인할 수 있는 알람체계를 갖춘 것을 사용하며, 정기점검을 실시하고 기록을 보관한다.	II	B
15.5 수혈 종료 후 기록			
223.	수혈 시작시간과 종료시간을 기록하고, 섭취량/배설량 기록지에 수혈 받은 혈액량을 기록한다.	III	C

XVI. 교육

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
16.1 대상자/보호자 교육			
224.	말초정맥 주입요법 중인 대상자/보호자에게 다음 사항을 교육한다. - 말초정맥 주입기구에 대한 관리 방법 - 감염과 기타 합병증 예방법(예: 무균술, 손위생 등) - 보고해야 할 증상과 징후(예: 정맥염, 발열 등) 등	III	C
225.	교육방법은 대상자/보호자의 연령, 발달수준, 인지수준, 건강문해력 (health literacy), 문화적 배경, 선호하는 언어에 대한 평가에 근거하여 선정한다.	III	C
226.	교육자료는 대상자/보호자가 이해할 수 있고, 수행 가능하도록 전문용어는 피하고, 쉬운 용어로 제공한다.	II	B
16.2 간호사 교육			
227.	간호사를 대상으로 다음의 말초정맥 주입요법 원리와 실무에 대한 신규교육과 직무교육을 지속적으로 실시한다. - 말초정맥 주입기구(말초정맥관과 부속기구) 관리 - 말초정맥관을 가진 채 일상생활을 하는 것에 대한 대상자의 견해 - 전문적, 법적 및 윤리적 측면 - 말초정맥 주입기구 삽입과 말초정맥주입 중 합병증 예방과 관리 - 말초정맥주입 관련 제품 평가 - 대상자/보호자에 대한 정보제공과 교육 - 특수분야의 말초정맥주입에 대한 훈련(예: 종양환자, 수혈, 정맥영양)	III	C
228.	간호사의 말초정맥관 삽입과 유지에 대한 지식과 지침 이행도를 정기적으로 평가한다.	II	B

XVII. 기록과 보고

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
17.1 말초정맥 주입요법 관련 기록			
229.	말초정맥주입과 관련하여 말초정맥관의 삽입·유지관리·제거, 말초정맥주입관련 부작용과 합병증, 그리고 대상자 반응 등에 대해 기록한다.	III	C
230.	말초정맥 주입요법 관련 기록은 의료진 간의 원활한 의사소통을 위해 읽기 쉽고 시기적절하며 의료진이 효율적으로 찾아볼 수 있도록 기술한다.	III	C
231.	말초정맥 주입요법 관련 기록 시 기관에서 승인한 표준틀이나 도구, 용어를 이용하여 주요 항목을 기록하며 필요시 추가 내용을 기록한다.	II	B
232.	말초정맥 주입요법 관련 기록은 정확성, 완전성, 객관성을 갖추어 시간 순으로 기술한다.	III	C
233.	두 개 이상의 약물에 대해 말초정맥주입이 이루어지는 경우, 각 약물의 정확한 실제 투여 시간을 기록한다.	III	C

번호	권고안	근거 수준	권고 등급
234.	말초정맥주입에 대한 기록의 정확성을 향상시키기 위해 스마트 주입펌프 자료의 활용을 고려한다.	II	B
17.2 말초정맥 주입요법 관련 사건 보고			
235.	의료기관의 정책, 절차, 간호실무지침에 따라서 말초정맥 주입요법으로 인해 발생한 환자안전사고를 보고하고 기록한다.	III	C

권고안 배경

I. 일반적 원칙

1-5.

근거기반 간호실무지침은 특정한 임상환경에서 간호사의 의사결정을 돕기 위해 적절한 근거를 검색하고, 평가하는 체계적인 접근법을 적용하여 개발된다(Field & Lohr, 1990). 이러한 간호실무지침의 사용은 과학적 근거를 실무에 체계적으로 도입할 수 있는 기회를 제공하여 효과가 검증된 중재에 대한 인식을 증진시키고, 실무를 향상시킴으로써 간호의 질을 높이고, 대상자의 간호결과를 개선시키며, 비용효과적인 간호를 제공하게 한다(Melnyx & Fineout-Overholt, 2011). 간호실무지침이 최신의 연구결과를 반영하기 위해서는 실무지침을 개정해야 한다. 개정일정은 미리 간격을 정할 수도 있고, 중요한 근거의 변화에 맞추어 진행할 수도 있다(김수영 등, 2011).

말초정맥 주입요법과 관련된 간호실무지침은 말초정맥 주입요법에 대하여 의료기관의 정책, 절차, 실무지침, 표준화된 문서 프로토콜의 형태로 기술되어, 적절한 간호 수행 및 임상적 의사결정에 대한 근거가 되어야 한다(INS, 2024). 의료기관의 정책에 따라 간호사는 근거기반 지식, 임상적 전문성, 대상자의 선호도와 가치를 통합하여 안전하고 효과적이며 대상자 중심인 말초정맥 주입요법을 제공해야 한다(INS, 2024). 또한 의료기관의 정책, 절차와 실무지침은 현재의 연구 결과나 정기적인 고찰을 통한 최적의 근거에 기반하며 새로운 실무지침 또는 연구 결과가 출판되었을 경우 개정해야 한다(김수영 등, 2011; INS, 2024).

II. 말초정맥관 선정

6-7.

말초정맥관은 등장성(isotonic)의 생리적 산도를 보이는 약물주입에 사용하며, 극단적 pH 또는 삼투압 용액의 주입 시에는 선정하지 않는다. 정맥관의 선정에서 말초정맥관이 우선적으로 고려되는데, 말초정맥관은 중심정맥관에 비하여 덜 침습적이고 감염위험도가 더 낮기 때문이다. 말초정맥관의 감염위험은 1,000정맥관일 당 0.5건으로 보고되었다(Hadaway, 2012a; Maki, Kluger & Crnich, 2006). 말초정맥관은 주입기간이 1주 이내이며, 용액의 농도가 600mOsm/L 미만이고, 발포제나 자극제가 아닌 용액인 경우에 적합하다(Gorski et al., 2021; Periard et al., 2008). 이는 용액의 농도가 600mOsm/L 부터 내피가 손상되기 때문이다(Gorski, et al., 2021). 그러나 중심정맥관으로 주입하도록 권장되는 약물일지라도 의사의 처방에 따라 말초정맥관이나 midline 정맥관으로 주입하기도 한다.

INS(2024)는 말초정맥관을 짧은 말초정맥관(short peripheral intravenous catheter, short PIVC), 긴 말초정맥관(long peripheral intravenous catheter, long PIVC), midline 정맥관

(midline peripheral catheter, midline)의 3가지 유형으로 분류한다. 그러나 국내 임상현장에서는 거의 긴 말초정맥관을 사용하고 있지 않다. 따라서 본 지침에서 말초정맥관이라 함은 특별한 언급이 없는 한 짧은 말초정맥관을 의미한다. 짧은 말초정맥관(short PIVC)은 속이 빈 금속 탐침(바늘)이 정맥관 내부에 있는 바늘 위(over-the-needle)정맥관으로, 일반적으로 표재 정맥에 삽입된다. Midline 정맥관(Midline peripheral catheter, midline)은 성인의 경우 상완의 기저정맥, 두부정맥 또는 상완정맥을 통해 삽입되고, 말단 끝이 겨드랑이 수준에 위치하게 된다(INS, 2024; Marsh, Larsen & O'Brien, et al., 2022).

말초정맥관(peripheral intravenous catheters, PIVCs)을 선정할 때는 정맥주입기간, 약물 종류, 대상자의 상태와 선호도를 고려한다. 말초정맥관(midline 정맥관 제외)은 약물의 삼투압, 산도(pH), 투여방법(지속적 또는 간헐적), 투여속도 등이 말초정맥주입에 적절한 상황에서 예상 치료기간이 단기간(일주일 미만)인 경우에 선정한다. INS (2024)에서는 말초정맥관(midline 정맥관 제외)은 보통 4일 이하, 5~14일에서는 midline 정맥관을, 15일 초과일 경우 말초삽입형 중심정맥관(PICC)을 권장하고 있다. 예상 치료 기간에 따른 말초정맥관 선정은 <표 2>에 정리하였다(INS, 2024; Marsh et al., 2022).

표 2. 예상 치료 기간에 따른 말초정맥관 선정

예상 치료 기간	말초정맥관 선정
≤ 4일	<ul style="list-style-type: none"> 약물의 삼투압, 산도(pH), 투여방법(지속적 또는 간헐적), 투여속도 등이 말초정맥 주입요법에 적합한 경우 말초정맥관 삽입
5~14일	<ul style="list-style-type: none"> 위에 언급된 요소가 말초정맥 주입요법에 적합한 경우 입원중인 성인 대상자에게 midline 정맥관 삽입 대상자의 혈관 구조, 대상자 선호도 및 임상현장에서의 결과 등을 고려하여 긴 말초정맥관 삽입 고려
> 15일	<ul style="list-style-type: none"> 말초삽입형 중심정맥관(PICC) 삽입 고려 위에 언급된 요소가 말초정맥 주입요법에 적합한 경우 대상자의 혈관 구조, 대상자 선호도 및 임상현장에서의 결과 등을 고려하여 midline 정맥관 또는 말초정맥관(PIVC) 삽입

출처. Infusion Nurses Society(2024)

영국의 Vessel Health and Preservation 2020(Hallam et al., 2020)의 말초정맥 평가의 단계는 <표 3>에 제시하였는데, 적절한 정맥 수에 따라 삽입관리를 어떻게 할지 구체적으로 살펴볼 수 있다. 적절한 정맥 수가 1-5개인 경우에는 훈련된 의료인에 의한 삽입관리를 한다. 그러나 촉지가능하고 보이는 정맥이 없는 4단계에서는 훈련된 의료인이 초음파를 이용하여 1회 삽입하는 것을 권장한다. 초음파로도 적절한 정맥이 없는 5단계에서는 말초정맥관 대신 다른 방법을 사용하도록 권장한다.

표 3. 말초정맥 평가 단계

단계	적절한 정맥수	삽입 관리
1	4-5	훈련된 의료인에 의한 삽입
2	2-3	훈련된 의료인에 의한 삽입
3	1-2	훈련된 의료인에 의한 삽입
4	촉지가능하고 보이는 정맥 없음	초음파를 이용하여, 훈련된 의료인에 의한, 1회 삽입
5	초음파로도 적절한 정맥 없음	말초정맥관 대신 다른 방법 사용

출처. Hallam 등(2020)

말초정맥을 통해 투여해야 하는 약물과 투여해서는 안 되는 약물을 식별하기 위해 근거(약물 관련 논문, 경고, 예방 조치, 독성학, 전문가 간 협업 등)를 비롯한 모든 가용 자원을 활용하여 고려해야 한다(INS, 2024; Marsh et al., 2022; Perez & Figueroa, 2017; Takahashi et al., 2021).

한편, 10명의 다양한 분야 전문가(스페인 중환자의학회 소속 중환자 전문의 1인, 스페인 예방의학회 소속 전문의 1인, 스페인 정맥주입학회 소속 간호사 3인, 스페인 병원약사회 소속 약사 4인을 포함한 약사 5인)로 구성된 연구팀에서 델파이 조사 방법을 이용하여 정맥주입요법 표준화 작업을 진행하였으며, 이 연구에서 도출된 의견에 따라 각 약물의 삼투압과 pH를 정리하고 혈관을 선정하는 알고리즘(그림 1)을 제안하였다.

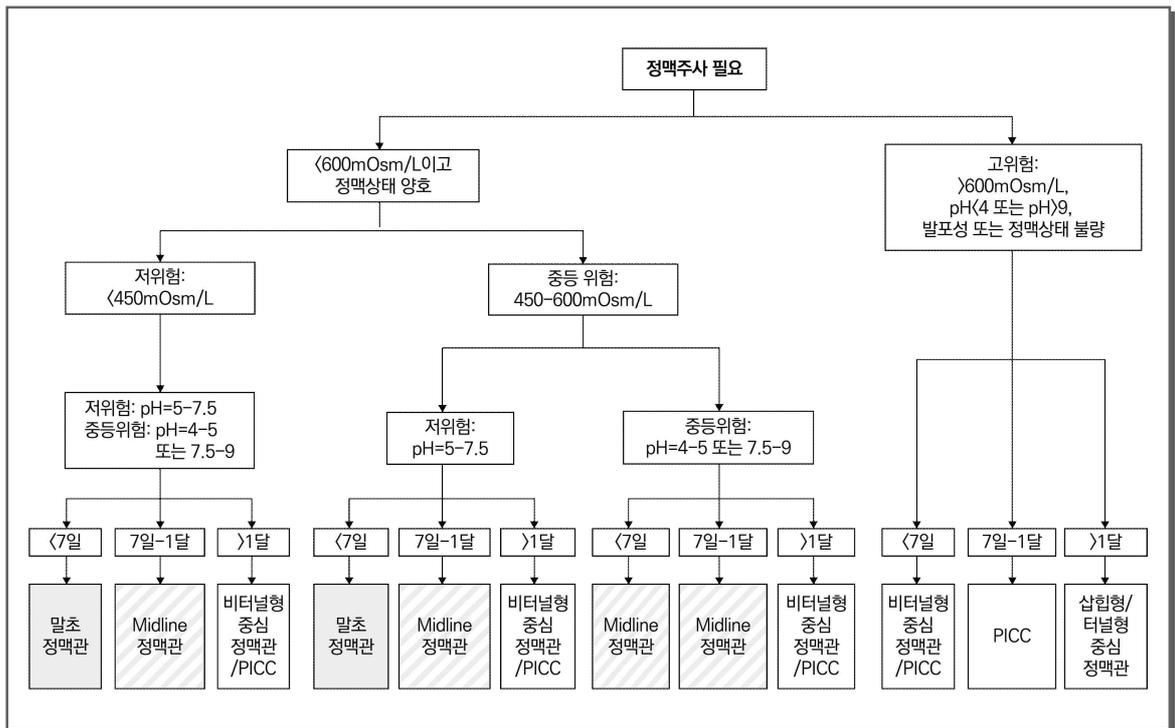


그림 1. 정맥관 선정 알고리즘

출처. Manrique-Rodríguez 등(2021)

8.

말초정맥관의 종류와 크기를 선택하기 위해서는 삽입 부위와 삽입 부위 상부의 통합성을 사정해야 하며(RNAO, 2021), 임상적 요구에 근거하여 삽입부위를 선택한다(ASA, 2020). 대상자의 건강력, 혈관 상태, 말초정맥주입 요구도 및 삽입의 응급성을 기반으로 삽입부위를 선택하며 위험과 이득을 비교한다. 말초정맥관은 처방된 치료와 대상자의 요구를 수용할 수 있는 가장 작은 게이지를 선정한다. 급성기 병원에서 3,283명 성인 환자를 대상으로 한 5,907회의 카테터 주입에 대한 조사 연구에서 직경 20게이지 보다 큰 말초정맥관에서 정맥염 발생 위험이 1.48배 증가하였다(Wallis et al., 2014).

9.

외상환자 또는 조영제를 사용하는 방사선 검사를 위해 천공 정맥관(fenestrated catheter, 그림 2)을 사용하는 경우와 같이 급속한 수액보충이 필요할 때는 16~18게이지 정맥관을 사용한다. 일 연구에서 방사선 검사를 받는 205명의 성인 외래환자에게 무작위로 20게이지 천공 정맥관과 18게이지의 비천공관으로 조영제를 주입하였을 때 두 군간에 주입속도의 차이가 없어 18게이지의 비천공 정맥관(non-fenestrated cathete)을 사용할 수 없는 환자에게는 20게이지의 천공관을 사용하도록 권장하였다(Johnson, Christensen & Fishman, 2014).

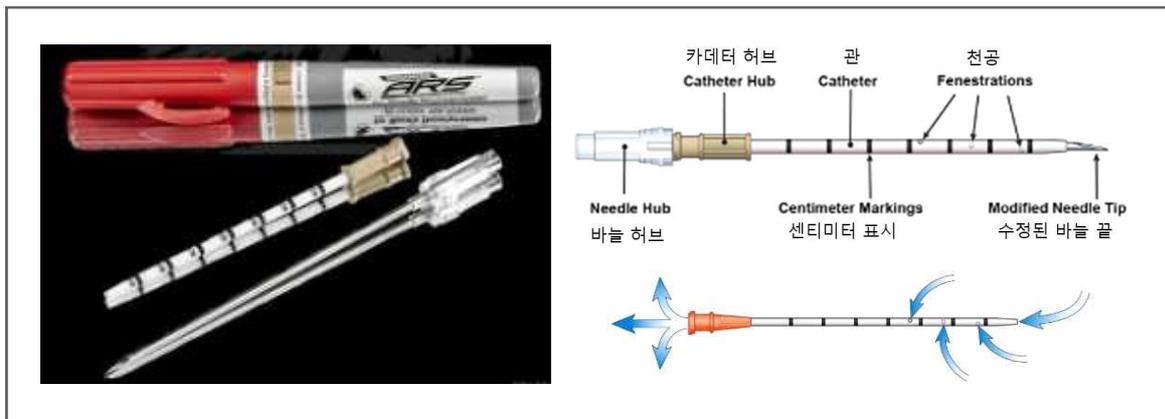


그림 2. 천공 정맥관

출처: <https://www.narescue.com/nar-blog/fenestrated-vs-non-fenestrated-catheters-for-ncd.html>

10.

나비 바늘(steel-winged devices) 또는 두피 IV 세트라고도 알려진 날개 달린 바늘 주입 세트는 혈액을 채취하거나 수액 또는 약물을 주입하기 위해 정맥에 들어가는 데 사용되는 의료기구이다. 수술 중 취급이 용이하고 안정화될 수 있도록 양쪽에 유연한 날개가 있는 바늘로 구성되어 있다. 일반적으로 크기가 더 작으며 취약하거나 어려운 정맥에 사용하기에 적합하다. 나비 바늘은 1회에 한하

여 사용하고, 사용 후 남겨두지 않는다(INS, 2024).

11-12.

Midline 정맥관은 약 20cm 길이의 정맥관으로 주로 전주와부위(antecubital fossa)의 척측피(basilic) 정맥, 요측피(cephalic) 정맥에 삽입하여 액와정맥 이상으로 진입되지 않는 말초정맥관으로, 주로 수액공급, 항생제 주입, 정맥으로 지속적인 약물주입을 위해 사용되며, 예상되는 치료기간이 5-14일인 경우에 사용한다(INS, 2024; Perucca, 2010). Midline 정맥관은 반복적인 정맥관 삽입으로 인한 불편을 줄일 수 있지만, 정맥관 혈전과 함께 기계적이고 화학적인 정맥염이 발생할 위험이 있기 때문에 유방절제술이나 액와림프절 절제가 이루어진 상지나 동정맥루가 있는 부위나 색전증, 응고항진증, 사지의 정맥흐름 감소 등이 있는 경우에는 사용을 피해야 한다(Alexandrou et al., 2011).

Midline 정맥관은 세균 부착 및 바이오필름 형성을 억제해야 하는 경우에도 사용할 수 있다(DeVries, Lee & Hoffman, 2019; INS, 2024; Pathak, Gangina, Jairam & Hinton, 2018). Pathak 등(2018)은 특정회사의 상품(ChronoFlex®C with BioGUAR)을 사용하여 기존의 표준형 폴리우레탄(polyurethane) 제품과 비교한 연구를 통해 세균 부착 및 바이오필름 형성을 억제할 수 있다는 결과를 발표하였다. 그러나 국내에서 midline 정맥관이 미국보다 빈번하게 사용되지 않아 적용가능성은 낮게 평가된다.

Ⅲ. 말초정맥관 삽입부위 선정

3.1 삽입부위 선정기준

13.

말초정맥관 삽입은 임상간호업무 중에서 많은 비중과 시간을 차지하고, 간호사가 중요한 역할을 수행하는 실무이다. 그러나 사용이 많은 만큼 감염 및 기타 합병증 위험이 증가하기 때문에 치료기간에 관계없이 말초정맥관 삽입이 필요한 모든 대상자는 말초정맥관을 삽입하기 전에 체계적인 평가를 시행하는 것이 중요하다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021; Cernuda Martínez et al., 2023; Chen, O'Malley & Chopra, 2021; RCN, 2022).

말초정맥관 삽입부위 선택은 혈관의 상태 및 유지 전략(철저한 혈관 평가), 계획된 치료, 대상자의 편안함 및 선호도, 정맥주입기구 유형에 따라 가장 원위부에서 시작하여 적합한 부위를 선택한다(INS, 2024; RCN, 2022). 말초정맥관 삽입부위를 선정하기 위해 다음의 여러 요인을 평가한다.

첫째, 대상자의 전반적인 건강상태, 즉, 대상자의 체질, 질병상태, 의식수준 등이 고려되어야 하며 (Bahl et al., 2021), 특히 혈액순환 상태가 좋지 않거나 쇼크 상태인 경우에는 말초정맥으로의 접근이 어려울 수 있다. 또한, 대상자의 협조 여부도 삽입부위 선정에 중요한 요인으로 작용한다.

둘째, 연령은 혈관 상태와 피부 탄력성 등에 영향을 미치므로 말초정맥관 삽입부위 선정 시 중요한 고려 사항이다(Carr et al., 2019; Cernuda Martínez et al., 2023; Marsh et al., 2022). 소아의 경우, 혈관이 작고 피부가 얇아 삽입이 어려울 수 있고, 노인의 경우 혈관이 취약하고 쉽게 손상될 수 있다. 연령에 따라 혈관이 잘 드러나지 않거나, 혈관의 탄력이 감소되어 접근이 어려울 수 있으므로 이를 고려하여 삽입부위를 선정해야 한다(Gabriel, 2017; RNAO, 2021).

셋째, 대상자의 진단에 따라서도 말초정맥관 삽입부위가 달라질 수 있다(RNAO, 2021). 암 환자나 항암화학요법을 받는 환자는 항암화학요법 약물로 인한 혈관 손상을 피하기 위해 혈관의 선택이 중요하며, 감염병 환자는 감염 위험이 적은 부위를 선택하는 것이 중요하다. 또한, 수술 후 환자나 중환자는 특정 부위에 대한 접근이 어려울 수 있으므로 진단에 따른 부위 선택이 필요하다.

넷째, 대상자의 동반질환도 혈관 상태에 영향을 미칠 수 있다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021). 예를 들어, 당뇨병 환자는 말초혈관 질환의 위험이 높아 혈관이 약해질 수 있으며(Heng, Yap, Tie & McGruther, 2020; Piredda et al., 2017), 신부전 환자는 정맥 부종이 발생할 수 있어 삽입부위 선정이 어려워질 수 있다(Huang et al., 2023). 이러한 동반질환을 가진 환자의 경우, 부위 선정 시 혈관의 상태와 접근성을 더욱 신중하게 평가해야 한다.

다섯째, 삽입부위와 삽입부위 근위부(proximal)의 혈관상태는 성공적인 말초정맥관 삽입의 중요한 요소이다. 혈관이 뚜렷하고, 탄력이 있으며, 손상되지 않은 부위가 선호되며, 특히 근위부 혈관이 손상된 경우 삽입이 어려울 수 있다. 정맥의 깊이, 직경, 위치 등을 고려하여 삽입부위를 결정해야 하며, 혈전이나 경화된 부위는 피해야 한다.

여섯째, 삽입부위의 피부상태는 감염 위험과 삽입 부위의 유지기간에 직접적인 영향을 미친다. 피부가 깨끗하고 손상되지 않은 부위가 삽입부위로 적합하며, 피부 손상이 있는 경우 감염 위험이 증가하므로 피해야 한다. 또한, 피부가 건조하거나 각질이 많은 경우에도 주입 시 피부 손상의 위험이 높아지므로 신중한 부위 선정이 필요하다.

일곱째, 이전에 말초정맥관을 삽입한 부위나 주변 부위는 피하는 것이 좋다(RCN, 2022). 반복된 삽입으로 인해 혈관이나 조직이 손상될 수 있으며, 이는 삽입의 성공률을 낮추고 감염의 위험을 증가시킬 수 있다(Carr et al., 2019). 따라서 과거의 삽입부위 및 그로 인한 합병증 여부를 확인하고, 새로운 부위를 선정하는 것이 권장된다.

여덟째, 말초정맥관을 필요로 하는 치료의 유형과 기간도 부위 선정에 중요한 요소이다. 예를 들어, 짧은 기간 동안 단순 수액 주입만 필요한 경우와 장기간 고농도의 약물을 주입해야 하는 경우에는 삽입부위의 선택이 달라질 수 있다. 장기간 주입이 필요한 경우에는 큰 혈관이 있는 부위를 선택하는 것이 바람직하며, 혈관이 손상되지 않도록 주의해야 한다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021).

마지막으로, 삽입부위에 대한 대상자의 선호도는 말초정맥주입에 대한 협조도를 높일 수 있고, 특히, 정신적으로 불안정한 환자나 협조가 어려운 환자의 경우 선호도를 존중하는 것이 중요하다 (Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021). 또한, 특정 부위에 대한 불편함이나 이에 대한 과거의 경험이 있는 경우 이를 고려하여 부위를 선정하는 것이 환자의 만족도를 높이는데 도움이 된다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021; Bahl et al., 2021).

14.

말초정맥관 삽입 시 부위를 선정하는 것은 매우 중요하며, 특정한 위험요인들이 있는 부위는 피해야 한다. 이러한 위험요인들은 삽입부위의 합병증을 증가시키고, 대상자의 불편함과 치료의 성공률에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 다음은 말초정맥관 삽입을 피해야 하는 요인들이다.

촉진 시 통증이 있는 부위는 말초정맥관 삽입을 피해야 하는데, 이미 염증, 손상 또는 다른 병리학적 상태가 있을 가능성이 높고, 추가적인 자극이 통증을 악화시킬 수 있다(INS, 2024; RNAO, 2021). 또한, 통증이 있는 부위에 삽입할 경우 환자의 불편함을 증가시키고 협조를 어렵게 할 수 있다.

개방성 상처가 있는 부위는 피부의 방어 장벽이 손상된 상태로, 이 부위에 말초정맥관을 삽입하면 세균이나 다른 병원체가 쉽게 침입할 수 있다. 이는 심각한 감염으로 이어질 수 있으므로, 개방성 상처가 있는 부위는 피하고, 깨끗하고 손상되지 않은 부위를 선택해야 한다. 이미 감염이 발생한 부위는 절대적으로 피해야 한다(INS, 2024). 감염된 부위에 말초정맥관을 삽입하면 패혈증과 같은 전신 감염의 위험이 증가할 수 있다. 또한, 감염된 부위는 염증 반응으로 인해 혈관의 상태가 좋지 않을 수 있어 삽입이 어려울 뿐만 아니라 감염이 악화될 수 있다.

멍, 침윤, 정맥염이 발생한 부위는 혈관이 손상된 상태를 의미하므로 피해야 한다. 이러한 부위는 혈관이 이미 손상되었거나 염증 반응으로 인해 부종과 경화가 발생할 수 있다(Heng et al., 2020). 이러한 상태에서 말초정맥관을 삽입하면 혈관이 추가로 손상되거나 합병증이 발생할 수 있으며, 삽입이 성공적으로 이루어지더라도 정맥관이 제대로 기능하지 않을 가능성이 크다.

경화되고 딱딱해진 정맥 부위는 혈관의 탄력이 떨어지고 유연성이 감소한 상태를 의미한다. 이러한 부위는 말초정맥관 삽입이 어려울 뿐만 아니라, 삽입 시 혈관이 더 쉽게 손상될 수 있다. 또한, 경화된 정맥은 혈액 흐름이 원활하지 않을 수 있어 약물이나 수액 주입이 제대로 이루어지지 않을 위험이 있다.

림프부종이 있는 부위는 림프계의 순환이 원활하지 않은 상태로, 감염 및 염증의 위험이 증가할 수 있으므로 말초정맥관 삽입을 피해야 한다(Larocque & McDiarmid, 2019; Marsh et al., 2021). 림프부종이 있는 부위에 삽입할 경우, 부종이 악화되고 감염의 위험이 높아질 수 있으며, 삽입 부위의 유지가 어려울 수 있다.

감각 또는 기능 이상이 있는 부위, 예를 들어 신경 손상이나 마비가 있는 부위는 말초정맥관 삽입에 적합하지 않다(Heng et al., 2020; RNAO, 2021). 이러한 부위는 통증을 느끼지 못하거나 대상

자가 적절한 피드백을 제공하지 못할 수 있어, 삽입 시 문제가 발생해도 인식하기 어렵다. 또한, 감각 이상이 있는 부위는 혈액 순환이 저하되어 있을 가능성이 높아, 삽입 부위의 유지가 어렵거나 합병증의 위험이 높아질 수 있다.

특정 시술이나 수술을 받은 부위는 혈관 상태가 손상되었거나, 방사선 치료로 인해 조직이 손상된 상태일 수 있어 피하는 것이 좋다. 예를 들어, 유방절제술이나 액와림프절 절제술을 받은 쪽 팔은 림프부종의 위험이 높아 말초정맥관 삽입에 적합하지 않으며, 동정맥루를 설치한 부위나 예정된 부위 역시 혈관을 보호하기 위해 피해야 한다(Larocque & McDiarmid, 2019; Marsh et al., 2021).

3.2 삽입부위

15.

말초정맥관 삽입부위는 치료에 적합하고 합병증 위험이 적은 전완(forearm)을 선정한다(INS, 2024; RCN, 2022). Wallis 등(2014)의 연구에 따르면 말초정맥관 폐색의 발생률은 전완(forearm)과 비교했을 때 손등 1.3배, 전주와(antecubital fossa) 1.18배, 상완 1.27배로 높아 전완의 정맥관 폐색이 가장 적었고, 말초정맥관의 우발적 제거 발생률은 전완과 비교했을 때 손등 2.72배, 손목 1.49배, 전주와 1.99배로 높아 전완에 삽입한 말초정맥관의 우발적 제거가 가장 적게 발생하였다. 이처럼 전완부 정맥은 말초정맥관의 우발적인 제거와 폐색이 적어 정맥관 유지시간이 증가되고 통증이 감소되므로 말초정맥관 삽입부위로 선호된다. Cicolini 등(2014)의 말초정맥관 삽입부위와 시간별 정맥염의 발생률을 비교한 연구에서는 손등에 정맥관을 삽입한 환자군에 비해 전주와(adjusted 오즈비 0.66, $p < .05$) 또는 전완(오즈비 0.52, $p < .05$)에 삽입한 환자군의 정맥염 발생률이 모든 시간대(0~120시간)에서 낮게 보고되었다. 이 연구결과에서는 전주와, 전완의 정맥을 사용 시 정맥염을 약 40%까지 감소시킬 수 있으므로 손등 정맥의 사용을 권고하지 않았다. 그러나 일부 연구에서는 전주와 부위의 정맥염이 높게 보고되었는데, 그 이유로 팔의 움직임에 따라 전주와에 삽입된 정맥관이 지속적으로 움직여지면서 혈관의 내막을 손상시키는 기계적 정맥염이 발생되었고, 이로 인해 정맥염이 높게 나타난 것으로 설명하였다(Cicolini et al., 2014; Heng et al., 2020).

16.

말초정맥관 삽입혈관은 상지의 앞쪽과 뒷쪽에 있는 중수(metacarpal) 정맥, 척측피(basilic) 정맥, 요측피(cephalic) 정맥, 정중(median) 정맥을 선정한다(Heng et al., 2020; Marsh et al., 2021; Takahashi et al., 2021; Ullman et al., 2020)〈그림 3〉. 말초정맥관 삽입을 위한 혈관의 선택은 안전성과 접근성, 대상자의 편안함, 그리고 주입 약물의 전달 효율성을 모두 고려해야 한다. 특히, 상지의 정맥은 하지의 정맥보다 감염의 위험이 낮고, 혈전 발생의 위험도 상대적으로 적어 임상 현장에서 선호된다(INS, 2024; RCN, 2022). 더불어, 정맥의 크기와 직경, 신경 및 동맥과의 위치는 말초정맥관 삽입 시 합병증을 줄이고, 삽입의 성공률을 높이는데 중요한 요소로 작용한다

(Sou et al., 2017). 중수 정맥, 척측피 정맥, 요측피 정맥, 그리고 정중 정맥은 위와 같은 이유로 말초정맥관 삽입에 적합한 부위로 평가된다. 상지의 등쪽과 배쪽 표면에 있는 정맥을 고려하고, 끝이 전주와 아래(antecubital fossa, ACF)에 위치하되, 이것이 가능하지 않은 경우 전주와 위에 삽입한다(Fabiani, Dreas & Sanson, 2017).

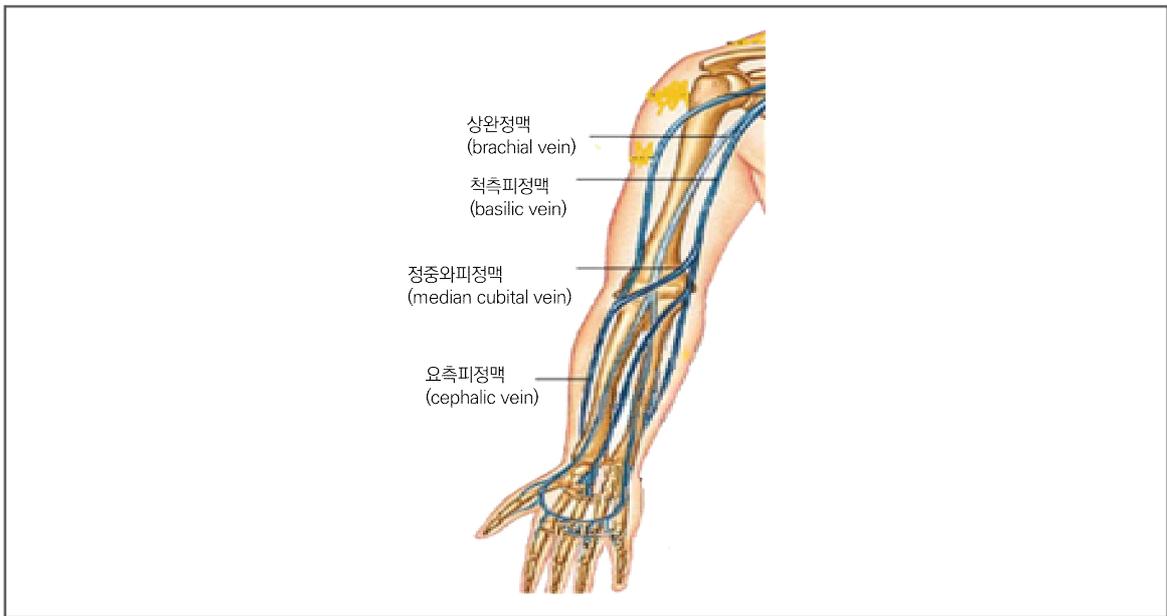


그림 3. Midline 정맥주사 삽입혈관; 척측피(basilic) 정맥, 요측피(cephalic) 정맥, 정중와피(median cubital) 정맥, 상완(brachial) 정맥

17.

말초정맥관 삽입 시 해부학적 특이성을 가진 부위는 혈관 접근이 어려워 삽입의 성공률이 낮을 수 있고, 정맥관이 삽입된 후에도 안정적으로 유지되기 어려울 뿐만 아니라 합병증 발생 가능성이 높기 때문에 이러한 부위에 말초정맥관의 삽입을 피할 것을 권장한다(Heng et al., 2020; Marsh et al., 2021; Takahashi et al., 2021; Ullman et al., 2020). 말초정맥관 삽입 시 가능한 이러한 해부학적 특이성이 없는 안정적인 부위를 선택하는 것이 중요하다.

첫째, 팔꿈치나 손목과 같은 굴곡 부위는 가능한 피한다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021; Marsh et al., 2022). 이러한 부위는 환자가 팔을 움직일 때마다 반복적으로 굽혀지거나 펴지게 되므로, 삽입된 말초정맥관이 쉽게 꺾이거나 이동할 수 있다. 이로 인해 약물 주입이 원활하지 않거나, 말초정맥관의 위치가 변하여 혈관벽을 손상시킬 위험이 있다. 또한, 굴곡 부위에 삽입된 말초정맥관은 환자의 불편함을 초래할 수 있으며, 장기간 유지가 어려워질 수 있다.

둘째, 정맥판막이 있는 부위 역시 말초정맥관 삽입에 부적합하다. 정맥판막은 혈액의 역류를 방지하는 역할을 하지만, 이러한 부위에 말초정맥관을 삽입하면 판막의 기능을 방해할 수 있다.

셋째, 정맥관이 지속적으로 구불구불하거나 구부러진 정맥(A)의 루멘에 들어가면, 정맥의 오목한 부분에 부드러운 측면 압력을 가해 정맥관 축, 혈관 루멘, 밸브의 중심 구멍(B)의 통로를 개선하고 밸브를 통한 정맥관의 진행을 개선할 수 있다(그림 4).

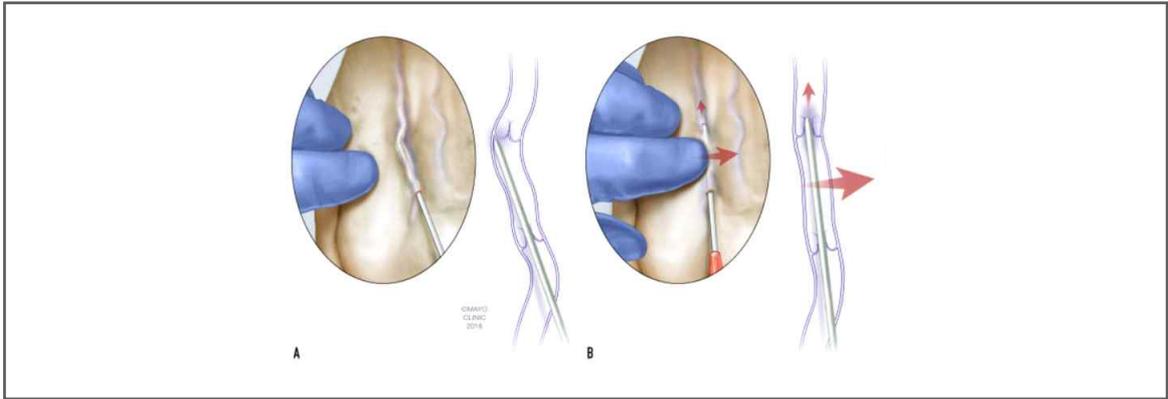


그림 4. 구불구불한 정맥 내에서 정맥관 끝 방향을 변경하기 위한 측면 압력
출처. Lanier(2018).

넷째, 손목에서 세 손가락 이내의 부위는 해부학적으로 신경과 동맥이 밀집해 있어 말초정맥관 삽입 시 신경 손상이나 동맥 천자의 위험이 증가할 수 있다(그림 5). 특히, 손목 부근은 요골동맥(radial artery)과 요골신경(radial nerve)이 가까이 위치해 있어, 잘못된 삽입으로 인해 심각한 신경 손상이나 출혈이 발생할 수 있다. 이러한 부위에 말초정맥관을 삽입하면 환자에게 심각한 합병증을 초래할 수 있고, 특히 통증과 기능 장애의 위험이 커진다(Masoorli, 2007).

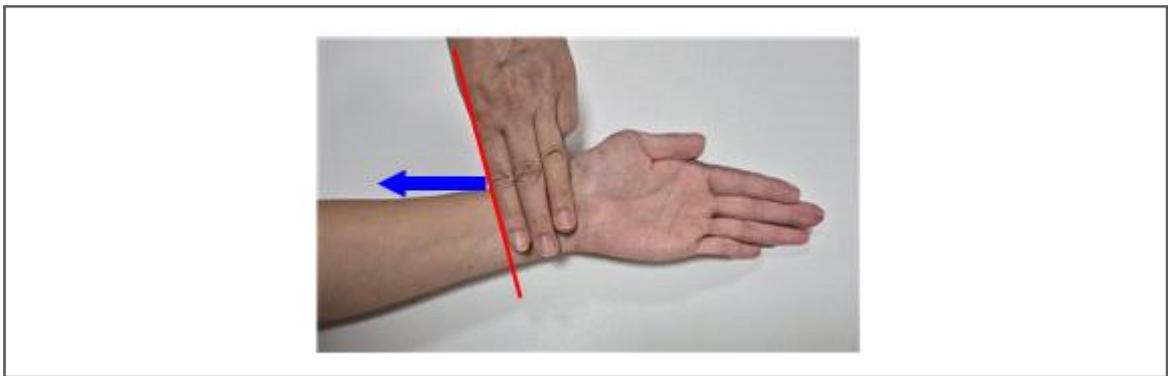


그림 5. 피해야 하는 손목부위(3손가락 이내)

마지막으로, 우세하지 않은 쪽의 부위 사용을 권장하는 것을 포함하여 대상자/보호자와 선호하는 말초정맥관 삽입 부위에 대해 논의한다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021).

18.

성인의 말초정맥관 삽입 시에는 색전의 위험이 높으므로 하지 정맥의 사용은 가급적 피하도록 한다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021; INS, 2024; RCN, 2022). 하지의 작은 정맥들은 심장에서 멀리 위치하고 있어 정맥 울혈, 색전 및 혈전성 정맥염을 일으킬 수 있다. 만약 하지 정맥을 사용해야만 하는 상황이라면 가능한 빨리 정맥관의 삽입위치를 변경해 준다(Ullman et al., 2020).

19.

말초정맥관 삽입 시 가슴, 유방, 복부, 또는 몸통의 정맥은 피해야 한다(INS, 2024). 가슴, 유방, 복부 또는 몸통 부위의 눈에 보이는 정맥은 사용하지 않는데, 이는 안전한 주입을 방해할 수 있는 병리학적 이유 때문이다(INS, 2024). 이러한 부위들은 접근성이 낮고, 해부학적으로 중요한 장기나 구조물들이 위치해 있어, 말초정맥관 삽입 시 신체의 중요한 기능에 영향을 미칠 수 있는 위험이 크다. 또한, 이 부위에 삽입할 경우, 말초정맥관의 움직임에 의해 폐 또는 심장 등 중요한 장기에 손상을 줄 수 있으며, 이는 심각한 합병증으로 이어질 수 있기 때문이라 할 수 있다. 유방 부위의 경우, 특히 유방암 수술 후 림프절 절제술을 받은 환자들은 림프부종의 위험이 증가할 수 있어 이 부위의 정맥 접근은 피해야 한다(Jakes & Twelves, 2015). 따라서 안전한 말초정맥관 삽입을 위해서는 상지의 표재성 정맥을 주로 사용하는 것이 권장된다.

20.

Midline 정맥관은 말초정맥관과 중심정맥관의 중간 정도 길이로 삽입되는 정맥관으로, 주로 긴급하지 않은 상황에서 중장기적 정맥 접근이 필요한 대상자들에게 사용된다. Midline 정맥관 삽입 시 상완(upper arm)을 우선적으로 선정하는 이유는 이 부위가 해부학적으로 접근이 용이하고, 정맥의 직경이 크며, 주변 조직이 비교적 안정적이기 때문이다.

상완부위의 정맥은 삽입 후에도 굴곡이나 압박의 영향을 덜 받기 때문에 말초정맥관의 위치를 안정적으로 유지할 수 있다. 또한, 상완의 정맥은 다른 부위에 비해 신경과 동맥으로부터 비교적 떨어져 있어, 삽입 시 합병증의 발생 위험이 낮다.

Midline 정맥관을 전주와(antecubital fossa) 부위에 삽입하는 경우에는 굴곡부위를 피하고 <그림 6>, 그 바로 위나 아래 부위를 선정한다. 전주와 부위는 팔꿈치의 굴곡에 의해 움직임이 잦은 부위로, 삽입된 정맥관이 쉽게 꺾이거나 이동할 수 있기 때문이다. 굴곡부위가 아닌 바로 위 또는 아래의 부위로 선정하여 정맥관이 굴곡에 의해 영향을 받지 않도록 하는 것이 권장된다(RCN, 2022).

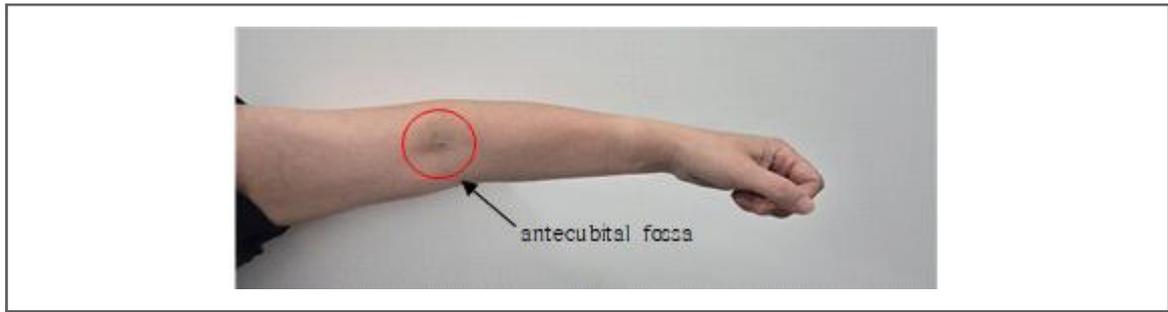


그림 6. 전주와(Antecubital fossa, ACF)

21.

Midline 정맥관 삽입 시, 척측피(basilic) 정맥, 요측피(cephalic) 정맥, 정중와피(median cubital) 정맥, 그리고 상완(brachial) 정맥이 주로 선택된다(INS, 2024; RCN, 2022). 이들 정맥은 해부학적으로 접근이 용이하며, midline 정맥관 삽입 후에도 안정적인 위치를 유지할 수 있는 특성을 가지고 있다.

척측피 정맥은 상완의 내측을 따라 위치하며, 직경이 크고 벽이 두꺼워 midline 정맥관 삽입에 매우 적합하다. 이 정맥은 신경과 동맥에서 비교적 떨어져 있어, 삽입 시 합병증의 위험이 낮고, midline 정맥관이 장기간 안전하게 유지될 수 있다(Alexandrou et al., 2011; INS, 2024; RCN, 2022). 요측피 정맥은 상완의 외측을 따라 위치하며, 피하에서 비교적 쉽게 접근할 수 있는 정맥이다. 이 정맥은 굴곡부위에서 벗어나 있어 midline 정맥관 삽입 후 안정성이 높고, 약물 주입이 원활하게 이루어질 수 있다. 정중와피 정맥은 팔꿈치 앞쪽의 전주와 부위에 위치하며, midline 정맥관 삽입 시 자주 사용된다. 이 정맥은 굴곡 부위에 위치해 있어 삽입 시 위치 선정에 신중해야 하지만, 피하 조직에서 접근하기 쉽고, 직경이 커 약물 전달에 용이하다. 다만, 굴곡부위 자체는 피하고, 정맥의 상부나 하부를 선택하는 것이 안전하다(RCN, 2022). 상완 정맥은 팔의 깊숙한 곳에 위치한 깊은 정맥으로, 직경이 크고 혈류가 풍부하다. Midline 정맥관 삽입 시, 이 정맥을 선택하면 정맥관의 기능을 장기간 안정적으로 유지할 수 있으며, 약물 주입이나 수액 공급에 매우 효과적이다. 그러나, 이 정맥은 신경과 동맥과 가까이 위치해 있어 삽입 시 정확한 해부학적 지식이 필요하다.

3.3 삽입부위 시각화

22.

말초정맥관 삽입 과정에서 대상자의 병력, 특히 이전 혈관 접근 경험과 관련된 정보를 고려하여 혈관 시각화 기술의 사용 여부를 결정하는 것이 중요하다. 혈관 시각화 기술은 혈관의 위치와 상태를 더 명확하게 파악하여, 삽입의 성공률을 높이고 합병증 발생을 줄이는데 도움을 준다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021). 혈관 시각화 기술로는 초음파를

이용한 정맥 위치 확인(ultrasound-guided vascular access), 적외선 기반의 혈관 시각화 장치 등이 있으며, 이러한 도구들은 촉진만으로는 확인이 어려운 혈관을 명확하게 시각화하여 삽입 성공률을 높이고 합병증을 줄이는데 기여한다. 시각화 도구 사용의 필요성을 확인하기 위해서는 다음의 요인들을 평가한다.

당뇨병, 고혈압과 같은 질병은 혈관의 구조적 변화를 초래할 수 있는데, 혈관 벽의 탄력을 감소시키고, 혈관 내벽에 손상을 일으켜 말초정맥관 삽입이 어려워질 수 있다. 당뇨병 환자의 경우, 미세혈관 합병증으로 인해 혈관이 손상되거나 협착될 수 있으며, 고혈압 환자는 혈관 벽이 두꺼워질 가능성이 크다. 이러한 경우, 혈관 시각화 기술을 사용하면 삽입 부위를 더 정확하게 파악할 수 있어 성공적인 삽입에 도움이 된다(Heng et al., 2020). 아울러 대상자가 이전에 잦은 정맥 천자나 장기간의 주입 요법을 받았던 경우, 혈관이 손상되거나 경화될 가능성이 높다. 반복적인 삽입으로 인해 혈관 벽이 두꺼워지거나 흉터 조직이 형성될 수 있으며, 이는 말초정맥관 삽입을 더욱 어렵게 만든다. 이와 같은 환자의 경우, 단순한 촉진만으로는 적절한 삽입 부위를 찾기 어려울 수 있으므로 혈관 시각화 기술이 필요할 수 있다.

피부의 다양성, 즉, 어두운 피부톤이나 과도한 피부 털, 흉터, 문신과 같은 피부 변화는 혈관을 시각적으로 확인하기 어렵게 만든다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021). 이러한 경우, 관찰과 촉진만으로는 적절한 삽입부위를 찾는 데 한계가 있을 수 있다. 예를 들어, 어두운 피부톤의 환자는 혈관이 잘 드러나지 않으며, 문신이나 흉터가 있는 부위는 촉진으로도 혈관을 찾기 어려울 수 있다. 이때, 혈관 시각화 기술을 사용하면 혈관을 명확히 확인하고 삽입 위치를 정확하게 설정할 수 있다.

대상자의 연령은 혈관 상태에 큰 영향을 미친다. 신생아와 고령자는 모두 혈관이 작고 취약하여 혈관 접근이 어렵다. 신생아의 경우, 피부가 얇고 혈관이 매우 가늘어 촉진과 시각화가 어려울 수 있다. 고령자의 경우, 혈관이 퇴화하고 탄력이 감소하여 삽입이 어려워지며, 반복적인 혈관 천자나 주입 요법으로 인해 혈관이 손상되었을 가능성도 크다(RNAO, 2021). 이러한 경우, 혈관 시각화 기술을 활용하여 삽입 부위를 정확히 파악하는 것이 중요하다. 비만인 경우, 피하조직이 두꺼워져 혈관이 깊숙이 위치할 수 있다. 이로 인해 혈관 촉진이 어렵고, 혈관에 도달하기 위해 필요한 바늘 길이가 늘어날 수 있다. 비만 환자의 피하 지방층은 혈관의 위치를 파악하기 어렵게 만들며, 삽입 실패율을 높일 수 있다(Juvin, Blarel, Bruno & Desmonts, 2003; RNAO, 2021). 따라서, 비만 환자에게는 혈관 시각화 기술을 사용하는 것이 바람직하며, 이를 통해 혈관 위치를 정확하게 파악하고 안전한 삽입이 가능해진다. 대상자의 체액량 상태는 혈관 상태에 직접적인 영향을 미친다. 체액량 과부하가 있는 경우 혈관이 부풀어 올라 촉진이 어렵고, 부종이 동반될 수 있어 삽입 부위를 정확하게 파악하기 어려울 수 있다. 반대로, 탈수 상태의 환자는 혈관이 수축되어 작아지고, 쉽게 촉지되지 않을 수 있다. 이러한 상황에서는 혈관 시각화 기술을 사용하여 혈관의 상태를 시각적으로 확인하는 것이 중요하다.

A-DIVA 척도(A-Difficult Intravenous Access Scales, A-DiVA Scales)는 정맥주사 삽입의 어려움을 사전에 측정하여 시각화 기술의 사용 여부를 결정하는데 도움이 될 수 있다(표 4).

표 4. A-Difficult Intravenous Access(A-DiVA) Scales

위험요인	정의	가산 위험점수 ("예"인 경우)
촉지로 정맥 식별 가능성	상지를 촉진해서 목표 정맥을 식별하는 것이 불가능한가요?	1
과거에 정맥 주사 접근이 어려웠던 사례	과거에는 말초정맥관을 삽입하는 것이 어려웠나요?	1
시각적으로 정맥 식별 가능성	상지를 시각화하는 것만으로는 목표 정맥을 식별하는 것이 불가능합니까?	1
수술에 대한 계획되지 않은 지시	대상자가 수술이 필요한 응급상황입니까?	1
정맥의 직경 ≤ 2mm	표적 혈관의 직경이 최대 2mm입니까?	1

참고: A-DiVA 척도는 성인의 정맥주사 삽입의 어려움을 측정하는 도구로 개별 환자의 예상 위험을 계산하기 위한 가산 점수로 표현된다. 기존 위험요인에 대한 점수로 산정되며, 질문에 "예"로 응답하면 점수가 가산된다. A-DiVA 척도는 저위험(0~1점), 중위험(2~3점) 또는 고위험(4점 이상)으로 구분된다.

출처: Loon, Puijn, Houterman & Bouwman(2016)

23.

말초정맥관 또는 midline 정맥관 삽입이 어려운 경우, 시각화 도구(예: 초음파, 근적외선 등)를 사용을 고려한다(Peripheral Intravenous Catheters Clinical Care Standard). 이러한 시각화 도구의 사용은 정맥이 잘 보이지 않거나 촉진되지 않는 상황에서 혈관을 명확하게 확인하고, 성공적인 삽입을 돕는데 필수적인 역할을 한다(INS, 2024).

- ① 초음파(ultrasound, 그림 7): 실시간으로 정맥의 위치, 깊이, 크기를 시각화할 수 있게 해준다. 특히, 깊게 위치한 정맥이나 신생아, 비만 환자와 같이 혈관이 잘 보이지 않는 경우에 초음파를 사용하면 혈관을 쉽게 찾아내어, 삽입 시 바늘이 정확히 목표 지점에 도달하도록 도와준다. 이는 삽입의 성공률을 높이며, 삽입 실패에 따른 추가 삽입시도의 가능성을 줄인다.
- ② 근적외선(near-infrared, NIR): 근적외선 기술은 피부 아래의 혈관을 감지하고, 이를 시각적으로 표현하여 혈관을 쉽게 확인할 수 있도록 돕는다. 이 기술은 주로 얇은 정맥을 시각화하는데 사용되며, 특히 피부톤이 어두운 환자나 혈관이 잘 드러나지 않는 환자에게 유용하다. 근적외선 장치는 혈액이 근적외선을 흡수하는 특성을 이용하여 혈관을 주변 조직과 대비되게 보여 주므로 혈관 찾기가 어려운 상황에서 효과적이다.

시각화 도구의 임상적 활용은 정맥관 삽입의 성공률을 높이고, 환자의 불편함을 최소화하며, 삽입과 관련된 합병증의 위험을 줄이는데 기여한다. 삽입 실패로 인해 발생할 수 있는 혈관 손상, 출혈, 감염 등의 위험을 감소시키고, 시술 시간이 단축되어 환자 관리의 효율성을 높인다. 또한, 시각화 도구의 사용은 삽입 과정의 정확성을 높여, 특히 고위험 환자군에서 의료적 안전성을 강화시킬 수 있다.

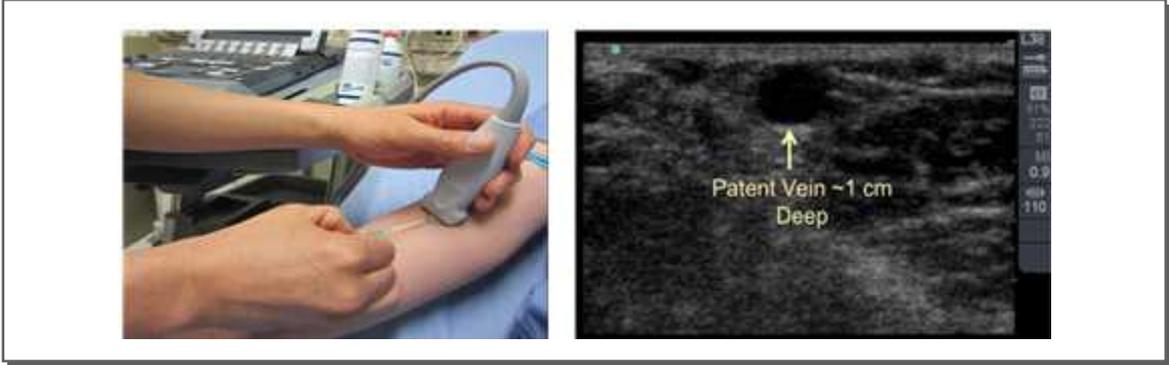


그림 7. 시각화도구 : 초음파
출처. 유현민(2024)

IV. 말초정맥관 삽입 시간호

4.1 피부소독

24.

말초정맥관 삽입 시 삽입부위의 피부를 철저히 소독하는 것은 감염 예방의 중요한 단계이다. 적절한 피부소독은 삽입부위로의 병원균 침입을 최소화하여, 감염 관련 합병증을 줄이고, 삽입된 말초정맥관의 유지기간을 연장하는데 중요한 역할을 한다. 피부 표면에는 다양한 미생물이 존재하며, 이들 미생물이 삽입 과정 중 혈관 내로 유입될 경우 감염을 일으킬 수 있다. 따라서 삽입부위를 소독하여 피부 표면의 미생물 수를 줄이는 것이 중요하다. 소독은 반드시 삽입 직전에 수행해야 하며, 소독제가 충분히 건조된 후에 말초정맥관 삽입을 시작해야 한다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021).

삽입부위에 털이 많아 삽입에 방해가 될 경우, 털을 제거하는 것이 필요하다. 그러나 털을 제거할 때는 면도기 사용을 피하고, 수술용 클리퍼(clipper)를 사용하는 것이 권장된다(RCN, 2022; Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021). 면도기를 사용할 경우 피부에 미세한 상처가 생길 수 있고, 이는 감염의 위험을 증가시킨다. 클리퍼는 이러한 상처 없이 안전하게 털을 제거할 수 있어 감염 예방에 더 효과적이다(Tanner & Melen, 2021).

25.

피부 소독제를 선택할 때는 대상자의 피부 상태와 특성을 고려해야 한다. 예를 들어, 피부 통합성이 떨어진 대상자나 특정 성분에 알러지가 있는 환자는 일반적인 소독제를 사용하지 못할 수가

있다. 또한, 통증이나 민감성, 피부 반응이 있는 환자에게는 자극이 적은 소독제를 선택해야 한다 (Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021). 소독제 선택은 환자의 개별적 특성을 반영하여, 감염 예방과 함께 부작용을 최소화하는 방향으로 이루어져야 한다.

26.

말초정맥관 삽입 시, 피부소독제로는 알코올(alcohol)이 함유된 클로르헥시딘(chlorhexidine) 제품이 권고된다(Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021; RCN, 2022). 클로르헥시딘은 광범위한 항균 효과를 가지고 있으며, 특히 그람 양성균(Gram-positive bacteria)과 그람 음성균(Gram-negative bacteria)을 포함한 다양한 병원균에 대해 효과적이다. 알코올과 혼합된 클로르헥시딘은 빠른 소독 효과를 제공하며, 장기간 항균 효과를 유지할 수 있어 감염 예방에 매우 효과적이다. 이 소독제는 피부에 바른 후 자연 건조를 기다린 후 말초정맥관을 삽입해야 하며, 충분히 건조되지 않은 상태에서 말초정맥관을 삽입할 경우 소독 효과가 감소할 수 있다.

알코올이 함유된 클로르헥시딘을 사용할 수 없는 대상자, 예를 들어 클로르헥시딘 알러지가 있는 대상자에게는 대체 소독제를 사용해야 한다. 이러한 경우, 요오드제(예: 포비돈-아이오다인) 또는 70% 알코올이 대안으로 사용될 수 있다. 요오드제는 다양한 미생물에 대해 효과적인 항균 작용을 하지만, 소독 후 잔여 물질이 피부에 남을 수 있어 깨끗이 제거해야 한다. 70% 알코올은 빠르게 작용하며, 단독으로 사용 시에도 감염 예방에 충분히 효과적일 수 있다(INS, 2024).

27.

피부 소독 시, 감염의 위험을 최소화하기 위해 다회용 제품보다는 일회용 제품을 사용하는 것이 권장된다. 다회용 제품은 오염될 가능성이 높아, 소독제 자체가 감염의 원인이 될 수 있다. 반면, 일회용 소독제는 사용 후 즉시 폐기되므로 오염 위험이 적고, 안전성이 보장된다. 특히, 일회용 제품을 사용하면 교차 감염의 위험을 줄일 수 있어 감염 예방에 더 효과적이다.

28.

피부 소독제를 사용할 때는 제조사의 권고사항에 따라 도포 방법과 건조 시간을 준수하는 것이 중요하다(RCN, 2022). 소독제가 충분히 효과를 발휘하기 위해서는 지정된 양을 제시된 방법으로 도포하고, 충분한 건조시간을 주어야 한다. 도포 후에는 소독제가 피부에 완전히 흡수되고 건조될 때까지 기다려야 하며, 이 과정에서 부채질을 하거나 입으로 불어 건조를 촉진해서는 안 된다. 부채질이나 불기 등의 방법은 오히려 오염을 초래할 수 있으며, 소독제의 효과를 감소시킬 수 있다. 따라서, 소독제는 자연적으로 완전히 건조되도록 해야 한다(INS, 2024).

29.

말초정맥관 삽입 시, 무균적 비접촉기법(ANTT)을 적용하는 것이 필수적이다(Heng et al., 2020). ANTT는 감염 예방을 위해 삽입 부위와 소독된 영역을 최대한 비접촉 상태로 유지하며, 무균 상태를 유지하는 것을 목표로 한다.

무균적 비접촉기법이란 의료인, 시술 장비 또는 임상 환경에서 환자에게 미생물이 전파되는 것을 방지하기 위해 침습적 임상 시술 중에 예방 조치를 취하는 방법이다(Rowley, Clare, Macqueen & Molyneux, 2010). ANTT®의 감염을 예방하는 핵심 원칙은 주요 부분(key-part)과 주요 부위(key-site)의 무균 상태를 유지하는 것이다. 주요 부분과 주요 부위와 오염되는 것을 방지하거나 최소화하며, 주요 부분과 주요 부위를 만져야 하는 경우 멸균 장갑을 사용한다. 주요 부분은 대상자(주요 부위) 또는 다른 시술 기구와 접촉하는 시술 기구의 중요한 부분으로, 주사기 끝, 바늘(팁과 허브 둘 다), 무침 캡 또는 약병의 목 부분 등을 말한다. 주요 부위는 대상자로 들어가는 모든 열린 상처, 즉, 대상자의 피부가 뚫린 지점, 상처, 말초정맥관 또는 중심정맥관 삽입 부위 등을 말한다.

30.

소독 후에는 삽입 부위에 직접 접촉하지 않고, 멸균된 도구를 사용하여 정맥관을 삽입해야 한다. 특히, 삽입부위를 소독한 후에는 멸균 장갑을 착용하지 않은 상태에서 삽입부위를 만지면 안되는데, 이는 삽입 부위가 오염되어 감염의 위험이 증가할 수 있기 때문이다(INS, 2024).

31.

말초정맥관 삽입 시, 일회용 청결장갑을 착용하는 것을 권장하는데, 이는 대상자의 혈액을 통한 혈액 매개 감염의 위험을 최소화시킬 수 있다(RCN, 2022). 청결장갑은 시술이 끝난 후 즉시 폐기되며, 이를 통해 오염된 장갑이 다른 대상자나 의료진에게 감염을 전파하는 것을 방지해야 한다. 또한, 장갑을 착용한 상태에서 눈, 입, 코 등 신체의 다른 부위를 만지지 않도록 주의해야 하며, 시술 중 장갑이 오염되었다고 판단되면 즉시 새로운 장갑으로 교체하는 것이 중요하다.

4.2 통증완화

32.

말초정맥관 삽입 시, 대상자는 종종 불편함과 통증을 경험할 수 있으며, 이러한 통증을 관리하는 것은 대상자의 만족도를 높이고, 시술의 성공률을 향상시키는데 중요한 요소이다. 통증 완화 방법은 대상자의 개별적인 선호도와 상황에 따라 다양하게 적용될 수 있으며, 이를 고려하여 적절한 중재를 선택하는 것이 중요하다(RCN, 2022). 대상자마다 통증에 대한 인식과 관리에 대한 선호가 다를 수 있으므로, 대상자와의 사전 상담을 통해 그들이 선호하는 통증 관리 방법을 파악하고 대상자의 선호

도를 존중하여 개별화된 통증 관리 계획을 수립하는 것이 권장된다.

국소마취제는 말초정맥관 삽입 시 통증을 감소시키는 데 효과적인 방법이다. 리도카인(Lidocaine)과 같은 국소마취제를 삽입 부위에 주사하거나 국소적으로 도포함으로써 삽입 과정 중 발생하는 통증을 크게 줄일 수 있다(Alobayli, 2019, Australian Commission on Safety and Quality in Health Care, 2021; RCN, 2022). 국소마취제는 시술 부위의 신경 말단을 차단하여 통증 신호를 억제하는 작용을 하며, 특히 통증에 대한 민감도가 높은 환자들에게 유용하다. 대상자가 주사를 통한 마취보다 크림 형태의 도포제를 선호할 경우, 이를 고려하여 크림 형태의 마취제를 사용할 수도 있다(Alobayli, 2019).

대상자가 시술에 대해 불안감을 크게 느끼는 경우, 경구용 항불안제(예: 디아제팜, 알프라졸람 등)를 사용하여 불안을 완화하고 시술을 보다 편안하게 진행할 수 있다(Wittenberg et al., 1998). 이러한 약물은 시술 전에 투여되며, 불안감을 줄여줌으로써 간접적으로 통증에 대한 민감성을 낮출 수 있다. 그러나, 항불안제 사용은 대상자의 전반적인 건강상태와 약물에 대한 반응을 고려하여 신중하게 결정되어야 하며, 특히 고령자나 특정 약물에 민감한 대상자에게는 적절한 용량 조절이 필요하다.

비약물적 중재는 말초정맥관 삽입 시 통증과 불안을 완화하는데 중요한 역할을 한다(Alobayli, 2019; Erzincanli & Kasar, 2021). 이러한 중재는 약물 사용이 불가능하거나 대상자가 약물 사용을 원하지 않는 경우에 특히 유용하다. 인지적 중재는 시술에 대한 정보를 제공하고, 환자가 예상할 수 있는 과정을 설명함으로써 불확실성을 줄이고 통증에 대한 두려움을 경감시킬 수 있다. 이는 시술 전에 대상자와의 의사소통을 통해 이루어질 수 있으며, 대상자가 시술을 보다 편안하게 받아들일 수 있도록 돕는다. 행동적 중재는 심호흡, 근육 이완, 명상 등의 기술을 통해 대상자가 통증을 관리하도록 돕는 방법이다. 이러한 기술은 대상자가 통증에 대한 집중을 줄이고, 시술 동안 편안함을 유지하는 데 도움이 된다. 보완요법으로 음악 치료, 아로마 요법, 가벼운 마사지 등은 대상자의 긴장을 풀어주고, 통증을 경감시키는 데 효과적일 수 있다. 이러한 방법은 비침습적이고 부작용이 적어, 다양한 대상자에게 적용할 수 있는 장점이 있다.

4.3 삽입 후 위치확인

33.

Midline 정맥관 삽입 후 위치 확인을 위해 X-ray 촬영을 하는 것은 일반적으로 권장되지 않는데(INS, 2024; RCN, 2022), Midline 정맥관은 말초정맥관과 중심정맥관의 중간 정도 길이로(일반적으로 7.5cm에서 25cm사이), 대개 상완의 큰 정맥(예: 요측피 정맥, 척측피 정맥)을 통해 삽입되어 팔의 중심부 정맥에 위치하게 된다. Midline 정맥관의 끝은 상완의 깊은 정맥(예: 상완 정맥)까지 도달하지 만, 중심 정맥(예: 상대정맥, 하대정맥)까지 도달하지 않기 때문에 중심정맥관과는 차이가 있다.

중심정맥관 삽입 후에는 정맥관의 끝이 상대정맥이나 하대정맥과 같은 중심 정맥에 정확하게 위치했는지 확인하기 위해 X-ray 촬영이 필수적이다. 그러나, Midline 정맥관의 경우 정맥관의 끝이 중

심 정맥까지 도달하지 않으며, 상지의 정맥에 위치하기 때문에 X-ray 촬영을 통해 위치를 확인할 필요성이 상대적으로 낮다. Midline 정맥관은 주로 상완의 중간 정맥에 위치하여도 그 목적을 충분히 달성할 수 있기 때문에, 삽입 직후 특별한 합병증이 없는 한 추가적인 X-ray 확인이 필요하지 않다.

또한, Midline 정맥관의 삽입 위치는 초음파와 같은 시각화 도구를 사용하여 삽입 과정에서 실시간으로 확인할 수 있으며, 이로 인해 정확한 위치에 정맥관을 삽입하는 것이 가능하다. 또한, 삽입 후 임상적 평가(예: 정맥관 삽입 깊이, 혈류의 원활한 흐름 여부 등)를 통해 정맥관이 적절히 위치했는지 확인할 수 있다. 이러한 방법들은 Midline 정맥관이 올바른 위치에 삽입되었는지 확인하는 데 충분하며, 불필요한 방사선 노출을 줄이는데 기여할 수 있다. 따라서 Midline 정맥관 삽입 후 특별한 이상 증상이 없고, 초음파 또는 다른 시각화 도구를 통해 삽입 위치가 정확하다고 판단될 경우, 추가적인 X-ray 촬영은 권장되지 않는다.

V. 말초정맥관 삽입 후 간호

5.1 삽입부위 고정

34-37.

말초정맥관은 가장 흔히 사용되는 침습적 의료기기 중 하나임에도 불구하고, 치료가 완료되기 전에 약 50%가 실패하는 등 허용할 수 없을 정도로 높은 실패율을 보인다(Marsh, et al., 2018). 말초정맥관의 실패는 대상자와 의료기관 모두에 비용을 초래하며(Helm et al., 2015), 대상자에게는 재삽입으로 인한 통증과 불안이 발생하고, 의료기관에는 실패한 말초정맥관을 교체하는 데 필요한 인적·물적 자원의 재정적 부담과 더불어 말초정맥관과 관련된 합병증 치료 비용이 추가된다(Helm et al., 2015). 최적의 드레싱과 고정을 보장하는 것은 말초정맥관의 실패 및 합병증을 예방하고 대상자 안전을 촉진하는 중요한 간호 중재이다. 간호사들은 사용할 수 있는 많은 드레싱 및 고정 제품을 가지고 있지만, 깨끗하고 건조하며 손상되지 않은 말초정맥관 드레싱을 유지하는 가장 효과적인 방법에 대한 지침은 부족하다(Marsh et al., 2018; Rickard et al., 2018).

적절한 말초정맥관 고정은 말초정맥관 수명을 연장하고 합병증을 예방하며, 다음을 통해 달성된다. 1) 말초정맥관을 피부에 고정하여 혈관 내에서 올바른 위치를 유지하게 하는 것(RCN, 2016), 2) 혈관 내 말초정맥관의 미세한 움직임 또는 피스톤 운동을 줄이는 것(Marsh et al., 2018; Rickard et al., 2018); 3) 삽입 부위와 외부 환경 사이에 물리적 장벽을 제공하는 것(Ullman et al., 2015).

고정이 불량하면 정맥염, 혈전증, 폐색, 침윤, 이탈, 감염 등의 합병증으로 인해 말초정맥관의 유지가 어려울 수 있다(Rickard et al., 2018; Simin, Milutinović, Turkulov & Brkic, 2019). 의료용 접착 테이프는 기본 드레싱에 추가로 말초정맥관을 고정하거나, 기본 드레싱 자체로 사용된다. 이 테이프는 종이, 실크, 천, 실리콘, 폼 또는 플라스틱으로 만들어지며, 주로 아크릴레이트 기반의

접착제를 포함해 피부에 잘 부착되도록 테이프 재료에 접착되어 있으며, 멸균 또는 비멸균 상태로 제공된다. 추가 고정 제품으로는 무봉합 고정 장치(sutureless securement devices, SSDs, 주 드레싱과 함께 사용되어 말초정맥관을 추가로 고정하는 접착식 발판이 있는 고정 장치), 신축성 있는 비압박 붕대(튜브형, 그물형 또는 롤 형태), 그리고 팔의 굽힘 부위에서 말초정맥관의 움직임을 줄여 안정성을 제공하는 부목 또는 arm board(Malyon et al., 2014)가 포함된다.

테이프 및 기타 고정 제품의 사용은 간호 실무에서 널리 퍼져 있으며, 최근 연구에 따르면 40~83%의 말초정맥관 드레싱이 의료용 접착 테이프, 붕대 또는 기타 형태의 고정으로 보강이 필요하다고 하였다(Corley et al., 2019a; Marsh et al., 2018; Rickard et al., 2018). 최근의 관찰 연구들은 의료용 테이프, 붕대 또는 부목을 사용한 추가적인 말초정맥관 고정이 합병증을 현저히 줄이는 것과 강한 연관이 있음을 보여준다(Corley et al., 2019a; Larsen et al., 2020; Marsh et al., 2018). 말초정맥관 실패와 합병증을 예방하는 데 있어 효과적인 고정의 중요성을 강조하며, 최근 다기관 전향적 관찰 연구(n = 573명, 815개의 말초정맥관, 1,964일의 말초정맥관 일수)에 따르면 고정이 부실한 말초정맥관을 가진 대상자들이 그렇지 않은 대상자에 비해 4.93배(95% 신뢰구간 3.13 ± 7.77, $p < .001$) 더 많은 부작용을 경험하였다(Miliani et al., 2017). 그러나 추가 고정 제품을 임상에서 사용하는 방식은 강력한 근거에 기반하지 않고 있으며(Corley et al., 2019a), 이러한 제품의 임시 사용은 명확한 이점 없이 말초정맥관 유지 비용을 증가시킨다(New, Webster, Marsh & Hewer, 2014). 전 세계적인 말초정맥관 관리실무지침(Gorski et al., 2021; RCN, 2016)은 효과적인 말초정맥관 안정화가 합병증 예방 및 조기 이탈 방지에 중요하다고 인식하지만, 의료용 접착 테이프 및 추가 고정 제품에 대한 제한적인 권장 사항은 낮은 수준의 증거에 근거한다. 따라서 이러한 제품들이 널리 사용되에도 불구하고, 말초정맥관 실패를 줄이기 위한 중재로서 의료용 접착 테이프 및 추가 고정 제품을 엄격히 검증하는 데 많은 연구가 필요하다(Corley et al., 2023).

말초정맥관 고정은 삼입부위 평가나 모니터링을 방해하지 않으며, 혈액순환이나 처방약물의 주입을 방해하지 않는 방법으로 한다(INS, 2024). 암 환자를 대상으로 한 연구에서는 말초정맥관 삼입부위에서 의료용 접착제 관련 피부 손상(medical adhesive-related skin injury, MARSI)의 발생률이 31.0%로 나타났으며, 발생 빈도는 3.4건/100 재원일이었다. 주요 변수로는 피부 긴장도 감소, 타박상 및 부종이 주요 요인으로 나타났다(Pires-Júnior et al., 2021). 따라서 말초정맥관 고정방법을 결정할 때에는 대상자의 연령, 피부긴장도, 피부통합성, 과거 접착제로 인한 피부손상, 삼입부위의 분비물 유형 등을 고려한다.

38.

흔히 사용하는 말초정맥관 고정방법으로는 멸균테이프, 멸균반투과성투명드레싱(transparent semipermeable membrane dressing, 이하 멸균투명드레싱), 봉합, 접착성 고정기구(engineered stabilization device, ESD) 등이 있다(RCN, 2016). 멸균테이프는 말초정맥관 hub 고정에 사용하여 말초정맥관의 미세 움직임을 줄이고 피부에 더 단단히 고정할 수 있다. 그러나 이 방법의 효과에

대한 연구는 아직 충분하지 않다. 세 가지 작은 연구가 이 방법을 평가했으며(Chico-Padron et al., 2011; Corley et al., 2019b; Royer, 2003), 두 개의 무작위 대조시험(Chico-Padron et al., 2011; Corley et al., 2019b)은 멸균테이프와 드레싱을 사용한 경우와 멸균투명드레싱만 사용한 경우의 실패율에 차이가 없다고 보고했다. 그러나 관찰 연구(Royer, 2003)에서는 멸균테이프를 사용한 그룹에서 실패율이 더 높았으며(41% vs 15%), 폐색 및 탈락률(28% vs 7%, and 16% vs 12%)도 더 높았다. 또 다른 작은 무작위대조시험(Corley et al., 2019b)에서는 멸균테이프와 멸균 투명드레싱을 함께 사용한 경우가 멸균테이프만 단독으로 사용했을 때 보다 정맥염 발생률이 더 낮았다고 보고하였다(14% vs 21%, $p=.04$).

멸균테이프는 말초정맥관 hub에 추가적인 안정성을 제공할 가능성이 있지만, 말초정맥관 실패 및 합병증을 예방하는 데 효과적인지 여부를 확인하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다(Corley et al., 2023). 멸균테이프는 삽입부위의 관찰을 용이하게 하고 혈액순환을 방해하지 않도록 하기 위해 말초정맥관 hub에 붙이며, 말초정맥관 삽입부위에 직접 붙여서는 안 된다(INS, 2024). 말초정맥관 hub에 의한 눌림을 예방하기 위해, hub 밑에 멸균된 탈지면이나 거즈를 놓아 압력을 줄여준다. 봉합은 주사바늘자상과 말초정맥관 관련 혈류감염(catheter-associated bloodstream infection, CABSИ)의 위험을 높일 수 있고 봉합실에 생막(biofilm)이 생길 수 있어 말초정맥관 고정에는 사용하지 않는다(INS, 2024). 멸균테이프와 멸균투명드레싱을 이용한 말초정맥관 고정방법은 <그림 8>에 제시하였다.

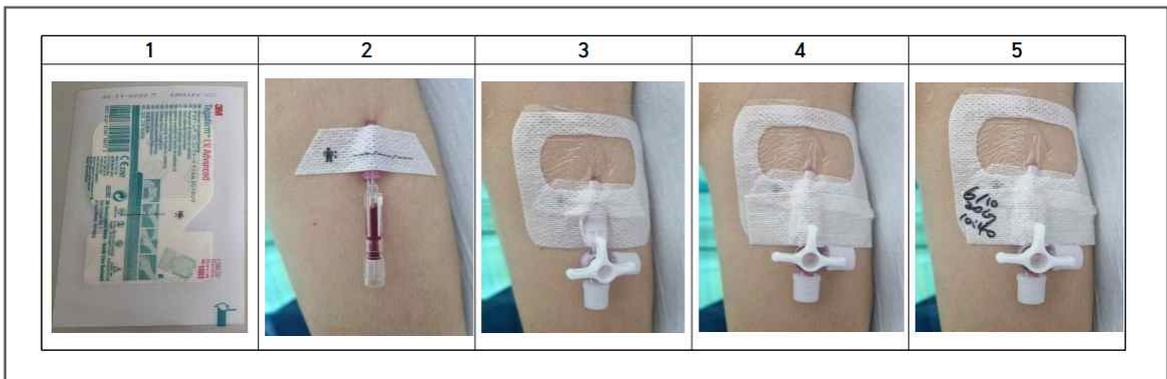


그림 8. 멸균테이프와 멸균투명드레싱을 이용한 말초정맥관 고정방법
출처. 아주대학교병원 자체 촬영(2023)

39.

말초정맥관 삽입부위 고정기구(engineered stabilization devices, ESD)는 말초정맥관 위에 부착하는 접착성을 갖춘 기구로 주사바늘의 hub를 고정하거나 말초정맥관이 피부에 잘 고정되어 있도록 도와주는 것으로(Alexander et al., 2018), 의료인 간에 일관된 실무를 유지할 수 있도록 도와주며, 합병증 발생을 초래하는 말초정맥관의 움직임과 이로 인해 수액요법이 중단되는 것을 줄여줄 수 있다(INS, 2024). ESD에는 접착 고정기구(Adhesive securement device, ASD), 통합고정기구

(Integrated securement device, ISD) 등이 있으며 이들은 봉합을 대체할 수 있고, 봉합보다 안전하고 감염과 관련된 말초정맥관 이탈을 포함한 합병증의 위험을 줄일 수 있다(INS, 2024). 접착 고정기구 중 하나인 실리콘 테이프를 이용한 말초정맥관 고정방법은 <그림 9와 10>에 제시하였다.

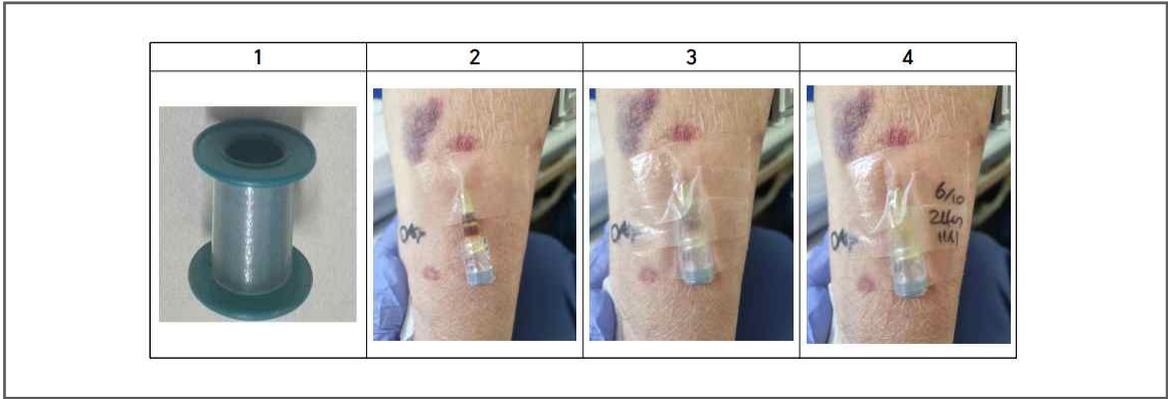


그림 9. 실리콘 테이프(silicone tape, STRO)을 이용한 말초정맥관 고정방법 출처. 아주대학교병원 자체 촬영(2023)

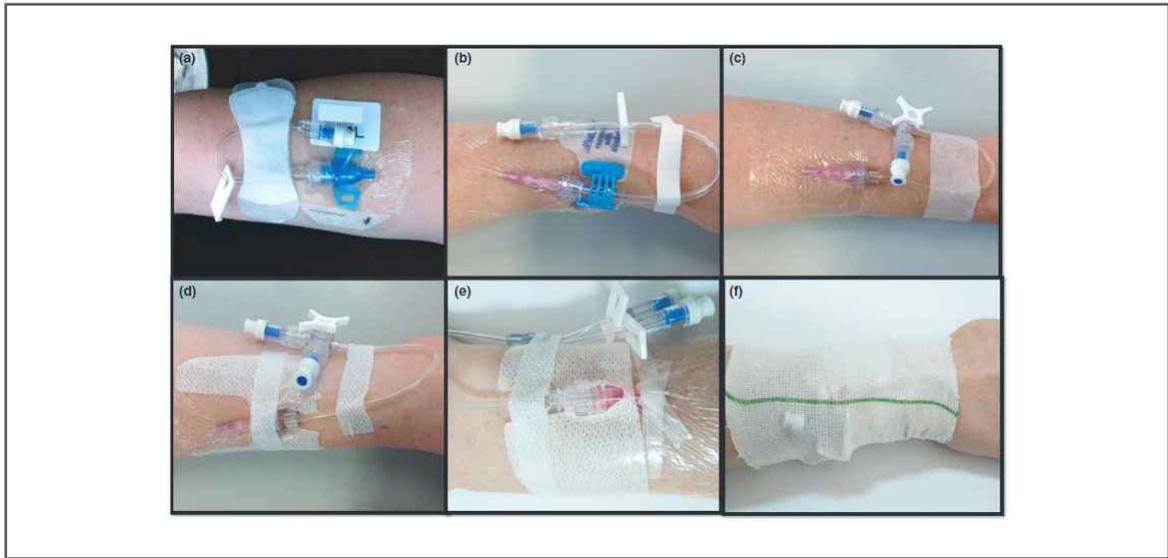


그림 10. 말초정맥관 유지 관리에서 의료용 접착 테이프 및 보조 고정 제품 사용 예
 (a) 무봉합 고정장치(GripLock),
 (b) 무봉합 고정장치(Statlock)와 비멸균 테이프,
 (c,d) 주 드레싱 및/또는 extension tube를 고정하는 비멸균 테이프,
 (e) 삽입부위에 멸균 테이프와 주 드레싱 위에 비멸균 테이프,
 (f) 말초정맥관 위에 원통형 거즈망

출처. Corley 등(2023)

말초정맥 드레싱 대 거즈를 비교한 6개의 무작위 대조시험(참가자 1,539명)에서, 말초정맥관 이탈이나 우발적 제거는 말초정맥 드레싱이 거즈보다 낮았다(두 연구, 참가자 278명, 상대위험비(relative risk, RR) 0.40; 95% 신뢰구간(confidence interval, CI) 0.17-0.92, $p=0.03$). 그러나 말초정맥 드레싱과 거즈가 정맥염(RR 0.89; 95% CI 0.47-1.68)과 침윤에 미치는 상대적 효과(RR= 0.80; 95% CI 0.48-1.33)는 유의한 차이를 보이지 못하였다(Marsh, Webster, Mihala, Rickard, 2015a).

물리적 접착제의 유형에 대한 잘못된 결정과 부적절한 적용 또는 제거는 피부의 표층에 손상을 일으킬 수 있는 요인으로, 피부층이 기구와 함께 제거될 때, 이는 의료 접착제 관련 피부 손상(medical adhesive-related skin injury, MARSИ)으로 알려진 피부 손상을 초래한다. 이 손상은 의료 접착제를 제거한 후 30분 동안 지속되는 홍반으로 특징지어지며, 피부 찢김, 수포, 물집, 침식 또는 피부 파열이 동반될 수 있다. 내적 요인으로는 피부 질환(예: 습진, 피부염), 연령의 극단(신생아 및 노인), 탈수, 영양실조, 기저 질환(예: 당뇨병, 신부전) 등이 있으며, 외적 요인으로는 장기간의 습기 노출, 강한 세정제로 인한 피부 건조, 특정 약물(예: 항염증제, 장기 코르티코스테로이드 사용) 등이 있다. MARSИ의 위험을 줄이기 위해 의료진은 1) 적절한 접착제 선택: 대상자의 피부 상태와 적용 부위에 적합한 접착제를 사용 2) 올바른 적용 기술: 적용 시 긴장을 피하고 전단력을 방지하기 위해 적절한 스트래핑 3) 부드러운 제거: 접착제 제거제를 사용하고 부드러운 기술을 적용하여 피부 손상을 최소화 4) 피부 보호: 피부 장벽과 보습제를 사용하여 피부의 무결성을 유지 5) 정기적인 피부 평가: MARSИ의 초기 징후를 식별하고 해결하기 위해 피부 평가를 자주 실시한다(Pires-Júnior et al., 2021).

40-41.

말초정맥관을 붕대로 덮는 것은 간호실무로 흔히 볼 수 있으며, 삽입 부위와 말초정맥관을 의도적 또는 우발적인 제거로부터 보호하는 데 사용된다. 그러나 포함된 연구 중 단 3개만(Corley et al., 2019b; Larsen et al., 2020; Marsh et al., 2018)이 붕대 구성 요소를 포함한 다제품 중재를 설명했다. 임상실무지침에서는 삽입부위를 쉽게 자주 검사할 수 있도록 롤형 붕대보다 튜브형 붕대를 권장하며(Gorski et al., 2021), 포함된 3개의 연구 모두 튜브형 붕대를 포함했다. 한 소규모 연구($n = 104$)에서는 튜브형 붕대가 말초정맥관 실패 및 합병증에 미치는 영향을 설명했다(Corley et al., 2019b). 이 연구에서는 말초정맥관으로 고정된 말초정맥관 위에 테두리가 있는 투명 드레싱을 덮고 튜브형 붕대를 사용한 연구군과 붕대를 포함하지 않은 다른 두 연구군 간의 실패율에 차이가 없음을 발견했다. 대규모 관찰 코호트 연구(Marsh et al., 2018)는 기본 드레싱에 튜브형 붕대를 추가하는 것이 이탈을 현저히 줄이는 것과 연관이 있음을 발견했으나, 소규모 무작위 통제 연구에서는 튜브형 붕대가 말초정맥관 합병증 발생률에 아무런 영향을 미치지 않았다(Corley et al., 2019b)고 보고하였다. 따라서 롤 붕대(rolled bandage)는 말초정맥관을 안정적으로 고정하지 못하기 때문에 탄력의 유무와 상관없이 말초정맥관 고정에 사용하지 않는다. 접착성 고정기구의 사용을 금하는 피부질환이 있는 경우(예: 독성 표피 괴사와 화상) 원통형 거즈망(tubular gauze mesh)의 사용을 고려한다(Corley et al., 2023).

42-43.

말초정맥관 고정기구는 매 드레싱 교환 시마다 기능이 유지되는지 평가하고, 제조사의 권고사항에 따라 교환한다. 드레싱을 교체할 때마다 접착 고정기구를 제거하여 적절한 피부 소독을 하고 새로운 접착 고정기구를 적용한다. 말초정맥관을 관리할 때 정기적으로 제거하거나 교체할 필요는 없으나, 매 고정기구의 통합성을 사정한다. 이탈된 말초정맥관은 혈관으로 절대로 다시 밀어 넣지 않는다. 현재 위치에서 말초정맥관을 고정하고, 새로운 말초정맥관 팁 위치, 주입요법, 잔여기간 등을 평가한다. 수액 요법을 진행하기에 말초정맥관이 더 이상 적절한 위치에 있지 않다면, 새로운 위치에 삽입하거나 교환한다(INS, 2024).

44.

말초정맥관이 관절의 굴곡 부위(예: 손, 팔, 팔꿈치, 발 등)에 삽입된 경우 합병증을 줄이기 위해 관절고정기구(예: armboard, 부목)의 사용을 고려한다(그림 11). 이는 수액주입을 용이하게 하고 말초정맥관의 개방성을 유지하며, 정맥염, 침윤 등의 위험이 감소될 수 있다(Ayat-Isfahani, Pashang, Davoudi, Sadeghian & Jalali, 2017). 전주와부(antecubial fossa)는 말초정맥관 삽입부위로 권장되지는 않지만, 어쩔 수 없이 말초정맥관을 삽입해야 한다면, 관절고정기구를 이용하여 관절을 고정하도록 한다. 관절고정기구를 굴곡 부위에 적용하는 경우 패드를 대어 피부에 가해지는 압력을 줄여주고, 기능적인 체위를 유지할 수 있도록 한다.

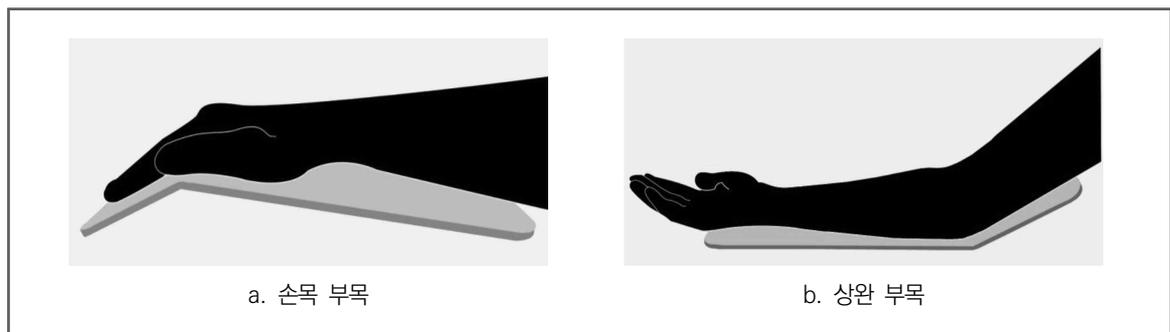


그림 11. 굴곡부위 부목 사용

출처. Ayat-Isfahani, Pashang, Davoudi, Sadeghian & Jalali(2017)

5.2 삽입부위 보호

45.

삽입부위 보호(site protection)는 말초정맥관 삽입부위 보호를 위해 삽입부위 고정(2차 고정이 라고도 함) 외에도 사용되는 다양한 방법으로, 말초정맥관 주입 세트의 당김으로 인한 이탈되는 위험을 줄이기 위한 방법으로, 말초정맥관을 대상자의 조작으로부터 보호하거나 숨기기 위해 사용하는 중재 및 제품(예: 말초정맥관 커버, 억제장갑, 조끼 등)이 있다. 이는 특히 소아환자, 인지장애/ 혼란이 있는 대상자에게 유용하며, 말초정맥관이 물이나 기타 다른 오염원에 노출되는 것을 방지하기 위한 전략으로 사용된다(INS, 2024). 특히 신체보호대(physical restraint)는 팔, 다리 또는 몸의 움직임을 제한하거나 감소시키는 수동적으로 적용되는 방법 중 하나로, 신체보호대(예, 손목억제대) 사용은 대상자의 존엄성에 영향을 미치고, 불안과 동요, 섬망을 증가시킬 수 있다. 특히 중환자실에서는 생명을 위협하는 행동을 억제하는 데 중요하게 사용된다. 신체보호대 사용 기간은 부작용 발생과 연관이 있으며, 따라서 장기적인 신체 제한은 피해야 하며, 신체적으로 억제된 대상자에게는 신경근, 순환계, 피부 상태에 대한 평가가 필요하다. 따라서 간호사는 신체보호대 사용 대안에 대한 지식, 신체보호대 사용과 관련된 합병증(예: 피부손상, 욕창, 근육위축, 사지/신경 손상, 수축 등)을 인지하고 사정한다. 신체보호대 사용과 관련된 교육이 필요하고, 잘 만들어진 가이드라인이 필요하다(Smithard & Randhawa, 2022). 신체보호대 사용에 대한 의사결정도구를 사용하면 신체보호대 사용을 줄일 수 있다(Hevener, Rickabaugh, Marsh, 2016). 노인, 인지기능 저하자 등 말초정맥관 이탈 위험이 높은 대상자에게 다양한 말초정맥관 삽입부위 고정/보호 방법을 시도하여 모두 실패하였다면 신체보호대(예: 부드러운 억제대) 사용을 고려한다(INS, 2024).

46-47.

말초정맥관 삽입부위 보호기구는 혈액순환을 제한하거나 압력 손상 또는 신경 손상을 초래할 수 있는 지나친 압력을 가하지 않는다. 또한 관절고정기구 사용은 제조사의 권고사항에 따라(예: 적응증, 기구 청소) 사용한다. 말초정맥관 삽입부위 보호, 관절고정기구 사용 또는 신체보호대는 정맥관 삽입부위를 시각적 평가와 사정을 허용하고, 정맥주입과 혈관 경로에 방해하지 않는 방법으로 사용한다(Smithard & Randhawa, 2022).

48-49.

정해진 간격으로 삽입부위 보호기구를 제거하여 사지의 순환 상태를 평가하고, 의료진의 감독하에 운동 범위 활동을 수행할 기회를 제공한다. 정기적으로 삽입부위 보호기구의 지속적인 필요성을 평가하고, 대상자의 상태가 안정되어 더 이상 삽입 부위 보호기구가 필요하지 않게 되면 가능한 한 빨리 삽입부위 보호기구를 중단한다. 이러한 접근 방식은 부작용의 가능성을 최소화하면서 대상자의 회복과 자율성을 촉진한다(Smithard & Randhawa, 2022).

50.

대상자/보호자에게 삽입부위/관절/고정 및 보호기구의 필요성과 사용상의 주의점 및 활동제한에 대한 내용, 의료진에게 보고해야 할 증상 및 징후에 대해 교육한다(INS, 2024).

51.

말초정맥관 삽입부위 보호기구 사용 시, 보호기구의 유형과 적용부위, 주기적 제거와 재적용 기준과 절차, 적용부위의 혈액순환상태와 평가, 합병증 발생유무, 대상자의 반응, 보호기구 사용의 필요성 재 평가, 대상자 및 보호자 교육, 보호/고정기구 제거 등에 대해 기록한다(Ray-Barruel, Cooe, Chopra, Mitchell & Rickard, 2020).

52.

말초정맥관 삽입 부위가 물에 젖지 않도록 방수 드레싱을 사용하거나, 말초정맥관 삽입 부위를 덮을 수 있는 방수 커버 또는 보호장치를 사용한다. 물 접촉을 최소화하기 위하여 샤워 시 가능하면 말초정맥관 부위를 직접 물에 노출시키지 않도록 조심하고, 목욕 대신 부분 세정을 선택하는 것도 좋은 방법일 수 있다. 드레싱 가장자리를 추가로 고정할 수 있는 의료용 테이프를 사용하여 물이 스며드는 것을 방지할 수 있다(Gorski et al., 2022).

53.

수액이 주입되는 동안 말초정맥관이 삽입된 사지 또는 PICC/midline 정맥관이 포함된 상지에는 혈압측정 커프와 토니켓을 가급적 적용하지 않는다(Gorski et al., 2022).

5.3 삽입부위 드레싱

54.

말초정맥관 삽입부위 드레싱은 대상자 특성(예: 출혈 또는 감염 위험성, 피부상태, 알레르거나 알레르기 반응이 있는 경우), 삽입부위, 고정위치, 대상자 선호도, 비용 등의 요소를 고려하여 적절한 멸균드레싱(멸균투명드레싱 또는 거즈)을 선택하고 적용한다. 이는 드레싱 교환 횟수를 최소화하고, 드레싱 교환으로 인한 방해줄을 줄이기 위함이다. 드레싱 교환 횟수가 증가할수록 감염의 위험이 증가하기 때문이다. 제한된 근거는 멸균드레싱이 정맥관 이탈 또는 비 계획된 제거로 인한 정맥관 실패가 적고 정맥관이 오래 유지될 수 있음을 보여준다. 말초정맥관 끝부분의 배액을 위해 멸균거즈나 멸균된 흡수성 드레싱을 사용한다(INS, 2024).

55.

투명 또는 거즈 드레싱 사용으로 정맥관 관련 피부손상이 해결되지 않는 경우 대체 드레싱 사용을 고려한다. 또한 특정 상황에서 대상자가 과도한 발한을 하거나 삽입부위가 새거나 출혈이 있는 경우, 멸균 거즈 드레싱을 사용한다. 이러한 경우 혈관 내 삽입부위를 정기적으로 점검하고 가능한 한 빨리 멸균투명드레싱으로 교체해야 한다(RCN, 2016).

56-57.

멸균투명드레싱은 적어도 7일마다 교환한다(단, 신생아 제외). 그러나 드레싱의 통합성이 손상된 경우(예: 드레싱 가장자리나 투명부분이 들러있거나 분리되는 경우, 이물질이 보이거나, 습기가 차거나 삼출물 또는 혈액이 보인다면) 즉시 교환한다. 또한 드레싱 아래 피부 통합성이 손상되는 경우에도 즉시 교환하며, 제조사의 권고에 따른다. 멸균거즈 드레싱은 적어도 2일마다 교환한다. 다만, 드레싱의 통합성이 손상된 경우(예: 축축하거나 느슨하거나) 더 빨리 교환한다. 주의할 점은 멸균투명드레싱 아래에 있는 거즈 드레싱은 사이트가 가려져 있지 않는다면 거즈드레싱으로 간주한다.

Corley 등(2019a)의 연구에 따르면, 드레싱의 5분의 1(21%, n = 8,519)은 깨끗하고, 건조하였고, 말초정맥관 삽입부위의 합병증 발생률은 16%(n = 6,503)였으며, 그 중 정맥염의 징후가 흔히 관찰되었다고 보고하였다(11.5%, n = 4,587). 경계가 없는 폴리우레탄 드레싱에 비해, 멸균 거즈와 테이프 드레싱은 삽입부위 합병증이 적었으며(odds ratio(OR) 0.58, 95% CI 0.50-0.68), 드레싱의 무결성이 더 좋게 나타났다(OR 0.68; 95% CI 0.59-0.77). 반면, 고정기구가 없는 경우와 비교할 때, 비멸균 테이프를 사용한 삽입부위는 더 많은 부위 합병증(OR 2.39, 95% CI 2.22-2.57)과 드레싱 무결성이 저하된 상태(OR 1.64, 95% CI 1.51-1.75)와 연관이 있는 것으로 나타났다. 삽입부위 평가와 드레싱 교체를 4시간마다 시행하고 1-3일마다 드레싱을 교체하는 정맥관 관리 지침은 드레싱의 무결성을 향상시키는 것과 연관이 있는 것으로 나타났다.

59.

말초정맥관 드레싱을 쉽게 부착하기 위해 과도한 모발은 제거한다. 이때 대상자 개인용 가위 또는 일회용 머리 수술용 클리퍼를 사용한다. 감염위험을 증가시킬 수 있으므로 면도날은 사용하지 않는다. 이외 말초정맥관을 적용하기 위해 사용된 모든 혈액 오염된 날카로운 물품(예: 가위, 지혈겸자(hemostats), 옷핀 등)은 말초정맥관 근처에서 사용 즉시 손상용 폐기물 용기에 담아 생물학적 위험으로부터 대상자와 직원을 보호하여야 한다(Gorski et al., 2022).

60.

말초정맥관 삽입 후 드레싱 측면이나 허브 전체에 라벨을 부착해야 한다. 라벨 부착시 시각화를 방해할 수 있으므로 삽입부위를 피하여 부착한다. 라벨에는 삽입일시와 시간, 정맥관의 크기, 간호사의 서명이 기록된다(Gorski et al, 2022).

5.4 수액주입체계와 합병증 모니터링

61-62.

말초정맥관 삽입 후 수액백(병), 수액세트, 말초정맥관 삽입부위 등 전체 수액주입체계에 대해 평가한다. 구체적으로 수액백(병) 내 이물질 여부, 수액주입체계의 통합성(예: 연결부위 상태), 정확한 수액, 정확한 수액 속도, 수액과 수액세트의 유효기간, 드레싱 상태 등을 평가한다. 아울러, 드레싱을 통해 시각적 검사와 촉진을 통해 합병증의 징후(예: 위치 이상, 발적, 통증, 부종, 침윤, 경직, 체온상승 및 배액)가 있는지를 평가한다. 대상자의 불편감(예: 통증, 이상감각, 마비, 저림 등)에 대해 대상자에게 교육하며, 증상이 있다면 의료인에게 알리도록 한다. 대상자에게 통증이나 다른 감염 증상이 있다면, 멸균투명드레싱을 제거하여 삽입부위를 눈으로 확인하고, 그렇지 않다면 평가를 위해 촉진한다.

63.

삽입부위 평가가 하루에 한 번 이하로 이루어지는 것은 관리에 영향을 미치는 기관 관련 요인으로, 드레싱의 적절성을 유지하지 못하는 것과 강하게 연관되어 있다. 또한, 말초정맥관 유지 및 관리에 관한 병원 지침, 특히 한 근무 교대마다 한 번 이상(예: 8-12시간마다) 부위 평가를 권장하는 지침이 있을 경우, 드레싱 유지력이 더 우수하게 나타났다. 이 결과는 간호사들이 정기적으로 말초정맥관을 평가하는 것의 중요성을 강조하며, 특히 합병증을 제때 식별하고 말초정맥관 제거 시기를 적절히 알려주는 검증된 근거기반 도구의 사용이 필요함을 시사한다(Ray-Barruel et al., 2020). 따라서 드레싱 및 고정 장치의 통합성, 외부 정맥관 길이(삽입시 기록된 길이와의 불일치 여부), 드레싱 교환, 삽입부위 관리, 대상자의 불편/통증 보고, 말초정맥관 또는 삽입부위와 관련된 모든 변경사항을 지속적으로 평가하고 기록한다(INS, 2024).

대상자 요인(예: 나이, 컨디션, 인지상태), 수액종류 및 빈도, 의료환경과 같은 요소에 따라 평가하는 빈도가 달라진다. 이를 고려하여 말초정맥관 삽입부위, 전체 수액주입요법 및 대상자의 합병증의 징후를 표준화된 도구(표 5)를 사용하여 평가한다. 입원환자에게는 매 4시간마다 말초정맥관을 평가하고, 중환자 및 진정상태이거나 인지기능이 떨어진 대상자에게는 매 1-2시간마다, 신생아 및 소아에게는 매 시간마다, 발포제를 포함한 약물주입 대상자는 더 자주 평가한다(INS, 2024).

표 5. 표준화된 도구

등급/점수	INS Phlebitis scale	Visual Phlebitis scale
0	증상없음	정맥관 삽입부위 상태가 양호
1	통증을 동반하거나 동반하지 않는 삽입부위 홍반	다음 중 하나의 증상이 나타남. - 정맥관 삽입부위 주변의 미미한 통증 - 정맥관 삽입부위 주변의 미미한 발적
2	홍반이나 통증을 동반한 삽입부위 통증	다음 중 두 개의 증상이 나타남. - 정맥관 삽입부위 통증 - 홍반(erythema) - 종창(swelling)
3	•홍반을 동반한 삽입부위 통증 •줄무늬 형성 •촉지가능한 정맥코드	다음의 모든 증상이 나타남. - 정맥관을 따라 통증 - 경화(induration)
4	•홍반을 동반한 통증 •줄무늬 형성 •2.5cm 이상의 촉지가능한 정맥코드 •화농성 배액	다음의 모든 증상이 있고 광범위함. - 정맥관을 따라 통증 - 홍반 - 경화 - 촉지가능한 정맥코드
5		다음의 모든 증상이 있고 광범위함. - 정맥관을 따라 통증 - 홍반 - 경화 - 촉지가능한 정맥코드 - 발열(pyrexia)

출처. Infusion Nurses Society(2024)

I-DECIDED 도구의 목적: 이 도구는 말초정맥관을 평가하기 위한 표준화된 방법을 제공하며, 의료 제공자가 말초정맥관 관리, 유지 및 제거와 관련된 근거 기반의 결정을 내릴 수 있도록 돕는다. 이를 통해 감염, 정맥염, 정맥관 실패와 같은 합병증을 줄이는 것이 목표이다(표 6). I-DECIDED 도구는 국제 정맥접근 전문가 international vascular access experts(n=7; 평균 I-CVI=0.91; 평균 동의 비율=0.91)와 임상(n=11; 평균 I-CVI=0.93; 평균 동의 비율=0.94) 사이에서 강력한 내용 타당성을 입증했다. 호주 3개 병원의 7개 성인 내/외과 병동에서 높은 평가자 간 신뢰도를 보였다. 전반적으로 평가자 간 신뢰도는 87.13%였으며 각 원칙에 대한 PABAK의 범위는 0.5882(‘환자 교육’)에서 1.0000(‘결정사항 기록’)이었다. 말초정맥관 평가를 완료하는데 평균 2분이 걸렸으며 간호사가 보고한 수용도도 높았다. 최초의 포괄적이고 타당하고 신뢰할 수 있는 근거기반의 말초정맥관 평가 & 결정도구이다. 임상현장에서 이 도구 수행의 결과를 평가하기 위한 연구를 권장한다(Ray-Barruel et al., 2020).

표 6. 정맥 평가 및 의사결정 도구 예(I-DECIDED)

I	(Identify if an IV is in situ) 말초정맥관이 있는 부위 확인
D	(Does patient need the IV?) 지난 24시간동안 사용하였는가? 향후 24시간동안 사용하지 않을 것인가? 말초정맥관 제거를 고려하고, 경구약으로 변경 검토
E	(Effective function?) 기관내 지침에 따라 관류와 잠금을 통해 기능을 평가
C	(Complications at IV site?) 말초정맥관 삽입부위 합병증? 통증점수 2점/10점 이상, 발적, 부종, 삼출물, 침윤, 일혈, 딱딱해짐, 혈관 경화 또는 고름
I	(Infection prevention) 감염예방: 손위생, 말초정맥관 주입 전에 hub를 소독하고 건조를 기다림
D	(Dressing & securement) 드레싱과 고정: 청결, 건조, 말초정맥관과 line의 완전한 고정
E	(Evaluation & educate) 평가와 교육: 대상자/보호자와 함께 말초정맥 주입요법에 대해 논의
D	(Document your decision) 의료진의 결정을 기록: 지속적으로, 드레싱 교환 또는 말초정맥관 제거

출처. Ray-Barruel 등(2020)

말초정맥관을 임상적 필요에 따라 교체하는 것은 대상자와 의료 제공자 모두에게 여러 가지 이점을 제공하며, 다음의 장점이 있다. 1) 조기 개입 기회 제공: 임상적 필요에 따라 교체하면 말초정맥관을 조기에 제거하거나 교체할 기회를 제공하여, 잠재적인 문제를 조기에 발견하고 대응할 수 있다. 2) 장기간 사용 가능: 임상적으로 필요할 때까지 말초정맥관을 오랫동안 사용할 수 있으며, 이는 시각적 주입 정맥염 점수와 같은 결정 도구 및 관리 변들을 통해 지원된다. 3) 대상자 편안함 및 감염 위험 감소: 말초정맥관 삽입 횟수가 줄어들면 통증이 감소하고, 대상자의 편안함이 향상되며, 감염 위험도는 낮아진다. 4) 시간 절약: 각 말초정맥관 삽입을 피함으로써 약 20분을 절약할 수 있으며, 이 시간은 다른 치료 활동에 사용할 수 있다. 5) 자원 최적화 및 환자 안전 향상: 임상적 필요에 따라 말초정맥관을 교체하는 것은 환자 안전을 향상시키고 자원 사용을 최적화하는 데 도움이 된다. 이러한 접근 방식은 대상자의 안전을 향상시키고 의료 자원을 효율적으로 사용하는 데 기여한다(Poovelikunnel et al., 2020).

번들(bundle)은 치료 과정과 대상자 결과를 개선하기 위한 구조화된 방법으로, 일반적으로 3~5개의 간단하고 근거기반의 실천 방법으로 구성되어 있으며, 이들을 함께 신뢰성 있게 수행함으로써 대상자 결과를 개선하는 데 효과적이다(Resar et al., 2005). 말초정맥관 관리 번들은 다음 네 가지 임상적 요소로 구성된다. 이러한 번들은 말초정맥관 관리의 일관성을 유지하고, 합병증을 줄이며, 환자 안전을 향상시키는 데 도움을 준다(Poovelikunnel et al., 2020).

- ① 기기 사용 여부 확인: 기기가 사용 중인지 확인, 즉 말초정맥관에 대한 지속적인 필요가 있는지 평가
- ② 염증 또는 외부 유출의 부재: 염증이나 약물 유출 등의 증상이 없는지 확인
- ③ 드레싱 상태 점검: 드레싱이 온전한 상태인지 확인
- ④ 분리된 투여 세트 캡: 분리된 투여 세트가 캡으로 막혀 있는지 확인

말초정맥관의 성공적인 적용을 위한 임상적인 bundle 적용 사례는 <표 7>에 제시하였다.

표 7. 말초정맥관의 성공적인 적용을 위한 임상적인 bundle 적용

번들 항목	사유
클로르헥시딘 글루코네이트 피부준비	깨끗한 피부에서의 적절한 피부 소독
멸균 장갑	1. 질병 통제 예방 센터(CDC)와 Infusion Nurses Society는 피부 준비 후 재촉진(repulpatation) 시 멸균 장갑을 사용해야 한다고 명시 2. 사전 실행을 위한 직접 관찰 결과, 이 지침에 대한 준수 개선의 기회가 있음이 나타남
extension tube가 있는 말초정맥관	1. 추가 부품 및 조작 감소: 추가 세트(add-on sets)와 조작을 줄여줌 이는 Infusion Nurses Society의 기준에 부합하여 주입 치료의 복잡성을 감소시킴 2. 드레싱 교체 필요성 최소화: 통합 연장 세트를 사용하면 추가 드레싱 교체를 수행할 필요가 줄어들고, 이는 수액 주입세트의 교체 정책에 따라 7일 이내에 드레싱을 교체해야 하는 요구사항을 충족할 수 있음
클로르헥시딘 글루코네이트 함유 스폰지 드레싱	1. 혈류감염 감소, 피부감염 예방, 피부 균집 억제에 목적이 있음 2. 유지기간을 연장하고, 이는 중심정맥관에도 동일한 기준 적용
고정드레싱	말초정맥관이 임상적으로 제거할 필요가 있을 때까지 지속될 수 있도록 허용되는 경우, 고정이 정맥 내에서 말초정맥관이 움직이는 것을 예방하는데 중요한 요소로 확인됨
알코올 소독 캡	내강 보호를 제공하고, 무침 캡(needleless connector)의 소독 기법 변화를 줄이는 데 도움을 줌

출처: DeVries, Valentine & Mancos(2016)

VI. 말초정맥관 관류와 잠금

6.1 관류(flushing)

64.

말초정맥주입관의 개방성은 약물이나 수액의 주입 전에 점검되어야 한다(RCN, 2022). 관류(flushing)는 병용금지 약물이나 용액이 섞이는 것을 예방하고, 혈액이나 섬유소를 말초정맥관 내강에서 씻어내는 방법이며 잠금(locking)은 말초정맥관을 사용하지 않을 때 말초정맥관 내강으로 혈액이 역류하여 관이 막히는 것을 방지해 준다(RNAO, 2021). 혈액이나 혈액 구성 성분의 주입, 채혈, 병용금지 약물이나 수액의 주입, 약물주입, 간헐적 수액주입, 지속적 수액주입에서 간헐적 수액주입 요법으로 변환하는 경우에 말초정맥관 관류를 시행해야 한다(Phillips & Gorski, 2016). 이 외에도 정맥영양 용액 주입 전, 후와 사용하지 않지만 유지가 필요한 말초정맥관에 대해서도 관류를 시행한다.

말초정맥관으로 정맥영양, 조영제, 그리고 다른 점성용액을 주입하는 경우 좀 더 많은 양의 관류 용액이 필요할 수 있다(INS, 2024). 간헐적 수액주입이나 약물투여에 사용하지는 않지만 유지되어야 할 필요가 있는 말초정맥관은 적어도 24시간마다 관찰하고, 관류하고, 잠금을 시행한다(INS, 2024).

말초정맥관 유지 변들 항목은 정맥관 개방성을 간헐적인 생리식염수 관류로 확인하는 것, 매 시간 시진하는 것, 손 씻기, hub 부위를 2% 클로르헥시딘 글로코네이트와 70% 알코올 스왑으로 소독하는 것, 사용하지 않는 경우 즉각적으로 제거하는 것 등을 포함한다(Tasdelen & Caglar, 2021).

65.

정맥관을 사용하기 전 일회용 prefilled 생리식염수 주사기를 사용하여 정맥관을 서서히 흡인해서 혈액역류가 나타나는지 관찰하고 전혈의 색과 일관성을 확인한다. 이는 관류를 시작하거나 약물이나 수액을 주입하기 전에 정맥관 기능을 확인하는 중요한 요인이다(INS, 2024). Cancer Nurses Society of Australia(2021)는 말초정맥관으로부터 혈액이 역류되는 것과 수액이 쉽게 말초정맥관으로 주입되는지를 확인하는 것은 말초정맥관의 기능을 확인하는 두 가지 요인이라고 기술하였다. 구체적으로 혈액 역류를 확인하는 방법으로 멸균 10ml 주사기를 사용하여 말초정맥관에서 혈액을 흡인한 후 이를 버리고 3ml의 생리식염수를 천천히 지속적인 방법으로 주입해보는 방법을 권고하였다.

66.

병용금지 약물 또는 수액의 주입 전, 중, 후에 생리식염수를 사용하여 말초정맥관을 관류한다(INS, 2024). 관류용액은 일반적으로 생리식염수를 사용하나, 관류용액과 병용금지 약물이 만날 경우 침전물이 생기거나 용액이 탁해지고 기포가 발생한다. 50 μ m보다 작은 침전물이 형성될 경우에는 육안으로 보이지 않기 때문에 간호사는 관류용액과 약물 간의 적합성에 대해 알고 있어야 한다(Gorski, Perucca & Hunter, 2010).

두 가지 이상의 약물을 함께 주입하는 경우 부적합성 여부를 항상 점검해야 한다. 병용금지 약물이 함께 주입되는 경우 침전물을 생성하여 정맥관 폐쇄를 유발할 수 있다. 따라서 부적합한 약물 투여 중간에는 반드시 관류를 시행한다(Pittiruti et al., 2023).

67.

말초정맥관을 관류/잠금하는 경우 낮은 주입 압력을 생성하는 주사기(예, 10ml 주사기 또는 10ml-diameter syringe barrel 주사기)를 사용한다(INS, 2024). Power injectable catheter (조영제 등을 투여하는 압력을 견딜 수 있도록 설계된 정맥관)는 5ml 주사기를 사용하여 관류/잠금을 수행하는 것이 가능하다(Pittiruti et al., 2023).

68.

말초정맥관의 개방성을 확인하기 위한 방법 중 하나는 수액이 쉽게 말초정맥관으로 주입이 되는지를 확인하는 것이다. 구체적으로 멸균 10ml 주사기를 사용하여 말초정맥관에서 혈액을 흡인한 후 이를 버리고 3ml의 생리식염수를 천천히 지속적인 방법으로 주입하며, 이 때 저항감이 느껴지는 경우 폐색을 의심할 수 있으므로 역지로 힘으로 밀어 넣지 않도록 주의한다. 저항감이 느껴지거나 혈액 역류가 되지 않을 경우 외부 압력으로 인한 폐색을 확인하기 위하여 잠금장치 또는 주입세트의 꼬임을 확인하거나, 드레싱을 제거하거나, 대상자와 정맥관 주입부위를 전반적으로 확인한다(INS, 2024).

69.

관류용액을 주입하는 방법으로 부드러운 박동성 관류 기법을 사용하여 관류용액을 말초정맥관으로 주입한다(INS, 2024). 박동성 관류 기법은 관류용액을 1ml 주입하고 멈추었다가 다시 1ml을 주입하는 것을 반복하면서 주입하는 방법으로 실험실 연구에서 중심정맥관 관류 시 박동성 관류 기법을 사용하는 것이 지속성 주입 기법을 사용하는 것보다 침전물(예, 섬유소, 약물 침전물) 제거와 중심정맥관 내 세균을 제거하는 데 더 효과적임이 보고되었다(Ferroni et al., 2014; Guiffant et al., 2012). 이 실험실 연구에서 중심정맥관 관류 시 박동성 관류 기법을 사용하면 *S. aureus* 농도는 절반 이하로 감소하는 것으로 확인되었다. 다만 최근 소규모 무작위 임상 연구(Hosseini et al.,

2021)에서 말초정맥관 개방성을 유지하기 위한 방법으로 박동성 관류 기법과 지속성 주입 기법을 비교하였으며, 5ml 용액을 두 가지 기법을 사용하여 관류했을 때 96시간 후 말초정맥관 개방성에서 두 군에서 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 따라서 대상자와 상황에 가장 적절한 최적의 관류 기법을 선택하기 위하여 대규모 연구가 아직 필요한 상황이며, INS(2024)는 정맥관의 개방성을 유지하고 부적합한 약물/수액이 섞이는 것을 예방하며 최적의 혈관 상태 보전을 위해 부드러운 박동성 관류 기법을 전문가 합의로 권고하고 있다.

6.2 잠금(locking)

70.

말초정맥관 주입이 완료된 후 정맥관 내강의 폐쇄를 감소시키고 사용된 용액에 따라 정맥관 관련 혈류감염 위험을 줄이기 위해 정맥관 잠금을 시행한다(INS, 2024). 사용하지 않는 정맥관의 잠금에 관해서는 제조사의 권고사항에 따른다. 잠금은 오염을 예방하며 수액세트 또는 부속기구의 연결이 해제되었을 경우 혈액 역류를 예방할 수 있다. 정맥관 잠금은 매 사용 후 즉시 시행한다(Pittiruti et al., 2023).

71.

간헐적 수액주입 또는 투약에 사용되었던 말초정맥관을 더 이상 사용하지 않는 경우 즉각 제거하며, 정맥관이 유지되어야 하는 경우 적어도 매 24시간마다 사정하고, 관류하며, 다시 잠금을 시행하되 정맥관과 부속기구의 내부용적을 고려한 용량을 사용하며 10ml 주사기 또는 10ml 주사기와 동일한 몸통 내경을 가진 주사기를 사용하도록 한다(INS, 2024). 말초정맥관을 관류하는 빈도에 대해 Schreiber 등(2015)은 말초정맥관을 가진 대상자를 생리식염수 3ml씩 12시간마다 관류하는 그룹과 24시간마다 관류하는 그룹으로 나누어 연구한 결과 두 그룹 간에 정맥관 폐색, 침윤, 정맥염 등 합병증 발생률에 차이가 없다고 하였다. 또 호주의 일개 병원에서 수행한 연구(Keogh et al., 2016)에서 1,000시간 당 말초정맥관 막힘 비율은 관류의 빈도(5.06[24시간] vs. 7.34[6시간], $p=0.054$)에 따른 통계적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타났으며, 회귀분석 결과에서도 관류용액의 양, 관류의 빈도, 두 요인의 상호작용 모두 말초정맥관 막힘에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

72.

말초정맥관 잠금을 실시하는 경우 말초정맥관 잠금을 하기 전에 주사기를 분리시키면 혈액이 말초정맥관 내강으로 역류되어 혈액응고가 생길 수 있다(Goosens, 2015). 주사기 분리로 인한 이러한 혈액 역류를 예방하기 위해 잠금 용액을 주입하면서 정맥관의 클램프를 잠그거나, 소량(0.5-1.0ml)의

관류용액을 주사기에 남기도록 한다(Hawthorn, Bulmer, Mosawy & Keogh, 2019). 무침 캡 사용 시 무침 캡의 종류에 따라 관류, 잠금, 분리를 적절한 순서로 시행하여 연결/해체로 인한 혈액 역류를 예방한다. 말초정맥관에 T-port 또는 일자형 extension을 사용하거나 3-way를 연결하여 사용하는 경우 잠금 전 주사기로 잠금 용액을 밀어 넣는 상태에서 T-port 또는 일자형 extension의 잠금판을 밀거나 3-way 방향을 돌려 잠금을 시행하도록 한다<그림 12>.

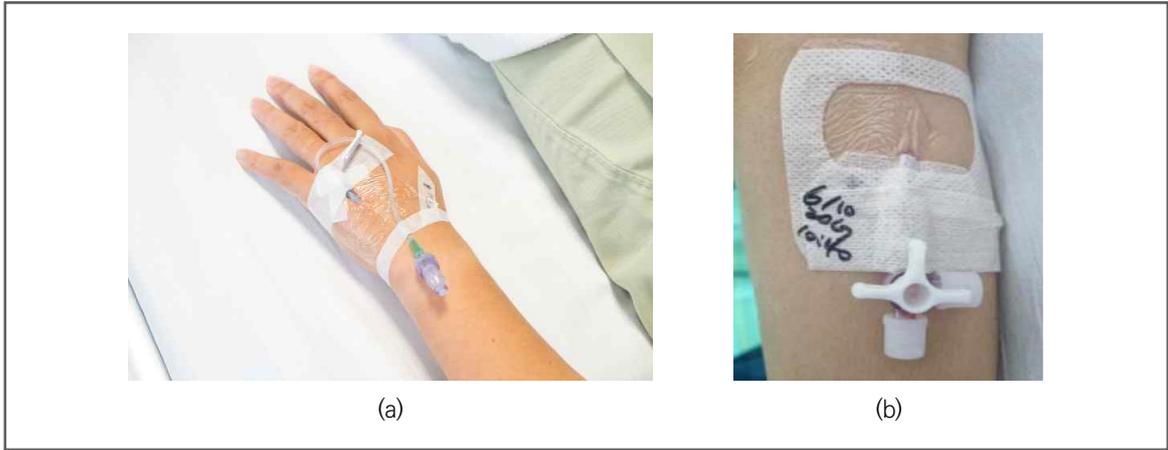


그림 12. 말초정맥관에 일자형 extension(a) 또는 3-way(b)가 연결되어 있음

출처: (a) <https://www.istockphoto.com/kr>, 저작권 정보 : panumat polsawat 사진 ID : 978952670

(b) 아주대학교병원 자체 촬영(2023)

6.3 관류와 잠금 용액

73.

말초정맥관은 방부제가 포함되지 않은 생리식염수로 관류/잠금을 시행한다. 만약 방부제가 포함된 생리식염수를 사용한다면 24시간 동안 30ml 이내의 용량만 관류하는 것으로 제한하며 이는 방부제인 벤질 알코올(benzyl alcohol)의 독성 효과를 감소시키기 위함이다. 특히 신생아와 영아에서는 방부제가 포함된 용액을 사용하지 않는다(US Food and Drug Administration, 2005).

정맥으로 약물을 투여한 경우 약물을 투여한 속도와 같은 속도로 방부제가 포함되지 않은 생리식염수를 사용하여 말초정맥관 내강을 관류한다. 수액세트 및 정맥관의 내강에서 약물을 충분히 씻어 낼 수 있는 용량의 관류 용액을 사용한다(INS, 2024). 만약 약물이 생리식염수와 병용금지 약물인 경우에는 5% 포도당 용액을 사용하여 약물을 주입하고 말초정맥관을 생리식염수로 관류한다. 이는 만약 포도당이 정맥관 내강에 남아 있는 경우 바이오필름 성장을 위한 영양분이 되기 때문이다(Institute for Safe Medication Practices, 2021). 한편, <표 8>에는 관류용액으로 생리식염수 또는 5% 포도당을 사용하는 것이 부적합한 약물 목록을 제시하였다.

표 8. 관류용액별 부적합한 약물 목록

생리식염수	5% 포도당
Aldesleukin	Baclofen
Amphotericin B cholesteryl sulfate	Bupivacaine
Amphotericin B lipid complex	Cladribine
Amphotericin B liposomal	Clonidine
Dantrolene sodium	Dantrolene
Daunorubicin liposomal	Daptomycin
Dihydroergotamine mesylate	Dihydroergotamine
Epotein alfa	Interferone alfa-2
Filgrastim	Itraconazole
Immune globulin	Levothyroxine sodium
Liposomal doxorubicin	Methadone HCl
Methoxamine	Phenytoin
Mycophenolate mofetil HCl	Strptomycin
Nitroprusside sodium	Tenecteplase
Norepinephrine bitartrate	Treprostinil sodium
Oxaliplatin	
Propafenone	
Quinuprisi/dalfopristin	
Trimetrexate glucuronate	

출처. INS(2008)

74.

정맥관 관련 혈류감염 위험을 감소시키고, 주사기 준비시간을 절약하며, 최적의 관류 기술과 목적을 보조하기 위해 상품화된 prefilled syringe를 사용한다(INS, 2024). 만약 환자가 맛이나 냄새의 불편감을 호소하는 경우, prefilled syringes 사용 시 이러한 현상이 종종 나타나기도 하며 말초정맥관보다는 중심정맥관에 사용 시 좀 더 많이 나타날 수 있음을 알려 준다. 원인으로 추정되는 것은 멸균 방법으로 인해 플라스틱 주사기로부터 침출되어 나오는 물질로 인한 것이다. 이러한 불쾌한 맛이나 냄새는 대상자의 식욕에 영향을 주거나 급속하게 주입되었을 경우 오심을 유발할 수 있다. 이런 불쾌한 맛이나 냄새는 prefilled syringe 내 용액을 서서히 주입해서 최소화시킬 수 있다. 대상자에게 용액 주입이 중단되면 불쾌한 맛이나 냄새가 없어짐을 교육한다(Mancini, Vaillancourt, Pouliot, Lin & Sharp, 2014).

75-76.

대상자의 수액백(병)이나 수액세트에 삽입되었던 주사기나 바늘은 오염된 것으로 판단한다(CDC, 2024). 따라서 관류/잠금 용액을 수액백(병)에서 뽑아서 사용하지 않고 일회용 멸균 prefilled syringe 사용이 권장된다. 하나의 수액백(병)에서 수액을 뽑아 다수에게 사용하는 경우 만약 수액이 오염되었다면 다수의 대상자에게 감염을 전파시킬 수 있다. 또한 약물 투여 전 사용한 일회용 멸균

prefilled syringe는 오염된 것으로 간주하여 약물 투여 후에는 새로운 멸균 prefilled syringe를 사용하는 것을 권고한다.

일회용 수액백(병)은 개봉한 후 일회용으로만 사용해야 하며 남은 수액은 폐기해야 한다(Institute for Safe Medication Practices, 2021). 이 기관에 의한 표준지침은 정맥용 관류용액 또는 약물 희석액을 정맥수액백(병)에서 뽑아 쓰지 않도록 권고한다. 기관에서 실시한 설문조사 결과 응답자는 관류용액을 뽑아서 쓰는 경우 수액백(병)을 매 24시간 이내에 폐기하면 안전할 수 있다는 잘못된 의견을 가지고 있는 것으로 나타났다. 그러나 실제로 수액백이 오염되었을 경우 24시간 이내로 사용을 제한하는 것은 감염 전파를 예방하지 못하며(CDC, 2024), 제조사에 의해 다회용으로 제작된 약물의 경우 미생물 성장을 억제하기 위한 방부제를 포함하지만 바이러스에 효과가 있는 것은 아니며 세균 오염에 대해 완벽하게 보호하는 것 또한 아니다. 따라서 다회용 바이알 약물은 가능한 한 대상자에게만 사용되어야 한다.

77.

말초정맥관을 관류할 때에는 충분한 양의 관류용액을 사용한다. 말초정맥관을 관류하는 최소 용량은 정맥관과 부속기구를 합한 정맥관 내부 용적의 2배이다. 말초정맥관의 내부용적은 대략 0.03ml 정도이며 추가로 부속기구의 용적을 더하게 되는데 무침 캡은 0.16ml, 3-way는 약 0.5ml 정도의 내부용적을 가지고 있다. Pittiruti 등(2023)은 말초정맥관을 관류하는 경우 말초정맥관과 extension tube의 용적을 합한 양의 관류용액을 사용하도록 하는데, 섬유소나 약물 침전물, 정맥관 내부의 잔해 등을 충분히 제거하기 위해서는 말초정맥관은 5ml, 중심정맥관은 10ml로 관류하면 충분하다고 하였다. 관류용액의 양을 결정할 때 정맥관의 형태와 크기, 대상자의 연령과 체중, 제공받고 있는 수액요법의 종류를 고려해야 하며, 채혈을 하거나, 혈액성분을 수혈 받거나, 정맥영양, 조영제, 다른 점도가 높은 용액을 주입한 경우에는 좀 더 많은 관류용액이 필요할 수 있다(Goossens, 2015).

말초정맥관 잠금용액의 양은 말초정맥관과 부속기구의 내부용적에 20%(영아/소아에서는 10%)를 더한 양으로 계산된다. 말초정맥관 잠금의 목표는 말초정맥관 전체를 채우는 것이며 지나치게 많은 잠금용액을 사용하는 경우 잠금용액이 누출될 가능성이 있으므로 말초정맥관과 부속기구의 내부용적에 15-20%를 더한 양으로 잠금을 시행한다(Goossens, 2015).

간헐적으로 사용하는 말초정맥관의 관류와 잠금 주기에 관해서는 충분하게 연구되어 있지 않다. Pittiruti 등(2023)은 간헐적으로만 말초정맥관을 사용하는 경우, 의료기관 환경에서는 관류와 잠금을 24시간 간격으로 시행하는 것을 고려할 수 있다고 서술하였다. 호주의 일개 병원에서 24시간 이상 말초정맥관을 보유하고 있는 대상자 160명에게 생리식염수 10ml 대 5ml, 주입간격 24시간 대 6시간 간격으로 관류용액의 양과 빈도에 대한 무작위 대조군 요인설계 연구를 진행하였다(Keogh et al., 2016). 결과로는 1,000시간 당 말초정맥관 막힘 비율은 관류용액의 양(4.84[3ml] vs. 7.44[10ml], $p=0.063$) 그리고 관류의 빈도(5.06[24시간] vs. 7.34[6시간], $p=0.054$) 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 회귀분석 결과에서 관류용액의 양, 관류의 빈도, 두 요인의 상호작용 모두 말초정맥관 막힘에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

하지만, 여성 (hazard ratio [HR] 2.2, 95% CI 1.3-3.6, $p < .01$), 손이나 손목 뒤쪽 부위 삽입(HR 1.7, 95% CI 1.0-2.7, $p < .01$), 수액주입 속도(관류용액 주입과 투약 주입 합산)(HR 1.2, 95% CI 1.1-1.4, $p < .01$)는 말초정맥관 막힘을 유의하게 예측하는 것으로 나타났다.

78.

정맥투여 약물이나 관류/잠금용액 그리고 정맥으로 직접 주입하는 정맥영양수액을 준비하거나 주입할 때는 멸균법을 사용한다. 이 때 멸균법은 1) 정맥약물이나 정맥용액의 준비와 투여 전과 후에 손위생, 2) 바이알이나 앰플에서 약물을 뽑기 전에 부위를 소독하는 것, 3) 말초정맥관 포트, 무침 캡, 또는 다른 말초정맥관 기구 부위를 정맥약물이나 용액 투여 전에 소독하는 것, 4) 정맥약물이나 용액 투여 시 혈액이나 체액에 접촉하거나 노출될 가능성이 있는 경우 개인보호구를 사용하는 것 등을 포함한다(Institute for Safe Medication Practices, 2021).

말초정맥관과 수액주입체계에서 내관 안쪽 통로의 세균 감염을 최소화하기 위한 권고 사항으로 무침 캡이나 정맥관 hub 부위를 70% 이소프로필 알코올, 포비돈 아이오다인, 2% 클로르헥시딘 알코올 용액을 사용하여 물리적인 힘을 가하면서 닦아내야 한다. 최적의 시간은 아직 명확하게 규정되지 않았지만 최소 15초 이상 닦아내는 것을 권장한다. 말초정맥관 수액주입체계 종류에 따라 알코올 등이 함유되어 있는 캡을 사용하는 것을 고려할 수도 있다(Pittiruti et al., 2023).

6.4 말초정맥관 폐색 평가

79-80.

말초정맥관의 개방성을 확인하기 위한 요소로 Cancer Nurses Society of Australia(2021)는 말초정맥관으로부터 혈액이 역류되는지를 확인하는 것과 수액이 쉽게 말초정맥관으로 주입이 되는지를 확인해야 한다고 기술하였다. 구체적인 방법으로 말초정맥관의 개방성을 확인하기 위하여 멸균 10ml 주사기를 사용하여 말초정맥관에서 혈액을 흡인한 후 이를 버리고 3ml의 생리식염수를 천천히 지속적인 방법으로 주입하도록 권고하였다. 만약 혈액이 흡인 또는 역류되지 않는다면, 항암제나 약물, 자극제를 주입하지 않아야 하며 사용 전에 재사정하거나 새로 말초정맥관을 삽입하는 것을 고려해야 한다. 이처럼 혈액이 역류되지 않거나 천천히 역류되는 것 외에도 폐색이 의심되는 징후로는 주입속도 저하, 관류 또는 주입 장애, 정맥주입펌프의 폐색알람이 자주 울림, 말초정맥관 삽입부위의 팽윤/약물 누출 등이 있다.

말초정맥관 폐색은 기계적, 혈전성, 화학적 폐색 등이 있을 수 있으며, 잠재적 원인을 확인하기 위해 수액세트부터 드레싱 아래 정맥관 주입부위까지 수액주입체계 전체를 사정하여 원인을 파악한다(INS, 2024)〈표 9〉. 기계적 폐색의 경우 드레싱으로 인해 정맥관이 눌러 있거나, 수액세트가 꼬이거나 클램프가 잠겨 있거나, 필터 또는 무침 캡이 막히거나 기능하지 않는지를 파악한다. 외부의 꼬임이 의심되는 경우에는 말초정맥관이나 수액세트의 위치를 조정하거나 멸균투명드레싱을 다시

적용한다. 필터나 무침 캡 등 부속기구로 인한 폐색이 의심되는 경우 부속기구를 제거하고 새로운 부속기구를 연결한다. 기계적 폐색이 아닌 경우 대상자의 의무기록을 확인하여 혈전에 의한 폐색인지, 약물 침전물에 의한 폐색인지 그 원인을 사정한다. 정맥관이나 부속기구에 혈액이 보이거나 혈액역류가 불가능하거나 서서히 되는 경우 혈전성 폐색을 의심할 수 있다. 화학적 폐색을 의심할 수 있는 것은 주입된 약물이나 수액, 약물 접촉 기간, 정맥관이나 수액세트에서 보이는 침전물, 수액 주입 속도의 변화, 희석액의 특성과 빈도, 빛 노출, 관류 빈도 등에 근거하여 판단할 수 있다. 말초정맥관 폐색이 해결되지 않는 경우 의료기관의 정책에 따라 말초정맥관을 제거한다.

표 9. 말초정맥관 폐색의 원인과 증상

기계적 폐색	혈전성 폐색	화학적 폐색
<ul style="list-style-type: none"> • 정맥관 삽입부위의 봉합이 지나치게 조임 • 정맥관이 꼬이거나 클램프가 잠겨 있음 • 필터나 무침 캡이 막힘 	<ul style="list-style-type: none"> • 정맥관이나 부속기구에 혈액이 보임 • 혈액이 흡인되지 않음 • 주입속도가 느림 	<ul style="list-style-type: none"> • 주입한 약물/수액의 종류 • 정맥관/수액세트의 침전물 • 수액 주입속도의 변화 • 관류 빈도

Ⅶ. 말초정맥관을 통한 채혈

81.

말초정맥에 직접 천자하여 채혈할 경우 감염, 통증, 피부손상, 혈관손상, 신경손상, 혈종발생의 위험성이 있으며, 심리적 스트레스, 불안 및 치료에 대한 불만족이 있는 반면, 용혈률 감소와 결과 값의 정확도 향상과 같은 이득이 있다. 말초정맥관을 통해 채혈할 경우 채혈 시 말초정맥관 hub 조작으로 인해 말초정맥관 내 감염 위험성이 높아지고, 말초정맥관 개방성에 변화가 생길 수 있으며, 정맥관 내로 주입된 약물의 흡수로 인해 혈액 샘플의 결과가 부정확하게 나타날 수 있고, 용혈될 수 있으며, 채혈로 인한 말초정맥관 삽입 부위의 위치가 이탈될 수 있다(INS, 2024). 비록, 직접 정맥 천자에 비해 말초정맥관을 통한 채혈은 용혈률이 더 높지만 표준 프로토콜에 따라 채혈하는 경우 용혈률이 감소하였다(Coventry et al., 2019). 전향적 코호트 연구에서 채혈 시 용혈의 위험요인은 토니켓 적용 시간 증가, 반복된 채혈 시도, 대상자의 연령인 것으로 나타났으나 말초정맥관을 통한 채혈은 말초정맥에 직접 천자하여 채혈하는 것에 비해 위험요인이 아닌 것으로 나타났다(Jacob et al., 2021).

82.

말초정맥관을 통해 채혈을 하기 전 대상자 확인은 가장 중요한 첫 단계이며(Shah, Sadaria & Vasava, 2021), 대상자 확인 오류는 치료 측면에서 되돌릴 수 없는 매우 심각한 부정적 결과를 초래

한다(Shah et al., 2021). 채혈 시 오류(용혈, 혈액응고, 잘못된 검체용기, 잘못된 채혈시간, 부정확한 채혈량 등) 중 채혈 전 대상자 확인(이름, 성별 등) 오류로 잘못 표시된 샘플(mislabeled sample)의 비율은 전체 오류 중 8.16%, 전체 검체 중 0.26%로 나타났다(Prasad, Kumar & Singh, 2022). 이러한 대상자 확인 오류는 환자 팔찌(Patient identification bands)를 통해 예방할 수 있으며(Shah et al., 2021), 자동화 기술(예: 바코드 시스템)의 적용 시 이러한 오류를 극복할 수 있다(Prasad et al., 2022). 채혈오류 중 대상자 확인 오류율은 비 전자식 환자확인(manual patient identification) 방법에서 63%, 전자식 환자 확인 방법(electronic patient identification)에서 25%로 전자식 환자 확인 방법의 오류율이 현저히 낮았다(Kaufman et al., 2019). 약물 투여오류는 대상자 침상에서 흔히 일어나며, 추적이 어렵지만 바코드 인식과 연계된 투약기록지(medication administration record)를 사용하는 경우 환자 안전이 개선되는 결과를 보였다(Alamer & Alanazi, 2023). 말초정맥주입 시 바코드 시스템(barcode medication administration)은 의료진이 대상자 인식표에 있는 바코드와 약물의 바코드를 순차적으로 스캔하여 일치하는 지를 확인하는 과정으로 정확한 용량과 제형을, 정확한 시간에 대상자에게 투여하는 지를 확인하도록 도와준다(American Society of Health-Systems Pharmacists, 2018). 따라서 가능하다면 바코드 시스템을 활용한다.

83.

말초정맥관을 통한 채혈 시, 환자에게 수액이나 약물이 주입되고 있을 경우, 이러한 수액이나 약물이 혈액 샘플에 혼합되어 검사 결과의 왜곡을 초래할 수 있다(Twibell et al., 2015; Shih et al., 2018). 특히, 반복적인 혈액 샘플 채취가 필요한 소아 환자에게 수액이 포함된 샘플을 사용하면 분석 정확도가 떨어질 수 있으므로 수액 주입을 최소 1~2분 이상 중단하는 것이 필수적이다(Twibell et al., 2015). Shih 등(2018) 연구에서는 수액이나 약물이 포함된 혈액 샘플이 사이클로스포린 농도 측정에 영향을 미칠 수 있다는 점을 경고하며, 첫 1~2ml의 혈액을 버리는 절차를 권장하였다. 이 연구 결과에 따르면, 말초정맥관 내 잔여 수액이 농도 측정에 영향을 미칠 수 있으므로 첫 번째 흡인 혈액을 버려야 순수한 혈액 샘플을 확보할 수 있으며, 수액의 영향을 최소화 한다고 하였다.

말초정맥관을 통해 채혈을 하기 전 약물농축이나 검체 희석을 피할 수 있을 만큼 충분한 양의 혈액을 흡인해서 버리는데, 일반적으로 정맥관 용적의 1.5~2배가 권장된다(구미옥 등, 2017). 말초정맥관의 루멘 용량은 약 0.5ml이므로(Queensland Government, 2015) 1-2ml 정도의 혈액 흡인이 요구된다.

84.

채혈 후 말초정맥관에서 모든 잔여 혈액을 제거하기 위해 충분한 양의 생리식염수로 관류한다(RCN, 2016).

85.

말초정맥관을 통해 혈액배양용 검체를 채취하는 것은 연구에 따라 결과가 다르나 일부 연구에서 검체에 오염이 증가하였으므로(Coventry et al., 2019; Doern et al., 2019) 권장하지 않는다.

86.

전향적 관찰 연구에 따르면 midline 정맥관에서 채취한 1,021개의 혈액 샘플에서 0.69%의 낮은 용혈률이 나타났으나 midline 정맥관을 통한 혈액 샘플링에 대한 표준 절차를 확립하려면 더 높은 수준의 연구가 필요하다(Hawes, 2020; Penoyer, Bennett, Geddie, Nugent & Volkerson, 2021). 따라서 midline 정맥관을 통한 채혈은 근거가 부족하여 권장하지 않는다.

VIII. 말초정맥관의 교환과 제거

87.

말초정맥관 삽입 후 유지 번들(bundle)에는 매일 필요성 점검, 말초정맥관 삽입부위 평가, 드레싱 점검, 삽입 및 제거에 대한 기록, 손씻기, 정맥염 척도 사용 등이 포함된다(Ray-Barruel et al., 2019). 스페인의 한 병원에서 말초정맥관 유지 번들을 적용하지 않았던 기간과 안전한 말초정맥관 관리를 위한 번들을 개발한 기간, 그리고 실제로 번들을 적용한 기간 동안 정맥염 발생 빈도를 조사 하였으며 번들을 적용한 기간에 말초정맥관 관련 혈류감염 발생비율이 1,000 환자일 당 0.48건에서 0.17건으로 줄어들었으며 정맥염 발생 빈도도 4.6%에서 2.6%로 감소하는 것을 발견하였다(Lladó Maura et al., 2023).

말초정맥관 삽입 후 매일 필요성을 점검하는 것은 유지 번들 중 가장 중요한 행위 중 하나이며, 매일의 점검을 통해 해결되지 않는 합병증이 있는 경우, 수액요법이 중단된 경우, 정맥 투약의 계획이 없는 경우, 24시간 이상 사용하지 않는 경우에는 말초정맥관 제거를 고려한다.

88.

말초정맥관 합병증이 없는 상황에서 정기적으로 말초정맥관을 제거하고 새로 삽입하는 것은 비용 효과적인 측면에서 그리고 대상자의 안전과 안위 측면에서 더 이상 권고되지 않는다(Pittiruti et al., 2023). 말초정맥관의 교환주기에 관해서 Webster, Osborne, Rickard와 New(2015)는 말초정맥관의 정기적 교환과 임상적 징후에 의한 교환에 대한 7개 무작위대조연구를 체계적 문헌고찰 하였는데, 임상적 징후에 의한 교환군은 2,365명 중 186명에서 정맥염이 발생하고, 정기적 교환군은 2,441명 중 166명에서 정맥염이 발생하여 두 군 간 정맥염 발생률에 유의한 차이가 없었으며

(RR 1.14, 95% CI 0.93-1.39), 정맥관 유지일수에서도 유의한 차이가 없었다. 따라서 72-96시간 마다 말초정맥관을 정기적으로 교환하는 것에 대한 근거가 없다는 결론을 내리게 되었으며 정맥관 교환방법에 따른 경제성 평가에서 정기 교환군에 비해 임상적 징후에 의한 교환군은 소모되는 비용이 유의하게 낮으므로 임상적 징후에 의해 정맥관을 교환하도록 권고되었다.

89.

Midline정맥관은 4주 이상의 수액요법이 필요한 경우 말초정맥관을 대체하여 삽입할 수 있으며 이때 주입수액의 종류, 수액 주입 기간, 개별적 위험도 사정을 수행하고 의료기관 내 정책에 따라 결정한다(RCN, 2022).

90.

비록 말초정맥관은 중심정맥관에 비하여 정맥관 관련 혈류감염의 발생이 낮아서 실제 발생은 1,000 catheter days 당 0.5 이하의 발생인 것으로 추정되지만 적절한 손 씻기, 적절한 소독제(2% 클로르헥시딘이 섞인 70% 이소프로필 알코올)를 사용한 삽입부위 피부 소독, 깨끗한 장갑과 멸균기법 준수(예, 삽입부위 피부소독 후 장갑을 착용한 손으로 부위를 만지지 않음)가 수행되지 않았을 경우 삽입 2-3일 뒤에 세균성 정맥염이 발생할 가능성이 있다(Pittiruti et al., 2023). 만약 예를 들어서 응급상황과 같이 이러한 권고사항이 지켜지지 못한 경우라면 말초정맥관을 24-48시간 안에 가능한 한 빨리 제거하거나 필요하다면 다시 삽입하도록 한다. 모든 말초정맥관은 무균적비접촉기법(ANTT)에 의해 정의된 적절한 멸균기법을 적용하여 삽입되어야 한다.

91.

무균적비접촉기법(ANTT)이 철저히 지켜지지 않은 응급상황에서 삽입된 말초정맥관은 라벨을 부착하여 표시하고 가능한 빨리, 적어도 24시간에서 48시간 이내에 새로 교환하도록 권고된다(INS, 2024; RCN, 2022). 응급상황에서 정맥관을 삽입하거나, 멸균기법을 준수하지 않거나, 오염된 드레싱을 사용하는 등은 신체 외부로부터 혈액 내로 감염원을 전파시키게 된다(INS, 2024). 말초정맥관과 관련한 포도구균혈증(*Staphylococcus aureus* bacteremia, SAB)의 발생위험과 결과를 확인하는 연구에서(Stuart et al., 2013) 2007-2012년 사이에 SAB가 발생한 두 개의 3차 의료기관을 조사하였다. 그 결과 의료기관에서 발생한 583건의 SAB 중 127건이 말초정맥관 삽입과 관련된 것으로 추정되었다. 말초정맥관의 평균 보유기간은 3.5일(0.25-9일)이며 SAB가 발생한 말초정맥관의 보유기간은 45.2%가 4일 이상이었다. SAB가 발생한 말초정맥관의 삽입 장소는 39.6%가 응급실이며, 39.6%가 일반병동, 20.8%는 외래에서 시행한 것이다. 삽입 후 4일 이내 발생한 SAB의 61%가 응급실 또는 외래에서 시행한 것으로 조사되었다.

92.

말초정맥관 파열로 생긴 파편으로 인한 말초정맥관 색전은 드물게 발생할 수 있다. 분절된 정맥관은 대정맥, 우심방, 우심실, 폐동맥 및 말단 분지로 이동하여 남아있을 수 있으며, 정맥관 폐색, 심혈관 또는 폐 손상, 심장 정지 또는 급사와 같은 합병증을 유발할 수 있다(Dell'Amore, Ammari, Campisi & D'Andrea, 2016; Surov et al., 2009). 따라서, 말초정맥관 제거 후 정맥관 팁에 손상이 있는지 확인한다.

IX. 수액세트 관리

9.1 수액세트 사용 원칙

93.

수액세트의 선택은 처방된 수액요법, 주입조절 요구, 주입과 관련된 위험, 대상자 간호환경, 그리고 조직 내 사용할 수 있는 자원에 따라 선택한다. 수액 주입조절 방법의 선택은 연령, 건강상태, 가동성, 자가 주입능력, 대상자의 선호도와 생활방식, 정맥관의 종류, 치료형태, 주입 빈도, 주입 용량, 약물의 안정성, 주입비율, 주입요법의 잠재적 부작용과 유해 작용, 의료기관, 보상체계 등의 요인과 관련하여 선택한다(Gorski et al., 2021; Kane-Gill et al., 2017).

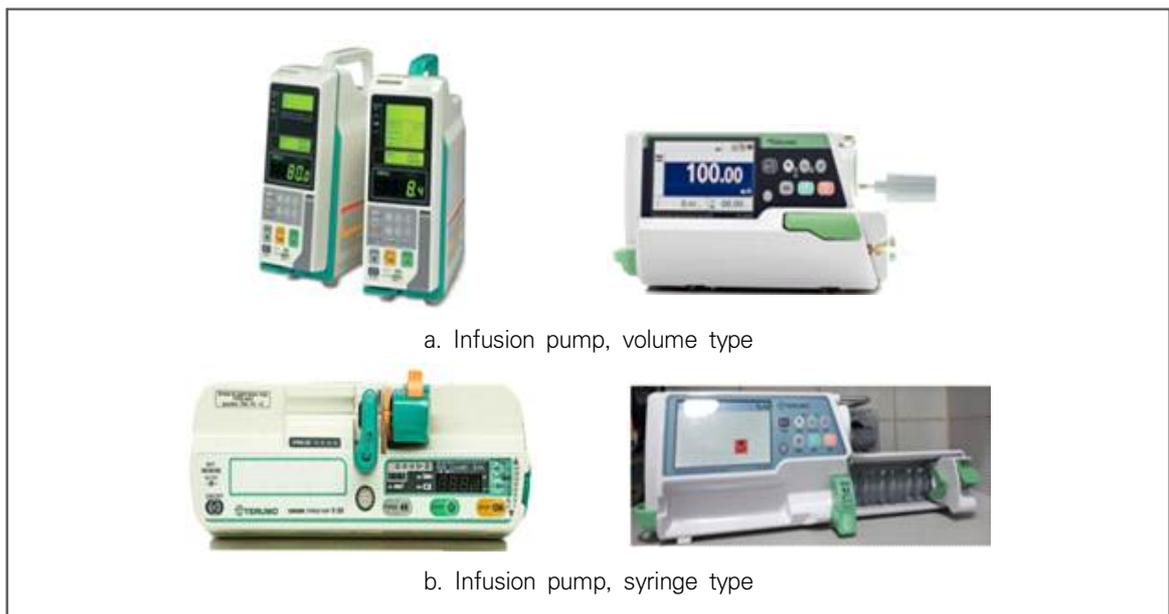


그림 13. 전자식 정맥주입펌프의 종류

출처: 아주대학교병원 자체 촬영(2023)

주입비율의 변이가 어느 정도 허용되는 수액요법의 경우에는 비전자식 정맥주입펌프를 사용할 수 있는데 중력, 수동 주입속도조절기(manual flow regulator), 탄성 풍선 펌프(elastomeric balloon pumps), 스프링 기반 펌프(spring-based pumps), 음압 펌프(negative-pressure pumps) 등과 같은 비전자식 정맥주입펌프를 사용할 수 있다. 정밀한 수액 비율 조절이 필요한 수액요법의 경우 안전한 주입을 위해 전자식 정맥주입펌프(그림 13)를 사용하며 이때 정맥주입펌프가 안전하고 동질하게 작동하는 것을 보장하기 위해 자유흐름방지장치, 공기감지장치, 압력알람 및 폐색알람이 있는 정맥주입펌프를 선택한다. 전자식 정맥주입펌프를 사용할 때에는 정맥주입펌프용으로 제작된 수액세트를 사용한다. 표준화된 주입속도조절기구와 수액세트, 약물농도는 잠재적인 수액투여 오류를 감소시킨다(INS, 2024). 정맥주입펌프의 예는 <그림 13>을 참조할 수 있다.

94-95.

수액세트는 부주의한 bolus 주입을 막기 위한 자유흐름방지장치(anti-free-flow mechanism)가 설계되어 있어야 하며, 수액세트를 안전하게 연결하고, 추가적으로 조작하는 것을 감소시키며, 새거나 연결되지 않거나 잘못 연결되는 것을 최소화하기 위한 루어락(luer-lock) 설계를 가지고 있어야 한다(INS, 2024). 또한 수액세트는 일반용과 수액주입펌프용으로 구별하여 사용하며 주입속도조절기(regulator)가 내장된 형태를 사용할 수 있다. 수액세트의 종류와 루어락의 종류는 <그림 14와 15>를 참조한다.

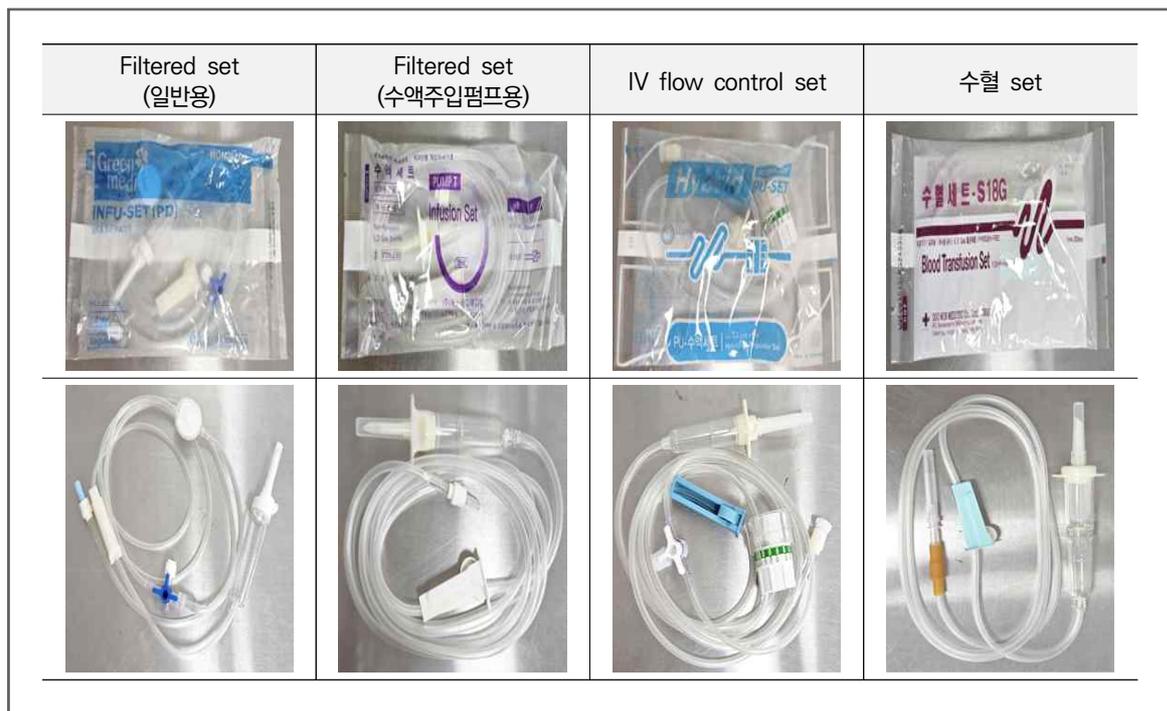


그림 14. 수액세트의 종류
출처: 아주대학교병원 자체 촬영(2023)

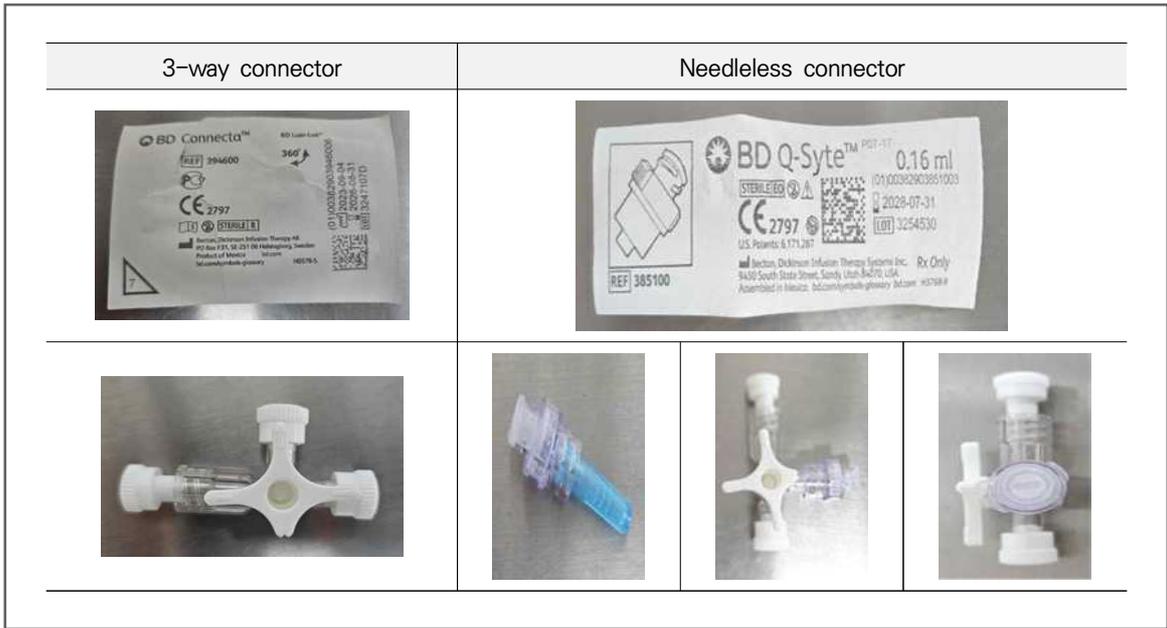


그림 15. 루어락(luer-lock) 의 종류

출처: 아주대학교병원 자체 촬영(2023)

96.

필터 등의 부속기구가 내장된 수액세트를 사용하여 연결 횟수를 감소시키고 오염이나 잘못된 사용, 우발적인 분리를 최소화한다(INS, 2024). <그림 16>에서처럼 부속기구(필터, 수액정량조절기)가 내장된 수액세트를 사용하게 되면 우발적인 분리를 최소화할 수 있다.

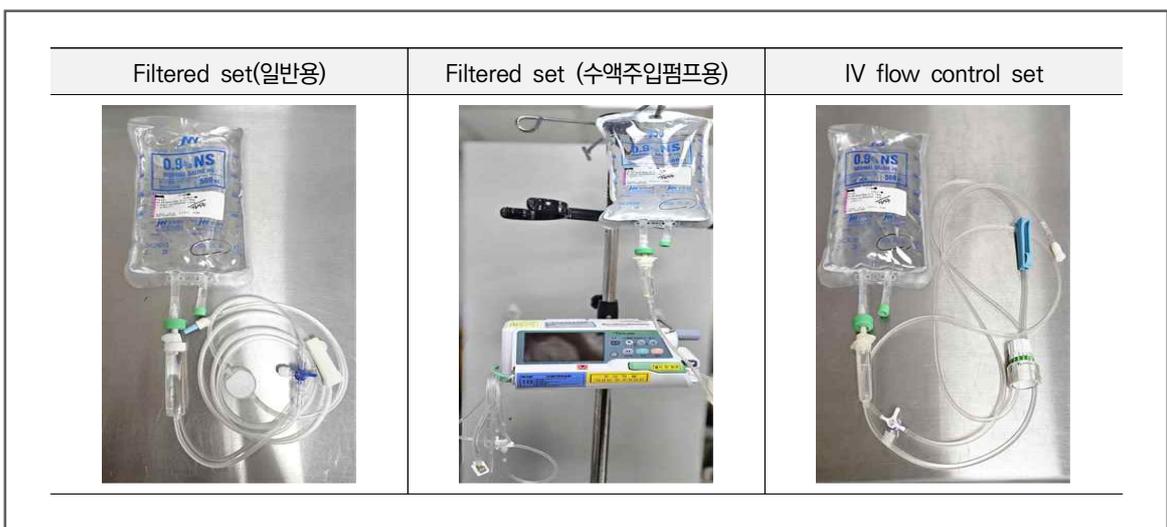


그림 16. 부속기구(필터, 수액정량조절기)가 내장된 수액세트

출처: 아주대학교병원 자체 촬영(2023)

97.

디에틸헥실프탈레이트(di-(2-ethylhexyl)-phthalate, DEHP)를 포함한 폴리염화비닐(PVC) 수액백 또는 주입세트를 사용하여 단백질을 희석하거나 대상자에게 주입하는 경우 디에틸헥실프탈레이트(DEHP) 방울이 수액백 또는 주입세트에 있는 단백질과 결합할 수 있으므로 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)를 포함한 폴리염화비닐(PVC) 수액백은 사용을 피한다(INS, 2024). 한국 식약처·환경부 연구결과에서 니트로글리세린, 사이클로스포린A, 타트로리무스 등 일부 약물의 종류에 따라 폴리염화비닐(PVC) 및 폴리우레탄(PU) 재질의 수액세트에 점적 주사하는 경우 약물의 손실이 발생하여 의약품의 사용용량에 영향을 줄 수 있으므로, 사용 전 해당 의약품의 허가사항(사용 시 주의사항, 용법용량 등)을 확인하도록 권고하였으며 이때 점적속도가 느리고 수액세트의 길이가 길수록 흡착이 더 많이 발생하는 것으로 보고되었다(식품의약품안전처, 2020). Tokhadze 등(2019)은 연구에서 폴리염화비닐(PVC)를 포함한 5가지 재질의 수액세트에서 파라세타몰(paracetamol), 인슐린(insulin), 다이아제팜(diazepam) 흡수에 관해 조사하였으며 이때 폴리염화비닐(PVC) 단독 또는 폴리염화비닐(PVC)과 폴리우레탄(PU) 혼합 재질의 수액세트에서 유의하게 높은 비율로 약용량 감소가 발생하였다.

Woodward, Brooks, Morris-Smith, Wallis와 Ogbourne(2018)의 연구에서 디에틸헥실프탈레이트가 포함되지 않은(DEHP-free) 수액세트를 사용했을 때 플루클록사실린(flucloxacillin), 사이클로스포린(cyclosporin), 아미오다론염산염(amiodarone)의 농도 변화를 점검하였으며 플루클록사실린(flucloxacillin)은 99.7%, 사이클로스포린(cyclosporin)은 96.1%, 아미오다론염산염(amiodarone)은 91.5%가 보존되었다. 이중 사이클로스포린(cyclosporin)의 흡수는 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)의 농도와 정적인 상관관계가 있었으며 이전 연구에서 50%가 소실되었던 것에 비해 디에틸헥실프탈레이트가 포함되지 않은(DEHP-free) 수액세트 사용 시에는 96.1%가 보존되었다. 하지만 아미오다론염산염(amiodarone)은 10%가 감소하였으며 따라서 연구자들은 환자 안전과 약물효율성을 고려하여 수액세트의 사용 적합성에 대한 타당도 검사가 필요하다고 주장하였다.

98.

정맥지질용액이나 총영양혼합물(TNA)같은 지질 기반 수액을 주입하는 경우 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)가 없는 수액세트를 사용한다. 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)는 친지질성으로 일반적으로 사용되는 폴리염화비닐(PVC) 수액세트와 수액백 속의 지질용액으로 침출된다. 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)는 독소로 간주되며 지질용액 속 증가된 디에틸헥실프탈레이트(DEHP) 수준은 신생아, 소아, 장기 호흡기 대상자에게 특별히 위험한 것으로 나타났다(INS, 2024). 한 연구(Snell et al., 2020)에서 생리식염수를 담고 있는 폴리염화비닐(PVC) 수액백 또는 수액세트 내로 디에틸헥실프탈레이트(DEHP) 나노입자가 침출되는 것이 확인되었으며, 면역글로불린 응집을 유발하여 인간 혈청에서 보체계를 활성화시키는 것으로 보고되었다. 이러한 결과는 잠재적으로 폴리염화비닐(PVC)를 함유한 수액백 또는 수액세트로 치료적 단백질을 주입하는 경우 면역반응 부작용이 나타날 가능성

이 있음을 시사한다.

수액주입 전 또는 도중에 수액백(병) 또는 수액세트로부터 수액으로 부산물이 침출되거나 흘러나올 수 있는 위험을 고려한다. 침출되거나 흘러나올 가능성을 증가시키는 요인은 수액의 종류, 잠금 상태에서 수액세트에 가해지는 압축력 및 전단력, 수액의 접촉 범위, 온도 등과 같은 저장 상태, 운송 중 수액백 안에서 섞이는 것 등을 포함한다. 이러한 오염원은 대상자에게 수액 안에 비가시적 입자로 투여되며 잠재적으로 면역 반응을 유발한다. 침출된 성분의 투여 위험을 감소시키는 방법에 대해서는 추가 연구가 필요하다(INS, 2024).

99.

기관의 정책, 절차 또는 가이드라인에 따라 주입시작일 또는 세트 교환일을 수액세트에 기록한다. 다른 접근통로가 있거나(척수관, 골수강, 피하) 또는 정맥관에 다수의 수액백이 연결되어 있는 경우에는 다른 접근통로 라인을 따라서 또는 수액백 연결부위와 대상자의 정맥관 삽입 근처 부위에 라벨을 붙인다(INS, 2024).

100.

수액세트 사용 중 또는 새롭게 수액세트를 연결할 때 연결오류가 발생하지 않도록 주의를 기울여야 한다. 수액세트와 잠금장치 연결오류의 예방을 위하여 인수인계 과정이나 수액세트와 말초정맥관이 분리되어 재연결하는 경우 또는 간호사들이 수액 확인이나 세트 고정 상태를 재확인하는 경우에는 수액병에서부터 시작하여 환자의 말초정맥관 연결부위까지 라인을 따라가면서 올바르게 연결되어있는지를 확인하도록 권고한다(INS, 2024). 한 연구에서 일개 병원 간호사 40명을 대상으로 스마트펌프와 일반 정맥수액펌프를 사용하여 다중 수액 주입을 시행하는 시뮬레이션을 수행하도록 하였으며 이때 오류가 발생하는 과정을 점검하였다. 연구결과 간호대상자에게 초기에 다중 수액을 연결하고 시작하는 과정(11.7%), 수액 주입 라인을 구별하는 과정(7.7%), 주사기펌프 약물 주입 후 관류용액 주입을 설정하는 과정(96.0%), 이차 간헐적 수액 주입을 시작하는 과정(11.3%), 그리고 스마트펌프와 정맥수액펌프를 사용하여 bolus를 주입하는 과정(11.7%)에서 오류가 발생하는 것을 발견하였다. 연구자들은 참가 간호사에게 10가지 중재 훈련을 통하여 다중 수액 주입과 관련된 지식과 기술을 교육하였으며 교육 후 간호사들의 오류가 유의미하게 감소한 것을 보고하였다(Pinkney et al., 2014).

9.2 수액세트 교환

101.

지속적으로 수액을 주입하기 위한 일차수액세트와 이차수액세트(그림 17)는 제조업자의 지시사항에 따르거나, 주기적으로, 또는 임상적으로 필요한 경우(예, 오염이나 기능불량 같은 제품통합성의 손상)에 교환하며 이때 우선적으로 발생하는 순서에 맞춰 교환한다(INS, 2024). 일차수액세트(primary IV set)는 수액을 주입하기 위해 수액백에 연결하여 사용하는 수액세트를 말하며, 이차수액세트(secondary IV set)는 약물주입 등의 특정 목적을 위해 일차수액세트에 연결하여 사용하는 수액세트를 말한다. 일차수액세트는 정맥관과 분리되지 않도록 연결부위가 루어락(luer-lock)형태이어야 하며, 이차수액세트는 간헐적 주입이나 지속적 주입에 모두 사용할 수 있다(Hadaway, 2010).

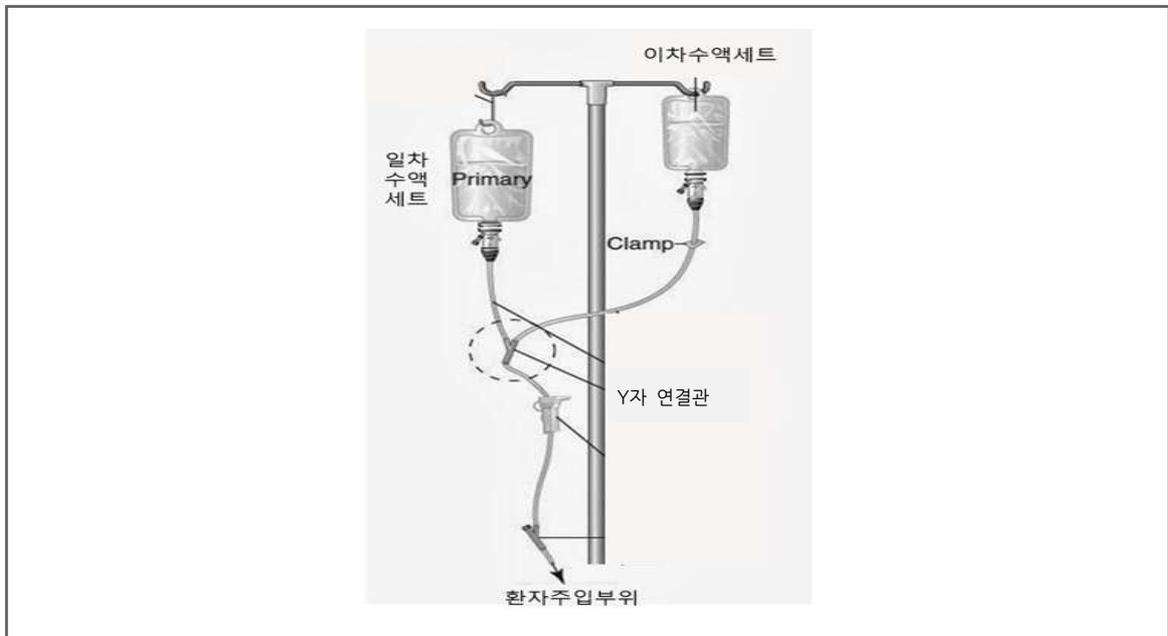


그림 17. 일차수액세트와 이차수액세트

출처. 구미옥 등(2017).

102.

수액세트의 교환주기는 혈액, 혈액부산물, 또는 지질용액이 사용된 경우가 아니고, 임상적으로 필요한 경우가 아니며, 제조사의 권고사항에 위배되지 않는다면 7일 간격으로 수행할 수 있다(Buetti, 2022). 이전 INS(2021)의 권고안은 체계적 문헌고찰을 한 Ullman 등(2013)의 연구결과에 따라 96시간 주기로 교환을 권고하였으나, 이 후 Rickard 등(2021)의 무작위 대조군 연구결과와 7일 간격으로 수액세트를 교환하는 경우에도 정맥관 관련 혈류감염의 발생에 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 이들은 정맥관 관련 혈류감염을 예방하기 위한 최적의 수액세트 교환주기를 규명하

기 위해 7일 간격과 4일 간격으로 수액세트를 교환하는 무작위 대조군 연구를 호주의 10개 병원에서 시행하였다. 연구에서 2011년도부터 2016년도까지 6,007명의 대상자 중 실험군(7일 간격) 1,463명, 대조군(4일 간격) 1,481명을 배정하였으며, 결론적으로 중심정맥관을 가지고 있는 대상자에서는 1.78% 대 1.46%(absolute risk difference [ARD] 0.32%, 95% CI 0.73 to 1.37), 말초동맥관을 가지고 있던 대상자에서는 0.28% 대 0%(ARD 0.28%, 95% CI -0.27 to 0.83)로 치료와 관련된 부정적 사건은 두 군에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

대상자에게 간헐적으로 수액을 주입 하는 경우에는 매 주입 시마다 새로운 수액세트를 사용하는 것을 권고한다(Pittiruti et al., 2023). 일부 연구자들은 수액세트의 사용기간을 명확하게 설정하기 위해서는 수액세트가 구부러지거나 눌리거나 하면서 생기는 압력에 의한 영향을 규명하기 위해서는 질 높은 부가적인 연구가 필요하다고 주장하였다(Saunier, Khzam & Yagoubi, 2022). 수액주입펌프 사용으로 인한 기계적 압력, 연동 운동식 펌프 사용 시 수액세트에 가해지는 반복적 압력, 압력으로 인해 수액세트 내강으로부터 부산물이 생성되어 수액으로 침출되는 것, 수액세트의 종류, 주입시간, 수액세트가 파손되는 것 등에 대한 추가적인 연구 또한 필요하다(Saunier & Yagoubi, 2021).

103-104.

지질용액은 미생물의 성장을 촉진하여 정맥관 관련 혈류감염을 유발할 수 있으므로 지질용액이 포함된 수액을 주입하는 경우 수액세트를 좀 더 자주 교환해야 한다(INS, 2024). 정맥영양 용액(parenteral nutrition) 주입을 위한 수액세트는 정맥영양주입백에 사용 전에 부착되어 있어야 하며, 수액세트와 필터는 새로운 정맥영양용액 주입 시마다 교환되어야 한다. TNA와 포도당/아미노산 제제의 경우에는 매 24시간마다 그리고 지질용액을 단독으로 주입하는 경우에는 매 12시간마다 수액세트와 필터를 교환한다. 지질용액을 20시간에서 24시간 동안 장기간 주입하는 경우에는 하루에 주입되는 용량을 두 개의 백으로 나누어서 12시간마다 새로운 백과 수액세트를 사용하여 주입해야 한다(Guenter et al., 2018).

105.

프로포폴(propofol)은 정맥주입용 유성 마취제로 산화방지제인 0.005% disodium edetate(EDTA)를 함유하고 있어 12시간까지는 미생물의 성장이 억제되지만 방부제가 포함되어 있지 않아 감염을 유발할 수 있다. 따라서 프로포폴을 취급할 때에는 무균술을 철저히 지켜야 하며 오염이 의심되는 경우에는 사용하지 않아야 한다(Fresenius Kabi, 2020). 프로포폴은 개봉하면 12시간 이내에 주입을 완료해야 하며, 남은 약물과 수액세트를 폐기해야 하고, 12시간 이전에 주입이 끝나서 새로운 약제를 연결하는 경우 수액세트와 함께 교환한다. 프로포폴 바이알은 한번 이상 사용해서는 안 되며 대상자 1명 이상에게 사용되어서도 안 된다. 프로포폴을 5% 포도당 주사액 또는 생리식염수 주사액에 혼합하여 정맥으로 투여하는 경우 혼합액은 6시간동안 안정적인 것으로 보고되었으므로 6시간 이내에 정맥주입을 완료한다(Korea Pharmaceutical Information Center, 2024).

106.

일차수액세트는 정맥관을 교체하는 경우(예, 말초정맥관을 제거하고 중심정맥관을 새로 삽입하는 경우) 또는 새로운 용액을 시작하는 경우에 대상자의 건강상태에 대한 영향을 고려하여 새롭게 교체한다(INS, 2024). 추가적으로 일개 의료기관 연구에서 외과적 수술 4시간 전에 미리 준비해놓은 수액에서 미생물이 발견되지 않았으며 따라서 적절한 무균적비접촉기법(ANTT)과 모니터링이 동반된다면 4시간 전에 수액을 준비하는 것은 미생물 성장과 연관되지 않는다고 보고하였다(Stedman, Yarmush, Joshi, Kamath & Schianodicola, 2017).

X. 말초정맥주입 부속기구(add-on device) 사용

10.1 부속기구 사용 원칙

107-109.

말초정맥주입 부속기구 사용 시 과도한 조작, 우발적인 분리 또는 연결 오류, 오염 및 후속 감염 위험을 증가시킬 수 있으므로 가능한 한 제한적으로 사용한다. 아동을 대상으로 인라인 필터(in-line filter) 사용에 대한 연구에서 인라인 필터의 출구에 연장 세트(extension set)를 연결하여 사용하였을 때, 미립자 오염(particulate contamination)이 크게 증가하였다(Perez et al., 2018). 따라서, 감염 부속기구는 임상적으로 필요한 경우에만 사용하며, 제조업체의 권고사항에 따라 사용한다(INS, 2024). 또한 미생물이 혈관계로 유입되는 것을 방지하기 위해 말초정맥관 삽입 부위는 승인된 일회용 소독제(예: 70% 알코올에 2% 클로르헥시딘 글루코네이트)를 사용하여 오염을 제거한다(RCN, 2016).

10.2 3-way

110.

3-way<그림 18>를 사용하는 경우 주입구에 고형캡(solid cap) 대신 무침 캡을 사용하면 정맥관 관련 혈류감염의 위험성을 줄일 수 있다(Rosenthal, 2020). 무침 캡과 3-way stopcock을 비교하여 정맥관 관련 혈류감염에 미치는 영향을 비교한 메타분석 연구에서 3-way stopcock은 개방체계, 무침 캡은 폐쇄체계로 간주하였고, 3-way stopcock은 무침 캡에 비해 정맥관 관련 혈류감염이 더 높았다. 따라서 3-way를 사용하는 경우 고형 캡 대신 무침 캡으로 교환하여 폐쇄체계를 유지하도록 한다.



그림 18. 3-way
출처. 구미옥 등(2017)

10.3 무침 캡(needleless connector)

111-112.

주사침 자상(needle stick injury)을 예방할 목적으로 무침 캡<그림 19>을 사용한다. 무침 캡을 사용하는 경우 무균적비접촉기법으로 적용하여 정맥관 관련 혈류감염 위험을 예방한다(Flynn, Keogh & Gavin, 2015). 무침 캡은 일차 수액세트 교환 시 함께 교환한다. 무침 캡이 어떤 이유로 든 제거된 경우, 무침 캡 내강에 혈액이나 이물질이 보이는 경우 즉시 교환한다(Hadaway, 2012b).



그림 19. 무침 캡(예)

출처: <https://www.bd.com/en-uk/products-and-solutions/solutions/capabilities/needle-free-connectors>

113.

무침 캡을 사용한 실험연구에서 적혈구 수혈 시 무침 캡을 사용한 주입은 직경이 큰 말초정맥관(18 게이지)를 통한 주입보다 유속이 22~76% 감소하였고, 또는 정질용액 주입 시 유속이 29~85% 감소하였다(Lehn et al., 2015). 따라서, 적혈구 수혈 또는 생리식염수나 하트만액과 같은 정질용액(crystalloid solutions)을 지속적으로 빠르게 주입하는 경우 무침 캡을 사용하지 않는다.

114.

무침 캡 소독에 관한 연구에서 70% 알코올과 알코올 기반 클로르헥시딘을 사용하여 5~15초 사이의 소독 시간의 다양한 효과를 보고하고 있으며, 한 무작위실험연구에서는 말초정맥관에 사용된 무침 캡에 70% 알코올과 2% 알코올 기반 클로르헥시딘을 5초, 10초, 15초 동안 소독하였을 때, 모두 비슷한 수준의 오염 제거 효과가 나타났다(Slater et al., 2020). 5초간 소독한 경우 무침 캡의 상단을 압력을 가해 2회 닦은 다음, 다시 압력을 가해 무침 캡 측면을 반시계 방향과 시계방향으로 최소 3번 문질렀다. 10초간 소독한 경우, 무침 캡 상단을 4번 문질렀고, 측면을 압력을 가해 반시계 방향과 시계방향으로 6번 문질렀다. 15초간 소독한 경우는 5초간 소독과 10초간 소독방법을 모두 적용하여 소독하였다. 이 때, 모든 5초간 소독한 무침 캡에서는 미생물이 완전히 제거되었으며, 10초간 소독한 경우 2%, 15초간 소독한 경우 4% 미생물 제거가 실패하였고, 소독시간에 따른 오염 제거 효과는 차이가 없었다. 다른 연구에서는 중심정맥관에 사용된 무침 캡에 70% 알코올을 사용하여 15초 동안 소독하였을 때, 무침 캡의 균의 집락화가 완전히 제거되었다(Devrim et al., 2019). 따라서, 무침 캡은 70% 알코올 또는 알코올 기반 클로르헥시딘을 사용하여 5~15초간 소독한다(INS, 2024).

115.

무침 캡 소독 후 건조는 미생물 부하와 혈류로의 유입 가능성을 줄여 혈류 감염을 줄일 수 있다. 소독제에 따라 적절한 건조 시간이 필요하며, 70% 알코올은 5초, 알코올 기반 클로르헥시딘은 20초간 건조한다. 포비돈요오드는 완전히 건조되기까지 6분 이상이 필요하므로 임상적으로 적합하지 않다(Slater, Fullerton, Cooke, Snell & Rickard, 2018).

10.4 필터(filter)

116.

필터<그림 20> 사용은 투여 중 미립자 오염을 제거하고 이로 인해 정맥염이나 전신 염증 반응 증후군(systemic inflammatory response syndrome)이 예방되며, 엔도톡신이 감소되는 이익이 있다(Ayres & Mahler, 2021). 그러나 필터 사용으로 인해 필터에 약물의 활성 성분이 흡착되어 약물의 용량이 손실되어 약의 효능이 감소될 수 있다. 또한, 중요한 부형제(excipients)의 흡착으로 인해 안정성, 품질 및 안전성에 부정적인 영향을 줄 수 있으며, 수액으로 필터 구성 요소가 침출 또는 추출될 수 있고, 필터 입자가 떨어져 임상적인 안전에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 필터가 차단 또는 폐색으로 인해 수액의 투여가 감소 또는 중단될 수 있으며, 수액이 과소 투여될 위험성이 있다(Ayres & Mahler, 2021). 따라서 필터 사용 시 이익이 위험보다 클 때 사용한다.

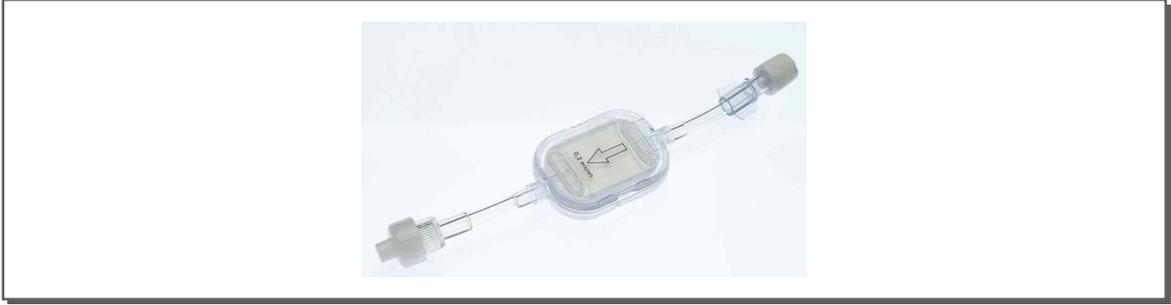


그림 20. 필터

출처: <https://medicina.co.uk/iv-infusion-set-with-filter/>

117.

필터는 약물이나 수액의 특성에 적합한 필터(모공 크기, 필터 구성, 전하, 필터 제조업체)를 선정하며, 특히 소량 또는 치료적 약물농도 범위가 좁은 약물인 경우 필터에 흡착되므로 주의하여 사용한다(Besheer, 2017).

118.

지질용액과 정맥영양용액을 주입 시 필터를 사용하지 않으면 폐색전증으로 사망할 수 있으므로, 지질용액과 지질의 포함여부에 관계없이 모든 비경구영양 용액을 주입할 때에는 1.2 마이크론 필터를 사용한다(INS, 2024).

119.

수혈 시 혈전과 유해입자를 제거하도록 설계된 필터를 사용하며, 표준 수혈세트에는 170~260 μ m 필터가 포함된다(INS, 2024).

120.

유리 앰플이나 바이알에서 약물을 빼낼 때는 필터 바늘이나 필터 빨대(filter straw) (예: 5 마이크론)를 사용하고, 깨진 앰플과 필터 바늘 또는 필터 빨대는 즉시 폐기한다. 약을 흡입하는 데 사용한 필터 바늘을 통해 약을 주입하거나 주사하지 않고, 약물 투여 시 바늘이 필요한 경우, 필터 바늘이나 필터 빨대를 폐기한 후 투여 전에 주사기에 새 바늘로 교체한다(Fry, 2015).

121.

심폐의 우좌 단락(Right-to-left shunting)을 가진 대상자의 모든 수액요법 중에는 공기색전을 예방하기 위하여 공기제거용 필터를 사용한다. 동맥에 미세 기포가 존재하면 잠재적으로 내피 세포

막 손상 또는 전단력 감소로 인해 동맥 수축성을 방해할 수 있다(Fok, Jiang, Chowienczyk & Clapp, 2015; Myers, 2017).

122.

필터는 필터 아래 또는 필터 위에 있는 추가 구성품(예: extension set, stopcocks)에서 흘러나온 물질(세균, 불순물, 공기 등)이 대상자에게 추가로 유입될 수 있으므로 말초정맥관에 가능한 가깝게 위치해야 한다(Pardeshi, Qi, Dahl, Caplan & Carpenter, 2017; Perez et al., 2018).

123.

혈전정맥염을 예방하기 위해 일상적으로 모든 수액세트에 필터를 사용하는 것은 근거가 부족하며, 일상적으로 필터사용이 필요한 대상자 집단이 결정되지 않았다(Van Boxtel et al., 2022). 따라서, 말초정맥주입과 관련된 정맥염을 예방할 목적으로 수액세트에 필터를 일상적으로 사용하는 것은 권장되지 않는다.

124.

필터는 승인된 사용 기간을 초과하지 않고 일차 수액세트 교환 시 함께 교환한다(INS, 2024).

10.5 주입속도 조절기(flow-control device)

125.

주입속도 조절기는 수액주입 관련 요소와 대상자 관련 요소를 고려하여 선정한다. 수액주입 관련 요소로 처방된 수액 요법, 약물 안정성, 처방된 주입 속도, 주입관련 위험, 의료기관 환경, 의료기관 내 사용가능한 자원, 말초정맥관 유형, 수액요법 관련 부작용 등을 고려한다. 대상자 관련 요소로는 연령, 건강상태, 기동성, 치료유형, 자가관리능력(self administration ability), 선호도, 생활습관, 보험급여 여부 등이 있다(INS, 2024).

126-130.

주입속도 조절기를 사용하는 경우 처방된 주입 속도와 용량이 안전하고 정확하게 주입되도록 주입속도 조절기를 모니터링한다(Giuliano, Penoyer, Mahuren & Bennett, 2021). 주입속도 조절기 사용 날짜, 주입 시작 시간, 예상 완료 시간, 경로, 장치 일련번호, 속도 설정, 주입할 용량, 총 주입 용량, 남은 용량, 주입 부위 확인 등을 기록하는 것을 권장한다(RCN, 2016). 정맥주입 펌프는 수액이 압력에 의하여 주입되므로 정맥주위 조직으로 수액이 침윤 또는 일혈이 일어나는 것을

감지하거나 예방할 수는 없다(구미옥 등, 2017). 정맥주입 펌프 사용에 따른 조작오류와 알람을 줄이고, 기록을 개선하기 위해 전자의무기록(EHR)과 연동되는 스마트 주입펌프(그림 21)의 사용을 고려한다(Biltoft & Finneman, 2018; Institute for Safe Medication Practices, 2020; Sues, Beard & Trohimovich, 2019).



그림 21. 스마트 펌프
출처. 유현민(2024)

10.6 수액 가온기(fluid warmer)

131.

수액 가온기는 대상자의 병력, 건강상태 및 처방된 치료법에 따라 필요 시 사용한다. 수액 가온기는 주로 치료용 성분채집술을 위한 혈장교환 시, 심각한 한랭응집소를 가진 경우, 다량 또는 급속 수혈 시, 심폐우회술시, 외상 시, 저체온의 예방 및 치료 시, 수술 중 저체온의 예방 및 치료 시 사용한다(Campbell, Alderson, Smith & Warttig, 2015; Kim et al., 2014; Ma et al., 2017; Quarrie, Stoner, Choueiki, Bonsu & Cohen, 2020; Zaman et al., 2018). 따뜻한 정맥 수액은 수술 후 떨림을 감소시키며(Campbell et al., 2015; Kim et al., 2014; Ma et al., 2017; Zaman et al., 2018), 대상자의 편안함을 향상시킨다(Hausfeld et al., 2015; Quarrie et al., 2020).

132.

수액 가온기는 경고음이 울리고, 온도를 확인할 수 있는 알람체계를 갖춘 것을 사용한다(AABB, 2018; Harrison, Shelton & Dobson, 2019; US Food and Drug Administration, 2019; Xu et al., 2020). 정기점검을 실시하고 기록을 보관하며, 오작동이 의심되는 경우 사용을 중단한다

(AABB, 2018; Campbell et al., 2015; Ramasethu & Seo, 2020; Studer, 2018; US Food and Drug Administration, 2019).

133.

혈액과 수액을 전자레인지나 더운 물에 담그는 것은 감염의 위험이 있으며, 온도를 적절히 맞출 수 없으므로 사용을 금한다(AABB, 2018, 2022; Milligan et al., 2016; US Food and Drug Administration, 2019).

10.7 토니켓(tourniquet)

134-138.

토니켓은 정맥 팽창을 촉진하고 정맥 흐름을 방해하지만 동맥 흐름을 방해하지 않도록 적절하게 적용되어야 하며, 토니켓 위치의 원위부에서 맥박을 쉽게 촉진할 수 있어야 한다(RCN, 2016).

토니켓을 정맥천자 부위보다 10-15cm 위쪽에 적용하면, 정맥이 확장되어 혈액의 흐름이 일시적으로 차단되고 정맥이 더 눈에 띄게 되어 천자가 용이해지기 쉽다(Collingwood G&M Hospital, 2018). 토니켓을 너무 가까운 부위에 적용하면, 혈관을 제대로 압박할 수 없거나 적절하게 확장되지 않아 정맥을 찾기 어려울 수 있으며, 정맥을 과도하게 압박해 혈관이 손상될 위험도 있다. 따라서 정맥천자 부위보다 약간 위쪽에 토니켓을 두어 적절한 압박을 제공하고, 정맥이 충분히 확장되도록 하여 천자 과정을 원활하게 만드는 것이 중요하다.

토니켓은 최소한의 시간 동안만 적용해야 하는데 토니켓의 적용시간은 정맥천자 전 1분 미만으로 제한한다(RCN, 2016). 지혈대는 미생물 전파의 원천이 될 수 있다. 주제범위고찰에서 토니켓의 사용기간은 2주에서 7년 반 동안 여러 의료인이 서로 공유하며 사용하고 있는 것으로 나타났다(Salgueiro-Oliveira et al., 2019). 지혈대의 재사용을 위해 세척, 소독 및 살균이 적절하지 않은 경우 대상자의 안전을 위협할 수 있다(Salgueiro-Oliveira et al., 2019). 따라서, 가능한 한 개별 토니켓 사용을 권장한다. PICC가 있는 부위/상지 또는 midline 정맥관을 포함한 말초정맥관이 있는 사지에는 가능한 토니켓의 사용을 제한한다(Gorski et al., 2021).

XI. 합병증 관리

11.1 정맥염(phlebitis)

139.

말초정맥관 삽입은 의료기관에서 가장 흔하게 행하는 침습적 행위이나, 합병증이 빈번하게 발생하여 치료종료가 될 때까지 말초정맥관을 유지하지 못하고 재삽입하게 된다. 일 연구에서 말초정맥관 실패는 36%로 높게 보고되고 있으며(Marsh et al., 2021), 추가적인 말초정맥관 교환으로 인한 통증 발생, 의료비용 증가, 약물주입 지연, 재원기간 연장 등을 초래한다.

말초정맥관 합병증 발생률과 위험요인을 전향적으로 조사한 Simin 등(2019)의 연구에서 합병증 발생률은 정맥염 44%, 침윤 16.3%, 막힘(occlusion) 7.6%, 탈관(catheter dislodgement) 5.6%로 가장 많이 발생하고 있는 합병증은 정맥염이었다. 정맥염의 위험요인을 평가하여 증상을 조기에 인지하여 적절한 중재를 제공하는 것이 매우 중요하다. Simin 등(2019) 연구에서 정맥염 발생과 관련 여러 독립적 요인을 확인한 결과 감염(OR 1.424 95% CI 1.060-1.914, $p=.019$)이 있거나 동반 질환(OR 1.476 95% CI 1.174-1.856, $p=.001$)이 있는 경우 정맥염 발생률은 약 1.5배 증가하였다. 24게이지에 비해 22게이지(OR 1.773 95% CI 1.116-2.817, $p=.015$)와 20게이지(OR 2.233, 95% CI 1.399-3.565, $p=.001$)에서는 약 2배 증가, 18게이지(OR 2.947 95% CI 1.604-5.413, $p<.001$)에서는 거의 3배 더 높게 정맥염이 발생하는 것으로 나타나 정맥관의 크기가 증가할수록 정맥염발생률이 증가를 보였다.

말초정맥관 정맥염 발생률과 위험요인을 고찰한 체계적 문헌고찰(Lv & Zhang, 2020)에서 정맥염 발생률은 30.7%(95% CI 27.2-34.2), 2등급 이상의 정맥염 발생률은 3.6%(95% CI 2.7-4.6)를 보고하였고 여성의 정맥염 발생률이 유의하게 높은 것으로 나타났다(OR 1.42 95% CI 1.05-1.93, $p = 0.02$). 정맥염의 대상자 관련한 위험요인으로 현재 감염질환 여부, 면역 결핍, 당뇨, 기동성 감소, 심부 정맥 혈전증 가족력, 동반 질환, 여성, 연령(≥ 60 세) 등을 포함하여 인지해야 한다(INS, 2024).

화학적 정맥염은 말초정맥관을 통해 주입된 약물이나 수액으로 인해 내피세포에 염증/손상이 발생(pH, 삼투압 등)하는 것이다(Urbanetto, Peixoto & May, 2016). 자극적 약물(amiodarone, nicardipine, 노르에피네프린, 레베티라세탐, 10% 이상의 포도당 수액, 항암화학요법, 반코마이신을 포함한 항생제, 도부타민, 염화칼륨, 극한의 pH($\text{pH}<5$ or $\text{pH}>9$) 또는 삼투압(600mOsm/L 이상)을 보이는 약물)과 부적절한 약물 희석, 높은 주입 속도, 많은 주입 약물의 수, 수액 내의 미립자 물질, 완전히 건조되지 않은 상태에서 말초정맥관 삽입 중 유입되는 피부 소독제 등이 화학적 정맥염의 원인이 될 수 있다(INS, 2024).

기계적 정맥염은 혈관 내부에서 정맥관의 움직임 또는 정맥관이 정맥에 비해 너무 큰 경우에 내피세포에서 발생하는 마찰과 염증이 나타나면서 정맥염이 된다. 대표적으로 정맥에 비해 너무 굵은 크기의 정맥관 삽입, 굴곡 부위 정맥관 삽입, 빠른 주입 속도, 부적절한 고정, 폴리테트라플루오로에틸렌

(Teflon™)재질의 정맥관, 삽입시 정맥관 삽입에 각도에 따라 발생할 수 있는 외상 등이 요인에 해당된다. 말초정맥관 재질의 개선은 기계적 정맥염을 포함한 정맥관 관련 합병증을 줄일 수 있다(INS, 2024; Urbanetto et al., 2016).

감염성 정맥염은 정맥관 외관의 세균성 오염(부적절한 피부소독, 삽입과정 중에 발생한 오염), 정맥관 허브를 통한 내관오염, 오염된 수액/약물로 인한 내관오염, 응급상황에서 삽입한 정맥관 등과 관련이 있다. 감염성 정맥염은 환자의 면역기능이 저하되거나 조기에 치료되지 않으면 전신 패혈증과 같은 심각한 합병증을 유발할 수 있으므로, 정맥관 삽입과 주입과정에서 무균술의 준수가 중요하다(INS, 2024; Urbanetto et al., 2016).

정맥 주입후 정맥염은 일반적으로 말초정맥관을 제거한 후 48~96시간 후에 나타나며 기계적, 화학적, 감염성 요인 중 하나로 인해 발생한다. 한 연구에서는 정맥주입 후 정맥염 발생률은 말초정맥관 재질 또는 말초정맥관 유지기간과 관련이 있다고 보고했다(INS, 2024; Urbanetto et al., 2016). 대규모로 시행한 한 연구에서 정맥 주입후 정맥염 발생에서 보고된 유일한 위험 요인은 응급실에서의 말초정맥관 삽입이었다(INS, 2024; Urbanetto et al., 2016).

140.

말초정맥관 정맥염을 측정도구에 대한 체계적 문헌고찰에 따르면 약 71개의 정맥염도구가 있는 것으로 보고하였으나, 임상현장에 적용할 수 있는지 합의와 검증이 된 도구는 없다. 합의된 도구의 부재로 정맥염 발생률은 2% ~ 62%로 다양한 결과의 연구가 보고되고 있어 의료기관 별 말초정맥관 정맥염 발생률을 확인하고 비교를 하는데 어려움이 있다(Göransson, Förberg, Johansson & Unbeck M, 2017; Mihala et al., 2018). 정맥염의 증상과 징후의 유형, 수, 등급, 정의는 발표된 연구마다 다르며, 정맥염 평가에 일반적으로 사용되는 징후, 증상 및 도구에 대한 평가자 간 신뢰도가 낮은 것으로 나타나 타당하고 신뢰할 수 있는 평가 도구에 대한 추가 연구가 필요하다(INS, 2024). 단일기관내에서는 표준화된 정맥염 측정 도구와 정의를 일관되게 사용해야 하나, 기존 도구의 한계를 인지해야 한다(INS 2024). 임상에서는 가장 많이 사용되고 있는 정맥염도구는 Visual Infusion Phlebitis scale(VIPS)와 Infusion Nurses Society(INS)의 정맥염도구이다(표 S5-1). VIPS는 Jackson(1998)이 통증, 발적, 부종, 경화, 촉지되는 정맥코드의 증상을 기반으로 1~6등급으로 나누고 각 등급별로 수행해야 할 사항을 권고하였으며, Gallant와 Schultz(2006)이 현재 사용되고 있는 0~5등급으로 2006년에 개정하였다. INS의 Phlebitis Scale은 1998년에 개발되어 여러 번 개정되어 현재 가장 많이 사용되고 있는 0~4등급으로 구분하여 임상증상을 제시하고 있다(Ray-Barruel et al., 2014).

141.

대상자의 특성 등에 따라 다를 수 있지만 INS에서 의료기관에서 허용가능한 수준의 정맥염 발생률을 5% 미만으로 제시하였으나, 연구에 발표되는 정맥염은 2-62%로 다양하게 보고되고 있다

(Mihala et al., 2018). 정맥염을 포함한 말초정맥관 합병증을 줄이기 위해 말초정맥관 삽입과 유지 변들을 고려가 필요한데, 중심정맥관의 성공적인 삽입, 유지 관리변들은 말초정맥관 관련 감염예방에 적합한 변들을 구현하고 수행하기 위한 청사진이다. 말초정맥관 관련 합병증, 감염을 예방하는 변들항목을 조사하고 효과적이면서 실행가능한 말초정맥관 변들에 합의하는 추가적인 연구가 필요하다(Zingg et al., 2023).

혈전성 정맥염(상지)을 고찰한 Heng 등(2020)의 체계적 문헌고찰에서는 위험요인과 관리를 안내하는 알고리즘을 개발하였다(그림 22). 정맥염 관련 위험요인을 인지하면 요인에 따른 예방 전략을 수립하여 정맥염 예방에 도움이 된다(Heng et al., 2020). 체계적 문헌고찰과 메타분석에 근거하여 임상적으로 필요 시 교환과 정규교환의 혈전성 정맥염 발생률에는 명확한 차이가 없어 임상적 상황에 따라 말초정맥관을 교환하는 것을 권고한다(INS 2024).



그림 22. 혈전성 정맥염(상지) 예방관리 알고리즘

출처: Heng 등(2020)

142.

정맥염 발생 시 냉·온요법 적용은 그 자체가 치료가 아니라 증상을 완화시키는 데 이용되는 쉽고 경제적이며 안전한 방법이다. 국소적인 냉요법은 피부와 조직의 온도를 낮추고, 이로 인한 혈관수축이 조직으로 혈류를 감소시켜 상처부위 출혈을 조절하며 모세혈관의 투과성을 낮추어 조직으로의 채액 이동을 방지하여 부종을 감소, 신경전도속도를 늦추어 통증을 감소시키는 기전으로 진통, 항염증 및 발열 억제의 목적으로 사용된다. 온 요법이 혈관 확장으로 혈류와 조직으로의 산소와 영양공급 증가, 식균 세포의 활동과 염증과정 및 상처치유 촉진하여 노폐물 제거에 도움이 된다. 통증완화의 기전은 정확히 알려지지 않았으나 통증역치를 높이는 것과 관련이 되며 근육 이완에 따른 근경련 완화 등을 통한 통증감소와 안위를 촉진한다(양선희 등, 2007; Kim et al., 2016).

정맥염을 효과적으로 관리하기 위한 간호중재가 필요하나 근거가 높은 중재에 대한 연구는 부족하다. 정맥염의 정도를 감소시키기 위해 온요법(warm water compress) 적용과 생리식염수의 효과를 비교한 연구결과는 두 군 모두 정맥염의 정도를 감소시키는데 효과적이었으며, 두 집단간의 평균점수 감소는 차이가 없었다. 그러므로 온요법(warm water compress)은 정맥염 치료에 유용하며 비용 효과적으로 정맥염을 줄일 수 있다(Annisa, Nurhaeni, & Wanda, 2017).

143.

정맥염은 기계적, 화학적, 세균학적 자극에 의해 정맥에 염증이 발생한 상태이며, 정맥 주입 후 정맥염(post-infusion phlebitis)은 정맥주입 후 또는 정맥관 제거 후에 발생한 염증을 의미하고 정맥관 제거 후 48-96시간 사이에 다빈도로 발생한다 (Alexander, Corrigan, Gorski, Hankins & Perucca, 2010; Urbanetto et al., 2016). 브라질의 일개 대학병원에서 수행한 연구에서 말초정맥관 유지 중 정맥염 발생 빈도는 32건(7.2%)이었으며, 이 중 26건(81.2%)이 Grade I 정맥염이었다. 정맥 주입후 정맥염의 발생 빈도는 82건(23%)였으며, 그 중 39(47.0%)가 Grade I 정맥염을 나타냈다(표 10). 정맥염의 발생빈도는 연구에 따라 차이가 있으며, 보고된 자료에서는 8.5%에서 59.1%로 매우 다양하였다(Urbanetto et al., 2016). 이처럼, 정맥염 또는 정맥 주입후 정맥염이 비교적 흔하게 발생함에 따라 정맥주입 중 또는 정맥 주입 후 이에 대한 평가가 필요하다. 정맥 주입 후 정맥염이 발생하는지 말초정맥관 제거 후 48시간 동안 또는 퇴원 시 정맥주입부위를 관찰하며, 대상자와 보호자에게 정맥염의 증상과 징후에 대해 서면으로 안내하고 정맥염이 발생하면 알리도록 한다.

표 10. 브라질 일 대학병원 연구에서 보고된 정맥염과 정맥 주입 후 정맥염 발생

정맥염(n=447)										
			Grade I		Grade II		Grade III		Grade IV	
항목	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Yes	32	7.2	26	81.2	3	9.4	3	9.4	-	
No	415	92.8								

정맥 주입 후 정맥염(n=358)										
			Grade I		Grade II		Grade III		Grade IV	
항목	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Yes	82	23	39	47.0	12	15.0	28	34.0	3	4.0
No	276	77.0								

출처. Urbanetto 등(2016)

11.2 침윤/일혈(infiltration/extravasation)

144-145.

침윤/일혈은 주사 부위의 혈관에서 피하 또는 피하 조직으로 약물이 누출되는 것으로, 비발포성 약물 또는 용액이 누출될 때는 침윤, 발포성 약물이 누출되는 것은 일혈로 정의하고 누출되는 약물의 종류와 양, 환자상태에 따라 다양한 수준의 조직 손상을 초래할 수 있다. 일혈 유발 약물을 발포제(vesicants)와 자극제(irritant)로 구분하여 분류한 것은 <표 11>을 참고할 수 있다.

성인의 말초정맥관에서 발생한 일혈은 0.1% - 6%이고, 중심정맥관에서 발생한 일혈은 4.7%였다. 약물주입과정의 개선, 약물누출의 조기 인지, 관리 방법 교육 등으로 인해 발생률이 감소한다고 여러 연구에서 보고하였다(Kim, Park, Lee & Cheon, 2020).

침윤/일혈의 위험요인 중 대상자 요인은 여성, 현재 감염질환 여부, 통증/압박감/불편감 등을 호소하기 어렵거나 인지장애가 있는 대상자, 연령(노인- 진피층의 두께감소와 함께 오는 혈관의 해부학적 변화(혈관내막, 중막, 외막의 두꺼워짐, 결합 조직의 손실)로 인해 혈관이 약해짐), 혈관의 변화나 순환장애를 초래하는 질병(예; 당뇨, 림프부종, 루푸스, 레이노병), 통증이나 불편감을 호소하기 어려운 의사소통 장애, 의식 상태나 인지변화(예; 초조, 혼동, 진정 등) 등이 있다. 대상자 관련 위험요인을 확인하고 인지하고 예방을 위한 전략을 세우는 것이 중요하다. 지속적인 관찰이 중요하다(INS, 2024).

기계적 요인으로는 예측이 어려운 신체 움직임(예: 유아/어린이, 섬망), 대상자 위치 조정 또는 이송, 시술 중 팔을 집어넣는 자세 등 정맥관내 압력변화나 위치 이상을 유발할 수 있는 것이 해당된다. 또한 부적절한 정맥관의 삽입위치와 크기, 미흡한 삽입기술, 부적절한 정맥관 유지기간 등도 침윤/일혈의 기계적 위험요인이 된다(INS, 2024). Simin 등(2019)의 연구에서 24게이지 정맥관에 비해 20게이지 정맥관(OR 1.937 95% CI 1.014-3.697)에서 침윤발생 가능성이 약 2배 증가하여

말초정맥관 굵기가 증가하면 침윤 발생 가능성이 증가한다고 보고하여 치료에 적합한 굵기의 정맥관을 선택하는 것이 필요하다. 이 외에도 혈관 외상의 위험을 증가시키는 행위는 침윤/일혈의 기계적 위험요인이 될 수 있으므로 피해야 한다. 혈관 외상 위험 증가 행위로는 빠른 주입, 정맥주입 펌프의 볼루스 기능 사용, 굴곡 부위에 말초정맥관 삽입, 전주와 부위에 빈번한 삽입, 다량의 주입, 동일한 부위에서 여러 번 삽입 시도 등이 있다.

일혈로 인한 조직 손상의 발생은 DNA에 대한 약제의 결합 능력에 따라 달라질 수 있어 약물의 특성을 인지하는 것이 중요하다. 항암제 중 발포제는 DNA 결합과 비DNA 결합으로 구분되고, DNA 결합 약물은 빠르게 세포 사멸을 일으키고 주변 조직에 손상을 야기한다. 이러한 물질은 장기간 동안 조직에 잔류하고 재순환되어 괴사 가능성이 있는 지속적인 조직 손상을 초래한다. DNA 비결합 약물은 조직 내에서 쉽게 대사되고 신속하게 비활성 화합물로 중화되어 조직 손상이 적다. 이와 같은 침윤/일혈의 위험요인을 평가하고 필요에 따라 예방 전략을 세워야 한다(INS, 2024).

표 11. 일혈 약물 분류

Antineoplastic Drugs	Vesicants	Amsacrine, Dactinomycin, Daunorubicin, Doxorubicin Epirubicin, Idarubicin, Mechlorethamine, Mitomycin Vinblastine, Vincristine, Vindesine, Vinorelbine
	Irritants	Ado-trastuzumab emtansine, Bendamustine Bortezomib, Busulfan, Carboplatin, Carmustine Cisplatin, Cladribine, Trabectedin, Cyclophosphamide Cytarabine, Piperacillin, Dacarbazine, Docetaxel Etoposide, Flurouracil/floxuridine, Gemcitabine Ifofamide, Irinotecan, Ixabepilone, Melphalan Mitoxantrone, Oxaliplatin, Paclitaxel, Streptozocin Teniposide, Topotecan
Nonantineoplastic Drugs	Vesicants	Hydroxyzine, Promethazine, Digoxin, Epinephrine, Norepinephrine, Esmolol, Mannitol >5%, Phenylephrine Vasopressin, Amino acid solutions >4.25% Arginine, Calcium chloride, Calcium gluconate 10% Dextrose >10%, Sodium bicarb >8.4%, NaCl >3% TPN, Aminophylline, Dantrolene, Methylene blue Phenytoin, Radiographic contrast
	Irritants	Acyclovir, Amphotericin, Cefotaxime, Doxycycline Ganciclovir, Gentamicin, Nafcillin, Penicillin Pentamidine, Vancomycin, Acetazolamide, Chlorothiazide, Dobutamine, Nitroprusside KCL (>0.1 mEq/mL), Propofol, Diazepam, Etomidate, Mycophenolate

출처: Massand, Carr, Schneider & Johnson(2019)

146.

침윤/일혈은 가장 적절한 정맥주입기구와 삽입 부위를 신중하게 선택, 주입 전과 주입 중에 정맥관 위치와 개방성 확인을 통해 예방할 수 있다. 연구에 따르면 침윤/일혈의 위험요인, 최적의 정맥주입기구 선택, 침윤/일혈에 대한 인지, 치료 증재와 관련된 간호사의 지식, 숙련도가 중요하므로 지속적인 교육의 필요성과 중요성을 강조하였다(INS, 2024). 침윤/일혈을 예방하기 위해서 관절부위는 대상자의 움직임에 따라 정맥관의 위치가 이탈될 수 있으므로 피하는 것이 좋다. 일혈의 위험이 높은 고위험군이나 특정 약물을 사용하는 경우 중심정맥관을 통해 삽입하여 예방하는 것이 필요하다(INS, 2024).

147.

침윤/일혈은 조기에 인지하여 조직으로 유출되는 양을 최소화하는 것이 중요하고, 정맥주입 펌프의 경보에 의존하지 않고 삽입부위의 촉진과 시진을 통해 평가하는 것이 필요하다(INS, 2024). 침윤/일혈의 초기 증상은 정맥주입로의 통증, 소양감, 작열감, 따끔거림, 부종, 경미한 홍반 등이 있다(Ehmke, 2021). 조직허혈과 손상을 유발할 만큼 많은 약물의 침윤 또는 일혈로 인해 구획증후군, 복합부위 통증증후군, 신경혈관 손상 또는 사지절단 등의 심각한 결과를 초래할 수 있다. 많은 양의 약물이 유출되지 않도록 조기에 발견하는 것이 중요하고 통증, 감각, 순환의 급성이상을 즉시 인지하고 보고해야 한다(INS, 2024). 일혈은 보통 피부색의 변화(붉어지거나 창백하게 변하는 현상, 과다한 색소침착)를 동반하나 심부 조직으로 약물이 누출되는 경우에는 눈에 띄는 피부색상의 변화가 일어나지 않을 수도 있어 늦게 발견되지 않도록 주의가 필요하다(INS, 2024).

타당도와 신뢰도가 입증된 표준화된 연령/인구별 도구 또는 정의를 사용하여 모든 정맥관의 침윤/일혈을 평가하는 것이 필요하다. <표 12>에는 Kim 등(2020)이 개발한 일혈 평가도구(Extravasation assessment tool)이다. 대상자와 주입 요법의 특성을 기반으로 다양한 빈도로 일혈평가도구를 이용하여 정맥관 삽입 부위를 주기적으로 평가해야 한다(INS, 2024).

표 12. 일혈 평가도구(Extravasation assessment tool)

	Grade				
	0	1	2	3	4
색(color)	정상	분홍색	붉은색	창백	검게 변함
통합(integrity)	상처없음	수포성	표면적의 피부손실	피하조직 노출의 조직 손실	<ul style="list-style-type: none"> 근육 노출의 조직 손실 깊은 분화구가 있는 뼈 또는 회저
피부온도	정상	따뜻함	뜨거움		
부종(edema)	없음	함요(pitting)없음	함요		
기동성(mobility)	완전	약간 제한	매우 제한	부동	
통증(pain)	0-10 점				
열(fever)	정상	상승(24시간 중 최고값)			

출처. Kim 등(2020)

148.

일혈/침윤 발생 시 신속하고 적절한 관리할 수 있는 절차가 있어야 하고 간호사의 교육과 훈련이 필요하다. Kimmel 등(2018)에 따르면 혈관 밖 유출(일혈) 의심 시 대처절차는 다음과 같다.

- 1단계: 즉시 주입을 멈춘다.
- 2단계: 수액세트와 정맥관을 분리한다. 정맥관은 제거하지 않고 그대로 둔다.
- 3단계: 가능한 1-3cc 주사기를 사용하여 일혈된 잔존약물의 흡인을 시도한다.
- 4단계: 일혈 부위의 압박은 피하면서 말초정맥관을 제거한다.
- 5단계: 일혈 부위와 환자의 증상을 평가한다.
- 6단계: 의사에게 알린다.
- 7단계: 일혈 발생 후 해당부위를 온 또는 냉요법을 적용한다.
- 8단계: 해독제가 필요한 경우 투여한다.

일혈 의심 시 즉시 주입을 중단하고 수액세트를 분리 후 흡인을 통해 조직에 일혈된 약물을 최소화하고, 발포제의 추가 주입을 막기 위해 관류는 하지 않는다. 상태 변화를 평가하기 위해 피부 마커로 발생한 부위를 표시한다. 염증을 줄이고 조직 재흡수를 촉진하기 위해 사지를 들어올리고 약물/수액의 특성에 따라 온/냉요법을 적용한다(Kim et al., 2020). 참고로, INS(2024)에서 제시하는 일혈 단계(extravasation stage)별 중재는 <표 13>에 기술하였다.

일혈이 발생한 다음 날 발적, 부종 및 통증이 증가하면서 염증이 악화되기도 하고, 발포제에 따라 며칠 또는 몇 주 후에 수포가 나타나고 염증이 괴사로 발전할 수 있다. 일혈은 지연되어 발생하는 사례보고가 있으므로 추적 관찰을 매일 또는 2일마다 정기적으로 일혈 부위를 사정해야 하고 증상이 완전히 해결될 때까지 매주 평가가 필요하다(Onesti, Carella, Fioramonti & Scuderi, 2017).

표 13. 일혈 단계(extravasation Staging)별 중재

단계	평가	치료 중재
1	<ul style="list-style-type: none"> • 주입부위의 통증 • 홍반 없음 • 국소적인 부종(부위 위 또는 아래 사지의 1%-10%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 말초정맥관 제거 • 사지 거상 • 온요법/냉요법
2	<ul style="list-style-type: none"> • 주입부위의 통증 • 약간의 부종(부위 위 또는 아래 사지의 최대 25%) • 약간의 홍반(일혈의 중앙 부위에 국한됨) • 부위 아래에 맥박이 양호함 • 부위 아래에 활발한(1-2초) 모세혈관 재충전 	<ul style="list-style-type: none"> • 말초정맥관 제거 • 사지 거상 • 온요법/냉요법 • 해독제 고려
3	<ul style="list-style-type: none"> • 주입부위의 통증 • 중등도 부종(부위 위 또는 아래 사지의 25%-50%) • 현저한 홍반(혈관 유출의 중심 영역을 넘어 확장됨) • 희게 됨(중압 혈관 유출에만 해당) • 부위 아래에 맥박이 양호함 • 활발함(1-2초) 부위 아래 모세혈관 재충전 • 피부냉감 	<ul style="list-style-type: none"> • 말초정맥관을 제거하지 않고 1mL 주사기를 사용하여 가능한 한 많은 양의 약물을 흡인. • 해독제 투여에 필요한 경우를 제외하고 말초정맥관 제거. • 사지 거상 • 온요법/냉요법 • 해독제 고려

단계	평가	치료 중재
4	<ul style="list-style-type: none"> • 주입부위의 통증 • 심한 부종(부위 위 또는 아래 사지의 50% 이상) • 매우 뚜렷한 홍반(부기 경계를 넘어 확장됨) • 희게 됨(비압축성 혈관 외 유출) • 맥박이 감소하거나 없음 • 모세혈관 재충전 연장 > 4초 • 피부냉감 • 수포나 괴사를 동반한 피부 손상 	<ul style="list-style-type: none"> • 말초정맥관을 제거하지 않고 1mL 주사기를 사용하여 가능한 많은 양의 약물을 흡인. • 해독제 투여에 필요한 경우를 제외하고 말초정맥관 제거. • 사지거상 • 온요법/냉요법 • 해독제 고려. • 부위가 부어오르고 피부가 하얗게 변하는 경우 수술 중재 고려

출처. INS(2024)

149.

일혈 발생 시 치료를 위한 온 또는 냉요법을 권장하는 높은 수준의 근거는 부족하다. 냉요법은 약물의 흡수를 줄여 약물농도를 감소시키고, 통증과 염증감소에 도움이 되며, 채액의 재흡수를 촉진하여 부종완화, 혈류를 감소시켜 약물이 근육에 흡수되어 주위 조직으로 손상이 확대되는 것을 방지한다. 온요법은 혈관 확장을 촉진하고 혈류를 증가시켜 약물을 조직으로 빠르게 분산한다. 습요법은 피부의 짓무름을 유발하여 감염이나 피부손상을 발생시킬 수 있으므로 피한다(INS, 2024). DNA 결합 약물과 발프로에이트(valproate)는 혈관 수축을 통해 약물을 조직에 국한시키고 염증을 감소시키기 위한 건냉요법을 적용하고, DNA비결합약물의 경우는 혈관 확장을 위해 건온요법을 적용한다. 조영제가 혈관 밖으로 누출된 경우 온 또는 냉요법 적용하나, 염증을 감소하는 목적으로 일반적으로 냉요법을 우선 적용한다. 해독제인 dexrazoxane이 투여해야 한다면 주입 15분 전에 냉요법을 제거한다(INS, 2024). 일혈 유발 약물별 중재 및 해독제는 <표 14>에 제시하였다.

표 14. 약물별 분류, 중재 및 해독제

약물	분류	냉온요법	해독제
Acyclovir	Irritant or vesicant; alkaline agent (pH 11)	냉	Hyaluronidase
Aminophylline	Vesicant; alkaline agent (pH 8-10)	온	Hyaluronidase
Amiodarone	Vesicant; acidic agent (pH 3.5-4.5)	온	Hyaluronidase
Amphotericin B	Vesicant; acidic agent (pH 5-7)	냉	Hyaluronidase; for liposomal, consider flushout instead
Ampicillin	Vesicant; hyperosmolar agent	온	Hyaluronidase
Dobutamine	Vesicant; vasopressor	온	1차: phentolamine 2차: terbutaline /topical nitroglycerin

약물	분류	냉온요법	해독제
Dopamine	Vesicant; vasopressor	온	1차: phentolamine 2차: terbutaline /topical nitroglycerin
Doxycycline	Vesicant; acidic agent (pH 1.8-3.3)	온	Hyaluronidase
Epinephrine	Vesicant; vasopressor	온	1차: phentolamine 2차: terbutaline /topical nitroglycerin
Mannitol 20%	Vesicant; hyperosmolar agent	온	Hyaluronidase
Nafcillin	Vesicant or irritant	온	Hyaluronidase
Nitroglycerin	Vesicant; hyperosmolar agent	냉 또는 온	Hyaluronidase
Norepinephrine	Vesicant; vasopressor	온	1차: phentolamine 2차: terbutaline /topical nitroglycerin
Pentobarbital	Vesicant; alkaline agent (pH 9-10.5)	온	Hyaluronidase
Phenylephrine	Vesicant; vasopressor	온	1차: phentolamine 2차: topical nitroglycerin
Phenytoin and fosphenytoin	Vesicant; alkaline agent (pH 10-12)	온	Hyaluronidase or nitroglycerin
Valproate	Vesicant	냉	Hyaluronidase with washout
Vancomycin	Irritant or vesicant; acidic agent	온 (근거 부족)	Hyaluronidase
Vasopressin	Vesicant; vasopressor	온	1차: topical nitroglycerin 2차: phentolamine or terbutaline

출처. Tarpey, Narechania & Malesker(2023).

150.

일혈이 발생한 약물과 용량에 대한 제조사의 권고사항 또는 기관의 프로토콜에 따라 일혈 발생 주변의 피하 조직에 적절한 해독제 또는 분산 효소(표 15)를 주입한다(INS, 2024).

안트라사이클린 항암제 일혈 발생시 해독제 텍스라족산을 3일간 매일 정맥주입하는 것은 권장하고, 보통 일혈 발생 6시간 이내에 발생부위 반대편으로 주입을 시작한다. 국소 디메틸 설펝사이드(DMSO)는 텍스라족산 효능을 감소시킬 수 있으므로 텍스라족산을 투여받는 환자에게 적용하지 않는다. Hyaluronidase는 특정 수포제에 대한 해독제로 간주되지 않고 조직 내 약물이나 용액의 흡수와 분산을 증가시키는 효소이다. 산성 및 알칼리성 약물(예: 아미오다론, 페니토인), 빈카 알칼로이드, 고삼투압 용액(정맥주입영양제 및 칼슘염)을 포함한 세포독성과 비세포독성 약제에서 사용이

권장된다. 일혈 발생 후 1시간 이내에 피하주사하는 것이 가장 좋은 반응을 보이고, 히알루로니다아제와 함께 건열요법을 사용하면 시너지 효과를 발휘하여 혈류를 증가시키고 유출된 약물을 분산시킨다. 혈관수축제 약물의 일혈에는 펜톨라민이 선호되고, 투여 후 10분 이내에 해당 부위의 정상적인 관류가 나타날 수 있다. 관류저하가 여전히 존재하거나 혈관 수축이 더 넓은 부위로 확장되는 경우 반복 주사가 필요하다. 펜톨라민을 즉시 사용할 수 없는 경우 혈관수축제 일혈을 위해 테르부탈린 주사가 사용되기도 한다. 국소 니트로글리세린 2%는 펜톨라민이 없는 혈관수축제 일혈부위에 적용될 수 있고 처방에 따라 8시간마다 반복한다. 일혈 증상이나 임상상황에 따라 경구, 국소 또는 병변 내 스테로이드 사용을 고려하는데, 일부 연구에서 염증과 부종이 감소한 것으로 나타났다(INS, 2024).

표 15. 일혈 시 피하로 투여하는 해독제 사용방법

일혈 약물	해독제	사용방법
Dacarbazine(DTIC) Mechlorethamine(Mustargen) Mitomycin(Mutamycin) Oxaliplatin(Eloxatin) Carboplatin(Paraplatin) Cisplatin(Platinol)	Sodium thiosulfate	6mℓ의 증류수에 10% Sodium thiosulfate 4mℓ를 섞는다. 25 게이지 바늘을 사용하여 5mℓ를 일혈 부위에 피하 주사 하며, 각 주입마다 감염예방을 위하여 주사 바늘을 바꾼다.
혈관수축제	Phentolamine	10분 이내에 정상 관류를 관찰할 수 있으며, 저관류가 지속되거나 혈관이 수축되는 부위가 더 넓어지면 반복적으로 주입한다. Terbutaline 혈관수축제 phentolamine이 부족할 경우 사용된다.
Carmustine(BiCNU) Docetaxel(Taxotere) Etoposide(Vepesid) Paclitaxel(Taxol) Teniposide(Vumon) Vinblastine(Velban) Vincristine(Oncovin) Vincristineliposomal(Marqibo) Vindesine(Eldisine) Vinorelbine(Navelbine)	Hyaluronidase	25 게이지를 사용하여 0.1mℓ에서 0.2mℓ씩 5~10회 일혈부위에 피하주사하여 총 1mℓ(200 단위)를 주입한다. 각 주입마다 감염예방을 위하여 주사 바늘을 바꾼다. 증상이 지속되면 최대 250단위까지 사용할 수 있다.
혈관수축제	2% Nitroglycerine	일혈 부위에 nitoglycerine 국소적용제를 1인치 바른다. 8시간마다 반복한다.

출처. Infusion Nurses Society(2006)

151-153.

표준화된 일혈 도구(표 12)를 이용하여 주기적인 시진과 양측 사지 촉진을 통해 침윤/일혈의 증상과 징후를 조기에 인지하고 예방하여 침윤/일혈 손상 정도를 최소화해야 한다. 빠른 발견을 통한 적절한 중재를 하기 위하여 대상자의 보고가 중요하므로 대상자에게 일혈 발생의 잠재적 위험을 인지할 수 있도록 하고 모든 증상을 즉시 보고하도록 교육해야 한다. 주입 후 일혈이 발생한 경우 일혈의 증상의 진행과 향후 치료 계획에 대한 교육도 필요하다(INS, 2024). 아울러, 의료기관차원에서는 위해사고 보고서와 의무기록을 이용하여 위해가 발생한 침윤/일혈 사례를 검토하고 질 향상 전략을 수립한다.

11.3 공기색전(air embolism)

154.

정맥주입과 관련된 공기색전은 드물지만 심혈관, 폐 및 신경학적 영향과 관련된 생명을 위협하는 원인이 될 수 있으므로, 의료기관은 공기색전을 예방, 식별 및 관리할 수 있는 지침과 장비를 잘 갖추어야 한다. 공기색전은 공기가 혈류로 유입되도록 하는 압력의 차이로 인해 발생하며, 발생 시 혈류폐색으로 이어질 수 있다. 공기색전의 발병률은 보고되지 않은 사례가 많기 때문에 잘 알려져 있지 않지만, 11,000개 이상의 중심정맥관을 포함한 한 연구에 따르면 772건 중 1건의 공기색전 발생을 보고하였다(McCarthy, Behraves, Naidu & Oklu, 2016). 한 증례연구에서 이송과정에서 priming 되지 않은 수액세트를 말초정맥관에 연결 후 혈액역학적으로 불안정해진 31세 남성이 응급실에서 공기색전 진단을 받은 사례를 보고하였다(Abramson, Sanko, Kashani & Eckstein, 2020). 후향적 연구에 따르면 공기색전 발생 후 6시간 이내에 치료를 시작하면 더 나은 결과를 얻는 것으로 나타나 조기에 공기색전의 임상적 발현, 진단 및 응급 중재를 강조하였다(Vinan-Vega et al., 2019).

155.

심각한 공기색전증과 관련된 증상과 징후는 비특이적이며 진단하기 어려울 수 있다. 소량의 공기가 정맥 내로 유입된 경우는 공기가 폐의 모세혈관층에서 분해되어 흡수되기 때문에 증상이 나타나지 않거나 기침과 같은 경미한 증상을 보일 수 있다(McCarthy et al., 2016). 그러나 다량의 공기가 정맥 내로 유입되었을 때는 폐혈관 수축, 폐동맥압 증가, 우심실 유출에 대한 저항 증가 등이 발생하여 우심실 부전을 유발할 수도 있다(Brull & Prielipp, 2017).

공기색전 임상증상은 유입된 공기의 양, 유입속도, 대상자의 전반적인 건강 상태, 체위, 공기색전이 위치한 부위에 따라 다양할 수 있다. 일반적으로 성인에서 치명적인 순환정지를 일으키는 공기량은 200-300cc 또는 3~5mL/kg로 많이 보고하지만, 사망까지 이를 수 있는 치명적인 공기의 양은

공기색전이 위치한 혈관에 따라 다를 수 있다. 아주 적은 양의 공기지만 관상동맥에 위치하는 경우 급성 세포 허혈과 치명적인 부정맥이 발생할 수 있다. 또한 뇌순환에 중요한 혈관에 소량의 공기는 파괴적인 신경학적 변화로 인한 심각한 뇌 손상까지 초래한다(Brull & Prielipp, 2017).

보수적으로 치명적인 공기량을 100mL를 추정하는 것을 추천하고, 특히 어린이와 유아에게는 적은 양의 공기도 심각하고 잠재적으로 치명적인 합병증이 가능하다. 공기의 양에 따른 임상적 결과는 <표 16>와 같이 요약하였다. 결론적으로 외부에서 유입되는 공기에 대해 의료기관은 'Zero tolerance' 정책이 필요하다(Brull & Prielipp, 2017).

표 16. 혈관 내 공기색전증의 영향(색전의 양과 임상적 효과)

공기량	의미
300-500mL	치명적인 공기색전을 야기하는 양(성인)
100mL	심장의 오른쪽을 채우는데 필요한 부피를 기준으로 치사량을 보수적으로 추정한 값
3.5mL/kg	신생아, 유아의 이론적 치사량
1.4mL	관상동맥으로 유입될 경우 28% 사망률을 초래할 수 있는 용량
1mL	혈관계에 격리된 경우 15분 동안 정맥주입되는 '안전한' 공기량
50µL	임상적으로 미미한 공기량
25µL	기기가 감지하고 제거하는 공기량

출처: Brull & Prielipp(2017).

156.

임상적으로 공기색전이 의심되는 경우 초기에 신속한 중재를 수행해야 한다. 가장 먼저 더 이상의 공기가 유입되지 않도록 공기 유입 원인을 확인 후 차단하는 것이 필요하다. 대상자의 머리가 아래로 향한 자세인 좌측 트렌델렌버그 자세를 취해주어야 하는데, 이는 기포가 우심실 유출로에서 우심방으로 이동하도록 하여 우심방에 공기를 가두고, 우심실 유출로와 폐동맥으로 가는 공기를 최소화하기 위한 것이다. 이 자세는 공기색전의 이동을 예방하는 것과 함께 좌심실의 혈류를 유지하여 관상동맥 소공(Coronary ostia)으로 공기색전이 이동하지 않도록 하여 심근경색을 예방할 수 있다. 허혈을 최소화하고 기포의 크기 감소를 가속화하기 위해 고유량 산소의 적용이 필요한데, 가능한 경우 고압 산소를 공급하는 것이 좋다. 질소가 79% 함유된 실내 공기 또는 아산화질소가 포함된 마취 가스보다 100% 산소를 권장하는 이유는 산소가 질소보다 혈액에 34배 더 잘 용해되기 때문이다. 혈액에 포함된 산소가 기포에서 혈액으로 질소가스의 재흡수를 도와 공기색전의 크기를 감소시킬 수 있다(그림 23). 대상자의 공기색전 증상이나 중증도에 따라 심폐소생술이 필요할 수도 있고, 직접 기포를 흡입 또는 제거해야 할 수도 있다(Chuang, Sundararajan, Sundararajan, Feldman & Xiong, 2019; Cook, 2013).

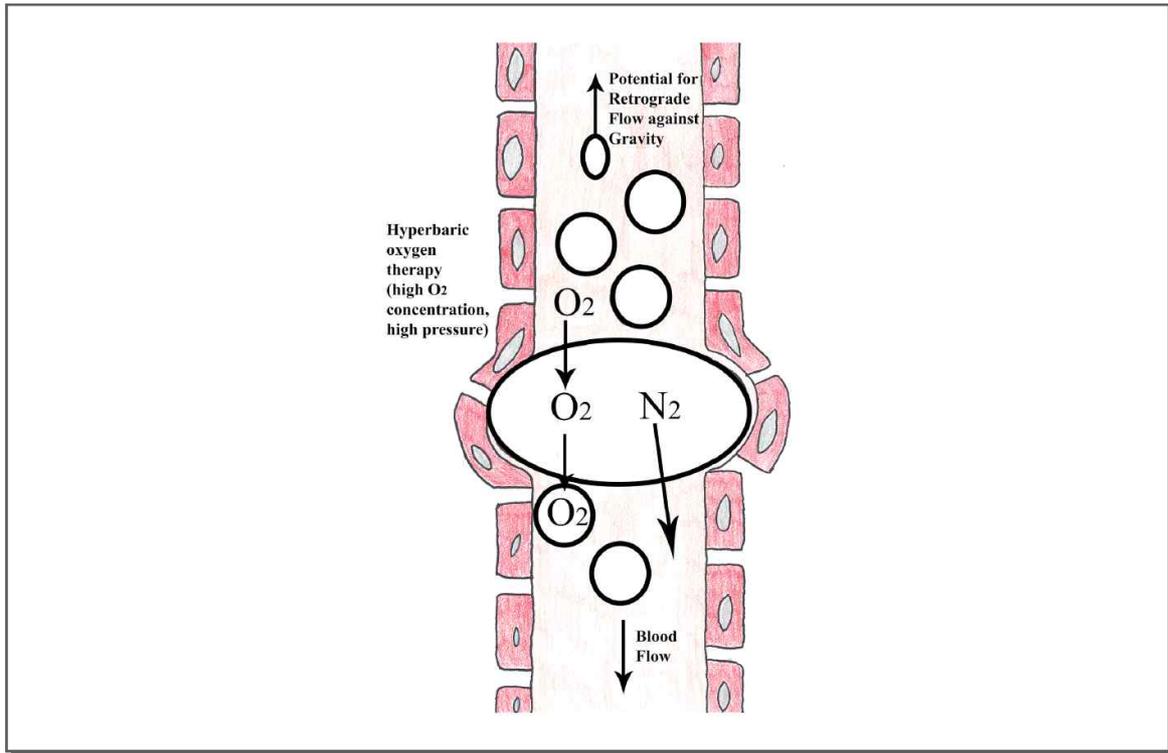


그림 23. 공기색전에서 고농도산소의 가스교환
출처: Chuang 등(2019)

11.4 말초정맥관 색전(catheter embolism)

157-158.

말초정맥관 삽입은 일반적으로 무해한 행위로 간주되지만, 말초정맥관 파열로 생긴 파편으로 인한 말초정맥관 색전은 드물게 발생할 수 있다. 분절된 정맥관은 대정맥, 우심방, 우심실, 폐동맥 및 말단 분지로 이동하여 남아있을 수 있으며, 정맥관 폐색, 심혈관 또는 폐 손상, 심장 정지 또는 급사와 같은 합병증을 유발할 수 있다(Dell'Amore, Ammari, Campisi & D'Andrea, 2016; Surov et al., 2009).

말초정맥관을 삽입하거나 제거하는데 어려움이 있을 때마다 말초정맥관의 손상이 없는지 무결성 확인이 필요하다. <그림 24>와 같이 말초정맥관 삽입 중 탐침(stylet)을 재삽입하는 과정으로 인한 분절이 발생할 수 있으므로 재삽입하지 않아야 한다. 말초정맥관 제거 후 말초정맥관 삽입 전/후 길이를 비교하여, 손상이 의심되면 흉부촬영검사 또는 추가 검사를 실시한다.

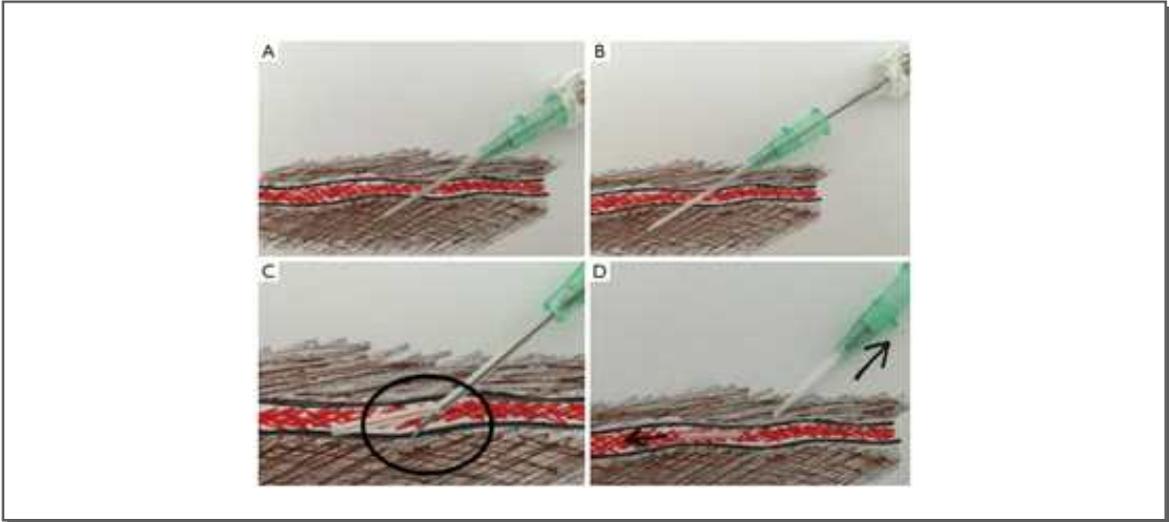


그림 24. 말초정맥관 색전 발생 예

출처: Dell'Amore 등(2016)

159-160.

분절 조각은 정맥관 기능 장애, 부정맥, 폐 증상(호흡곤란, 기침), 혈전증, 혈관 협착증, 감염 및 패혈증을 유발할 수 있지만 대부분의 경우 무증상이다(Colon-Casasnovas & Lugo-Vicente, 2008). 말초정맥관 분절이 의심되는 경우 즉시 주입을 중단하고, 수액라인을 고정한다. 금기(뇌압 상승, 눈 수술, 중증의 심장질환이나 호흡기질환)가 아니라면 좌측 트렌델렌버그 또는 좌측위를 취해 준다. 분절이 이동하지 않도록 대상자의 사지(limb)를 포함한 신체 움직임을 최소화한다. 색전증의 증상과 징후가 분명하지 않은 경우에도 즉시 의사에게 알린다. 말초정맥관 색전이 확인되면 즉시 파편의 이동을 줄이기 위한 방안을 고려한다. 정맥관 분절로 인한 색전증은 응급 상황이므로 갑작스럽게 발생한 의학적 응급 상황과 마찬가지로 증상에 대응해야 한다. 분절 조각은 개흉술 또는 최소 침습적 경피적 혈관 내 접근을 통해 제거할 수 있는데, 최소 침습적 경피적 혈관 내 접근은 빠른 회복과 이환율 및 사망률을 감소시키는 장점이 있다(Surov et al., 2009). 일반적으로 경피적으로 제거하는 기술이 선호되지만 수술여부는 사례별로 논의되어야 한다(Dell'Amore et al., 2016).

11.5 신경손상(nerve injury)

161.

말초정맥관이 신경을 관통하면 일시적 또는 영구적인 손상을 일으킬 수 있으므로 이를 예방하는 것이 중요하다. 손상 받은 신경은 이전에 신경 분포를 받았던 섬유와 다시 연결하려고 시도하면서 재생이 되는데, 회복기간은 보통 몇 주 또는 1년 이상이 필요하고 일부 환자는 바늘이 신경을 찌르는 정도에 따라 영구적인 손상이 발생하기도 한다. 말초정맥관을 삽입하는 간호사는 혈관, 동맥 및

신경 해부학에 대한 실무 지식을 가지고, 적절한 부위를 선택하여 신경손상을 예방할 수 있다 (Masoorli, 2007).

전완에는 정맥천자에 적합한 여러 정맥이 있지만, 두부정맥을 선택하는 이점은 혈관의 크기가 커서 삽입하기 쉬운 점과 해부학적으로 움직임이 적은 것이다. 그러나 두부정맥의 해부학적 위치에 따라 신경손상 위험이 높아질 수 있다. 표면요골신경가지(Superficial branch radial nerve) <그림 25>는 전완 중앙의 상완요골근에서 표면으로 올라와 손목의 미세한 감각가지에서 갈라지면서 손등 위로 분포한다.

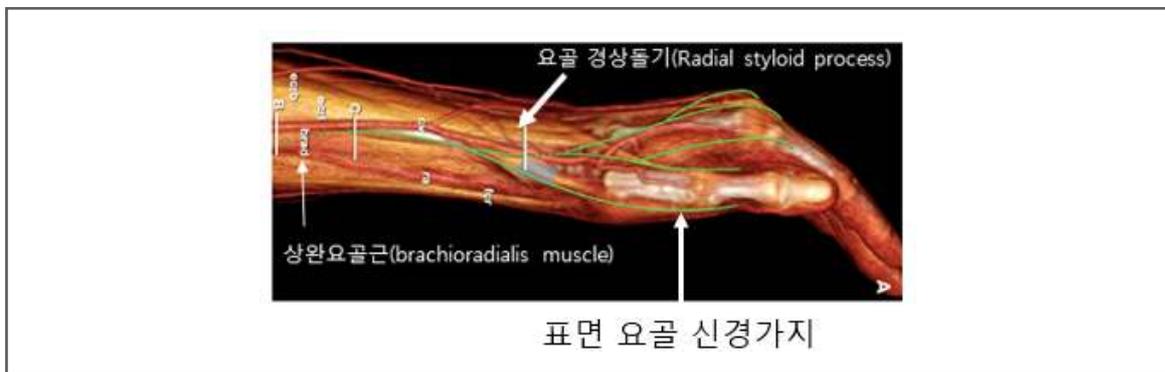


그림 25. 전완의 Superficial branch radial nerve 해부학적 위치
출처: Becciolini, Pivec, Raspanti 와 Riegler(2021)

신경은 요골경상돌기(radial styloid process)에서 전완 중앙까지 표피 가까이 위치하기 때문에 정맥천자시 신경손상의 위험이 높아 전완의 아래쪽 부분은 피하는 것이 좋다(Inui et al., 2023) <그림 26>.

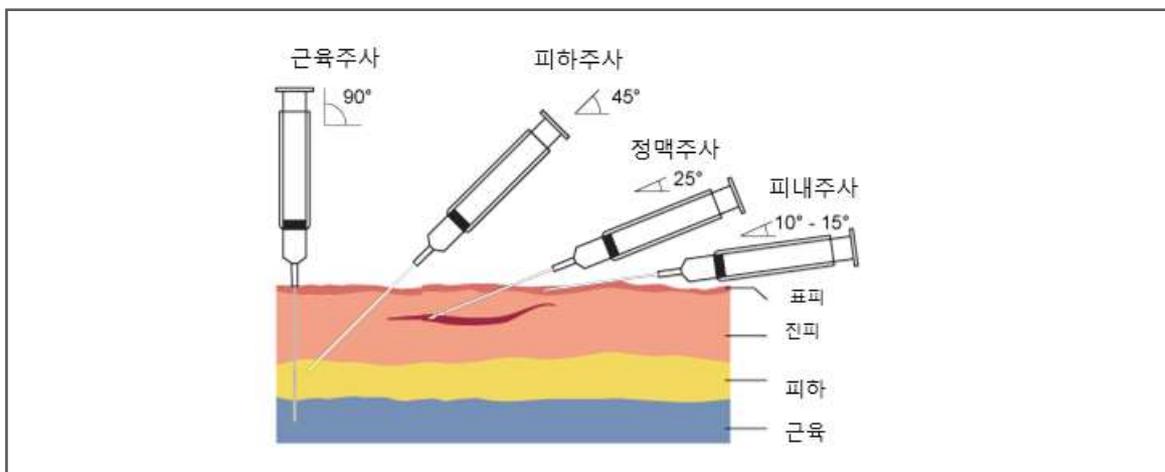


그림 26. 주사각도

출처: 위키미디어 커먼스

(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Needle-insertion-angles-1.png?uselang=ko>)

162.

바늘 끝이 큰 신경에 닿으면 환자에게 즉시 증상이 나타난다. 많은 환자의 보고에 따르면 가장 흔한 증상은 환자가 팔 아래로 즉각적인 '감전'을 느끼는 것이다. 또한 많은 환자들이 방사성 무감각과 따끔거림을 호소한다. 환자는 팔을 떼어내려고 반사적으로 반응할 수 있다. 바늘로 인한 통증. 환자는 갑작스럽고 예상치 못한 통증을 종종 보고한다(Masoorli, 2007).

163.

말초정맥관과 정맥천자바늘 삽입 또는 유지하는 동안 신경손상의 위험을 인지하고, 대상자가 감각 이상 유형의 통증을 보고하면 즉시 제거해야 한다(INS 2024). 혈관밖으로 유출된 정맥주입약물, 혈중, 정맥염 또는 혈전성 정맥염으로 인해 조직 내 체액이 축적되면 신경압박을 일으키는 부종을 유발할 수 있다(Dawson & Christie, 2007; Horowitz, 2001). 신경손상의 치료는 신경성 통증약물, 통증관리증제, 물리치료, 경피신경전기자극치료(Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, TENS) 등을 고려할 수 있으며, 신경손상의 즉각적인 인지와 치료가 일반적으로 좋은 예후를 보고한다(Ramos, 2014).

XII. 항암제 주입

12.1 항암제 주입 원칙

165.

항암화학요법은 다양한 부작용이 발생할 수 있는 치료법이므로 치료를 시작하기 전에 대상자에게 치료의 위험, 이점 및 치료대안에 대한 설명을 제공하고 환자가 질문할 수 있는 기회와 치료에 동의 또는 거부할 권리를 보장해야 한다(INS, 2024). 치료에 대한 설명이 이루어지고 대상자의 서면동의서가 작성되어 있는지 확인한 후 항암제 투여를 시작한다(RCN, 2022).

항암제를 안전하게 투여하기 위해 항암치료계획에 영향을 미칠 수 있는 사항들을 치료 주기(cycle)마다 사전에 확인해야 한다(Neuss et al., 2016; Olsen, 2023). 특히 대상자의 체중과 키, 혈액검사결과 등은 투여할 항암제의 종류와 용량 등에 영향을 미칠 수 있으므로 반드시 사전에 확인하며, 입원 중인 환자의 경우 적어도 매주 체중을 측정하여 1주일 이내에 측정한 체중으로 항암제 용량을 결정할 수 있도록 한다(Olsen, 2023). 활력징후는 감염(발열 유무), 이전에 투여한 항암제의 부작용(예: bevacizumab 투여 시 고혈압 유발 가능 등)을 시사할 수 있으므로 치료 전에 확인한다(Olsen, 2023). 필요한 임상검사 및 진단검사의 경우 환자, 항암제 종류 등에 따라질 수 있으므로 치료 계획에 따라 확인해야 하며, 환자의 투약목록 확인 시에는 의료기관에서 처방하지 않은 약물도 확인해야 한다(Olsen, 2023).

166.

항암제는 투여 오류의 위험을 줄이기 위해 의사의 서면 처방을 통해서만 투여한다(INS, 2024). 구두 처방은 항암제의 주입 중단 또는 유보의 경우에만 허용한다(INS, 2024).

167.

항암제는 잘못 투여 시 환자에게 치명적인 위해를 입힐 수 있는 고위험 의약품이고 건강한 사람이 항암제에 노출될 경우 유해할 수 있으므로, 항암제를 취급하는 직원은 이에 대한 교육을 받고 전문성을 갖추어야 한다(INS 2024). 의료기관은 항암제 투여에 필요한 교육을 받은 적절한 의료인만 항암제를 투여할 수 있도록 보장해야 한다(Neuss et al., 2016; Olsen, 2023). 직원교육 프로그램은 항암제를 투여하는 의료인이 항암제의 치료 원리, 투여방법, 발생 가능한 부작용 등에 대한 전문지식을 갖추는 뿐만 아니라 작업자의 항암제 노출 위험을 줄일 수 있는 조작법과 폐기방법에 대한 내용을 포함하여야 한다(Neuss et al., 2016; Olsen, 2023).

12.2 항암제 취급자 보호 방안

168.

항암제 투여 및 취급하는 모든 시점에 작업자를 보호하기 위해 적절한 개인보호구 및 안전조치를 적용해야 한다. 항암제를 취급하는 모든 장소 및 시점에 개인보호구를 적절하게 착용할 수 있도록, 관련 지침 준수를 촉진하기 위해 필요한 위치 곳곳에 개인보호구를 구비한다(Crickman & Finnell 2016; Hodson, Ovesen, Couch & Mead, 2020). 항암제를 투여하거나 취급하는 과정에서 쏟아졌을 때 신속히 처리하기 위해 spill kit<그림 27>를 갖추는 것이 도움이 된다.



그림 27. Spill kit 구성품 예
출처. 서울대학교병원 자체 촬영(2024)

169-170.

항암제를 취급하는 작업 내용에 따라 권고되는 개인보호구의 종류는 다를 수 있으며<표 17>, 조제 시에는 개인보호구를 착용할 뿐만 아니라 약물의 무균조제 및 조제자 보호를 위해 Class II급 이상의 생물안전캐비닛(biological safety cabinet) 설비를 갖춘 장소에서 조제해야 한다(Hodson et al., 2020, Kennedy et al., 2023). 조제를 완료한 후에는 적절한 운반 용기(예: 액체 형태의 경우 밀봉된 이중 비닐 봉투 등)에 '작업자 주의'가 필요함을 알릴 수 있는 라벨을 부착하여 안전하게 배송한다. 밀봉된 이중 비닐봉투 등과 같이 적절히 밀폐된 용기를 사용하여 배송하는 경우 개인 보호구를 착용이 필수는 아니지만, 용기가 항암제에 오염된 경우에는 장갑 착용이 필요하다. 또한 배송 과정에서 작업자에게 항암제가 노출될 위험이 있거나, 작업자가 임신부 또는 모유수유 중인 경우 개인보호구 착용이 권고된다(Kennedy et al., 2023).

표 17. 항암제 취급 시점별 개인보호구 착용

항암제 취급 시점	개인보호구			
	장갑	일회용 가운	안면 보호구	호흡기 보호구
조제된 약 운반 시	불필요	불필요	불필요	불필요
정맥 투여 시	두 겹 착용	착용	불필요 (얼굴에 튀 위험이 있을 경우 착용)	불필요
폐기물 취급 시	한 겹 착용	불필요	불필요	불필요
누출된 항암제 처리 시 (spill management)	두 겹 착용	착용	고글 착용	착용

출처. Hodson 등(2020); Kennedy 등(2023)

전문가 단체(Oncology Nursing Society, ASHP, NIOSH 등)에서 제시하는 개인보호구에 대한 공통 권장사항은 다음과 같다. 항암제 취급 시 사용하는 장갑과 가운은 항암제가 투과되지 않는 안전한 제품임이 입증되어야 하며, 장갑은 ASTM의 기준 D6978을 통과한 제품을 사용하고 가운은 ASTM의 기준 F739를 통과한 소재의 일회용 가운이면서 작업자의 전면을 보호할 수 있도록 긴 팔의 뒤로 닫히는 디자인, 탄성이 있는 소매로 된 가운을 사용한다. 장갑은 준비, 취급, 투여 또는 폐기물 취급과 관련된 모든 인력이 사용하도록 권장된다. NIOSH와 ONS는 이중 장갑을 착용할 것을 권고하며, 이상적으로는 가운 커프 아래에 장갑 한 켤레, 커프 위에 두 번째 장갑 한 켤레를 착용하는 것이 좋다. 그러나 이중 장갑 착용은 논란의 여지가 있어 보편적으로 수행되지 않는다. 항암제가 튀 위험이 있을 경우 얼굴 및 눈 보호 장비의 착용도 권장된다. 항암제 유출사고 발생 시 NIOSH 승인 호흡기를 착용하는 것이 좋다(Crickman & Fennell, 2016; INS, 2024).

개인보호구 착용에 대한 권고사항을 준수하는 정도는 작업환경과 개인적 요인은 모두 영향을 미칠 수 있다. Polovich와 Clark(2012)의 서술적 횡단면 조사에서 개인보호구 착용 지침 준수에 대한 38가지 장벽에는 복장에 대한 불편함과 개인보호구를 사용하지 않는 동료가 포함되었다. 유해

약물 예방조치(개인보호구 착용지침 준수 등)에 대한 중요한 예측 요인에는 일일 환자수 감소, 개인 보호구 사용 장벽 감소, 더 나은 작업장 안전환경이 포함된다($R=0.29$; $p<.001$).

171.

항암제 폐기 절차는 폐기물관리법, 의료폐기물 분리배출 지침(환경부, 2023)에 따라 안전하게 폐기한다.

12.3 항암제 투약 오류 예방

172.

항암제는 안전한 약물실무연구소(Institute For Safe Medication Practices)에서 고위험 의약품으로 분류하는 약제로, 항암제는 효과를 발휘하는 안전한 용량 범위가 매우 좁고, 다양한 독성을 나타낼 위험이 있으며, 종종 복잡한 레지멘, 프로토콜, 일정에 따라 투여된다(Olsen, 2023). 항암제는 투약오류가 발생할 위험이 높을 뿐만 아니라 오류 발생 시 대상자에게 치명적인 위해를 끼칠 수 있어 투여 시 주의가 필요하며 오류를 예방하기 위한 시스템을 갖추는 것이 중요하다.

항암제의 용량 결정, 이전 치료로 인한 독성 평가, 투여될 항암제가 적절하게 대사되고 배출될 수 있을지를 확인하기 위해 항암치료 전에 혈액검사 결과를 확인하며, 필요한 혈액검사의 종류는 환자, 항암제 종류 등에 따라질 수 있다. 항암제 투여 전 확인 필요한 혈액검사 종류의 예시로 일반혈액검사, 혈청 크레아티닌과 크레아티닌 청소율, 총 빌리루빈과 간기능검사, 전해질검사, B형 간염 항체 검사, 갑상선 기능검사, 혈청 코티졸 검사 등이 있다(Kalo, Karius, Bena, Morrison & Albert, 2019; Olsen, 2023).

의료기관은 처방 및 투약오류를 예방하기 위해 항암제 및 항암제와 함께 투여되는 보조약제(예: 항구토제, 수액 등)에 대한 표준화된 처방, 용량, 제한용량 등에 대한 프로토콜을 갖추는 것이 권고된다. 항암제, 보조약제에 대한 프로토콜은 항암제를 처방, 조제, 투여하는 모든 의료인에게 접근가능하도록 해야 한다(Kalo et al., 2019). 항암제 투여 전에는 두 가지 식별자를 사용하여 약품 라벨과 환자의 라벨을 비교 확인하여 대상자 확인을 수행해야 하며, 가능한 경우 바코드 기반의 대상자 확인 시스템을 사용하는 것이 오류 예방에 도움이 될 수 있다(Kalo et al., 2019).

항암제를 투여하기 전에 각 항암제는 최소 두 명의 항암제 투여에 대해 교육받고 전문성을 갖춘 의료인이 독립적으로 처방전과 대조하여 확인하는 것이 권고된다(Pfeiffer, Zimmermann & Schwappach, 2020). 간호사 2인의 항암제 이중확인 효과를 연구한 결과 발견된 불일치의 대다수(75%)는 처방에서 발생한 것이 확인된 만큼(Pfeiffer et al., 2020), 항암제 처방 확인 시 이중확인 절차를 적용하는 것은 오류 예방에 효과적일 수 있다. 항암제 용량과 속도 계산 시에도 이중확인이 도움될 수 있으며, 지속주입펌프를 사용하는 경우 펌프의 속도 설정도 함께 확인한다. 이중확인인은 투여 전에 시행되어야 하며, 투여 중에도 담당간호사는 안전한 항암제 투여를 위해 정기적으

로, 그리고 담당간호사의 근무 교대 시마다 확인한다(Kalo et al., 2019). 또한 이러한 투여 전 확인 절차에 대상자/보호자를 참여시키는 것은 오류 위험 감소전략으로 고려할 수 있다(INS, 2024) <그림 28>.

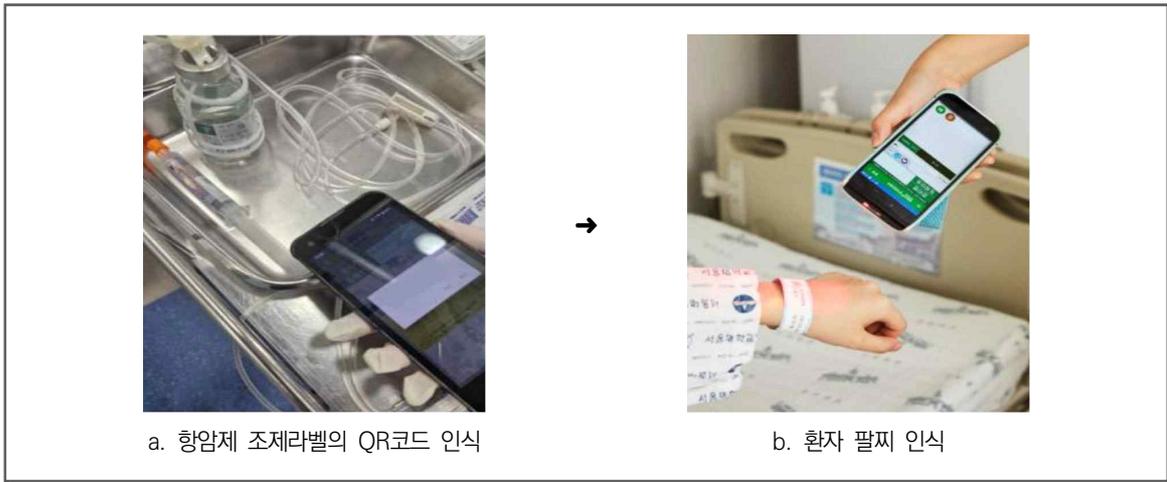


그림 28. RFID-QR코드를 활용한 대상자 확인(조제라벨과 대상자 팔찌 정보가 일치할 경우 투약서명 자동 입력)
출처. 서울대학교병원 자체 촬영(2024)

Vinca alkaloids 약제는 반드시 정맥으로만 투여해야 하는 항암제로서 척수강 내로 투여 시 심각한 신경독성을 유발하여 대상자가 사망에 이를 수 있다. Vinca alkaloids 처방 및 조제 시 IV bolus(주사기) 형태가 아닌 척수강 내로 주입할 수 없는 수액백(병)의 형태로만 처방 및 조제하도록 하고, 척수강내 투여 주의에 대한 라벨을 부착하는 등의 정책을 수립하는 것은 오류를 예방할 수 있는 전략으로 권고된다(Goldspiel et al., 2015; Neuss et al., 2016).

12.4 말초정맥관을 통한 발포성 항암제 주입

173.

발포성 항암제(vesicants)는 일혈 발생 시 조직 괴사를 유발할 수 있는 약제를 의미한다(Olsen, 2023). 발포성 항암제의 혈관 외 누출 시 조직 괴사를 유발하는 기전은 크게 두 가지가 있다. 첫째는 발포성 항암제가 세포 내 DNA의 핵산과 결합하여 세포 사멸을 유도함으로써 세포가 손상 또는 죽게 되어 조직 괴사를 유발하는 과정이다(DNA binding vesicants 예: daunorubicin, doxorubicin, epirubicin, idaubicin, catinomycin, nitrogen mustard, mitomycin, mitoxantrone). 둘째는 누출된 항암제가 DNA에 결합하지 않는 특성을 가진 경우 건강한 조직의 세포에 간접적으로 영향을 미친다. 이때 약물은 조직 내에서 대사되고 DNA 결합 발포성 항암제보다 중화되기 쉬워 건강한 조직에 영향을 미치는 정도가 상대적으로 작다(non DNA binding vesicants 예: vinblastine,

vincristine, vindesine, vinorelbine, docetaxel, paclitaxel)(Olsen, 2023).

발포성 항암제를 말초정맥관을 통해 주입하는 경우는 IV push 또는 짧은 시간(30분) 내에 주입이 완료되는 약제로 한정하고, 발포성 항암제의 주입이 종료될 때까지 환자 곁에 머물러 혈관 외 누출 여부 등을 관찰한다(INS, 2024; Olsen, 2023). 발포성 항암제의 지속 주입이 필요할 때에는 midline을 포함한 말초정맥관을 통해 주입하지 않아야 하고, 짧은 시간 내에 주입할 경우에도 혈관에 가해지는 압력을 최소화하기 위해 정맥주입 펌프(주사기 펌프 포함)를 사용하지 않는다.

새로 확보한 말초정맥관을 사용하는 것이 24시간 이내에 사용된 말초정맥관보다 발포성 항암제 주입에 더 적합하다는 명확한 증거는 없다. 가능하다면 24시간 이상 사용한 말초정맥관은 사용하지 않으며, 사용 중이던 말초정맥관을 사용할 경우 발포성 항암제 주입 전에 반드시 기능을 평가해야 한다. 새로운 말초정맥관을 확보하여 투여할 경우 가능한 작은 게이지의 정맥관을 사용하고, 삽입 시도가 실패할 경우 추가 시도는 이전 시도 부위의 근위부(proximal, 위쪽) 또는 반대쪽 팔에서 이루어져야 한다(INS, 2024).

발포성 항암제 투여 전 말초정맥관을 확인할 때는 말초정맥주입기구가 정상적으로 작동하는지(꼬임, 꺾임, 혈거움 등이 없는지)를 포함하여 말초정맥관이 혈액 역류가 잘 되는지 확인해야 한다(INS, 2024). 발포성 항암제 투여 전 말초정맥관의 혈액 역류 여부를 확인하여 혈액 역류가 없거나 침윤의 증상과 징후가 있을 경우 발포성 항암제를 투여해서는 안 된다. 혈액 역류 확인은 발포성 항암제의 투여 전뿐만 아니라 투여 중에도 IV push로 투여할 경우에는 2-5cc 주입 시마다, 점적주입 시에는 5분마다, 그리고 주입 완료 시 혈액 역류를 확인해야 한다(INS, 2024; Olsen, 2023). 발포성 항암제 주입 중 일혈 증상이 확인되면 즉시 주입을 중단한다.

XIII PCA 주입

13.1 PCA 주입 원칙

174.

자가조절진통(patient controlled analgesia, PCA)이란 대상자가 통증이 있을 때 대상자가 스스로 기계를 조작하여 일정량의 진통제가 주입됨으로써 통증을 조절하는 방법으로, 수술 후 또는 심한 암성 통증이나 난치성 통증에도 적용할 수 있다(Lee, Kim & Kim, 2019). PCA는 정맥내 또는 경막외로 투여할 수 있고 정맥내 PCA에 사용되는 약제 중 아편유사제가 포함되어 있는데, 이 약물로 인해 오심, 구토, 변비, 소양증, 진정, 호흡억제 등의 부작용이 발생할 수 있다. 단계적 감량 계획을 포함하여 안전한 PCA 사용에 대한 의료기관의 정책을 수립하는 것이 권고된다(RCN, 2022).

175.

PCA 처방에는 지속적 투여되는 시간당 약물 용량, 환자가 기계 조작 시 투여될 수 있는 볼루스 용량, 볼루스 용량 간의 시간 간격(잠금 간격), 그리고 정해진 시간 동안 투여될 수 있는 최대 약물 용량 등을 포함한다(Lee et al., 2019). 표준화된 처방을 사용하여 PCA를 적용하되, 대상자별 PCA 용량 조절이 필요할 경우 통증평가 점수만으로 판단하지 않고, 포괄적인 환자 평가를 기반으로 한다(INS, 2024).

176.

PCA 적용 시 의료인 2인의 독립적인 이중확인(double-check)을 포함한 사전 발행된(preprinted) 처방, 간호사 및 환자교육 등의 안전조치를 시행한 결과 PCA 관련 전체 오류의 오즈비가 0.28 (95% CI=0.14, 0.53; $p<.001$)로 오류 발생 위험이 감소한 것으로 확인되었다(Paul et al., 2010). PCA는 여러 오류에 취약한 복잡한 과정으로, 특히 투약 단계에서 오류 발생률이 높은 것으로 확인 되었으며 PCA 관련 투약오류는 통증 증가, 심폐기능 저하, 사망으로 이어질 수 있다(INS, 2024). 따라서 처방에 따라 약물, 농도, 용량 및 주입 속도 확인에 특별히 주의를 기울여야 하며, 연결된 PCA 의 역류, 중단, 누출 등의 사고가 생기지 않도록 올바르게 연결되어 있는지 확인한다(INS, 2024).

177-178.

PCA의 임의조작 오류 발생 위험을 줄이고 안전하고 효과적으로 진통 목적을 달성하기 위해, 대상 자 및 보호자 교육을 시행한다. PCA와 관련된 오류를 후향적으로 분석한 연구에서 대상자/보호자 의 임의조작에 따른 오류가 약 0.3% 정도로 보고되었다(Lee et al., 2019). 이러한 대상자/보호자 오류를 예방하고 적절한 진통 효과를 달성하기 위해 대상자/보호자의 이해정도와 참여능력, 치료기 간 및 환경에 맞는 방식으로 치료목적, 기구 작동법, 기대결과, 주의사항, 발생 가능한 부작용 등에 대하여 교육한다(INS, 2024).

13.2 PCA 주입 관리

179.

PCA에 사용되는 약제 중 아편유사제가 포함되어 있는데, 이 약물로 인해 생기는 부작용으로 오 심, 구토, 소양증(가려움), 진정, 호흡 억제와 같은 증상이 발생할 수 있다. PCA로 발생가능한 부작용 중 환자에게 가장 치명적인 부작용인 opioid 유도 호흡 억제(opioid-induced respiratory depression, OIRD)는 기준은 호흡수가 분당 8회 이하이거나, 산소포화도(SpO2)가 90% 미만, 기 도 폐쇄, 과도한 진정, 날록손 투여, 호흡 정지 또는 심폐소생술 등의 요소로 정의될 수 있다 (AORN, 2021). OIRD의 위험요인에는 고령, 비만, 수면 호흡장애, 호흡기 또는 심장질환, 신기능

부전, 간기능 손상, 지속적 기저 용량 주입, 진정제 병용 사용 등과 관련이 있으며 남성이 더 잘 발생한다고 알려져 있으나 이러한 요인에만 국한되지 않고 다양한 위험요인이 있을 수 있다(Grissinger, 2019; INS, 2024). OIRD의 발생은 대상자의 재원기간 증가, 재입원 증가 및 사망률 증가를 초래할 수 있다(AORN, 2021; Chae et al., 2020).

180.

PCA의 효과와 잠재적 부작용을 평가하기 위해 타당하고 신뢰할 수 있는 평가 방법과 서면화된 도구를 사용한다(INS, 2024). 평가 지표로 통증 점수, 돌발통증, 기능 수행 능력, 호흡 억제, 오심 또는 구토, 배뇨 장애, 보호자 및 환자의 만족도 등을 사용할 수 있다(Gao et al., 2018). 통증 평가 시에는 환자 특성에 맞는 도구를 사용하여 통증의 자가 보고 또는 객관적 측정값을 정기적으로 평가 및 재평가한다. 통증 평가 시에는 휴식 중과 활동 중의 통증을 함께 평가한다(Gao et al., 2018; Grissinger, 2019). 통증 사정도구(표 18)는 대표적으로 대상자의 연령, 의사소통 가능 여부 등에 따라 NRS(Numeric rating scale), FPRS(Faces pain rating scale), CNPS(Critical care Non-verbal Pain Scale) 등을 사용할 수 있다(은영 등, 2018; 최은희 등, 2012; Wong & Baker, 1988).

표 18. 통증사정도구

도구	대상자	통증 평가 방법
NRS (Numeric Rating Scale)	수 개념이 있고, 의사소통이 가능한 대상자	0점부터 10점까지 통증 강도를 대상자가 숫자로 표현
FPRS (Faces Pain Rating Scale)	수 개념이 없고, 의사소통이 가능한 대상자	통증 강도를 표현한 표정 그림을 활용하여 대상자가 통증 강도를 표현
CNPS (Critical care Non-verbal Pain Scale)	의사소통이 불가능한 중환자	간호사가 얼굴표정, 신체반응, 언어반응(기계호흡순응도 또는 발성)을 사정하여 종합적으로 판단

대상자가 위험요인이 있는 경우, 지속적인 호기말이산화탄소분압(캡노그래피) 모니터링은 산소포화도 측정과 비교하여 호흡 억제를 조기에 발견하는데 도움을 주며, opioid 유도 호흡 억제발생률, 아편유사제 투여기간, 아편유사제 관련 심각한 부작용을 유의미하게 감소시키는 것으로 나타났다(Grissinger, 2019; INS, 2024; Steele, Eidem & Bond, 2020). 여러 문헌에서 OIRD를 조기에 발견하는데 있어서 산소포화도 모니터링 보다 호기말이산화탄소분압(캡노그래피) 모니터링의 민감도가 높다고 보고되었다(Hutchison & Rodriguez, 2008; Maddox, Williams, Oglesby, Butler & Colclasure, 2006; McCarter, Shaik, Scarfo & Thompson, 2008). PCA를 받는 634명의 환자를 대상으로 한 연구에서는 호흡 저하가 9건 발생했는데, 모두 캡노그래피를 통해 확인되었고 산소포화도를 통해 확인된 사례는 없었으며, PCA 투여 후 24시간 이내에 발생하여 캡노그래피가 산소포화도 모니터링 보다 초기에 OIRD를 감지하는 데에 효과적임이 확인되었다(McCarter et

al., 2008). 또한 캡노그래피 도입 후 경미하거나 중등도의 OIDR의 비율이 증가했으나 중증의 OIDR 비율이 감소하여 경미하거나 중등도의 OIDR 조기 발견의 증가로 심각한 부작용이 예방될 수 있음을 확인하였다(Steele et al., 2020).

정기적으로 PCA 장치의 기능, 대상자가 버튼을 눌러 볼루스를 주입한 횟수 및 주입 시도 횟수, 대상자/보호자의 임의조작 가능성을 평가한다. Lee et al. (2019)의 연구에서 대상자/보호자가 PCA 장치를 잘못 또는 임의 조작할 가능성에 대해 언급하였다. 연구에 따르면 이러한 대상자/보호자 관련 오류는 전체 오류의 0.7%를 차지했으며, 이는 대상자/보호자가 PCA 장치를 실수로 잘못 사용하는 경우를 포함한다. 이러한 오류는 제공자 오류(54.7%)나 장치 오작동(32.3%)에 비해 훨씬 작은 비율을 차지하나, 대상자/보호자의 오용을 방지하기 위해 PCA 사용법 등에 대한 대상자 교육이 필요함을 시사한다(Lee et al., 2019).

PCA 효과 및 부작용 발생 위험 평가 결과 치료 방법 변경 필요성을 검토한다. 통증 완화 및 부작용의 유무를 기준으로 통증 관리 계획을 조정할 수 있다.

XIV. 정맥영양

14.1 정맥영양 원칙

181.

정맥영양의 안전한 사용을 촉진하고 오류 보고와 분석을 통한 환자안전을 향상시키기 위하여 다학제 팀 활동이 권장된다. 정맥영양이 개발되면서 정맥영양과 경장영양을 투여 받는 환자들을 대상으로 효율적이고 안전한 영양지원을 제공하기 위해 미국 등 주요 선진국에서 의사, 영양사, 약사, 간호사로 구성된 다학제 영양지원팀(nutrition support team, NST)을 만들었다. 영양지원팀은 영양불량이 있거나 영양불량의 위험이 있는 환자를 대상으로 집중적인 영양치료를 제공하여 환자의 영양상태를 개선시키며, 질병의 빠른 회복, 합병증의 감소, 입원기간의 단축, 의료비의 절감에 도움이 되는 것으로 알려져 국내에서도 2009년부터는 영양지원팀의 활성화와 표준화를 위한 사업이 시작되었고, 2014년 ‘집중영양치료료’가 수가화되어 활성화되었다(박예현과 박수정, 2015).

Eriksen 등(2021)은 정맥영양을 받고 있는 입원한 성인 환자에서 영양지원팀 도입의 효과를 평가하기 위한 체계적 문헌고찰을 실시하였다. 연구결과, 영양지원팀 도입으로 1,000정맥관일 당 정맥관 관련 감염은 8건 감소하고, 적응증이 아닌 상황에서의 사용은 18% 감소하고, 부적절한 사용기간은 21% 감소하였다(표 19).

표 19. 영양지원팀 도입의 효과 요약표

	상대효과 (발생률 차이, 95% 신뢰구간)	상대효과 (발생률의 비, 95% 신뢰구간)
1,000정맥관일 당 정맥관 관련 감염	-8.48(-11.72에서 -5.24)	0.32(0.19-0.53)
사망률	-0.06(-0.11에서 -0.01)	0.76(0.60-0.97)
대사성 정맥관 합병증	-0.05 (-0.27에서 0.16)	0.87(0.41-1.85)
혈전성 정맥관 합병증	-1.71(-6.60에서 3.17)	0.71(0.02-21.80)
부적절한 적응증	-0.18(-0.28에서 -0.09)	0.36(0.22-0.60)
부적절한 사용기간	-0.21(-0.33에서 -0.09)	0.52(0.36-0.75)

출처. Eriksen 등(2021)

182-183.

정맥영양은 복잡하고 주의가 필요한 약물로, 미생물 오염, 부적절한 처방, 조제와 불출 오류 등이 있는 경우 대상자에게 위해가 될 수 있다. Mistry, Smith와 Fox(2022)가 정맥영양과 관련하여 피할 수 있는 환자 안전사고에 대한 주제범위고찰을 실시한 결과 다양한 환자 연령군과 약물 준비단계(처방, 불출, 혼합, 투여, 모니터링 등)에서 정맥영양 관련 환자 안전사고가 발생하고 있음을 확인하였다(표 20). 주요 사고는 미생물 오염, 정맥관 삽입, 특정 영양성분(예: 지질, 아미노산, 포도당, 미세영양분, 전해질 등)과 관련이 있으며, 사망에 이르는 경우도 있었다.

표 20. 안전한 투약실무연구소의 투약오류보고 프로그램(Institute for Safe Medication Practices' Medication Errors Reporting Program, 2006-2016)에 보고된 정맥영양 오류

정맥영양 사용분류	오류유형
처방	아동 환자에게 성인용 멀티비타민 처방, 비완성 처방, 헤파린 농도 처방 오류, 티아민 처방 오류
처방지 검토	파모티닌 누락, 부적절한 아연 처방, 전체 처방 누락, 전해질(Ca과 Mg)누락, 멀티비타민 누락, 저용량 전해질, 인산-제거 정맥영양, 과용량 지질 주사용 유제(lipid-injectable emulsion), 잠재적 오류(부적절한 K 농도)
혼합/불출	부적절한 아미노산 유형, 고용량 비타민 K와 미량 원소, 부적절한 인슐린 용량(5건), 부적절한 헤파린, 부적절한 제형, 부적절한 수액백, Na 아세테이트 대신 K 아세테이트 추가, 부적절한 포도당 농도(2건), 고용량 미량 원소, 주사용 멸균수 대신 흡입용 멸균수 사용, 용량 부적절, 고용량 마그네슘, 잠재적 오류(KCl과 포도당 수액백 모양이 유사, Mg와 Ca의 바이알 모양 유사, 혼합실에 농축된 KCl 배치)
투약	부적절한 속도(8건), 수액백이 찢어짐, 부적절한 멀티챔버 수액백 사용, 정맥주입펌프 비작동 또는 투여시간 오류(3건)

출처. Guenter 등(2018); Institute for Safe Medication Practices(2017)

정맥영양으로 인한 위해를 줄이기 위해 가능하다면 정맥영양보다는 경장영양(enteral nutrition, EN)을 우선적으로 고려하되(Worthington et al., 2017), 정맥영양을 결정함에 있어 단순히 의학적 진단이나 질병 상태에만 의존해서는 안 된다. 대상자가 경장영양이 가능한지, 경장영양으로 충분한

영양지원이 가능한 지 등을 고려하고, 영양결핍이 있거나 영양결핍의 고위험군인 경우, 장기능 저하로 영양상태를 유지하기 어려운 경우 등이 정맥영양의 적응증으로 고려될 수 있다(Worthington et al., 2017). 구체적으로, 정맥영양은 성인과 소아, 신생아 등 다양한 대상자에게 1주 이상 경장영양이 불가능한 경우(장관수술, 장폐색, 장마비, 심각한 염증성 장질환, 장허혈, 복부구획증후군) 또는 경장영양으로 충분한 열량섭취가 불가능한 경우(단장증후군 급성기, 위장관누공, 급만성 췌장염), 치료목적으로 소화기관을 쉬게 하는 경우, 심한 영양불량환자로 치료초기부터 치료적 영양치료가 필요한 경우 활용된다(대한중환자의학회 표준위원회, 2013).

정맥영양은 대상자에게 이득을 높이고 정맥영양 과정이나 추후 생길 수 있는 불필요한 부작용을 최소화하는 목표에 따라 적절하게 수행해야 한다(Ayers et al., 2014). 미국 정맥/경장영양학회(American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN)의 입원환자를 위한 영양지원 표준(Standards for Nutrition Support: Adult Hospitalized Patients)에 따르면, 영양지원은 영양스크리닝, 영양평가, 영양계획, 실시, 모니터링과 평가, 계획 수정보완 등의 과정으로 진행된다. 이 중 영양스크리닝은 영양결핍이 있는 대상자를 확인하거나, 체계적이고 상세한 영양평가가 필요한 영양결핍 고위험군을 확인해 나가는 과정이다. 영양평가에서는 구체적인 영양지표와 위험요인을 확인하고, 영양요구량을 결정한다. 영양계획단계에서는 목적을 설정하고, 다학제팀 간의 협의를 통해 구체적인 영양계획을 수립하게 된다. 이후 영양계획에 대해 대상자/보호자에게 안내하고, 그들의 요구사항 또한 확인하게 된다. 다음 단계로 영양지원이 이루어지는 경로 즉, 경장영양을 할지, 정맥영양을 할지를 결정하게 되는데, 이는 대상자의 상태에 따라 결정되며 주기적인 평가를 통해 영양지원 경로의 적절성을 확인한다(Ukleja et al., 2018).

정맥영양을 실시하게 된다면, 실시에 앞서 대상자/보호자에게 충분히 설명하고, 동의서를 작성하거나, 의무기록에 기록한다. 대상자가 경구 또는 경장영양이 가능하고 영양상태가 안정되면 정맥영양을 중단하며, 이때 중단은 대상자의 진행 상황을 매일 검토하면서 계획적이고 점진적으로 진행한다(National Collaborating Centre for Acute Care, 2006). 한편, 처방관련 오류를 줄이기 위해 표준화된 처방지와 전산처방(computerized order entry, COE)의 사용이 권장된다(Ukleja, et al., 2018). 그리고, 정맥영양 성분의 대체 또는 보존 방법에 대해 서면화된 프로토콜을 개발하여 활용하도록 권장된다(Ukleja et al., 2018).

14.2 정맥영양 경로

184-185.

정맥영양 경로(venous access site)를 선정할 때는 예상되는 정맥영양 기간, 영양요구사항, 대상자의 혈관상태와 선호도(Ayers et al., 2014), 정맥영양에 사용할 용액의 종류 등을 고려한다 <그림 29>.

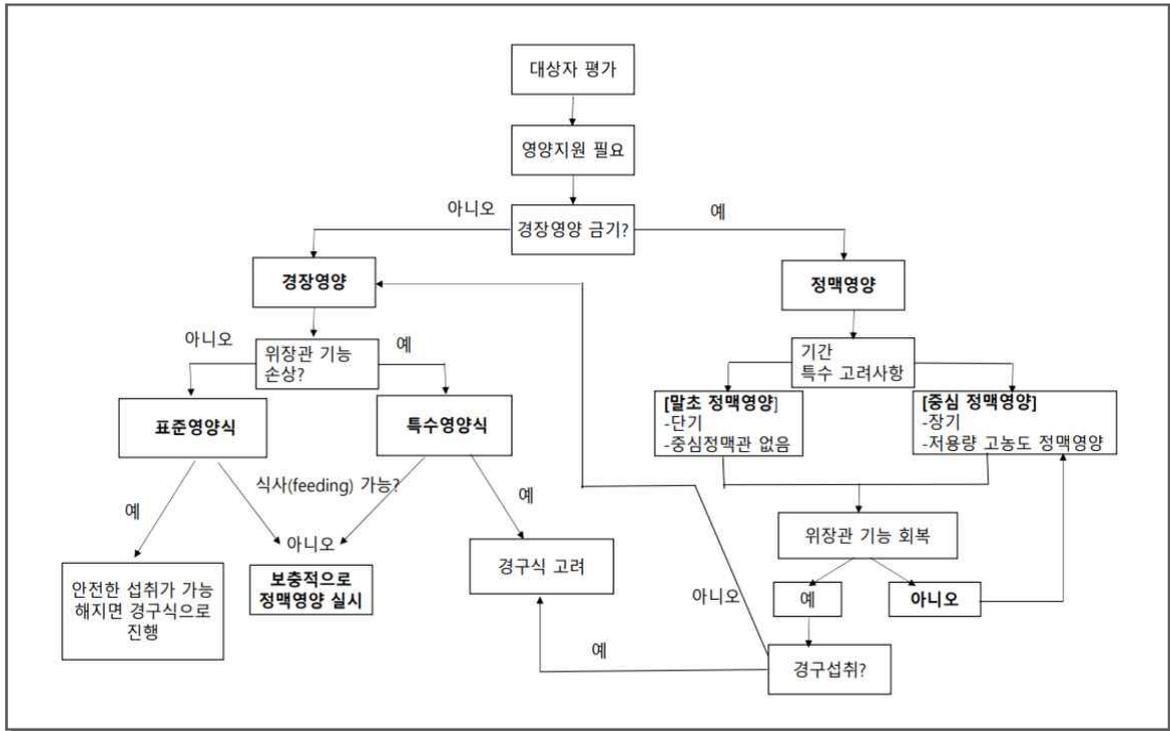


그림 29. 영양지원 경로 알고리즘

출처: Ukleja 등(2018)

대한중환자의학회에서는 예상되는 정맥영양 기간, 정맥영양 용액의 삼투압, 포도당 농도, 수분제한 유무 등을 고려하여 정맥영양 경로를 선정하도록 제안하고 있다(표 21). 흔히, 중심정맥관을 통한 정맥영양이 고려되는데 이 경우 대퇴정맥은 피하고, 최소한의 루멘을 가진 중심정맥관을 선정한다(Worthington et al., 2017).

표 21. 정맥영양 경로

특성	말초 정맥영양	중심 정맥영양
예상되는 정맥영양 기간	2주 이내	2주 이상
삼투압	< 900 mOsm/L	≥ 900 mOSm/L
포도당 농도	< 12~13%	≥ 12~13%
수분제한 유무	수분제한	수분제한 없음

출처: 대한중환자의학회 표준위원회(2013)

경구 또는 경장영양이 어려운 경우 또는 대상자 상태가 중심정맥관을 삽입하기 적절하지 않은 경우, 중심 정맥영양으로 이동하기 위한 중간단계로 말초 정맥영양을 실시할 수 있다. 이 때, 정맥영양 용액의 삼투압을 예상하여 최대치로 900mOsm/L을 설정하고, 이 이하의 삼투압을 가진 용액에 대해 말초 정맥영양을 실시하며(Worthington et al., 2017), 지질주사용 유제(lipid injectable emulsion,

ILE)의 동시 주입도 가능하다. 말초 정맥영양을 실시하는 경우 용액의 최종 농도는 10% 포도당 이하로 맞추며, 포도당과 다른 첨가물이 삼투압에 영향을 줄 수 있음을 고려해야 한다. 미국 정맥/경장영양학회(ASPEN)에서는 삼투압이 900mOsm/L를 초과하지 않을 것을 권장하고 있으나, 일부 연구에 따르면 내피 손상은 삼투압이 600mOsm/L 에서부터 발생하기 시작하였다(Roethlisberger, Mahler, Altenburger & Pappenberger, 2017). 아직 말초 정맥영양을 위한 삼투압 기준은 확실치 않으며 추가적인 연구가 필요하다.

정맥주입 용액은 용해성 또는 안정성 등을 유지하기 위해 정상 생리적 수준을 벗어날 정도의 산도(pH) 또는 삼투압으로 조제될 수 있다. 대부분의 경우 생물학적 제제는 등장성으로 개발되지만, pH는 정상 범위를 벗어날 수 있는데, 항체는 종종 pH 5.5-6.5에서, G-CSF는 pH 3-4에서 개발된다. 정맥주입 용액의 개발과정에서도 정상 생리적 삼투압과 pH를 유지하도록 노력하며, 이러한 목표를 달성하지 못하는 경우 혈관 내피세포와 혈구의 손상을 줄이기 위해 가능한 극단적인 삼투압과 pH는 피하고자 한다. 그러나, 정맥주입 과정에는 다양한 요소(예: 정맥주입 부위, 선정된 정맥, 혈류량, 주입 용량, 주입시간, 조직 내 체류시간, 주변 조직으로의 확산 등)가 관여함에 따라 삼투압이나 pH의 허용기준을 설정하기 어렵다(Roethlisberger et al., 2017).

정맥주입 용액의 삼투압과 pH의 적절성을 평가하기 위해 다양한 방법이 활용되고 있으며, 다량의 정맥주입에서 권장되는 삼투압과 pH는 <표 22>와 같다. 소량(100ml 미만)의 정맥주입인 경우 좀 더 넓은 범위의 pH가 가능하며 연구에 따라 4-9, 3-10.5, 3-11 등이 보고되고 있다. 피하조직에 침윤/일혈의 위험이 높은 경우라면 좀 더 엄격한 pH 범위로 5.5-8.5 정도가 제안된다(Roethlisberger et al., 2017). 간호실무에서 주로 사용하는 약물 중 극단적 pH를 보이는 약물은 <표 23>에, 극단적 삼투압을 보이는 약물은 <표 24>에 정리하였다.

표 22. 정맥주입 용액으로 인한 혈관 손상을 예방 또는 최소화하기 위한 혈관 제안

혈관	혈류(mL/분)	삼투압(mOsm/L)	산도(pH)
상대정맥(superior vena cava)	2000	>900	<5 또는 >9
쇄골하정맥(subclavian vein)과 근위 액와정맥(proximal axillary vein)	800	500-900	<5 또는 >9
상완의 요골측피부정맥(cephalic vein)과 척골측피부정맥(basilic vein)	40-95	<500	5-9

출처. Roethlisberger 등(2017); Stranz & Kastango (2002)

표 23. 극단적 pH를 보이는 시판 약물

성분명	상품명(제약회사)	pH
Doxycycline hyclate	Doxycycline (Mylan Institutional LLC)	2.55 ± 0.75 (1.8-3.3)
Dipyridamole	Dipyridamole injection USP (Baxter Healthcare Corporation)	2.7 ± 0.5 (2.2-3.2)
Midazolam HCl	Midazolam (West-ward Pharmaceutical Corp.)	3.1 ± 0.6 (2.5-3.7)
Morphine Sulfate	Morphine Sulfate (Hospira, Inc.)	3.25 ± 0.75 (2.5-4.0)
Minocycline HCl	Minocin (Rempex Pharmaceuticals, Inc)	3.25 ± 0.75 (2.5-4)
Mycophenolate mofetil HCl	CellCept (Roche)	3.25 ± 0.85 (2.4-4.1)
Nicardipine HCl	Nicardipine Hydrochloride (Emcure Pharmaceuticals Ltd.)	~3.5
Dolasetron mesylate	Anzemet (Sanofi Aventis)	3.5 ± 0.3 (3.2-3.8)
Odansetron HCl	Odansetron (Remedyrepack.)	3.65 ± 0.35 (3.3-4.0)
Dopamine HCl	Dopamine Hydrochloride And Dextrose (Hospira, Inc.)	3.5 ± 1.0 (2.5-4.5)
Vancomycin hydrochloride	Vancomycin (Pfizer Laboratories)	3.5 ± 1.0 (2.5-4.5)
Insulin glargine	Lantus (Sanofi-Aventis)	~4
Isoproterenol hydrochloride	Isuprel (Hospira)	4.0 ± 0.5 (3.5-4.5)
Sumatriptan succinate	Sumatriptan succinate (Teva Parenteral Medicines, Inc)	4.75 ± 0.55 (4.2-5.3)
Pentobarbital sodium	Pentobarbital sodium (West-ward Pharmaceutical Corp.)	9.7 ± 0.5 (9.2-10.2)
Pantoprazole sodium	Pantoprazole Sodium (Akorn, Inc.)	9.75 ± 0.75 (9.0-10.5)
Esomeprazole sodium	Esomeprazole Sodium injection (Sun Pharmaceutical Industries Limited)	10.0 ± 1.0 (9-11)
Phenytoin sodium	Phenytoin Sodium (West-Ward Pharmaceutical Corp.)	11.15 ± 1.15 (10.0-12.3)

출처. Roethlisberger 등(2017)

표 24. 고삼투압을 보이는 시판 약물

활성 성분	상품명	제약회사	삼투압 (mOsmol/L)
Amino Acids	Aminosyn-HBC 7%	Hospira, Inc.	623
Dextrose 5% monohydrate and sodium chloride 0.9%	Dextrose 5% and sodium chloride 0.9%	Baxter Healthcare Corporation	585
N(2)-L-Alanyl-L-Glutamin	Dipeptiven	Fresenius Kabi	921
Aminoven 10%	Aminoven 10%	Fresenius Kabi	990
Mannitol 20%	20% OSMITROL	Baxter Healthcare Corporation	1098
Amino acids	Aminoven 15%	Fresenius Kabi	1505

출처. Roethlisberger 등(2017)

186.

말초 정맥영양을 실시하는 경우 정맥염 발생 위험이 증가할 수 있음을 인식하고, 말초정맥의 위해와 이득의 크기를 비교하며, 가능한 단기간 사용하며 10-14일을 경과하지 않는다. 미국 정맥/경장영양학회(ASPEN)에서는 midline 정맥관을 통한 정맥영양은 권장하지 않으며, 아직 midline 정맥관의 안전성이 확립되어 있지 않다(Worthington al., 2017). Midline 정맥관은 일반 말초정맥관에 비해 더 깊은 부위에 위치함에 따라 정맥염, 일혈, 그리고 혈전 등의 합병증의 초기 증상을 파악하는데 어려움이 있을 수 있다.

14.3 정맥영양 시 약물 준비

187.

호환성(compatibility)은 두 개 이상의 성분이 결합된 후 시간이 지남에 따라 물리적·화학적으로 무사히 공존하는 것을 의미한다. 정맥영양 투여 전이나 투여 중 어느 시점에서든 물질(substances)을 결합하면 물리적, 화학적 반응성이 생길 가능성이 있다. 따라서 특정 환경에서 시간이 지남에 따라 두 개 이상의 물질(활성 성분, 부형제 및/또는 재료[예: 포장, 용기, 주입 세트]) 간의 상호작용이 나타날 때 비호환성(incompatibility)이라고 하며, 물리적 비호환성(예: 침출 또는 탈착)이거나 화학적 비호환성(예: 칼슘과 인산의 비호환성)일 수 있다. 비호환성의 징후는 색상, pH, 삼투압 또는 점도의 변화, 가스 형성 또는 혼합물을 변경하는 침전물 생성(눈에 보이거나 보이지 않음) 등이며, 결과적으로 활성 성분의 치료 효과가 제한되거나 침전물 주입으로 인한 독성 위험이 증가할 수 있다(Boullata et al., 2022).

안정성(stability)은 주어진 환경에서 시간이 지남에 따라 각 활성 성분의 화학적 무결성 또는 제형(dosage form)의 물리적 무결성을 유지하는 것을 말한다. 그리고, 불안정성은 pH, 온도, 빛,

산소, 용매 및/또는 반응물의 결과로 활성 성분 또는 제형이 돌이킬 수 없이 분해되는 것을 의미한다. 이는 물리적(예: 결정화, 흡착, 에멀전 파괴)이거나 화학적(예: 가수분해, 산화)일 수 있다. 예로 산화 반응은 산소가 있는 경우(자동 산화) 또는 추가로 빛이 있는 경우(광 산화) 발생하는데, 정맥영양 용액 제조와 보관 및 투여가 이루어지는 환경에는 공기와 빛에 노출될 수 있다. 불안정성은 입자 증가, 안개낀 듯한 흐릿함(haze), 눈에 보이는 오일 또는 기타 색상 변화로 나타날 수 있지만 대부분의 경우 적절한 방법을 사용해야만 식별할 수 있다. 분해 또는 반응 속도는 반응물과 환경에 따라 다르다. 불안정성의 결과 활성 성분의 분해로 생리학적 활성도가 저하되거나, 독성 부산물 또는 대형 지질 방울을 포함한 입자상 물질의 생성으로 혈관 손상 위험을 초래할 수 있다. 지질 주사용 유제(lipid injectable emulsion, ILE)의 물리적 불안정성은 지질 방울 크기의 증가를 의미한다. 그러나, 지질 주사용 유제의 화학적 불안정성은 물리적 안정성에 반드시 영향을 미치지 않고도 과산화물 형성 및 pH 변화를 포함할 수 있다.

188.

정맥영양 용액의 주입 전에 약물의 호환성을 확인하고 약물을 혼합하였다면 약물명을 수액백(병)에 표기하여 혼합된 약물을 확인할 수 있도록 한다. 정맥영양을 이미 시작한 후 또는 응급상황에서는 약제부에서 혼합한 이외의 약제를 추가하지 않는다.

189-190.

잠재적인 비호환성은 알려져 있을 수도 있고 그렇지 않을 수도 있지만 정맥영양과 같은 다성분 혼합물의 경우 잘 알려져 있지 않을 수 있다. 정맥영양 내 각 성분은 활성 성분이 가장 잘 용해되고 안정적인 pH에서 제조되는데, 각 성분의 pH는 다른 성분 제품과 상당히 다를 수 있으며 최종 정맥영양 혼합물의 전체 pH와 관련된 비호환성과 불안정성을 피하기 위해 PN 혼합물에서 성분을 결합할 때 고려해야 하는 중요한 특성이다. 정맥주입 전 어느 시점에서든 물질을 결합하면 물질의 화학구조나 혼합물의 물리적 상태가 변경될 가능성이 있다. 허용가능한 범위(예: 정맥주입 중 표시된 양 또는 활성 성분의 초기 농도의 최소 90% 유지)를 벗어나는 경우 치료 효과에 변화를 초래할 정도의 불안정성이 있을 수 있음을 의미한다. 전해질과 미량 원소를 포함한 개별 미네랄은 분해되지 않지만, 이온화(ionization)가 가능하며 이는 정맥영양 혼합물이나 에멀전 자체의 유기 성분에 대한 호환성 문제나 안정성 문제를 초래할 수 있다. 불안정성은 가역적이지 않으며, 분해는 늦출 수 있지만 멈출 수는 없다(Boullata et al., 2022).

혼합물은 개별 구성 제품보다 덜 안정적이며, 비호환성 위험이 있으며, 정맥영양에서 비호환성 및 불안정성 위험은 항상 존재하며 오랫동안 인식되어 왔다. 정맥영양 용액의 호환성과 안정성은 혼합물의 사용기간을 결정하는 데 있어 평균성만큼 중요하다(Boullata et al., 2022).

191.

비타민계는 대표적으로 빛에 민감한 영양소로, 특히 비타민 A(레티놀), 비타민 B1(티아민), 비타민 B2(리보플라빈), 비타민 C(아스코르브산), 비타민 E(토코페놀), 비타민 K 등이 해당된다. 이 외에도 일부 아미노산이 빛에 민감한 것으로 알려져 있다. 레티놀은 자외선(UV)에 의해 쉽게 분해되어 햇빛에 직접 노출되면 주입 중 거의 완전한 분해가 발생하며, 그늘진 곳에 노출되면 주입 중 최대 90%의 손실이 발생한다.

이에 따라, 1980년대부터 정맥영양 용액을 주입할 때 수액백과 수액세트의 차광이 필요할지에 대한 질문이 있어 왔으며, 다양한 연구도 수행되어 왔다. 그러나, 연구에 따라 일관된 결과를 보이지는 않았는데, 빛에 노출된 총영양혼합물(total nutrient admixture, TNA)에서 비타민 A가 90% 분해된다고 보고한 연구가 있는가 하면 이러한 조건에서 비타민 A가 영향을 받지 않는다고 보고한 바 있다. Allwood(2000)는 비타민의 광분해 정도를 예측하기 어렵지만 완전한 빛 차단이 없는 경우 일부 비타민 손실은 불가피하다는 가정 하에 정맥영양 용액 주입 중 수액백과 수액세트를 빛으로부터 보호할 수 있도록 하고, 직사광선 노출을 최소화하도록 권고한 바 있다.

그러나, 최근에 실시되는 연구에서는 반드시 차광이 필요한지에 대해 재고가 필요한 결과들이 보고되고 있다. Watrobska-Swietlikowska와 MacLoughlin(2019)이 차광에 따른 정맥영양 혼합제 내 비타민의 물리화학적 안정성을 파악하기 위해 자외선 차단 처리된 수액백과 자외선 차단이 안된 수액백을 준비하여 실험에 따르면, 차광된 상태로 8일간 냉장보관($4 \pm 2^\circ\text{C}$)한 경우와 이후 실온에서 24시간 동안 빛에 노출시킨 경우 아스코르브산, 티아민 및 피리독신 함량에 유의한 차이가 있었으나, 약물학적 권장범위를 벗어나지는 않았다. 이러한 결과로부터 자외선 차단 여부에 상관없이 정맥영양 용액은 냉장상태($4 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 차광된 상태로 보관된 후 실온에 차광 없이 24시간 정도 보관하는 경우에도 물리화학적 안정성은 유지된다는 결론을 보였다. 또 다른 연구로 Laborie 등(2015)은 30주 미만의 신생아를 대상으로 정맥영양 용액의 혼합에서 투여까지 수액백과 수액세트를 차광한 집단과 빛에 노출된 집단으로 무작위배정한 후 기관지폐이형성증(bronchopulmonary dysplasia, BPD) 및/또는 사망률과의 관계를 파악하였다. 연구결과, BPD/사망률은 28일(77% 대 72%, $p = .16$)에 차이가 없었고, 다변량 분석에서 광보호가 BPD 및/또는 사망에 미치는 유의한 효과가 없는 것으로 나타났다.

아직 정맥영양 용액에서 빛 차단이 필요한지, 그렇지 않은지에 대해 명확한 결론을 내리기는 어려워 추가 연구가 필요하다. 그러나, 빛에 의해 일부 영양소(특히, 비타민)가 분해된다는 것은 일관된 결과를 보이고 있는 만큼 빛에 민감한 영양소가 포함된 정맥영양 용액을 주입하는 경우 차광을 고려한다.

192.

사용가능기한(beyond-use date, BUD)은 무균적으로 조제된 약물이 투여되기 이전 보관할 수 있는 기간을 의미하며, 화학적 안정성뿐만 아니라 무균적 측면을 고려하여 정해진다. 예를 들어 무균적으로 만들어진 정맥영양 용액은 중간수준의 위험에 해당하며 실온보관 조건($20 \sim 25^\circ\text{C}$)에서는

30시간, 냉장보관(2~8℃)에서 9일간의 사용가능기간을 갖는다(최지형, 백진희, 조윤희, 조윤숙, 2018). 따라서, 정맥영양 용액의 사용가능기한, 차광효과 등을 고려할 때 냉장보관이 권장되며, 주입 전에는 대상자의 불편감이나 생리적 변화를 줄일 수 있도록 1시간 이내로 실온에서 보관한다.

14.4 정맥영양 시 부속기구 사용

193.

자유흐름방지장치와 폐색 시 알람기능이 있는 정맥주입 펌프를 사용하는 것은 오류(예: 잘못된 속도)를 포함한 주입 관련 투약 오류 위험을 줄여줄 수 있기 때문이다. 한편, 정맥주입 펌프를 이용하여 정맥영양 중 폐색으로 인한 알람이 울리는 경우 이를 해결하기 위해 다음의 단계에 따라 대처한다(Worthington 등, 2021).

- ① 정맥주입 펌프에 적절한 압력이 설정되었는지 확인한다.
- ② 정맥주입 펌프 알람의 원인이 기계적 또는 혈전성 원인이 아닌지 확인한다. 먼저 정맥주입 펌프에서 말초정맥관까지 수액세트의 꼬임이 있는지, 모든 클램프가 열려 있는지, 정맥관의 개방성이 유지되는지 평가한다.
- ③ 올바른 크기의 필터가 사용되었는지 확인한다.
- ④ 필터내에 침전이 있는 경우 막힌 필터를 제거하고 새 필터로 교체한다.
- ⑤ 추가적인 침전을 예방하기 위해 정맥영양용액에 침전이 가능한 약물이 있는지 확인한다.

194.

스마트 주입펌프 기술은 약 45년전 정맥주입 약물의 속도와 용량을 모니터링할 목적으로 개발되었고, 정확한 용량을 제공하는 것이 스마트 주입펌프의 일차 목적이다. 2018년 조사에 따르면 미국 내 병원의 89.5%에서 스마트 주입펌프를 사용하고 있다(Pedersen, Schneider, Ganio & Scheckelhoff, 2019). 스마트 주입펌프에는 용량오류 감소 소프트웨어(dose error reduction software, DERS)가 내장되어 있으며, 정맥주입 프로그래밍에서 벗어나는 것을 예방하고, 약물정보표준(drug library standards)을 잘 준수하도록 한다. 약물정보표준은 용량 한계(최소량, 최대량), 투여시간, 농도 등의 약물관련 정보를 담고 있다. 만약 프로그램된 용량에 오류가 발생하는 경우 알람을 통해 간호사로 하여금 이를 인식할 수 있도록 하거나, 약물이 더 이상 투여되지 않도록 차단한다(Institute for Safe Medication Practices, 2022).

Alamer와 Alanazi (2023)은 스마트 주입펌프 사용의 장단점에 대해 2000년 1월부터 2021년 11월까지의 문헌을 검색한 주제범위고찰에서 스마트 주입펌프 사용의 장점은 잘못된 투여 용량과 투여속도 등의 오류 감소와 정맥주입 펌프 부전(failure)을 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 일 연구에서 정맥주입 관련 오류가 70-80% 감소하였고, 또 다른 연구에서는 중환자실에서 1,136건의 오류와 300건의 부작용을 예방하였음을 보고하였다(Pedersen, et al., 2019).

195.

수액세트에 연결된 필터(인라인 필터)는 정맥영양 중 입자상 물질을 걸러주는데 도움이 된다 <그림 30>. 가장 심각한 이상반응을 초래하는 것으로 여겨지는 2마이크론보다 큰 입자는 1.2마이크론 필터에 걸러질 수 있다(Worthington et al., 2021.). 이에 따라, 미국 정맥/경장영양학회(ASPEN)는 과학 및 규제 기관에서 제공한 최상의 근거와 지침을 바탕으로 총영양혼합물(total nutrient admixture, TNA), 포도당-아미노산 혼합물 및 포도당, 그리고 지질주사용 유제(lipid injectable emulsion, ILE) 투여 시 1.2마이크론 인라인 필터 사용을 권장한다(Worthington et al., 2021).

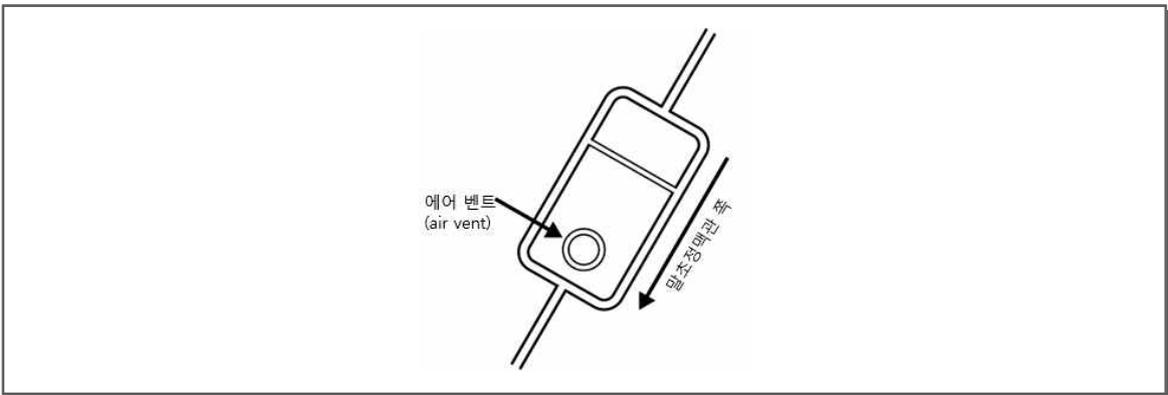


그림 30. 공기제거용 수액세트에 연결된 필터
출처. Worthington 등(2021)

총영양혼합물(TNA)의 경우 필터는 정맥관 허브에 최대한 가깝게 배치하고, 포도당-아미노산 혼합물은 ILE가 함께 주입되는 Y 부위 아래에 위치한다<그림 31>.

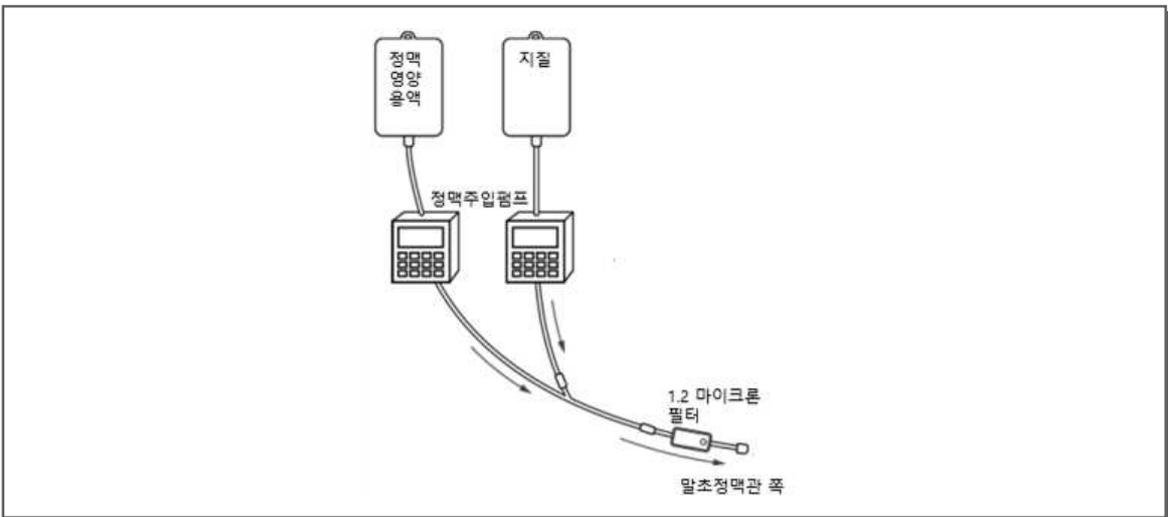


그림 31. 지질주사용 유제 병행 투여시 필터 위치
출처. Worthington 등(2021)

정맥영양에서 1개의 1.2 마이크론 필터를 사용하는 경우 수십년간의 경험을 통해 안전성이 확인되었고, 서로 다른 크기의 2개 필터를 사용할 때 발생하는 혼란과 오류를 줄여준다. 필터 방식을 단순화하면 정맥영양 관리와 함께 필터 사용에 대한 권장사항 준수율이 높아질 수 있다.

ASPEN은 정맥영양 제제 또는 지질주사용 유제에 필터를 사용하지 않는 기관으로 하여금 이러한 결정을 재평가하고 필터를 사용하지 않았을 때 발생가능한 질병이나 사망의 증가에 비해 필터 가격이 비싸지 않다고 강조하고 있다. 그러나, 1.2마이크론 필터는 감염관리를 목적으로 일상적으로 사용하는 것이 권장되지 않으며, 정맥영양 투여와 자주 관련된 병원체인 *Candida albicans*가 환자에게 도달하는 것을 방지하는 데는 효과적이다.

196.

디프탈레이트(Di[2-ethylhexyl]phthalate, DEHP)는 친유성 독소(alipophilic toxin)로 일반적으로 사용되는 폴리염화비닐 수액세트를 사용하여 지질기반 용액을 주입하는 경우 용액내로 디프탈레이트가 침출될 수 있다(INS, 2024).

197.

수액세트는 혈액, 혈액부산물, 또는 지질용액이 사용된 경우가 아니고, 임상적으로 필요한 경우가 아니며, 제조사의 권고사항에 위배되지 않는다면 7일 간격으로 교환(Buetti, 2022)하며, 이 때 수액 세트에 연결된 연결관(extension sets), 필터, 3-way, 무침 캡 등의 부속기구도 함께 교환한다(RCN, 2016).

198-199.

Gavin 등(2018)은 의료종사자의 오염된 손으로 정맥영양 주입을 실시하는 것을 반영하는 시뮬레이션 실험을 진행하였다. 이 연구에서 다양한 정맥영양 용액과 수액에서 중심정맥관 관련 혈류감염을 유발하는 것으로 알려진 미생물의 증식을 관찰하고 최대 7일 동안 수액세트 교체를 지연하는 것이 미생물 증식에 미치는 영향을 조사하였다. 연구를 위해 <100CFU에 해당하는 세균(*S. epidermidis*, *S. aureus*) 또는 진균(*C. albicans*) suspension 100 μ L 를 약물주입포트를 통해 주입하여 수액백(병)을 오염시키는 모델을 구성하였다(그림 32).

위 연구에서 수액의 종류에 따라 시간적 경과에 따른 균집락수를 파악한 결과에 따르면, 지질주사용 유제와 총영양혼합물(TNA)에서 빠른 증식을 보인 반면, 50% 포도당에서는 억제되는 결과를 보였다. 첫 24시간 동안 약물주입포트의 미생물 배양 결과를 보면 생리식염수에서는 미생물 균집이 관찰되지 않았으나, 지질주사용 유제와 총영양혼합물(TNA)에서는 균집이 확인되었다. 정맥관 가까운 부위에 위치한 무침 캡에서 배양된 미생물로 *S. epidermidis*의 경우 지질주사용 유제에서 54시간에 확인되었으며, *S. aureus*의 경우 지질주사용 유제에서 24, 26, 30, 48, 50, 54시간에 검출되

었다. *C. albicans*의 경우 24시간에 지질주사용 유제와 총영양혼합물(TNA) 세트에서 1개의 집락이 확인되었고, 이후 48시간 후 각 시점에서 모두 증식이 관찰되었다. 연구결과에 따라 지질주사용 유제와 총영양혼합물(TNA)의 경우 수액백 연결 당시 최소한의 오염이 있는 경우 수액백에서 중심정맥관으로 미생물의 증식이 잘 일어날 수 있음을 보여준다. 따라서, 지질주사용 유제와 총영양혼합물(TNA) 등 정맥영양을 실시하는 경우 무균적 비접촉기법(ANTT)의 철저한 준수가 매우 중요하다. 또한, 정맥영양 용액의 주입 직전까지 수액세트를 미리 연결하지 않으며 주입 직전에 연결한다.

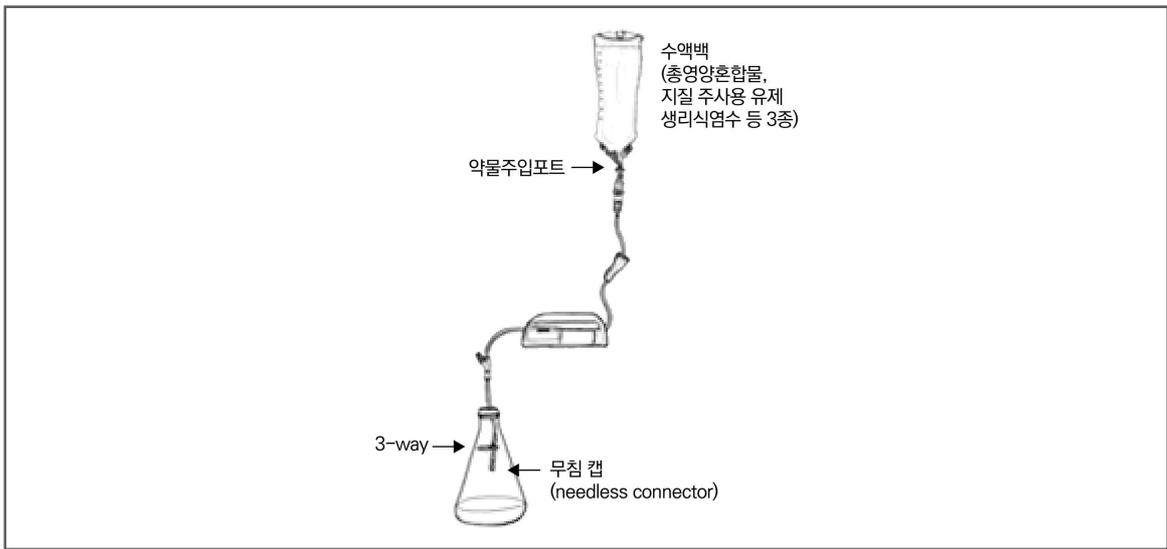


그림 32. 정맥주입 수액세트 모델

출처. Gavin 등(2018)

14.5 정맥영양 모니터링과 기록

200.

주기적인 정맥영양을 공급받는 대상자에게 고혈당과 부종, 수액불균형 등의 증상이 나타날 수 있다. 정맥영양의 효과를 모니터링하는 것은 영양관리 계획에 따라 이루어지며, 질병의 심각도, 대사 스트레스 수준, 영양 상태 및 대상자의 임상 상태에 따라 모니터링 빈도는 달라진다. 중환자, 쇠약성 질환(예: 당뇨병) 또는 감염이 있는 대상자, 정맥영양과 경장영양 사이를 전환하는 대상자 또는 정맥영양과 관련된 합병증을 경험한 대상자, 그리고 정맥영양 초기에는 매일 또는 더 자주 모니터링을 실시한다. 임상적으로나 대사적으로 안정적인 경우 매주 또는 임상적 필요에 따라 모니터링을 할 수 있다. 모니터링 때 확인해야 하는 사항으로는 체액과 영양소 과다 또는 결핍 징후를 포함한 신체 평가, 기능상태, 활력징후, 실제 영양소 섭취량(경구, 장관 및 정맥), 체중, 검사실 결과(예: 혈당, 마그네슘, 인산염 등), 진단적 검사, 위장관 기능 변화, 수액 주입량과 배설량, 그리고 정맥관 관련 합병증(예: 감염) 등이 있다(Loveday et al., 2014; Ukleja et al., 2018).

정맥영양중인 대상자의 경우 혈당관리에 대한 프로토콜을 마련하도록 한다. 갑작스럽게 정맥영양을 중단하는 것은 반동적인 고혈당을 초래하여 혈당의 비정상적인 변동이 발생할 수 있다. 정맥영양만으로 영양공급을 받는 환자가 혈당조절을 위해 피하 인슐린을 투여받는 경우 주기적인 주입의 양이 줄어드는 마지막 시기에는 저혈당이 발생할 위험이 있다. 따라서, 지속적 정맥영양에서 주기적 정맥영양으로 전환하는 경우 정맥영양용액의 주입량을 줄이기 전과 줄인 후에 매일 혈당을 모니터링 하여야 한다(Ayers et al., 2014; 박준석 등, 2014).

XV. 수혈요법

15.1 수혈요법 원칙

201.

수혈의 주된 목적은 부족한 혈액성분을 보충하는 것이다. 수혈부작용의 발생을 최소화하기 위하여 대상자에게 필요한 성분만을 보충하는 성분수혈을 실시한다. 수혈의 실시는 각 기관의 지침서에 따른다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022). 이때 대상자혈액관리(Patient Blood Management Program, PBM)는 수혈이 필요할 수 있는 대상자들의 치료를 최적화하기 위한 근거기반의 다학제적 접근 방식이다. PBM 프로그램은 적절한 혈액 사용에 대한 지침과 의사결정을 제공하고, 불필요한 수혈을 제거하며, 대상자 안전성을 높인다. 주요 전략으로는 수혈의 근거기반의 적응증 설정, 헤모글로빈 농도(Hgb)의 유지, 응고 및 지혈 최적화, 수술 후 산소 소비를 최소화하기 위한 면밀한 모니터링, 빈혈의 관리 및 예방(예: 혈액 샘플링과 관련된 혈액 손실 감소)이 포함된다(INS, 2024).

202.

수혈은 부작용을 동반할 수 있으므로 수혈의 효과와 부작용, 적정 수혈에 대해 충분히 고려한다. 수혈의 대안적 치료가 가능한 경우 다음과 같은 방법을 고려한다. 1) 수술 전 적혈구형성인자(erythropoietin, EPO), 철분 결핍 빈혈 교정을 위한 철분제 투여 2) 수술 및 외상에 의한 응고 이상이 동반 또는 악화된 경우 항섬유소용해제(anti-fibrinolytic agent) 사용(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022). 수혈을 거부하는 대상자의 수술 시에는 출혈을 최소화하고 대상자가 받아들일 수 있는 치료에 대해 미리 정해놓는 것이 권장된다(Rashid, Kromah & Cooper, 2021).

203.

의료진은 대상자/보호자에게 수혈의 필요성 등에 대해 설명하고 수혈동의서를 받는다. 긴급하게 수혈을 진행할 경우 해당 사유를 기록하며, 사후 대상자/보호자에게 설명을 한다. 대상자가 의식불명 등의 상황에서는 법정대리인 또는 그에 상응한 대리인의 서명을 받고, 미성년자는 보호자(법정대리인)의 동의를 받는다. 수혈동의서는 의무기록에 첨부 보관한다. 수혈동의를 받기 위해 설명해야 하는 내용은 수혈의 필요성, 예상되는 수혈의 종류와 양 및 기대효과, 예상되는 부작용, 수혈부작용 방지 대책과 내용, 수혈을 진행하지 않을 때 예상되는 위험, 기타 선택의 유무(대체 요법의 유무와 내용, 자가 수혈의 적용) 등이며, 대상자가 질문을 통해 충분히 이해한 후 자발적인 판단으로 결정할 수 있도록 해야 한다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022). 수혈동의서에 포함될 수혈의 합병증과 관련된 증상 및 징후에는 막연한 불안감, 통증, 호흡곤란, 저혈압, 오한/홍조/발열, 오심, 어지러움, 발진/두드러기, 가려움증, 국소성 조직부종, 혈뇨 등이 포함된다(RCN, 2022). 입원환자는 입원기간 중 최초 수혈 시행 전에 수혈동의서를 제공하고 서명을 받는다. 수술환자는 수술 전에 수혈동의서를 받는다. 외래환자는 최소 수혈 시 그리고 각각의 치료주기 개시 전에 1회 수혈동의서를 받는다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022).

204.

혈액은행에서 혈액제제를 수령할 때 대상자 정보(등록번호, 성명 등), ABO와 Rh 혈액형, 혈액제제의 종류 및 혈액번호, 유효기간, 수량, 교차시험 결과, 출고일시, 출고자 성명 등을 확인한다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022).

205.

수혈 전 각 혈액제제를 육안으로 관찰하여, 혈액백이 손상되었거나 외관이 정상적이지 않을 경우(예: 비정상적인 색상, 응고물 존재, 누출, 과도한 공기/기포, 비정상적인 냄새) 사용하지 말고 즉시 혈액은행으로 반납한다(INS, 2024).

15.2 수혈 전 확인사항

206.

대상자에게 수혈하기 전에 활력징후, 호흡양상, 피부에 발진, 두드러기가 있는지, 수혈관련 부작용 위험 요소(예: 발열, 심부전, 신질환, 체액과다위험 등) 여부, 적절한 말초정맥관의 개방성, 검사결과 등을 확인한다. 발열은 수혈 지연의 원인이 될 수 있으며, 이는 급성 수혈 반응의 증상을 가릴 수 있으므로 발열이 있는 경우, 주의깊게 관찰해야 한다(INS, 2024). 다기관 후향적 검토에 따르면, 발열 반응과 연관된 수혈은 수혈 전 체온과 맥박이 더 높았으며, 수혈 연관 순환과부하

(transfusion-associated circulatory overload, TACO)와 연관된 발열은 수혈 전 호흡수가 더 높았다(Gehrie et al., 2018).

207.

해열제(예: 아세트아미노펜)는 흔히 발열성 비용혈성 수혈 반응(Febrile nonhemolytic reaction, FNHTR)의 위험을 줄이기 위해 처방되지만, 그 사용에 대한 적응증은 논란이 있다. 일부 제공자는 해열제를 예방적으로 규칙적으로 사용하며, 일부는 수혈을 받은 대상자가 적어도 한 번의 발열성 수혈 반응을 경험한 후에만 예방적으로 사용하고, 또 다른 일부는 해열제의 예방적 사용이 수혈 반응으로 인한 체온 상승을 감출 수 있다고 믿고 있다. 최근의 증거는 사전 투약이 수혈 관련 반응을 최소화하지 않는다는 것을 시사한다. 백혈구 감소는 발열 반응의 발생률을 줄이는 데 효과적이었으나 알레르기 반응에는 영향을 미치지 않았다. 일부 전문가들은 “결정적인 근거 기반 연구가 없는 한, 수혈 반응을 예방하기 위한 사전 투약은 권장되지 않아야 한다”고 권장한다(Cohn et al., 2020).

코크란 리뷰에서 알레르기 반응과 FNHTR을 예방하기 위한 사전 투약에 대한 연구(462명의 대상자를 대상으로 한 세 개의 무작위 대조시험을 검토한 결과, 현재 증거에 따르면 항히스타민제, 아세트아미노펜 또는 코르티코스테로이드로 사전 투약을 하는 것이 사전 투약을 하지 않는 것에 비해 알레르기 반응의 위험을 줄이지 않았다고 보고하였다. 그러나 이 결론은 낮은 권고등급에서 중간 정도의 권고등급을 가지고 있어 질적으로 우수한 무작위 대조시험을 통해 알레르기 반응과 FNHTR 예방에서 사전 투약의 역할을 평가할 필요가 있다(Duran, Siddique & Cleary, 2014).

항히스타민제(디펜히드라민 또는 H₂ 차단제)는 과거에 수혈에 알레르기 반응을 보인 대상자들에게 사전 투약으로 처방될 수 있다. 메페리딘 또는 코르티코스테로이드는 수혈 중 심한 오한을 경험한 대상자에게 가끔 처방된다. 코르티코스테로이드는 또한 이전에 아나필락토이드 반응이나 반복적인 FNHTR을 경험한 대상자에게 사전 투약으로 사용되었다. 코르티코스테로이드 면역 억제제의 발현에는 상당한 시간이 필요하며, 코르티코스테로이드로 사전 투약의 효능은 충분히 평가되지 않았으며, 수혈 환경에서 코르티코스테로이드의 최적 시기와 효능은 확립되지 않았다.

해열진통제나 항히스타민제와 같은 수혈 전 예방적 투약(transfusion premedication)은 적응증 논란이 많고 임상적 근거가 부족하여 적극적으로 권장되지 않는다. 그러나 만일 수혈 전 예방적 투약에 관한 처방이 있다면, 수혈 시작 전에 약물이 투여되어야 하며, 경구투여의 경우 30분, 정맥투여의 경우 10분이 경과한 후 수혈을 시작할 것을 권장한다(Cohn et al., 2020).

208.

대상자의 상태와 수혈요구에 따라 적절한 크기의 말초정맥관을 선정한다. 이때 성인의 경우 일상적인 수혈에는 20-22게이지의 말초정맥관이 적합하며, 급속 수혈에는 16-18게이지의 말초정맥관을 사용할 수 있다. 적혈구는 더 작은 게이지의 말초정맥관(예: 24/25게이지)을 통해 안전하게 수혈할 수 있지만, 흐름 속도가 느려야 한다. 작은 말초정맥관을 통한 빠른 수혈은 압력으로 인해 용혈을 일으킬 수 있다(Cohn et al., 2020).

209.

수혈 전 대상자 곁에서 의료인 2명이 혈액스티커가 붙은 혈액제제를 대상자의 성명, 등록번호, ABO와 Rh 혈액형과 비교하여 소리 내어 확인한다. 이때 모든 기록이 완전히 일치하여야 한다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022). 대상자와 혈액제제를 검증된 전산장비(예: PDA, 바코드 등)를 이용하여 확인하는 것은 수동 시스템에 비해 잘못된 성분 수혈과 근접오류의 발생빈도가 낮았다는 보고가 있다(Murphy, Addison, Poles, Dhiman & Bolton-Maggs, 2019).

15.3 수혈 중 모니터링

210.

혈액제제는 세균 증식의 위험 때문에 오랜 시간 실온에 방치해서는 안 되며, 아무리 늦어도 4시간 이내에 수혈을 마치는 것이 원칙이다. 각 제제별 적절한 속도와 시간에 따라 수혈한다. 농축적혈구는 첫 15분간 50ml/hr(체중 50kg 미만의 소아는 최대 50ml까지는 1ml/lg/hr)로 수혈하고, 대상자에게 수혈 관련 부작용 증상이 나타나지 않으면 나머지 단위 내 용적을 2시간 내에 수혈한다. 혈소판과 혈장제제는 첫 15분간 50ml/hr(소아는 1ml/lg/hr)로 수혈하고 대상자 상태를 관찰한 다음 나머지 용적을 수혈한다. 통상 60분에 걸쳐 1 단위량(dose, 1회 투여량)을 수혈한다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022). 혈액제제 당 1 단위량은 농축혈소판제제 5-6단위, 동결침전제제 5-6단위, 또는 성분채혈혈소판 1단위를 의미한다. 혈액제제에 따른 보존, 운반 및 수혈시간은 <표 25>에 정리하였고, 비응급상황에서의 수혈시간은 <표 26>에 기술하였다.

표 25. 혈액제제 보존, 운반 및 수혈시간

혈액은행 보존온도 및 기간			혈액은행 준비 및 보관 기간	운반시간	수혈시간	
				권장	권장	최대
농축적혈구제제	1~6℃	35일	-	30분 이내	실온 2시간	실온 4시간
농축혈소판제제	20~24℃	5일	-		실온 2시간	
신선동결 혈장제제	<-18℃	1년	해동 후 실온보관, 3시간 이내		실온 1시간	
			해동 후 1~6℃보관, 24시간 이내 (수혈완료기준)		실온 1시간	
동결침전 제제	<-18℃	1년	해동 후 실온보관, 6시간 이내	실온 즉시		

출처. 보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회(2022)

표 26. 비응급상황에서의 수혈시간

성분	성인 권장 수혈속도		특별 고려사항	ABO 적합성	필터
	첫 15분	15분 후			
적혈구 (Red Blood Cells, RBCs)	1~2ml/분 (60~120ml /시간)	가능한 빨리: 약 4ml/분 또는 240ml/시간	수혈시간은 4시간을 초과하지 않아야 함	전혈: ABO 동일	In-line (170~240마이크론)
혈소판 (Platelets)	2~5ml/분 (120~300ml /시간)	300ml/시간 또는 가능한한 빨리	보통 1~2시간 내에 수혈	교차시험 불필요	In-line (170~240마이크론)
혈장 (Plasma)	2~5ml/분 (120~300ml /시간)	가능한한 빨리 : 약 300ml/시간	수혈 전에 해동시간 필요	교차시험 불필요	In-line (170~240마이크론)
과립구 (Granulocytes)	1~2ml/분 (60~120ml /시간)	120~150ml /시간 또는 가능한한 빨리	가능한한 빨리 수혈, 2시간 이상	교차시험 필요	In-line (170~240마이크론)
냉동 침전물 (Cryopre-cipitated AHF)	가능한 한 빨리		해동 후 가능한한 빨리 수혈	교차시험 및 ABO 적합성 불필요	In-line (170~240마이크론)

출처 : Cohn 등(2020)

211.

혈액은행으로부터 출고된 혈액은 최대한 신속히 수혈되어야 한다. 혈액은행으로부터 출고된 혈액은 혈액 전용 냉장고를 보유하고 적절히 관리할 수 있다면, 수혈 예정인 대상자에게 수혈하기 전까지 일시적으로 수술실, 회복실 또는 병실에서 혈액을 보관할 수 있다(Cohn et al., 2020).

신선동결혈장(Fresh Frozen Plasma, FFP)은 해동 후 냉장 상태에서 보관된 경우는 24시간까지 수혈이 가능하지만, 만약 수혈하지 못했다면, 다시 냉동하지 않고 의료기관의 지침에 따라 폐기한다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022). 대체로 혈액을 실온에 30분간 방치할 경우 혈액 온도가 10℃ 이상으로 상승한다. 온도가 10℃ 이상으로 올라갔던 혈액은 혈액은행으로 반납할 수 없다. 따라서 혈액을 온도가 측정되지 않는 냉장고에 보관해서는 안 되며, 혈액의 반납은 의료기관의 지침에 따라 반납할 수 있다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022).

212.

수혈을 시작하기 전 대상자의 활력징후를 30분 이내에 확인하고, 수혈 시작 시, 혈액이 혈관에 들어간 후 15분, 수혈 완료 시, 수혈 후 1시간에 활력징후를 확인한다. 수혈하는 동안 대상자를 시각적으로 최소 30분마다 확인하고, 대상자의 상태에 변화가 있을 경우, 즉시 활력징후를 확인한다. 지연된 수혈부작용이 나타날 수 있으므로 수혈 후 4-6시간 관찰하거나, 수혈부작용의 증상과 징후를 대상자/보호자에게 교육하고 수혈부작용의 증상과 징후가 있으면 바로 의료진에게 알릴 수 있도록

록 교육한다(INS, 2024). 응급상황이 아닌 수혈은 천천히 시작하고 대상자 근처에 머물면서 대상자의 반응을 관찰한다. 주요 반응은 일반적으로 처음 50ml 가 수혈되기 전에 나타나므로, 15분 후 부작용의 징후가 없으면 주입속도를 증가시켜 혈액이 4시간 이내에 완료되도록 한다. 모든 수혈의 처음 10-15분이 가장 중요한 시점임을 인지한다(INS, 2024).

213-214.

수혈 부작용의 증상과 징후를 모니터링 한다. 1) 소양증, 두드러기, 홍반 또는 가벼운 알레르기 반응과 관련된 썩썩거림 2) 수혈과 관련된 급성 호흡기 손상과 관련된 호흡부전, 저산소혈증, 저혈압 또는 폐부종 3) 수혈관련 순환과부하(transfusion-associated circulatory overload, TACO)는 혈액 이환 및 사망의 주요 원인으로, 대상자의 위험 요인으로는 고령자 및 심장질환, 급성/만성 신부전의 병력이 있다. 순환 과부하의 증상 및 징후(예: 호흡곤란, 빈맥, 혈압 상승)는 수혈 후 6-12 시간 이후에 발생한다. 이러한 반응은 무증상일 수도 있고, 경미할 수도 있으며, 잠재적으로 치명적일 수도 있다. 수혈부작용이 나타나면 즉시 수혈을 중단하고 의사에게 알리며 혈액성분(예: ABO 및 혈액형)을 확인하고 처방된 응급약물을 투여한다. 응급약물은 수혈세트를 통해 투여하지 않고, 0.9% 생리식염수로 채운 다른 수액세트를 통해 투여한다. 발열 비용혈성 수혈 반응은 수혈 중 또는 수혈 직후에 체온이 38℃ 이상으로 또는 기준선보다 1℃ 이상 상승하는 것으로 정의되며, 기타 가능한 증상으로는 오한, 떨림, 호흡곤란, 불안, 두통 등이 있다(Goel, Tobian & Shaz, 2019).

215.

수혈부작용을 기록하고 의료기관의 지침에 따라 보고하며, 수혈부작용 발생 시 혈액과 수혈세트를 검사실에 의뢰한다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022; Raval, Griggs & Fleg, 2020).

15.4 수혈 중 부속기구 사용

216.

혈액이나 혈액제제는 혈전 및 유해 입자를 제거하도록 설계된 필터를 사용한다. 표준 혈액 수혈 세트에는 170~260마이크론 필터가 포함되어 있다. 백혈구 제거용 적혈구 필터는 제조사의 제품별로 1-2단위 사용이, 백혈구 제거용 혈소판 필터는 6-12단위 사용이 일반적이다. 수혈세트의 미세필터는 혈액응고와 다른 찌꺼기들을 제거하기 위함이 목적이고, 백혈구 제거 필터는 혈액제제 내 백혈구를 99.9% 이상 제거하기 위함으로 그 재질과 용도가 다르다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022).

217.

농축적혈구 수혈 시 적혈구용 수혈세트를 2-4단위마다 교체해 주어야 하며, 하나의 필터는 6시간 까지만 사용한다. 다음 혈액제제 수혈의 간격이 1시간 이상인 경우에는 새 수혈세트를 사용한다 (한규섭, 박경운, 송은영, 2014). 수혈세트의 사용의 최대 시간을 확립한 임상연구는 부족하다. 혈액 및 생물 요법 진흥 협회(AABB)에 따르면, 첫 단위의 수혈에 4시간이 필요한 경우, 수혈세트와 필터는 재사용하지 않는다(INS, 2024)

218.

수혈용 표시가 있는 정맥주입 펌프(electronic infusion pump)만 사용한다. 수혈용 표시가 있는 정맥주입 펌프는 적혈구의 용혈이나 혈소판 손상의 큰 위험 없이 혈액이나 혈액 성분을 전달할 수 있다. 주사기 주입 펌프는 신생아 및 소아 환자의 소량 수혈에 사용할 수 있으며, 사용 시 제조사의 권고사항에 따른다(INS, 2024). 혈액을 빠르게 주입하는 목적으로 대구경 정맥관(large-gauge venous access catheter)과 가온 기능이 구비된 급속 가압 주입장치(그림 33)를 사용할 수 있다. 과도한 압력은 혈액제제 손상을 야기할 수 있으므로 주입장치-도관-정맥관 내 압력이 300mmHg를 초과하면 안 된다. 주입장치에는 압력계이지와 자동 차단기능이 포함되어 있어야 한다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022) 수동 압박 커프는 빠른 수혈이 필요할 때 적혈구 유속을 증가시키기 위해 사용할 수 있다. 외부에 적용되는 압박 장치는 압력계가 있고, 혈액백을 완전히 감싸고, 혈액백의 모든 부분에 균일한 압력이 가해져야 한다. 압력은 300mmHg를 초과해서는 안 되며, 표준 혈압계는 이 목적으로는 절대 사용하지 않는다. 빠른 주입을 위해서는 압박 장치보다 굵은 게이지 말초정맥관이 더 효과적일 수 있으므로 사용을 고려한다(INS, 2024).



그림 33. 급속 가압 주입장치(Rapid Infusion System)

출처. 아주대학교병원 자체 촬영(2024)

219.

원칙적으로 혈액제제에 약물을 같이 주입해서는 안된다. 혈액제제와 함께 투여될 수 있는 용액이 칼슘을 함유하는지 여부와 등장성 용액인지 여부를 꼭 확인한다. 저장혈액에 포함된 구연산염(citrate)과 수액에 포함된 칼슘은 혈액응고를 발생시킬 수 있으며, 저장성 또는 고장성 용액의 접촉은 적혈구 손상을 초래할 수 있으므로 정주로가 분리되지 않은 경우 주의를 요한다. 0.9% 생리식염수, 알부민용액, ABO 동형의 혈액제제, 일부 등장성 정질액도 함께 투여될 수 있다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022).

220-222.

차가운 혈액을 수혈하여 저체온이 발생하는 경우 미세순환 악화로 인한 감염 증가, 혈액응고 부전으로 인한 출혈 및 수혈량 증가를 야기할 수 있으므로, 수혈로 인한 체온 감소 방지를 위해 혈액 가온기를 사용할 수 있다. 일반적으로 1-3 단위의 혈액을 수 시간에 걸쳐 천천히 수혈하는 대상자에게 혈액제제를 가온하여 수혈할 필요는 없다. 혈액 가온기는 수혈에 의해 저체온증(36℃ 미만) 발생 가능성이 있는 경우(성인에게 시간당 50ml/kg 이상의 수혈을 하는 경우, 체중 50kg 미만의 소아에게 시간당 15ml/kg 이상으로 수혈하는 경우), 교환수혈, 한랭응집소(cold agglutinin)을 가진 대상자에게 수혈하는 경우, 대구경 정맥관(large-gauge venous access catheter)을 통하여 빠르게 수혈하는 경우에 사용한다. 혈액 가온기를 사용하는 경우 혈액의 온도는 42℃를 넘지 않으며, 한 단위의 혈액은 4시간 이내로 가온한다. 혈액 가온기는 경고음이 울리고, 온도를 확인할 수 있는 알람체계를 갖춘 것을 사용하며, 정기점검을 실시하고 기록을 보관한다(한규섭 등, 2014).

15.5 수혈 종료 후 기록

223.

수혈 종료 후 활력징후, 대상자의 설명, 혈액형 및 혈액번호를 확인하고, 의무기록에 수혈 시작시간과 종료시간, 섭취량/배설량 기록지에 수혈받은 혈액량을 기록하며, 혈액스티커를 부착한다. 단, 전자의무기록을 사용하는 경우 의료기관의 정책에 따른다(보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회, 2022).

XVI 교육

16.1 대상자/보호자 교육

224.

간호사는 말초정맥 주입요법에 대해서 대상자/보호자를 교육하는 역할을 담당한다(RNAO, 2021). 대상자 교육의 목적은 대상자에게 말초정맥 주입요법의 목적과 합병증에 대한 이해를 돕고, 말초정맥 주입요법 계획에 대한 의사결정을 하는데 필요한 정보를 제공하며, 만족도를 높이는 것이다(Czaplewski, 2010). 간호사는 대상자/보호자에게 말초정맥주입기구의 관리, 합병증의 예방과 발견, 보고해야 할 증상과 징후에 대한 정보를 제공해야 한다(RNAO, 2021).

대상자/보호자에게 말초정맥주입기구에 대한 관리 방법, 감염과 기타 합병증 예방법(예: 무균술, 손위생 등), 보고해야 할 증상과 징후(예: 정맥염, 발열 등) 등에 대해 교육한다(Cutilli, 2020; Hammoud, Amer, Lohner & Kocsis, 2020; Şenyuva, Kaya & Can, 2020). 즉 처방된 말초정맥 주입요법과 치료의 목적, 예상되는 결과 및/또는 목표, 예상되는 치료 기간, 위험 및 이점, 말초정맥관 선택 및 예상되는 치료, 잠재적 합병증, 치료 또는 말초정맥 주입요법과 관련된 부작용, 필요에 따라 의료 서비스를 이용하는 방법에 대해 교육한다.

말초정맥관/주입 관련 합병증/이상반응/부작용의 징후 및 증상(주입 장치를 제거한 후 및 환자가 의료 기관을 떠난 후 발생할 수 있는 징후 포함)에 대한 자가 모니터링(예: 주입 후 정맥염 징후, 발열) 및 보고 방법을 교육한다(INS, 2024; RNAO, 2021).

225-226.

말초정맥 주입요법의 안전한 시행을 보장하고, 관련 합병증 위험을 감소시키기 위해 간호사는 효과적인 교육계획을 개발해야 한다. 교육방법은 대상자의 연령, 발달수준, 인지수준, 건강문해력(health literacy), 문화적 배경, 사용하는 언어 등 대상자의 선호도와 가치를 통합하여 선정한다(Cutilli, 2020; Sim & Galbraith, 2020; Şenyuva et al., 2020; Thompson, May, Leach, Smith, & Fereday, 2021). 또한 대상자가 이해할 수 있고 수행 가능하도록, 전문용어는 피하고 쉬운 용어로 작성된 교육 자료를 제공하여 안전하고 효과적이며 대상자 중심의 말초정맥 주입요법을 제공할 수 있다(INS, 2024).

16.2 간호사 교육

227-228.

대상자의 안전을 보장하기 위해 의료인은 자신의 실무영역 내에 있는 말초정맥 주입요법과 관련된 말초정맥주입기구(말초정맥관과 부속기구)의 삽입과 관리에 대한 역량을 갖추어야 한다(Gorski et al., 2021). 간호사는 말초정맥주입기구를 안전하고 효과적으로 관리하고 유지하는데 필요한 지식, 기술 및 판단능력이 있어야 하고, 말초정맥주입간호에 대한 최신 지식을 갖기 위해 말초정맥 주입요법 관련 직무교육에 적극적으로 참여해야 한다(RNAO, 2021). 의료기관은 간호사가 말초정맥 주입에 대한 실무능력을 유지하도록 간호사에게 훈련과 교육을 제공해야 한다(RCN, 2022). 또한 의료기관은 의료인이 말초정맥 주입요법 지침에 기술된 감염예방실무를 지속적으로 이행할 역량을 갖추고 있는지 사정한다(NICE, 2017).

의료인에 대한 교육이 감염예방에 효과적인지를 규명한 Warren 등(2006)의 연구에서 정맥관 삽입과 관리에 대한 병원과 병동의 정책을 개정하고, 의사와 간호사 대상의 교육 중재를 6개 대학병원의 13개 병동(12개 중환자실과 1개 골수이식병동)에서 실시한 결과 정맥관 관련 혈류감염률이 1,000정맥관일 당 11.2건에서 8.9건으로 감소되었다(상대위험비 0.79, 95% CI: 0.67-0.93). 다른 선행연구들에서도 의료인에게 말초정맥 주입요법 관련 실무에 대한 훈련과 교육 프로그램을 제공하는 것이 말초정맥관 관련 감염을 예방하는데 효과적인 것으로 나타났다(CDC, 2011; Meneguetti et al., 2015; Warren et al., 2006).

XVII 기록과 보고

17.1 말초정맥 주입요법 관련 기록

229.

의료기관의 정책과 간호실무지침에는 면허나 자격, 간호표준, 인증기관, 규정 등에 근거하여 기록 지침과 대상자의 건강정보와 개인정보에 대한 기밀유지와 사생활 보호를 위한 절차 등을 포함한다. 말초정맥주입과 관련한 기록은 말초정맥관 삽입, 유지관리, 제거 등의 관련 절차, 말초정맥주입관련 부작용과 합병증, 그리고 대상자/보호자의 말초정맥기구 삽입에 대한 동의나 승낙, 그리고 관련 절차에 대한 그들의 참여나 이해도 등 대상자 반응으로 구성된다. 말초정맥주입과 관련한 기록의 구체적인 내용에 대해서는 의료기관의 정책에 따라 조정할 수 있다(INS, 2024).

첫째, 말초정맥기구 삽입관련 기록으로는 ① 삽입목적, ② 삽입일시, ③ 시도 횟수, ④ 삽입기술(시각화도구 예: 초음파 등), ⑤ 말초정맥관 유형/길이와 크기(게이지)/유효기한/로트번호(확인가능

한 경우), ⑥ 삽입부위, ⑦ 말초정맥관 개통성/기능(역류와 관류 기능성), ⑧ 삽입 중 발생한 어려움, ⑨ 드레싱 종류와 고정방법, ⑩ 삽입 시 대상자의 반응, ⑪ 삽입부위 상태; 멍, 출혈, 고정기구 유형 등이 있으며, midline 정맥관의 경우 추가로 말단 둘레, 말초정맥관 대 말초정맥 비(ratio)를 추가로 기술한다.

둘째, 말초정맥관의 유지관리 관련 기록으로는 ① 정맥염, 침윤/일혈 등에 대해 평가도구를 이용하여 평가한 삽입부위 상태와 드레싱 상태, ② 말초정맥관 고정기구 유형, 드레싱 교환, 삽입부위간호, ③ 대상자의 불편함/통증 보고, ④ 관류와 잠금: 용액, 용량, 빈도, 개방성, 관류 어려움, ⑤ 말초정맥관 또는 부속기구 등의 교환 등이 있으며, midline 정맥관인 경우 추가로 외부 정맥관 길이(삽입 시 기록된 길이와의 차이 여부)를 기술한다.

셋째, 말초정맥관 제거/정맥주입요법 종료에 대한 기록으로는 ① 제거사유, ② 제거일시, ③ 제거 당시 말초정맥관 길이와 손상 여부, ④ 삽입부위 상태, ⑤ 제거 후 드레싱 유형 등이 있다.

넷째, 말초정맥 주입요법 중 합병증 또는 부작용이 발생한 경우 발생일시, 상황, 관리방안과 효과 등을 기록하며, midline 정맥관의 경우 추가로 말단 둘레, 말초정맥관 대 말초정맥 비(ratio)를 추가로 기술한다.

대상자 반응과 관련하여 말초정맥 주입요법과 관련한 대상자/보호자의 말초정맥기구 삽입에 대한 동의나 승낙, 그리고 관련 절차에 대한 그들의 참여나 이해도 등을 기술한다. 구체적으로, ① 말초정맥관 삽입과 제거 절차에 대한 대상자/보호자 반응, ② 말초정맥 주입요법에 대한 대상자/보호자 반응(증상, 부작용, 이상반응 포함). 그리고 ③ 말초정맥관 삽입과 말초정맥 주입요법 교육에 대한 대상자/보호자의 이해와 의사소통 장벽 등이 있다(INS, 2024).

230.

말초정맥 주입요법과 관련된 사항을 기록하는 경우 읽기 쉽고 시기적절하게 기록하는 것은 의료진간의 의사소통을 원활하게 하며, 효율적으로 기록을 찾아보도록 하는데 도움을 줄 수 있다(INS, 2024).

231.

기록은 의료진이 수행하는 치료나 간호의 연속성, 질, 그리고 안전성을 반영하는 것으로(INS, 2024) 의료진간의 원활한 의사소통이 이루어질 수 있도록 기술되어야 한다. 미국 의사연맹의 의료정보위원회(Medical Informatics Committee of the American College of Physicians)에서 제시하는 21세기의 임상기록에 대한 입장문에 따르면, 기록의 목적은 향상된 의사소통을 통해 환자 치료를 지원하고 임상 결과를 개선하는 것에 있다. 기록에는 대상자의 이야기를 다시 전달하는 데 필요한 만큼 자세히 포함해야 하며, 이전에 기록된 정보가 정확하고, 현재 상황을 기록하는데 도움이 되는 경우 복사/전달(copy/forward) 과정을 통해 기록의 정확성, 완전성 및 효율성을 개선할 수 있다. 그러나, 복사/전달 과정이 오용되게 되면 기록의 정확성, 양질의 의료, 환자 안전을 저해할

수 있어 주의가 필요하다(Kuhn, Basch, Barr, Yackel & Medical Informatics Committee of the American College of Physicians, 2015).

정확하고 효율적인 기록을 위해 표준틀이나 도구를 이용하여 필수항목을 기록하며, 필요 시 추가 내용을 기록하도록 한다. Reimschissel 등(2017)은 전자의무기록에서 유전자변형세포제제(genetically modified cellular product)와 관련된 독성을 기록하기 위한 표준화된 템플릿을 개발하여 사용하였을 때 실무의 질과 안전성이 향상됨을 보고하였다.

전자의무기록(EMR)에는 표준용어로 기록한다. Saranto 등(2014)은 간호기록지에 사용된 자료구조화방식(data structuring methods)에 따른 영향을 비교하기 위해 체계적 문헌고찰 연구를 실시하였다. 143편의 논문이 검색되었고, 간호기록에 주로 사용된 표준은 간호분류체계 또는 간호과정이었으며, 표준용어(standardised nursing language, SNL)를 사용하는 경우 간호중재와 결과에 대한 기술(descriptions)이 증가하였고, 환자안전과 정보 재사용이 향상되었다.

232-233.

여러 개의 정맥주사를 실시하고 한 번에 기록하는 것은 피한다. 순차적으로 투여된 약물에 대해 실제 투여시간을 기록하지 않는 경우 치료적 약물농도(therapeutic drug monitoring)를 필요로 하는 약물의 용량결정이 부정확해 질 수 있다. Roydhouse 등(2021)의 연구에 따르면, 항균제 주입을 받는 55명의 입원 환자의 약물투약지(2019년 6월-8월)에 기록된 시간과 스마트 주입 펌프에서 저장된 '실제' 투여 시간($n = 660$)을 비교한 결과, 실제 투여 시간과 기록된 투여 시간 간의 불일치 중앙값은 16분(범위, 2-293분)이었으며, 정맥주입의 7.7%에서 60분 이상의 불일치가 발생하였다. 전반적으로 불일치(중앙값[범위])는 주말(17[2-293]분)과 주중(16[2-188]분)에서 유사하였고, 간호사-환자 비율이 높은 병동(16[2-157]분)과 낮은 병동(16[2-293]분)에서도 유사하였다. 불일치는 야간($p < .05$), 반감기가 짧은 항균제($p < .001$)에서 가장 작았다. 즉, 이 연구로부터 전반적으로 실제 항균제 투여 시간과 기록된 시간 사이에 불일치가 있었으며, 이러한 불일치로 인해 부적절한 용량이 권고될 수 있는 것으로 나타났다.

234.

전통적으로 간호사는 전자의무기록에서 처방 정보를 확인한 후 스마트 주입펌프가 작동하도록 수동으로 투여 약물, 기간, 용량, 속도 등을 입력하고, 전자의무기록의 투약기록란에 스마트 주입펌프의 시작 시간과 변경 사항 등을 입력한다. 이에 비해 스마트 주입펌프-전자의무기록 상호 운용(smart pump-electronic health record interoperability)은 스마트 주입펌프와 전자의무기록 간의 양방향 통신을 가능하게 하여 약물 주입과정을 자동화하는 것을 의미한다. 즉, 전자의무기록의 처방 정보는 자동으로 스마트 주입펌프로 보내져 정보가 입력되므로 수동 프로그래밍으로 인한 오류를 최소화할 수 있다. 또한 스마트 주입펌프는 입력된 정보를 전자의무기록으로 전달하여 간호사가 처방 정보와 일치하는지를 검증한 다음 자동으로 투약기록란에 기록된다(Wei, Coffey, Adeola

& Abbasi, 2021). 스마트 주입펌프-전자의무기록 상호 운용은 약물 주입을 프로그래밍하는 데 필요한 정보 입력 횟수를 줄여 기록의 편리성을 도모할 수 있으며 간호사의 업무 효율성 향상에도 기여하는 것으로 보고하고 있다. 예로 중환자실에서 에피네프린과 노어에프네프린 투여당 속도변화 기록건수의 변화를 보면 스마트 주입펌프-전자의무기록 상호 운용 전에는 약물 투여당 평균 5.31회, 운용 후에는 평균 9.29회 속도 변화가 기록되어 운영 후에 더 많이 기록되고 있음을 알 수 있다 (Joseph, Lee, Anderson & Morrisette, 2020).

또한, 스마트 주입펌프-전자의무기록 상호 운용은 예산절감에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. Wei 등(2021)에 따르면 미국 텍사스주의 316개 병상의 지역 병원에서 스마트 주입펌프-전자의무기록간의 상호 운용성을 도입한 결과 약물정보표준 준수율은 73.8%에서 82.9%로 증가($p < .001$)한 반면 2초 이내에 알람 무시율은 17.3%에서 13.8%로 감소하여($p < .001$) 스마트 주입펌프-전자의무기록간의 상호 운용성이 안전한 정맥주사에 기여하고 이는 투약오류로 인한 불필요한 재정낭비를 줄여줄 수 있는 것으로 나타났다.

17.2 말초정맥 주입요법 관련 사건 보고

235.

의료기관의 정책, 절차, 간호실무지침에 따라 정맥주입요법으로 인해 발생한 사건에 대해 보고하는데, 사건에는 대상자에게 유해하고, 중요하며, 예방가능한 합병증 발생 등이 포함된다. 주로 즉각적인 사정과 반응이 필요한 사건으로 정맥주입 시 대상자, 삽입부위, 절차에서의 오류와 정맥주입으로 인한 합병증의 발생 등이 포함된다(INS, 2016; The Joint Commission, 2014).

참고문헌

- 구미옥, 조용애, 은영, 정인숙, 장희경, 김현립, 윤희숙, 김은현, 윤지현. (2017). *근저기반 임상간호 실무지침 정맥주입요법(2017 개정)*. 병원간호사회.
- 김수영, 김남순, 신승수, 지선미, 이수정, 김상희, 등. (2011). *임상진료지침 수용제작 매뉴얼(ver 2.0)*. 한국보건 의료연구원.
- 대한중환자의학회 표준위원회. (2013). *중환자 영양지원 지침*. 도서출판 진기획.
- 박예현, 박수정. (2015). 영양집중치료팀의 구성과 역할. *대한소화기학회지*, 65(6), 342-345.
- 박준석, 공성호, 박지원, 서경원, 이인규, 정미란, 황대옥, 허훈, 이혁준, 대한외과대사영양학회 가이드라인/임상시험위원회. (2014). 영양지원의 실제(3)-Parenteral nutrition. *Surgical Metabolism and Nutrition*, 5(1), 21-28.
- 보건복지부 국립장기조직혈액관리원, 대한수혈학회. (2022). *제5판 수혈가이드라인*.
- 식품의약품안전처. (2020). *의료기기 허가·신고·심사 등에 관한 규정; 안전성·유효성 문제 원자재 사용 의료기기 추가*. 식품의약품안전처.
- 양선희, 손영희, 백훈정, 원종순, 유재희, 전미양, 등. (2007). *기본간호학 하권(4판)*. 현문사.
- 유현민. (2024). 최신 투약 안전관리: Smart infusion pump 등. *2024년 부산·울산·경남 기본간호 학회 임상실무연수 자료집*.
- 은영, 구미옥, 조용애, 유미, 김경숙, 김태희, 등. (2018). *근저기반 임상간호실무지침 통증간호*. 병원 간호사회.
- 임경춘, 정재심, 이주현, 김경숙, 김현립, 김현정, 김동연, 이미정. (2023). *근저기반 임상간호실무지침 중심정맥 주입요법 개정판*. 병원간호사회.
- 최은희, 김진희, 최경옥, 유정숙, 김미순, 김필자, 등. (2012). 중환자 통증사정 도구 개발. *임상간호연구*, 18(1), 136-148.
- 최지형, 백진희, 조윤희, 조윤숙. (2018). 정맥영양의 조제와 감염관리. *Journal of Clinical Nutrition*, 10, 31-37. <https://doi.org/10.15747/jcn.2018.10.2.31>
- 한규섭, 박경훈, 송은영. (2014). *수혈의학 제4판*. 고려의학. p. 79.
- 환경부. (2023). *의료폐기물 분리배출 지침 제3판*. 환경부.
- Alamer, F., & Alanazi, A. T. (2023). The impact of smart pump technology in the healthcare system: A scope review. *Cureus*, 15(3), e36007. <https://doi.org/10.7759/cureus.36007>
- Alexander, M., Corrigan, A., Gorski, L., Hankins, J., & Perucca, R. (2010). *Infusion nursing: An evidence-based approach*(3rd ed.). Saunders Elsevier.
- Alexandrou, E., Ramjan, L. M., Spencer, T., Frost, S. A., Salamonson, Y., Davidson, P. M., & Hillman, K. M. (2011). The use of midline catheters in the adult acute care

setting-clinical implications and recommendations for practice. *Journal of the Association for Vascular Access*, 16(1), 35-41.

Alexandrou, E., Ray-Barruel, G., Carr, P. J., Frost, S. A., Inwood, S., Higgins, N., Lin, F., Alberto, L., Mermel, L., Rickard, C. M., & OMG Study Group. (2018). Use of short peripheral intravenous catheters: Characteristics, management, and outcomes worldwide. *Journal of Hospital Medicine*, 13(5).
<https://doi.org/10.12788/jhm.3039>

Allwood, M. C. (2000). Light protection during parenteral nutrition infusion: Is it really necessary? *Nutrition*, 16(3), 234-235.
[https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(99\)00274-9](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(99)00274-9)

Alobayli, F. Y. (2019). Factors influencing nurses' use of local anesthetics for venous and arterial access. *Journal of Infusion Nursing*, 42(2), 91-107.
<https://doi.org/10.1097/nan.0000000000000316>

American Society of Health-Systems Pharmacists. (2018). ASHP guidelines on preventing medication errors in hospitals. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 75, 1493-1517.

American Society of Anesthesiologists (ASA). (2020). Practice guidelines for central venous access. *Anesthesiology*, 132(1), 8-43.
<https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002864>

AORN. (2021). *Guidelines for perioperative practice*. Association of periOperative Registered Nurses.
<https://www.aorn.org/guidelines-resources/guidelines-for-perioperative-practice>

Abramson, T. M., Sanko, S., Kashani, S., & Eckstein, M. (2020). Prime the line! A case report of air embolism from a peripheral IV line in the field. *Prehospital Emergency Care*, 24(4), 576-579.
<https://doi.org/10.1080/10903127.2019.1671564>

Annisa, F., Nurhaeni, N., & Wanda, D. (2017). Warm water compress as an alternative for decreasing the degree of phlebitis. *Comprehensive Child and Adolescent Nursing*, 40(sup1), 107-113.

Association for the Advancement of Blood and Biotherapies (AABB). (2018). *Primer on blood administration*(8th ed.). Standard 25: Blood and Fluid Warming, pp. 72-74.

Association for the Advancement of Blood and Biotherapies (AABB). (2022). *Standards for blood banks and transfusion services*. Retrieved August 15, 2024, from <https://www.aabb.org/standards-accreditation/standards/blood-banks-and-transfusion-services>

- Australian Commission on Safety and Quality in Health Care. (2021). *Management of peripheral intravenous catheters clinical care standard*. Australian Commission on Safety and Quality in Health Care.
- Ayat-Isfahani, F., Pashang, M., Davoudi, B., Sadeghian, S., & Jalali, A. (2017). Effects of injection-site splinting on the incidence of phlebitis in patients taking peripherally infused amiodarone: A randomized clinical trial. *Journal of Vascular Nursing, 35*(1), 31-35. <https://doi.org/10.1016/j.jvn.2016.11.001>
- Ayers, P., Adams, S., Boullata, J., Gervasio, J., Holcombe, B., Kraft, M. D., Marshall, N., Neal, A., Sacks, G., Seres, D. S., Worthington, P., & American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. (2014). A.S.P.E.N. parenteral nutrition safety consensus recommendations. *JPEN Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 38*(3), 296-333. <https://doi.org/10.1177/0148607113511992>
- Ayres, J. D., & Mahler, H. C. (2021). Assessing the utility of in-line intravenous infusion filters. *Journal of Pharmaceutical Sciences, 110*(10), 3325-3330. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2021.06.022>
- Bahl, A., Johnson, S., Alsbrooks, K., Mares, A., Gala, S., & Hoerauf, K. (2021). Defining difficult intravenous access (DIVA): A systematic review. *The Journal of Vascular Access, 22*(1), 1-10. <https://doi.org/10.1177/11297298211059648>
- Becciolini, M., Pivec, C., Raspanti, A., & Riegler, G. (2021). Ultrasound of the radial nerve: A pictorial review. *Journal of Ultrasound Medicine, 40*(12), 2751-2771.
- Besheer, A. (2017). Protein adsorption to in-line filters of intravenous administration sets. *Journal of Pharmaceutical Sciences, 106*(10), 2959-2965. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2017.05.028>
- Biltoft, J., & Finneman, L. (2018). Clinical and financial effects of smart pump-electronic medical record interoperability at a hospital in a regional health system. *American Journal of Health-System Pharmacy, 75*(14), 1064-1068. <https://doi.org/10.2146/ajhp161058>
- Boullata, J. I., Mirtallo, J. M., Sacks, G. S., Salman, G., Gura, K., Canada, T., Maguire, A., & ASPEN Parenteral Nutrition Safety Committee. (2022). Parenteral nutrition compatibility and stability: A comprehensive review. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 46*(2), 273-299. <https://doi.org/10.1002/jpen.2306>
- Brull, S. J., & Prielipp, R. C. (2017). Vascular air embolism: A silent hazard to patient safety. *Journal of Critical Care, 42*, 255-263.
- Buetti, N. (2022). Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute-care hospitals: 2022 update. SHEA/IDSA/APIC practice recommendation.

Infection Control & Hospital Epidemiology, 43, 553–569.

<https://doi.org/10.1017/ice.2022.87>

Campbell, G., Alderson, P., Smith, A. F., & Warttig, S. (2015). Warming of intravenous and irrigation fluids for preventing inadvertent perioperative hypothermia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(4), CD009891.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009891.pub2>

Cancer Nurses Society of Australia. (2021). Vascular access resources. Occlusion assessment and management. Retrieved September 8, 2024, from

<https://www.cnsa.org.au/practiceresources/vascular-access-resources/occlusion-management#1.%20Summary%20of%20Evidence>

Carr, P. J., Rippey, J. C. R., Cooke, M. L., Trevenen, M. L., Higgins, N. S., Foale, A. S., & Rickard, C. M. (2019). Factors associated with peripheral intravenous cannulation first-time insertion success in the emergency department: A multicentre prospective cohort analysis of patient, clinician, and product characteristics. *BMJ Open*, 9(4), e022278.

<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-022278>

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2011). Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clinical Infectious Diseases*, 52(9), e162–e193. <https://doi.org/10.1093/cid/cir257>

Centers for Disease Control and Prevention. (2024). Preventing unsafe injection practices. Retrieved September 8, 2024, from

https://www.cdc.gov/injection-safety/hcp/clinical-safety/?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/actionsafety/one-and-only.html

Cernuda Martínez, J. A., Suárez Mier, M. B., Martínez Ortega, M. D. C., Casas Rodríguez, R., Villafranca Renes, C., & Del Río Pisabarro, C. (2023). Risk factors and incidence of peripheral venous catheters-related phlebitis between 2017 and 2021: A multicentre study (Flebitis Zero Project). *The Journal of Vascular Access*.

<https://doi.org/10.1177/11297298231189963>

Chae, D., Kim, S. Y., Song, Y., Baek, W., Shin, H., Park, K., & Han, D. W. (2020). Dynamic predictive model for postoperative nausea and vomiting for intravenous fentanyl patient-controlled analgesia. *Anaesthesia*, 75(2), 218–226.

<https://doi.org/10.1111/anae.14849>

Chen, S., O'Malley, M., & Chopra, V. (2021). How common are indwelling devices in hospitalized adults? A contemporary point prevalence study in a tertiary care hospital. *American Journal of Infection Control*, 49(2), 194–197.

<https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.06.205>

- Chico-Padron, R. M., Carrion-Garcia, L., Delle-Vedove-Rosales, L., Gonzalez-Vargas, C. S., Marrero-Perera, M., Medina-Chico, S., Rodríguez-Díaz, M. P., Alonso-Díaz, M., & Jiménez-Sosa, A. (2011). Comparative safety and costs of transparent versus gauze wound dressings in intravenous catheterization. *Journal of Nursing Care Quality, 26*(4), 371-376. <https://doi.org/10.1097/NCQ.0b013e318210741b>
- Chuang, D. Y., Sundararajan, S., Sundararajan, V. A., Feldman, D. I., & Xiong, W. (2019). Accidental air embolism. *Stroke, 50*(7), e183-e186.
- Cicolini, G., Manzoli, L., Simonetti, V., Flacco, M. E., Comparcini, D., Capasso, L., Baldassarre, A., & Eltaji Elfarouki, G. (2014). Phlebitis risk varies by peripheral venous catheter site and increases after 96 hours: A large multi-centre prospective study. *Journal of Advanced Nursing, 70*(11), 2539-2549. <https://doi.org/10.1111/jan.12403>
- Cohn, C. S. (Ed.). (2020). *Technical Manual* (20th ed.). Bethesda: AABB.
- Collingwood G&M Hospital. (2018). *Venipuncture and phlebotomy learning package*. Collingwood G&M Hospital.
- Colon-Casasnovas, N. E., & Lugo-Vicente, H. (2008). Distal fragmented port catheter: Case report and review of literature. *Boletín de la Asociación Médica de Puerto Rico, 100*(1), 70-75.
- Cook, L. S. (2013). Infusion-related air embolism. *Journal of Infusion Nursing, 36*(1), 26-36.
- Corley, A., Ullman, A. J., Mihala, G., Ray-Barruel, G., Alexandrou, E., & Rickard, C. M. (2019a). Peripheral intravenous catheter dressing and securement practice is associated with site complications and suboptimal dressing integrity: A secondary analysis of 40,637 catheters. *International Journal of Nursing Studies, 100*, 103409. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.103409>
- Corley, A., Ullman, A. J., Marsh, N., Larsen, E. N., Mihala, G., Harris, P. N. A., & Rickard, C. M. (2019b). SECUREMENT bundles to prevent peripheral vascular access device failure—the SECUREMENT-PVAD trial: Study protocol for a pilot randomized control trial. *Vascular Access: Canadian Vascular Access Association, 13*(3), 8-16.
- Corley, A., Marsh, N., Ullman, A. J., & Rickard, C. M. (2023). Peripheral intravenous catheter securement: An integrative review of contemporary literature around medical adhesive tapes and supplementary securement products. *Journal of Clinical Nursing, 32*(1), 1841-1857. <https://doi.org/10.1111/jocn.16237>
- Coventry, L. L., Jacob, A. M., Davies, H. T., Stoneman, L., Keogh, S., & Jacob, E. R. (2019). Drawing blood from peripheral intravenous cannula compared with

- venepuncture: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 75(11), 2313-2339. <https://doi.org/10.1111/jan.14078>
- Crickman, R., & Finnell, D. (2016). Systematic review of control measures to reduce hazardous drug exposure for healthcare workers. *Journal of Nursing Care Quality*, 31(2), 183-190.
- Cutilli, C. C. (2020). Excellence in patient education: Evidence-based education that “sticks” and improves patient outcomes. *The Nursing Clinics of North America*, 55(2), 267-282. <https://doi.org/10.1016/j.cnur.2020.02.007>
- Czaplewski, L. (2010). Clinician and patient education. In *Infusion nursing: An evidence-based approach*(3rd ed., pp. 71-108). St. Louis, MO: Saunders/Elsevier.
- Dawson, J., & Christie, M. (2007). ‘Just a sharp scratch’: Permanent radial, median, and ulnar neuropathy following diagnostic venepuncture. *British Journal of Hospital Medicine (Lond)*, 68(3), 160-161.
- Dell'Amore, A., Ammari, C., Campisi, A., & D'Andrea, R. (2016). Peripheral venous catheter fracture with embolism into the pulmonary artery. *Journal of Thoracic Disease*, 8(12), e1581-e1584.
- DeVries, M., Valentine, M., & Mancos, P. (2016). Protected clinical indication of peripheral intravenous lines: Successful implementation. *Journal of the Association for Vascular Access*, 21(2), 89-92. <https://doi.org/10.1016/j.java.2016.03.001>
- DeVries, M., Lee, J., & Hoffman, L. (2019). Infection-free midline catheter implementation at a community hospital (2 years). *American Journal of Infection Control*, 47(9), 1118-1121. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.03.001>
- Devrim, İ., Demiray, N., Oruç, Y., Sipahi, K., Çağlar, İ., Sarı, F., Turgut, N., Atakul, G., Özdamar, N., Dursun, V., Sorguç, Y., Bayram, N., & Ağın, H. (2019). The colonization rate of needleless connector and the impact of disinfection for 15 s on colonization: A prospective pre- and post-intervention study. *The Journal of Vascular Access*, 20(6), 604-607. <https://doi.org/10.1177/1129729819826036>
- Doern, G. V., Carroll, K. C., Diekema, D. J., Garey, K. W., Rupp, M. E., Weinstein, M. P., & Sexton, D. J. (2019). Practical guidance for clinical microbiology laboratories: A comprehensive update on the problem of blood culture contamination and a discussion of methods for addressing the problem. *Clinical Microbiology Reviews*, 33(1), e00009-19. <https://doi.org/10.1128/CMR.00009-19>
- Duran, J., Siddique, S., & Cleary, M. (2014). Effects of leukoreduction and premedication with acetaminophen and diphenhydramine in minimizing febrile nonhemolytic

- transfusion reactions and allergic transfusion reactions during and after blood product administration: A literature review with recommendations for practice. *Journal of Pediatric Hematology/Oncology Nursing*, 31(4), 223-229. <https://doi.org/10.1177/1043454214532029>
- Ehmke, N. (2021). Chemotherapy extravasation: Incidence of and factors associated with events in a community cancer center. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, 25(6), 680-686.
- Eriksen, M. K., Crooks, B., Baunwall, S. M. D., Rud, C. L., Lal, S., & Hvas, C. L. (2021). Systematic review with meta-analysis: Effects of implementing a nutrition support team for in-hospital parenteral nutrition. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 54(5), 560-570. <https://doi.org/10.1111/apt.16530>
- Erzincanli, S., & Kasar, K. S. (2021). Effect of hand massage on pain, anxiety, and vital signs in patients before venipuncture procedure: A randomized controlled trial. *Pain Management Nursing*, 22(3), 356-360. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2020.12.005>
- Fabiani, A., Dreas, L., & Sanson, G. (2017). Ultrasound-guided deep-arm veins insertion of long peripheral catheters in patients with difficult venous access after cardiac surgery. *Heart & Lung: The Journal of Critical Care*, 46(1), 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2016.09.003>
- Ferroni, A., Gaudin, F., Guiffant, G., Flaud, P., Durussel, J. J., Descamps, P., et al. (2014). Pulsative flushing as a strategy to prevent bacterial colonization of vascular access devices. *Medical Devices: Evidence and Research*, 7, 379-383. <https://doi.org/10.2147/MDER.S71217>
- Field, M. J., & Lohr, K. N. (1990). *Clinical practice guidelines: Directions for a new program*. National Academy Press.
- Flynn, J. M., Keogh, S. J., & Gavin, N. C. (2015). Sterile versus aseptic non-touch technique for needle-less connector care on central venous access devices in a bone marrow transplant population: A comparative study. *European Journal of Oncology Nursing*, 19(6), 694-700. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2015.05.003>
- Fok, H., Jiang, B., Chowienczyk, P., & Clapp, B. (2015). Microbubbles shunting via a patent foramen ovale impair endothelial function. *JRSM Cardiovascular Disease*, 4, 2048004015601564. <https://doi.org/10.1177/2048004015601564>
- Fresenius Kabi USA, LLC. (2020). DIPRIVAN-propofol injection, emulsion. Retrieved September 4, 2024, from <https://www.fresenius-kabi.com/us/news/diprivan-propofol-injectable-emulsion-usp-is-first-product>

- Fry, L. (2015). Glass micro-particulate contamination of intravenous drugs: Should we be using filter needles? *Australian Medical Student Journal*, 6(1), 20-22.
<https://www.amsj.org/archives/4271>
- Gabriel, J. (2017). Understanding the challenges to vascular access in an ageing population. *British Journal of Nursing (Mark Allen Publishing)*, 26(14), S15-S23.
<https://doi.org/10.12968/bjon.2017.26.14.S15>
- Gallant, P., & Schultz, A. A. (2006). Evaluation of a visual infusion phlebitis scale for determining appropriate discontinuation of peripheral intravenous catheters. *Journal of Infusion Nursing*, 29(6), 338-345.
<https://doi.org/10.1097/00129804-200611000-00004>
- Gao, Y., Deng, X., Yuan, H., Leng, Y., Zhang, T., Xu, X., Tian, S., Fang, J., Ouyang, W., & Wu, X. (2018). Patient-controlled intravenous analgesia with combination of dexmedetomidine and sufentanil on patients after abdominal operation: A prospective, randomized, controlled, blinded, multicenter clinical study. *The Clinical Journal of Pain*, 34(2), 155-161.
<https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000527>
- Gavin, N. C., McMillan, D., Keogh, S., Choudhury, M. A., Ray-Barruel, G., & Rickard, C. M. (2018). Effect of delaying replacement of parenteral nutrition intravenous administration sets: Preclinical experiments and a dynamic laboratory model of microbial colonization. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 42(6), 987-997. <https://doi.org/10.1002/jpen.1039>
- Gehrie, E. A., Roubinian, N. H., Chowdhury, D., Brambilla, D. J., Murphy, E. L., Gottschall, J. L., Wu, Y., Ness, P. M., Strauss, R. G., Hendrickson, J. E., & NHLBI Recipient Epidemiology-Donor Evaluation Study (REDS-III). (2018). A multicenter study investigating vital sign changes occurring in complicated and uncomplicated transfusions. *Vox Sanguinis*, 113(2), 160-169.
<https://doi.org/10.1111/vox.12621>
- Giuliano, K. K., Penoyer, D., Mahuren, R. S., & Bennett, M. (2021). Intravenous smart pumps during actual clinical use: A descriptive comparison of primary and secondary infusion practices. *Journal of Infusion Nursing*, 44(3), 128-136.
<https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000415>
- Goel, R., Tobian, A. A. R., & Shaz, B. H. (2019). Noninfectious transfusion-associated adverse events and their mitigation strategies. *Blood*, 133(17), 1831-1839.
<https://doi.org/10.1182/blood-2018-10-833988>
- Goldspiel, B., Hoffman, J. M., Griffith, N. L., Goodin, S., DeChristoforo, R., Montello, C. M., Chase, J. L., Bartel, S., & Patel, J. T. (2015). ASHP guidelines on preventing

- medication errors with chemotherapy and biotherapy. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 72(8), e6-e35. <https://doi.org/10.2146/sp150001>
- Goossens, G. A. (2015). Flushing and locking of venous catheters: Available evidence and evidence deficit. *Nursing Research and Practice*, 2015, 985686. <https://doi.org/10.1155/2015/985686>
- Gorski, L. A., Hadaway, L., Hagle, M. E., Broadhurst, D., Clare, S., Kleidon, T., et al. (2021). Infusion therapy standards of practice (8th ed.). *Journal of Infusion Nursing*, 44(1S), S1-S224. <https://doi.org/10.1097/nan.0000000000000396>
- Gorski, L., Perucca, R., & Hunter, M. (2010). Central venous access devices: Care, maintenance, and potential complications. In M. Alexander, A. Corrigan, L. Gorski, J. Hankins, & R. Perucca (Eds.), *Infusion nursing: An evidence-based approach*(3rd ed., pp. 495-515). Saunders/Elsevier.
- Göransson, K., Förberg, U., Johansson, E., & Unbeck, M. (2017). Measurement of peripheral venous catheter-related phlebitis: A cross-sectional study. *Lancet Haematology*, 4(9), e424-e430. [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(17\)30122-9](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(17)30122-9)
- Grissinger, M. (2019). Worth repeating: PCA by proxy event suggests reassessment of practices that may have fallen by the wayside. *P&T (Lawrenceville, N.J.)*, 44(10), 580-581. http://snu-primo.hosted.exlibrisgroup.com/82SNU:TN_cdi_scopus_primary_2_s2_0_85075439026
- Guenther, P., Worthington, P., Ayers, P., Boullata, J. I., Gura, K. M., Marshall, N., Holcombe, B., & Richardson, D. S.; Parenteral Nutrition Safety Committee, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. (2018). Standardized competencies for parenteral nutrition administration: The ASPEN model. *Nutritional Clinical Practice*, 33(2), 295-304. <https://doi.org/10.1002/ncp.10055>
- Guiffant, G., Durussel, J. J., Merckx, J., Flaud, P., Vigier, J. P., & Mousset, P. (2012). Flushing of intravascular access devices (IVADs) – Efficacy of pulsed and continuous infusions. *Journal of Vascular Access*, 13(1), 75-78. <https://doi.org/10.5301/JVA.2011.8487>
- Hadaway, L. C. (2010). Infusion therapy equipment. In M. Alexander, A. Corrigan, L. Gorski, J. Hankins, & R. Perucca (Eds.), *Infusion nursing: An evidence-based approach*(3rd ed., pp. 391-436). Saunders/Elsevier.
- Hadaway, L. (2012a). Short peripheral intravenous catheters and infections. *Journal of Infusion Nursing*, 35(4), 230-240. <https://doi.org/10.1097/NAN.0b013e31825af099>

- Hadaway, L. (2012b). Needleless connectors for IV catheters. *The American Journal of Nursing*, 112(11), 32-45. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000422253.72836.c1>
- Hallam, C., Denton, A., Weston, V., Dunn, H., Jackson, T., Keeling, S., & Hill, S. (2020). UK Vessel Health and Preservation (VHP) framework: A commentary on the updated VHP. *Journal of Infection Prevention*, 1-9. <https://doi.org/10.1177/1757177420976806>
- Hammoud, S., Amer, F., Lohner, S., & Kocsis, B. (2020). Patient education on infection control: A systematic review. *American Journal of Infection Control*, 48(12), 1506-1515. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.05.039>
- Harrison, S. C., Shelton, C. L., & Dobson, A. (2019). An experimental comparison of two methods for warming intravenous crystalloid solutions. *Anaesthesia*, 74(7), 946. <https://doi.org/10.1111/anae.14708>
- Hausfeld, K., Baker, R. B., Boettcher-Prior, P., Hancock, D., Helms, C., Jablonski, T., Lin, L., Menne, K., Mittermeier, J., & Morris, M. (2015). Randomized prospective clinical trial comparing room temperature and warmed intravenous fluid boluses on pediatric patients' comfort. *Journal of Pediatric Nursing*, 30(6), e3-e9. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2015.07.006>
- Hawes, M. L. (2020). Assessing and restoring patency in midline catheters. *Journal of Infusion Nursing*, 43(4), 213-221. <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000376>
- Hawthorn, A., Bulmer, A. C., Mosawy, S., & Keogh, S. (2019). Implications for maintaining vascular access device patency and performance: Application of science to practice. *The Journal of Vascular Access*, 20(5), 461-470. <https://doi.org/10.1177/1129729818820200>
- Helm, R. E., Klausner, J. D., Klemperer, J. D., Flint, L. M., & Huang, E. (2015). Accepted but unacceptable: Peripheral IV catheter failure. *Journal of Infusion Nursing*, 38(3), 189-203. <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000100>
- Heng, S. Y., Yap, R. T., Tie, J., & McGrouther, D. A. (2020). Peripheral vein thrombophlebitis in the upper extremity: A systematic review of a frequent and important problem. *The American Journal of Medicine*, 133(4), 473-484.e473. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.08.054>
- Hevener, S., Rickabaugh, B., & Marsh, T. (2016). Using a decision wheel to reduce use of restraints in a medical-surgical intensive care unit. *American Journal of Critical Care*, 25(6), 479-486. <https://doi.org/10.4037/ajcc2016929>
- Hodson, L., Ovesen, J., Couch, J., & Mead, K. (2020). Managing hazardous drug

- exposures: Information for healthcare settings. Department of Health and Human Services, CDC. National Institute for Occupational Safety and Health.
- Horowitz, S. H. (2001). Venipuncture-induced neuropathic pain: The clinical syndrome, with comparisons to experimental nerve injury models. *Pain*, *94*(3), 225-229. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(01\)00361-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(01)00361-2)
- Hosseini, S. J., Eidy, F., Kianmehr, M., Firouzian, A. A., Hajiabadi, F., Marhamati, M., & Firooz, M. (2021). Comparing the effects of pulsatile and continuous flushing on time and type of peripheral intravenous catheter patency: A randomized clinical trial. *Journal of Caring Science*, *10*(2), 84-88. <https://doi.org/10.34172/jcs.2021.016>
- Huang, D., Winter, L., Macauley, E., Alterman, T., Renouard, B., Wilson, J. L., & Leon, L. N. (2023). Difficult intravenous access requiring ultrasound in the emergency department: Associations with delays in care and areas for quality improvement. *Cureus*, *15*(9), e44960. <https://doi.org/10.7759/cureus.44960>
- Hutchison, R., & Rodriguez, L. (2008). Capnography and respiratory depression. *AJN: The American Journal of Nursing*, *108*(2), 35-39.
- Infusion Nurses Society (INS). (2016). Infusion therapy standards of practice. *Journal of Infusion Nursing*, *31*(1S), S1-S159.
- Infusion Nurses Society (INS). (2024). Infusion therapy standards of practice. *Journal of Infusion Nursing*, *48*(1S), S1-S274. Retrieved August 8, 2024, from <http://www.ins1.org/publications/infusion-therapy-standards-of-practice/>
- Institute for Safe Medication Practices. (2017). ISMP national medication errors reporting program. Retrieved August 8, 2024, from <https://www.ismp.org/orderforms/healthcaremerp.aspx>
- Institute for Safe Medication Practices. (2020). Guidelines for optimizing safe implementation and use of smart infusion pumps. <https://www.ismp.org/guidelines/safe-implementation-and-use-smart-pumps>
- Institute for Safe Medication Practices. (2021). ISMP safe practice guidelines for adult IV push medications: A compilation of safe practices from the ISMP Adult IV Push Medication Safety Summit. Retrieved August 8, 2024, from <https://www.ismp.org/sites/default/files/attachments/2017-11/ISMP97-Guidelines-071415-3.%20FINAL.pdf>
- Institute for Safe Medication Practices. (2022). Guidelines for optimizing safe implementation and use of smart infusion pumps. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *22*(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12911-022-01878-w>

- Inui, A., Mifune, Y., Nishimoto, H., Kurosawa, T., Yamaura, K., Mukouhara, S., Yoshikawa, T., & Kuroda, R. (2023). Anatomical assessment of cephalic vein and superficial branch of radial nerve using high-resolution ultrasound imaging. *Journal of Hand and Microsurgery*, *15*(1), 41-44.
- Jackson, A. A. (1998). A battle in vein: Infusion phlebitis. *Nursing Times*, *94*(4), 68, 71.
- Jacob, E., Jacob, A., Davies, H., Jacob, D., Jenkins, M., Husain, M., & Coventry, L. (2021). The impact of blood sampling technique, including the use of peripheral intravenous cannula, on haemolysis rates: A cohort study. *Journal of Clinical Nursing*, *30*(13-14), 1916-1926. <https://doi.org/10.1111/jocn.15744>
- Jakes, A. D., & Twelves, C. (2015). Breast cancer-related lymphoedema and venepuncture: A review and evidence-based recommendations. *Breast Cancer Research and Treatment*, *154*(3), 455-461. <https://doi.org/10.1007/s10549-015-3639-1>
- Johnson, P. T., Christensen, G. M., & Fishman, E. K. (2014). IV contrast administration with dual source 128-MDCT: A randomized controlled study comparing 18-gauge nonfenestrated and 20-gauge fenestrated catheters for catheter placement success, infusion rate, image quality, and complications. *American Journal of Roentgenology*, *202*(6), 1166-1170.
- Joseph, R., Lee, S. W., Anderson, S. V., & Morrisette, M. J. (2020). Impact of interoperability of smart infusion pumps and an electronic medical record in critical care. *American Journal of Health-System Pharmacy*, *77*(15), 1231-1236. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaa164>
- Juvin, P., Blarel, A., Bruno, F., & Desmots, J. M. (2003). Is peripheral line placement more difficult in obese than in lean patients? *Anesthesia and Analgesia*, *96*(4), 1218. <https://doi.org/10.1213/01.Ane.0000050570.85195.29>
- Kalo, K., Karius, D., Bena, J. F., Morrison, S. L., & Albert, N. M. (2019). Chemotherapy safety: Reducing errors with a nurse-led time-out process. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, *23*(2), 197-202. <https://doi.org/10.1188/19.CJON.197-202>
- Kane-Gill, S. L., Dasta, J. F., Buckley, M. S., Devabhakthuni, S., Liu, M., Cohen, H., George, E. L., Pohlman, A. S., Agarwal, S., Henneman, E. A., Bejian, S. M., Berenholtz, S. M., Pepin, J. L., Scanlon, M. C., & Smith, B. S. (2017). Clinical practice guideline: Safe medication use in the ICU. *Critical Care Medicine*, *45*(9), e877-e915. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002533>
- Kaufman, R. M., Dinh, A., Cohn, C. S., Fung, M. K., Gorlin, J., Melanson, S., Murphy, M. F., Ziman, A., Elahie, A. L., Chasse, D., Degree, L., Dunbar, N. M., Dzik, W. H., Flanagan, P., Gabert, K., Ipe, T. S., Jackson, B., Lane, D., Raspollini, E., Ray,

- C., ... BEST Collaborative. (2019). Electronic patient identification for sample labeling reduces wrong blood in tube errors. *Transfusion*, 59(3), 972-980. <https://doi.org/10.1111/trf.15102>
- Kennedy, K., Vu, K., Coakley, N., Daley-Morris, J., Forbes, L., Hartzell, R., & Lessels, D. (2023). Safe handling of hazardous drugs. *Journal of Oncology Pharmacy Practice*, 29(2), 401-412.
- Keogh, S., Flynn, J., Marsh, N., Mihala, G., Davies, K., & Rickard, C. (2016). Varied flushing frequency and volume to prevent peripheral intravenous catheter failure: A pilot, factorial randomized controlled trial in adult medical-surgical hospital patients. *Trials*, 17(1), 348. <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1470-6>
- Kim, G., Kim, M. H., Lee, S. M., Choi, S. J., Shin, Y. H., & Jeong, H. J. (2014). Effect of pre-warmed intravenous fluids on perioperative hypothermia and shivering after ambulatory surgery under monitored anesthesia care. *Journal of Anesthesia*, 28(6), 880-885. <https://doi.org/10.1007/s00540-014-1820-z>
- Kim, J. H., Lhim, S. C., Roh, S. W., Lee, S. J., Ko, Y. M., Kim, Y. O., & Shin, Y. S. (2016). Effects of sequential application of superficial cold and heat on pain, patient satisfaction with pain control, comfort level, and subjective response after spine surgery. *Journal of Korean Academy of Fundamental Nursing*, 23(2), 184-193.
- Kim, J. T., Park, J. Y., Lee, H. J., & Cheon, Y. J. (2020). Guidelines for the management of extravasation. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 17, 21.
- Korea Pharmaceutical Information Center. (2024). Propofol information. Retrieved September 30, 2024, from https://www.health.kr/searchDrug/result_drug.asp?drug_cd=2011031000005
- Kuhn, T., Basch, P., Barr, M., Yackel, T., & Medical Informatics Committee of the American College of Physicians. (2015). Clinical documentation in the 21st century: Executive summary of a policy position paper from the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, 162(4), 301-303. <https://doi.org/10.7326/M14-2128>
- Laborie, S., Denis, A., Dassieu, G., Bedu, A., Tourneux, P., Piquier, D., Kermorvant, E., Millet, V., Klosowski, S., Patural, H., Clamadieu, C., Brunhes, A., Walther, M., Jaisson-Hot, I., Mandy, B., & Claris, O. (2015). Shielding parenteral nutrition solutions from light: A randomized controlled trial. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 39(6), 729-737. <https://doi.org/10.1177/0148607114537523>
- Lanier, W. L. (2018). Flick-spin methodology for improving cannulation success in tortuous and valve-rich peripheral veins. *Mayo Clinic Proceedings: Innovations*,

Quality & Outcomes, 2(3), 286-290.

<https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2018.06.009>

- Larocque, G., & McDiarmid, S. (2019). The legacy of lymphedema: Impact on nursing practice and vascular access. *Canadian Oncology Nursing Journal*, 29(3), 194-203.
- Larsen, E. N., Marsh, N., O'Brien, C., Monteagle, E., Friese, C., & Rickard, C. M. (2020). Inherent and modifiable risk factors for peripheral venous catheter failure during cancer treatment: A prospective cohort study. *Supportive Care in Cancer*, 29(3), 1487-1496. <https://doi.org/10.1007/s00520-020-05643-2>
- Lee, Y., Kim, K., & Kim, M. (2019). Original research: Errors in postoperative administration of intravenous patient-controlled analgesia: A retrospective study. *The American Journal of Nursing*, 119(4), 22-27. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000554523.94502.4c>
- Lehn, R. A., Gross, J. B., McIsaac, J. H., & Gipson, K. E. (2015). Needleless connectors substantially reduce flow of crystalloid and red blood cells during rapid infusion. *Anesthesia and Analgesia*, 120(4), 801-804. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000630>
- Lladó Maura, Y., Berga Figuerola, M. L., Rodríguez Moreno, M. J., Lluch Garvi, V., Soler Felsner, E. E., Rodríguez-Rodríguez, A., Almendral, A., Limón, E., & Fusté, E. (2023). Care bundle for the prevention of peripheral venous catheter bloodstream infections at a secondary care university hospital: Implementation and results. *Infection, Disease & Health*, 28, 159-167. <https://doi.org/10.1016/j.idh.2023.02.001>
- Loon, F., Puijn, L., Houterman, S., & Bouwman, A. R. A. (2016). Development of the A-DIVA scale: A clinical predictive scale to identify difficult intravenous access in adult patients based on clinical observations. *Medicine (Baltimore)*, 95(16), e3428. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000003428>
- Loveday, H. P., Wilson, J. A., Pratt, R. J., Golsorkhi, M., Tingle, A., Bak, A., Browne, J., Prieto, J., Wilcox, M., & UK Department of Health. (2014). epic3: National evidence-based guidelines for preventing healthcare-associated infections in NHS hospitals in England. *The Journal of Hospital Infection*, 86(Suppl 1), S1-S70. [https://doi.org/10.1016/S0195-6701\(13\)60012-2](https://doi.org/10.1016/S0195-6701(13)60012-2)
- Lv, L., & Zhang, J. (2020). The incidence and risk of infusion phlebitis with peripheral intravenous catheters: A meta-analysis. *Journal of Vascular Access*, 21(3), 342-349.
- Ma, H., Lai, B., Dong, S., Li, X., Cui, Y., Sun, Q., Liu, W., Jiang, W., Xu, F., Lv, H., Han,

- H., & Pan, Z. (2017). Warming infusion improves perioperative outcomes of elderly patients who underwent bilateral hip replacement. *Medicine*, *96*(13), e6490. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006490>
- Maddox, R. R., Williams, C. K., Oglesby, H., Butler, B., & Colclasure, B. (2006). Clinical experience with patient-controlled analgesia using continuous respiratory monitoring and a smart infusion system. *American Journal of Health-System Pharmacy*, *63*(2), 157-164.
- Maki, D., Kluger, & Crnich, C. (2006). The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: A systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clinic Proceedings*, *81*(9), 1159-1171.
- Malyon, L., Ullman, A. J., Phillips, N., Young, J., Kleidon, T., Murfield, J., & Rickard, C. M. (2014). Peripheral intravenous catheter duration and failure in pediatric acute care: A prospective cohort study. *Emergency Medicine Australasia*, *26*(6), 602-608. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.12305>
- Mancini, D., Vaillancourt, R., Pouliot, A., Lin, A., & Sharp, D. (2014). Taste and odour disturbances in pediatric patients undergoing IV flush with normal saline administered by prefilled or freshly prepared syringes: Randomized single-blind study. *Canadian Journal of Hospital Pharmacy*, *67*(5), 353-357. <https://doi.org/10.4212/cjhp.v67i5.1389>
- Manrique-Rodríguez, S., Heras-Hidalgo, I., Pernia-López, M. S., Herranz-Alonso, A., Del Río Pisabarro, M. C., Suárez-Mier, M. B., Cubero-Pérez, M. A., Viera-Rodríguez, V., Cortés-Rey, N., Lafuente-Cabrero, E., Martínez-Ortega, M. C., Bermejo-López, E., Díez-Sáenz, C., López-Sánchez, P., Gaspar-Carreño, M. L., Achau-Muñoz, R., Márquez-Peiró, J. F., Valera-Rubio, M., Domingo-Chiva, E., Aquerreta-González, I., Ariño, I. P., Martín-Delgado, M. C., Herrera-Gutiérrez, M., Gordo-Vidal, F., Rascado-Sedes, P., García-Prieto, E., Fernández-Sánchez, L. J., Fox-Carpentieri, S., Lamela-Piteira, C., Guerra-Sánchez, L., Jiménez-Aguado, M., & Sanjurjo-Sáez, M. (2021). Standardization and chemical characterization of intravenous therapy in adult patients: A step further in medication safety. *Drugs in R&D*, *21*(1), 39-64. <https://doi.org/10.1007/s40268-020-00329-w>
- Marsh, N., Larsen, E. N., Takashima, M., Kleidon, T., Keogh, S., Ullman, A. J., Mihala, G., Chopra, V., Rickard, C. M. (2021). Peripheral intravenous catheter failure: A secondary analysis of risks from 11,830 catheters. *International Journal of Nursing Studies*, *124*, 104095. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2021.104095>
- Marsh, N., Webster, J., Larson, E., Cooke, M., Mihala, G., Rickard, C. M. (2018). Observational study of peripheral intravenous catheter outcomes in adult hospitalized patients: A multivariable analysis of peripheral intravenous catheter

- failure. *Journal of Hospital Medicine*, 13(2), 83-89.
<https://doi.org/10.12788/jhm.2867>
- Marsh, N., Webster, J., Mihala, G., Rickard, C. M. (2015). Devices and dressings to secure peripheral venous catheters to prevent complications. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(6), CD011070.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD011070.pub2>
- Masoorli, S. (2007). Nerve injuries related to vascular access insertion and assessment. *Journal of Infusion Nursing*, 30(6), 346-350.
<https://doi.org/10.1097/01.NAN.0000300310.18648.b2>
- Massand, S., Carr, L., Schneider, E., & Johnson, T. S. (2019). Management of intravenous infiltration injuries. *Annals of Plastic Surgery*, 83(6), e55-e58.
<https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000001984>
- McCarter, T., Shaik, Z., Scarfo, K., & Thompson, L. J. (2008). Capnography monitoring enhances safety of postoperative patient-controlled analgesia. *American Health & Drug Benefits*, 1(5), 28.
- McCarthy, C. J., Behraves, S., Naidu, S. G., & Oklu, R. (2021). Peripheral intravenous catheter complications and strategies for improvement: An overview of recent developments. *Clinical Medicine Insights: Therapeutics*, 13, 1-8.
<https://doi.org/10.1177/117955272111011315>
- Melnyk, B. M., & Fineout-Overholt, E. (2011). *Evidence-based practice in nursing & health care*(2nd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Meneguetti, M. G., Ardison, K. M. M., Bellissimo-Rodrigues, F., Gaspar, G. G., Martins-Filho, O. A., Puga, M. L., Laus, A. M., Basile-Filho, A., & Auxiliadora-Martins, M. (2015). The impact of implementation of bundle to reduce catheter-related bloodstream infection rates. *Journal of Clinical Medicine Research*, 7(11), 857-861. <https://doi.org/10.14740/jocmr2314w>
- Mihala, G., Ray-Barruel, G., Chopra, V., Webster, J., Wallis, M., Marsh, N., McGrail, M., & Rickard, C. M. (2018). Phlebitis signs and symptoms with peripheral intravenous catheters: Incidence and correlation study. *Journal of Infusion Nursing*, 41(4), 260-263. <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000288>
- Miliani, K., Taravella, R., Thillard, D., Chauvin, V., Martin, E., Edouard, S., Astagneau, P., & CATHEVAL Study Group. (2017). Peripheral venous catheter-related adverse events: Evaluation from a multicentre epidemiological study in France (the CATHEVAL project). *PLoS One*, 12(1), e0168637.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168637>

- Milligan, J., Lee, A., Gill, M., Weatherall, A., Tetlow, C., & Garner, A. A. (2016). Performance comparison of improvised prehospital blood warming techniques and a commercial blood warmer. *Injury*, *47*(8), 1824-1827. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.05.038>
- Mistry, P., Smith, R. H., & Fox, A. (2022). Patient safety incidents related to the use of parenteral nutrition in all patient groups: A systematic scoping review. *Drug Safety*, *45*(1), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s40264-021-01134-3>
- Murphy, M. F., Addison, J. J., Poles, D., Dhiman, P., & Bolton-Maggs, P. (2019). Electronic identification systems reduce the number of wrong components transfused. *Transfusion*, *59*(12), 3601-3607. <https://doi.org/10.1111/trf.15537>
- Myers, G. J. (2017). Air in intravenous lines: A need to review old opinions. *Perfusion*, *32*(6), 432-435. <https://doi.org/10.1177/0267659117706834>
- National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). (2017). *Healthcare-associated infections: Prevention and control in primary and community care*. Retrieved July, 2024, from <http://publications.nice.org.uk/infection-cg139>
- National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). (2017). *Intravenous fluid therapy in adults in hospital: Clinical guideline [CG174]*. Retrieved July, 2024, from <https://www.nice.org.uk/guidance/cg174>
- National Collaborating Centre for Acute Care (UK). (2006). *Nutrition support for adults: Oral nutrition support, enteral tube feeding and parenteral nutrition*. London: National Collaborating Centre for Acute Care (UK).
- Neuss, M. N., Gilmore, T. R., Belderson, K. M., Billett, A. L., Conti-Kalchik, T., Harvey, B. E., Hendricks, C., LeFebvre, K. B., Mangu, P. B., McNiff, K., Olsen, M., Schulmeister, L., Von Gehr, A., & Polovich, M. (2016). 2016 updated American Society of Clinical Oncology/Oncology Nursing Society chemotherapy administration safety standards, including standards for pediatric oncology. *Journal of Oncology Practice*, *12*(12), 1262-1271. <https://doi.org/10.1200/JOP.2016.017905>
- New, K. A., Webster, J., Marsh, N. M., & Hewer, B. (2014). Intravascular device use, management, documentation and complications: A point prevalence survey. *Australian Health Review*, *38*(3), 345-349. <https://doi.org/10.1071/ah13111>
- Olsen, M. (2023). *Chemotherapy and immunotherapy guidelines and recommendations for practice*(2nd ed.). Oncology Nursing Society. Retrieved from http://snu-primo.hosted.exlibrisgroup.com/82SNU:82SNU_INST51920297660002591

- Onesti, M. G., Carella, S., Fioramonti, P., & Scuderi, N. (2017). Chemotherapy extravasation management: 21-year experience. *Annals of Plastic Surgery, 79*(5), 450-457.
- Pardeshi, N. N., Qi, W., Dahl, K., Caplan, L., & Carpenter, J. F. (2017). Microparticles and nanoparticles delivered in intravenous saline and in an intravenous solution of a therapeutic antibody product. *Journal of Pharmaceutical Sciences, 106*(2), 511-520. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2016.09.028>
- Pathak, R., Gangina, S., Jairam, F., & Hinton, K. (2018). A vascular access and midlines program can decrease hospital-acquired central line-associated bloodstream infections and cost to a community-based hospital. *Therapeutics and Clinical Risk Management, 14*, 1453-1456. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S171748>
- Paul, J. E., Bertram, B., Antoni, K., Kampf, M., Kitowski, T., Morgan, A., Cheng, J., & Thabane, L. (2010). Impact of a comprehensive safety initiative on patient-controlled analgesia errors. *Anesthesiology, 113*(6), 1427-1432. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3181fcb427>
- Pedersen, C. A., Schneider, P. J., Ganio, M. C., & Scheckelhoff, D. J. (2021). ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: Dispensing and administration—2020. *American Journal of Health-System Pharmacy, 78*(12), 1074-1093. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxab120>
- Penoyer, D., Bennett, M., Geddie, P. I., Nugent, A., & Volkerson, T. (2021). Evaluation of processes, outcomes, and use of midline peripheral catheters for the purpose of blood collection. *British Journal of Nursing (Mark Allen Publishing), 30*(2), S24-S32. <https://doi.org/10.12968/bjon.2021.30.2.S24>
- Perez, C. A., & Figueroa, S. A. (2017). Complication rates of 3% hypertonic saline infusion through peripheral intravenous access. *Journal of Neuroscience Nursing, 49*(3), 191-195. <https://doi.org/10.1097/JNN.0000000000000286>
- Perez, M., Décaudin, B., Abou Chahla, W., Nelken, B., Storme, L., Masse, M., Barthélémy, C., Lebuffe, G., & Odou, P. (2018). Effectiveness of in-line filters to completely remove particulate contamination during a pediatric multidrug infusion protocol. *Scientific Reports, 8*(1), 7714. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25602-6>
- Periard, D., Monney, P., Waeber, G., Zurkinden, C., Mazzolai, L., Hayoz, D., Doenz, F., Zanetti, G., Wasserfallen, J. B., & Denys, A. (2008). Randomized controlled trial of peripherally inserted central catheters vs. peripheral catheters for middle duration in-hospital intravenous therapy. *Journal of Thrombosis and Haemostasis, 8*(8), 1281-1288. <https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2008.03053.x>

- Perucca, R. (2010). Peripheral venous access devices. In *Infusion nursing: An evidence-based approach*(3rd ed., pp. 456-479). St. Louis, MO: Saunders/Elsevier.
- Pfeiffer, Y., Zimmermann, C., & Schwappach, D. L. B. (2020). What do double-check routines actually detect? An observational assessment and qualitative analysis of identified inconsistencies. *BMJ Open*, *10*(9), e039291. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-039291>
- Phillips, L. D., & Gorski, L. A. (2016). *Manual of I.V. therapeutics: Evidence-based practice for infusion therapy*(6th ed.). Philadelphia, PA: F. A. Davis Company.
- Pinkney, S., Fan, M., Chan, K., Koczmar, C., Colvin, C., Sasangohar, F., Masino, C., Easty, A., & Trbovich, P. (2014). Multiple intravenous infusions phase 2b: Laboratory study. *Ontario Health Technology Assessment Series*, *14*(5), 1-163.
- Piredda, M., Biagioli, V., Barrella, B., Carpiassi, I., Ghinelli, R., Giannarelli, D., & De Marinis, M. G. (2017). Factors affecting difficult peripheral intravenous cannulation in adults: A prospective observational study. *Journal of Clinical Nursing*, *26*(7-8), 1074-1084. <https://doi.org/10.1111/jocn.13444>
- Pires-Júnior, J. F., Chianca, T. C. M., Borges, E. L., Azevedo, C., & Simino, G. P. R. (2021). Medical adhesive-related skin injury in cancer patients: A prospective cohort study. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, *29*, e3500. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.5227.3500>
- Pittiruti, M., Van Boxtel, T., Scoppettuolo, G., Carr, P., Konstantinou, E., Miluy, G., et al. (2023). European recommendations on the proper indication and use of peripheral venous access devices (the ERPIUP consensus): A WoCoVA project. *The Journal of Vascular Access*, *24*(1), 165-182.
- Polovich, M., & Clark, P. C. (2012). Factors influencing oncology nurses' use of hazardous drug safe-handling precautions. *Oncology Nursing Forum*, *39*(3), E299-309. <https://doi.org/10.1188/12.ONF.E299-E309>
- Poovelikunnel, T. T., Duffy, F., Purthussery, T., Gangadharan, S., McCormack, F., Carpenter, H., Kizhakedath, M., & Hawkshaw, S. (2020). Clinically indicated replacement of peripheral vascular catheters: Is it safe for patients? *British Journal of Nursing*, *29*(8), S4-S10. <https://doi.org/10.12968/bjon.2020.29.8.S4>
- Prasad, P., Kumar, R., & Singh, B. K. (2022). Identification of preanalytical errors in clinical biochemistry laboratory in a pediatric tertiary care centre: A prospective analytical study. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, *9*(3), 10547-10552.
- Quarrie, R. P., Stoner, M. J., Choueiki, J. M., Bonsu, B. K., & Cohen, D. M. (2020).

- Clinical impact of warmed intravenous saline in sickle cell patients with vasoocclusive episodes. *Pediatric Emergency Care*, 36(5), 229–235.
<https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001976>
- Queensland Government. (2015). *Guideline: Peripheral intravenous catheter (PIVC)*. Department of Health.
https://www.health.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0024/465120/icare-pivc-guideline.pdf
- Ramasethu, J., & Seo, S. (2020). *MacDonald's atlas of procedures in neonatology*(6th ed.). Wolters Kluwer.
- Ramos, J. A. (2014). Venipuncture-related lateral antebrachial cutaneous nerve injury: What to know? *Braz J Anesthesiol*, 64(2), 131–133.
<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2013.06.003>
- Rashid, M., Kromah, F., & Cooper, C. (2021). Blood transfusion and alternatives in Jehovah's Witness patients. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 34(2), 125–130.
<https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000961>
- Raval, J. S., Griggs, J. R., & Fleg, A. (2020). Blood product transfusion in adults: Indications, adverse reactions, and modifications. *American Family Physician*, 102(1), 30–38.
- Ray-Barruel, G., Polit, D. F., Murfield, J. E., & Rickard, C. M. (2014). Infusion phlebitis assessment measures: A systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 20(2), 191–202. <https://doi.org/10.1111/jep.12107>
- Ray-Barruel, G., Cooke, M., Chopra, V., Mitchell, M., & Rickard, C. M. (2020). The I-DECIDED clinical decision-making tool for peripheral intravenous catheter assessment and safe removal: A clinimetric evaluation. *BMJ Open*, 10(1), e035239. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-035239>
- Registered Nurses' Association of Ontario (RNAO). (2021). *Vascular access*(2nd ed.) [Internet]. Toronto (ON). Retrieved July 2024, from https://rnao.ca/bpg/guidelines/Vascular_AccessRNAO
- Reimschissel, E., Dela Cruz, B., Gonzalez, M., Buitrago, J., Goodman, C., & Johnston, P. A. (2017). Immunotherapy toxicities: A new electronic documentation template to improve patient care. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, 21(2), 41–44. <https://doi.org/10.1188/17.CJON.S2.41-44>
- Resar, R., Pronovost, P., Haraden, C., Simmonds, T., Rainey, T., Nolan, T. (2005). Using a bundle approach to improve ventilator care processes and reduce ventilator-associated pneumonia. *Jt Comm J Qual Patient Saf*, 31(5), 243–248.

- [https://doi.org/10.1016/s1553-7250\(05\)31031-2](https://doi.org/10.1016/s1553-7250(05)31031-2)
- Rickard, C. M., Marsh, N. M., Larsen, E. N., McGrail, M. R., Graves, N., Runnegar, N., Webster, J., Corley, A., McMillan, D., Gowardman, J. R., Long, D. A., Fraser, J. F., Gill, F. J., Young, J., Murgo, M., Alexandrou, E., Choudhury, M. A., Chan, R. J., Gavin, N. C., Daud, A., ... Playford, E. G. (2021). Effect of infusion set replacement intervals on catheter-related bloodstream infections (RSVP): A randomized, controlled, equivalence (central venous access device)-non-inferiority (peripheral arterial catheter) trial. *Lancet*, *397*(10283), 1447-1458. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00351-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00351-2)
- Rickard, C. M., Marsh, N., Webster, J., Runnegar, N., Larsen, E., McGrail, M. R., Fullerton, F., Bettington, E., Whitty, J. A., Choudhury, M. A., Tuffaha, H., Corley, A., McMillan, D. J., Fraser, J. F., Marshall, A. P., & Playford, E. G. (2018). Dressings and securements for the prevention of peripheral intravenous catheter failure (SAVE trial) in adults: A pragmatic, randomised, controlled, superiority trial. *The Lancet*, *392*(10145), 419-430. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31380-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31380-1)
- Roethlisberger, D., Mahler, H. C., Altenburger, U., & Pappenberger, A. (2017). If euhydric and isotonic do not work, what are acceptable pH and osmolality for parenteral drug dosage forms? *Journal of Pharmaceutical Sciences*, *106*(2), 446-456. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2016.09.034>
- Rosenthal, V. D. (2020). Impact of needle-free connectors compared with 3-way stopcocks on catheter-related bloodstream infection rates: A meta-analysis. *American Journal of Infection Control*, *48*(3), 281-284. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.08.015>
- Royal College of Nursing (RCN). (2016). *Standards for infusion therapy*(4th ed.). Cavendish Square.
- Royal College of Nursing. (2022). *Standards for infusion therapy*. London (UK): Royal College of Nursing. Retrieved August 2024, from <http://www.rcn.org.uk/clinical-topics/Infection-prevention-and-control/Standards-for-infusion-therapy/>
- Roydhouse, S. A., Carland, J. E., Debono, D. S., Baysari, M. T., Reuter, S. E., Staciwa, A. J., Sandhu, A. P. K., Day, R. O., & Stocker, S. L. (2021). Accuracy of documented administration times for intravenous antimicrobial drugs and impact on dosing decisions. *British Journal of Clinical Pharmacology*, *87*(11), 4273-4282. <https://doi.org/10.1111/bcp.14844>
- Royer, T. (2003). Improving short peripheral IV outcomes: A clinical trial of two

- securement methods. *The Journal of the Association for Vascular Access*, 8(4), 45-49. <https://doi.org/10.2309/155288503774651805>
- Rowley, S., Clare, S., Macqueen, S., & Molyneux, R. (2010). ANTT v2: An updated practice framework for aseptic technique. *British Journal of Nursing*, 19(S5-S11). <https://doi.org/20622767>
- Salgueiro-Oliveira, A. S., Costa, P. J. D. S., Braga, L. M., Graveto, J. M. G. N., Oliveira, V. S., & Parreira, P. M. S. D. (2019). Health professionals' practices related to tourniquet use during peripheral venipuncture: A scoping review. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 27, e3125. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.2743-3125>
- Saranto, K., Kinnunen, U. M., Kivekäs, E., Lappalainen, A. M., Liljamo, P., Rajalahti, E., & Hyppönen, H. (2014). Impacts of structuring nursing records: A systematic review. *Scandinavian Journal of Caring Science*, 28(4), 629-647. <https://doi.org/10.1111/scs.12094>
- Saunier, J., & Yagoubi, N. (2021). Investigating the static or dynamic flexural and compressive stresses on flexible tubing: Comparison of clamp and peristaltic pump impact on surface damages and particles leaching during infusion acts. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 123, 104737. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104737>
- Saunier, J., Khzam, A., & Yagoubi, N. (2022). Impact of mechanical stress on flexible tubing used for biomedical applications: Characterization of the damages and impact on the patient's health. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 136, 105477. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105477>
- Schreiber, S., Zanchi, C., Ronfani, L., Delise, A., Corbelli, A., Bortoluzzi, R., Taddio, A., & Barbi, E. (2015). Normal saline flushes performed once daily maintain peripheral intravenous catheter patency: A randomized controlled trial. *Archives of Disease in Childhood*, 100(7), 700-703. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2014-307478>
- Şenyuva, E., Kaya, H., & Can, G. (2020). A valid and reliable tool in assessing patient education: The patient education implementation scale. *International Journal of Nursing Practice*, 26(1), e12800. <https://doi.org/10.1111/ijn.12800>
- Shah, T. J., Sadaria, R., & Vasava, S. (2021). Pre-analytical errors in clinical diagnostic laboratory: A crucial step to look for accuracy and reliability. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 15(1), 1919-1924. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v15i1.13690>

- Shih, A. W., Crowther, M. A., Jamula, E., Wong, G. M., & McDonald, J. S. (2018). Assessment of the measurement error in cyclosporine levels drawn between peripheral and central sources. *American Journal of Clinical Pathology*, 149(1), 76-81. <https://doi.org/10.1093/AJCP/AQX145>
- Sim, V., & Galbraith, K. (2020). Effectiveness of multimedia interventions in the provision of patient education on anticoagulation therapy: A review. *Patient Education and Counseling*, 103(10), 2009-2017. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2020.05.003>
- Simin, D., Milutinović, D., Turkulov, V., & Brkic, S. (2019). Incidence, severity, and risk factors of peripheral intravenous cannula-induced complications: An observational prospective study. *Journal of Clinical Nursing*, 28(9-10), 1585-1599. <https://doi.org/10.1111/jocn.14760>
- Slater, K., Fullerton, F., Cooke, M., Snell, S., & Rickard, C. M. (2018). Needleless connector drying time—How long does it take? *American Journal of Infection Control*, 46(9), 1080-1081. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.05.007>
- Slater, K., Cooke, M., Fullerton, F., Whitby, M., Hay, J., Lingard, S., Douglas, J., & Rickard, C. M. (2020). Peripheral intravenous catheter needleless connector decontamination study—Randomized controlled trial. *American Journal of Infection Control*, 48(9), 1013-1018. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.11.030>
- Smithard, D., & Randhawa, R. (2022). Physical restraint in the critical care unit: A narrative review. *The New Bioethics: A Multidisciplinary Journal of Biotechnology and the Body*, 28(1), 68-82. <https://doi.org/10.1080/20502877.2021.2019979>
- Snell, J. R., Monticello, C. R., Her, C., Ross, E. L., Frazer-Abel, A. A., Carpenter, J. F., & Randolph, T. W. (2020). DEHP nanodroplets leached from polyvinyl chloride IV bags promote aggregation of IVIG and activate complement in human serum. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 109(1), 429-442. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2019.06.015>
- Sou, V., McManus, C., Mifflin, N., Frost, S. A., Ale, J., & Alexandrou, E. (2017). A clinical pathway for the management of difficult venous access. *BMC Nursing*, 16, 64. <https://doi.org/10.1186/s12912-017-0261-z>
- Stedman, J. L., Yarmush, J. M., Joshi, M. C., Kamath, S., & Schianodicola, J. (2017). How long is too long? The prespiked intravenous debate. *Anesthesia and Analgesia*, 124(5), 1564-1568. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001951>
- Steele, T., Eidem, L., & Bond, J. (2020). Impact of adoption of smart pump system with continuous capnography monitoring on opioid-related adverse event rates:

- Experience from a tertiary care hospital. *Journal of Patient Safety*, 16(3), e194-e198. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000584>
- Stranz, M., & Kastango, E. S. (2002). A review of pH and osmolarity. *International Journal of Pharmaceutical Compounding*, 6(3), 216-220.
- Stuart, R. L., Cameron, D. R., Scott, C., Kotsanas, D., Grayson, M. L., Korman, T. M., Gillespie, E. E., & Johnson, P. D. (2013). Peripheral intravenous catheter-associated *Staphylococcus aureus* bacteraemia: More than 5 years of prospective data from two tertiary health services. *The Medical Journal of Australia*, 198(10), 551-553. <https://doi.org/10.5694/mja12.11699>
- Studer, K. C. (2018). Does warming intravenous contrast media improve patient safety? *Radiologic Technology*, 89(4), 407-408.
- Suess, T. M., Beard, J. W., & Trohimovich, B. (2019). Impact of patient-controlled analgesia (PCA) smart pump-electronic health record (EHR) interoperability with auto-documentation on chart completion in a community hospital setting. *Pain and Therapy*, 8(2), 261-269. <https://doi.org/10.1007/s40122-019-0132-2>
- Surov, A., Wienke, A., Carter, J. M., Stoevesandt, D., Behrmann, C., Spielmann, R. P., Werdan, K., & Buerke, M. (2009). Intravascular embolization of venous catheter—Causes, clinical signs, and management: A systematic review. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 33(6), 677-685.
- Takahashi, T., Murayama, R., Abe-Doi, M., Miyahara, M., Kanno, C., Nakagami, G., & Sanada, H. (2021). Catheter failure in the administration of hyperosmotic drugs through a peripheral vein and vascular selection: A retrospective cohort study. *Drug Discoveries & Therapeutics*, 15(5), 236-240. <https://doi.org/10.5582/ddt.2021.01080>
- Tanner, J., & Melen, K. (2021). Preoperative hair removal to reduce surgical site infection. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8(8), CD004122. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004122.pub5>
- Tasdelen, Y., & Caglar, S. (2021). Effect of intravenous infiltration management program on peripheral intravenous catheter success and infiltration in hospitalized infants. *Journal of Nursing Care Quality*, 36(3), e44-e49. <https://doi.org/10.1097/NCQ.0000000000000511>
- Tarpey, A., Narechania, S., & Malesker, M. (2023). What is the optimal approach to infiltration and extravasation of nonchemotherapy medications? *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 90(5), 292-296. <https://doi.org/10.3949/ccjm.90a.22029>

- The Joint Commission. (2014). *The sentinel event alert: Managing the risk during transition to new ISO tubing connector standards*.
https://www.jointcommission.org/assets/1/6/SEA_53_Connectors_8_19_14_final.pdf
- Thompson, D. L., May, E. J., Leach, M., Smith, C. P., & Fereday, J. (2021). The invisible nature of learning: Patient education in nursing. *Collegian*, 28(3), 341-345.
<https://doi.org/10.1016/j.colegn.2020.08.002>
- Tokhadze, N., Chennell, P., Bernard, L., Lambert, C., Pereira, B., Mailhot-Jensen, B., & Sautou, V. (2019). Impact of alternative materials to plasticized PVC infusion tubings on drug sorption and plasticizer release. *Scientific Reports*, 9(1), 18917.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-55113-x>
- Twibell, K. R., Hofstetter, P., Siela, D., Brown, D., & Jones, H. M. (2015). A comparative study of blood sampling from venipuncture and short peripheral catheters in pediatric inpatients. *Journal of Pediatric Nursing*, 30(3), 428-433.
<https://doi.org/10.1016/j.pedn.2015.01.008>
- Ukleja, A., Gilbert, K., Mogensen, K. M., Walker, R., Ward, C. T., Ybarra, J., Holcombe, B., & Task force on standards for nutrition support: Adult hospitalized patients, the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. (2018). Standards for nutrition support: Adult hospitalized patients. *Nutrition in Clinical Practice*, 33(6), 906-920. <https://doi.org/10.1002/ncp.10204>
- Ullman, A. J., Bernstein, S. J., Brown, E., Aiyagari, R., Doellman, D., Faustino, E. V. S., Gore, B., Jacobs, J. P., Jaffray, J., Kleidon, T., Mahajan, P. V., McBride, C. A., Morton, K., Pitts, S., Prentice, E., Rivard, D. C., Shaughnessy, E., Stranz, M., Wolf, J., Cooper, D. S., ... Chopra, V. (2020). The Michigan appropriateness guide for intravenous catheters in pediatrics: miniMAGIC. *Pediatrics*, 145(Suppl 3), S269-S284. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-3474I>
- Ullman, A. J., Cooke, M. L., Gillies, D., Marsh, N. M., Daud, A., McGrail, M. R., O'Riordan, E., & Rickard, C. M. (2013). Optimal timing for intravascular administration set replacement. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013(9), CD003588. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003588>
- Ullman, A. J., Cooke, M., & Rickard, C. M. (2015). Examining the role of securement and dressing products to prevent central venous access device failure: A narrative review. *The Journal of the Association for Vascular Access*, 20(2), 99-110. <https://doi.org/10.1016/j.java.2015.03.001>
- Urbanetto, J. S., Peixoto, C. G., & May, T. A. (2016). Incidence of phlebitis associated with the use of peripheral IV catheter and following catheter removal. *Revista*

Latino-Americana de Enfermagem, 24, e2746.

<https://doi.org/10.1590/1518-8345.0604.2746>

US Food and Drug Administration. (2005). *Hep Lock U/P Preservative Free (Heparin Lock Flush Solution, USP)*.

https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2005/017037s154,055,156lbl.pdf

US Food and Drug Administration; FDA Safety Communication. (2019). *Intravascular air-in-line and air embolism risks associated with infusion pumps, fluid warmers, and rapid infusers*.

<https://www.moph.gov.lb/userfiles/files/Medical%20Devices/Medical%20Devices%20Recalls%202019/5-2-2019/Infusionpumpfluidwarmerrapidinfuser.pdf>

Van Boxtel, T., Pittiruti, M., Arkema, A., Ball, P., Barone, G., Bertoglio, S., Biffi, R., Dupont, C., Fonzo-Christe, C., Foster, J., Jones, M., Keck, C., Ray-Barruel, G., Sasse, M., Scoppettuolo, G., Van Den Hoogen, A., Villa, G., Hadaway, L., Ryder, M., Schears, G., ... Stone, J. (2022). WoCoVA consensus on the clinical use of in-line filtration during intravenous infusions: Current evidence and recommendations for future research. *The Journal of Vascular Access*, 23(2), 179-191. <https://doi.org/10.1177/1129729821989165>

Vinan-Vega, M. N., Rahman, M. R., Thompson, J., Ruppert, M. D., Patel, R. J., Ismail, A., Mousa, S., & Payne, J. D. (2019). Air embolism following peripheral intravenous access. *Proceedings (Baylor University. Medical Center)*, 32(3), 433-434.

Wallis, M. C., McGrail, M., Webster, J., Marsh, N., Gowardman, J., Playford, E. G., & Rickard, C. M. (2014). Risk factors for peripheral intravenous catheter failure: A multivariate analysis of data from a randomized controlled trial. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 35(1), 63-68. <https://doi.org/10.1086/674398>

Warren, D. K., Cosgrove, S. E., Diekema, D. J., Zuccotti, G., Climo, M. W., Bolon, M. K., Tokars, J. I., Noskin, G. A., Wong, E. S., Sepkowitz, K. A., Herwaldt, L. A., Perl, T. M., Solomon, S. L., Fraser, V. J., & Prevention Epicenter Program. (2006). A multicenter intervention to prevent catheter-associated bloodstream infections. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 27(7), 662-669. <https://doi.org/10.1086/506184>

Watrobska-Swietlikowska, D., & MacLoughlin, R. (2019). The effect of UV-protected ethylene vinyl acetate (EVA) bags on the physicochemical stability of pediatric parenteral nutrition admixtures. *Daru*, 27(1), 255-264. <https://doi.org/10.1007/s40199-019-00270-7>

- Webster, J., Osborne, S., Rickard, C. M., & New, K. (2015). Clinically-indicated replacement versus routine replacement of peripheral venous catheters. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (8), CD007798. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007798.pub4>
- Wei, W., Coffey, W., Adeola, M., & Abbasi, G. (2021). Impact of smart pump-electronic health record interoperability on patient safety and finances at a community hospital. *American Journal of Health-System Pharmacy*, *zxab287*. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxab287>
- Wittenberg, M. I., Lark, T. L., Butler, C. L., Handy, R. M., Schwanky, H. D., Tait, A. R., & Tremper, K. K. (1998). Effects of oral diazepam on intravenous access in same day surgery patients. *Journal of Clinical Anesthesia*, *10*(1), 13-16. [https://doi.org/10.1016/s0952-8180\(97\)00213-4](https://doi.org/10.1016/s0952-8180(97)00213-4)
- Wong, D. L., & Baker, C. M. (1988). Pain in children: Comparison of assessment scales. *Pediatric Nursing*, *14*(1), 9-17.
- Woodward, Z., Brooks, P., Morris-Smith, B., Wallis, M., & Ogbourne, S. M. (2018). Adsorption and leachable contamination of flucloxacillin, cyclosporin and amiodarone following delivery through an intravenous administration set. *Pharmaceutical Research*, *35*(6), 121. <https://doi.org/10.1007/s11095-018-2409-2>
- Worthington, P., Balint, J., Bechtold, M., Bingham, A., Chan, L., Ghoneim, A., Mcleod, S., & Riegel, L. (2021). Recommendations for nursing education regarding vascular access: A consensus from the Infusion Nurses Society. *Journal of Infusion Nursing*, *44*(4), 235-243. <https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000392>
- Worthington, P., Gura, K. M., Kraft, M. D., Nishikawa, R., Guenter, P., Sacks, G. S., & ASPEN PN Safety Committee. (2021). Update on the use of filters for parenteral nutrition: An ASPEN position paper. *Nutrition in Clinical Practice*, *36*(1), 29-39. <https://doi.org/10.1002/ncp.10587>
- Xu, X., Lian, C., Liu, Y., Ding, H., Lu, Y., & ShangGuan, W. (2020). Warming efficacy of Ranger™ and FT2800 fluid warmer under different room temperatures and flow rates. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, *34*(5), 1105-1110. <https://doi.org/10.1007/s10877-019-00400-1>
- Zaman, S. S., Rahmani, F., Majedi, M. A., Roshani, D., & Valiee, S. (2018). A clinical trial of the effect of warm intravenous fluids on core temperature and shivering in patients undergoing abdominal surgery. *Journal of Perianesthesia Nursing*, *33*(5), 616-625. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2016.12.010>

Zingg, W., Barton, A., Bitmead, J., Eggimann, P., Pujol, M., Simon, A., & Tatzel, J. (2023). Best practice in the use of peripheral venous catheters: A scoping review and expert consensus. *Infection Prevention in Practice*, 5(2), 100271. <https://doi.org/10.1016/j.infpip.2023.100271>

부록

부록 1 '말초정맥 주입요법(2024년 개정)' 실무지침의 권고안 개정 유형(하부 권고안 284개 기준)

말초정맥 주입요법(2024년 개정)	개정 유형				
	추가	주요 개정	경미한 개정	개정 없음	합
I. 일반적 원칙(5)	1		4		5
II. 말초정맥관 선정(7)	1	4	2		7
III. 말초정맥관 삽입부위 선정					
3.1 삽입부위 선정기준(2)		1	1		2
3.2 삽입부위(7)	1	1	5		7
3.3 삽입부위 시각화(2)		1	1		2
IV. 말초정맥관 삽입 시 간호					
4.1 피부소독(8)	4	2	2		8
4.2 통증완화(1)			1		1
4.3 삽입 후 위치확인(1)			1		1
V. 말초정맥관 삽입 후 간호					
5.1 삽입부위 고정(11)		1	10		11
5.2 삽입부위 보호(9)			8	1	9
5.3 삽입부위 드레싱(7)	2	2	3		7
5.4 수액주입체계와 합병증 모니터링(3)		1	2		3
VI. 말초정맥관 관류와 잠금					
6.1 관류(flusing)(6)			6		6
6.2 잠금(locking)(3)			3		3
6.3 관류와 잠금 용액(6)	1		3	2	6
6.4 말초정맥관 폐색 평가(2)			2		2
VII. 말초정맥관을 통한 채혈(6)	2	2	2		6
VIII. 말초정맥관 교환과 제거(6)			6		6
IX. 수액세트 관리					
9.1 수액세트 사용 원칙(8)	6		2		8
9.2 수액세트 교환(6)		1	5		6
X. 말초정맥주입 부속기구 사용					
10.1 부속기구 사용 원칙(3)		1	2		3
10.2 3-way(1)			1		1
10.3 무침 캡(5)	2	1	2		5
10.4 필터(9)	3	3	3		9
10.5 주입속도조절기(6)	1	3	1	1	6
10.6 수액 가온기(3)		1	2		3
10.7 토니켓(5)	2		2	1	5

말초정맥 주입요법(2024년 개정)	개정 유형				
	추가	주요 개정	경미한 개정	개정 없음	합
XI. 합병증 관리					
11.1 정맥염(5)	4	4	5		13
11.2 침윤/일혈(10)	3	2	11	2	18
11.3 공기색전(3)	2		5	1	8
11.4 말초정맥관 색전(4)	4	2	1		7
11.5 신경손상(3)	3		3		6
XII. 항암제 주입					
12.1 항암제 주입 원칙(4)	1	1		2	4
12.2 항암제 취급자 보호 방안(4)	4		1		5
12.3 항암제 투약 오류 예방(1)	3		3		6
12.4 말초정맥관을 통한 발포성 항암제 주입(1)	4	2	5	2	13
XIII. PCA 주입					
13.1 PCA 주입 원칙(5)			4	1	5
13.2 PCA 주입 관리(2)		3	2		5
XIV. 정맥영양					
14.1 정맥영양 원칙(3)	2		1		3
14.2 정맥영양 경로(3)	2	1			3
14.3 정맥영양 시 약물 준비(6)	1	3	2		6
14.4 정맥영양 시 부속기구 사용(7)	2	3	3		8
14.5 정맥영양 모니터링과 기록(1)			1		1
XV. 수혈요법					
15.1 수혈요법 원칙(5)	1		3	1	5
15.2 수혈 전 확인사항(4)	1	2	1		4
15.3 수혈 중 모니터링(6)	2	1	3		6
15.4 수혈 중 부속기구 사용(7)	2		5		7
15.5 수혈 종료 후 기록(1)				1	1
XVI. 교육					
16.1 대상자/보호자 교육(3)			3		3
16.2 간호사 교육(2)			2		2
XVII. 기록과 보고					
17.1 말초정맥 주입요법 관련 기록(6)	6				6
17.2 말초정맥 주입요법 관련 사건보고(1)			1		1
	73 (25.7%)	49 (17.3%)	147 (51.7%)	15 (5.3%)	284 (100.0%)

부록 2 '말초정맥 주입요법(2024년 개정)' 실무지침 중 추가된 권고안

권고안	근거 수준	권고 등급
I. 일반적 원칙		
4. 간호사는 말초정맥 주입요법과 관련된 간호중재를 제공할 수 있는 역량을 갖추어야 한다.	III	C
II. 말초정맥관 선정		
10. 나비 바늘(steel-winged devices)은 1회에 한하여 사용하고, 사용 후 남겨두지 않는다.	III	C
III. 말초정맥관 삽입부위 선정		
3.1 삽입부위 선정기준		
3.2. 삽입부위		
19. 말초정맥관 삽입부위로 가슴, 유방, 복부 또는 몸통의 정맥은 선정하지 않는다.	III	C
IV. 말초정맥관 삽입 시 간호		
4.1 피부소독		
24. 말초정맥관 삽입 전 삽입부위의 피부를 소독한다. 삽입부위의 털 제거가 필요한 경우 수술용 클리퍼(clipper)를 사용한다.	I	A
27. 피부소독제는 다회용 제품보다는 일회용 제품을 사용한다.	III	C
29. 삽입부위 피부소독은 무균적비접촉기법(aseptic non-touch technique, ANTT)을 적용한다.	III	C
31. 말초정맥관 삽입 시 일회용 청결장갑을 착용한다.	III	C
V. 말초정맥관 삽입 후 간호		
5.3 삽입부위 드레싱		
58. 말초정맥관 드레싱 교환 절차의 표준화와 효율성 제고를 위해 드레싱 교환 키트를 사용한다.	III	C
59. 말초정맥관 근처에는 날카로운 물품(예: 가위, 지혈검자(hemostats), 옷핀, 면도날 등)을 절대 사용하지 않는다.	III	C
VI. 말초정맥관 관류와 잠금		
6.3 관류와 잠금 용액		
75. 일회용 멸균 prefilled syringe*를 사용하는 경우 약물 투여 전과 후에 새로운 제품을 사용한다. *멸균 prefilled syringe: 멸균 용액이 미리 담겨있는 주사기	III	C
VII. 말초정맥관을 통한 채혈		
85. 말초정맥관을 통해 혈액배양용 검체를 채취하는 것은 권장되지 않는다.	II	B
86. Midline 정맥관을 통한 채혈은 근거가 부족하여 권장하지 않는다.	II	B
IX. 수액세트 관리		

권고안	근거 수준	권고 등급
9.1 수액세트 사용 원칙		
93. 수액세트는 일반용과 정맥주입펌프용을 구분하여 사용한다.	III	C
94. 수액세트는 자유흐름방지장치(anti-free-flow mechanism)와 루어락(luer-lock)이 있는 것을 사용한다.	III	C
95. 약물농도와 수액세트에 따라 주입속도조절기(예: regulator) 를 표준화하여 사용한다.	III	C
96. 수액세트에 부속기구(예: 필터 등)를 연결하여 사용할 때, 오염이나 우발적인 분리를 방지하기 위해 내장형 부속기구를 사용한다.	III	C
97. 수액세트에 흡착위험이 있는 약물*을 투여하는 경우 흡착위험이 없는 재질의 수액세트를 사용한다. *나이트로글리세린, 다이아제팜, 인슐린, 프로포폴, 치료적 단백질, 과립구집락자극인자, 특정 항생제(플루클로사실린, 사이클로스포린 등), 아미오다론 등	III	C
98. 프탈레이트류(예: di-(2- ethylhexyl) -phthalate, DEHP)를 함유한 수액세트는 사용하지 않는다.	III	C
X. 말초정맥주입 부속기구(add-on device) 사용		
10.3 무침 캡(needleless connector)		
114. 무침 캡은 소독제(70% 알코올 또는 알코올 기반 클로르헥시딘)를 사용하여 5~15초간 소독한다.	I	A
115. 무침 캡 소독 후 건조시간은 미생물 수(microbial load)를 줄여 혈류감염을 예방하는데 도움이 되며 70% 알코올은 5초, 알코올 기반 클로르헥시딘은 20초간 건조한다.	II	B
10.4 필터(filter)		
116. 필터는 사용 시 이익이 위험보다 클 때 사용한다.	II	B
117. 필터는 약물이나 수액의 특성에 적합한 것을 선정한다. 특히 소량 또는 치료적 약물농도(therapeutic index) 범위가 좁은 약물에 주의한다.	II	B
124. 일차 수액세트 교환 시 필터도 함께 교환한다.	II	B
10.5 주입속도 조절기(flow-control device)		
128. 정맥주입 펌프의 조작오류를 예방하기 위해 제조사의 권고사항에 따라 스마트 주입펌프를 사용한다.	III	C
10.7 토니켓(tourniquet)		
137. 대상자 개별 토니켓(single-patient-use tourniquet) 사용을 권장한다. 대상자간 감염전파 가능성이 있는 경우 반드시 개별 토니켓을 사용한다.	II	B
138. 말초정맥관(midline 정맥관 포함)이 있는 사지에는 토니켓의 사용을 제한한다.	III	C
XI. 합병증 관리		
11.1 정맥염(phlebitis)		
141. 정맥염을 예방하기 위하여 다음 사항을 준수한다.		

권고안	근거 수준	권고 등급
1) 정맥염을 유발하는 약물은 주입시간과 예상되는 치료기간을 고려하여 필요시 중심정맥관을 삽입한다.	III	C
4) 소독제를 적용 후 피부를 완전히 건조시킨다.	III	C
142. 정맥염의 증상과 징후가 있으면 다음과 같이 관리한다.		
3) 감염성 정맥염이 의심되는 경우 말초정맥관 제거 전 팁(tip) 배양검사의 수행 여부를 확인한다.	III	C
4) Midline 정맥관 삽입 직후 일시적인 기계적 정맥염이 의심되는 경우 고정상태를 확인하고, 증상완화 중재(온요법, 사지 거상 등)를 적용하며 24시간 동안 관찰한다. 증상과 징후가 지속되면 midline 정맥관을 제거한다.	III	C
11.2 침윤/일혈(infiltration/extravasation)		
145. 침윤/일혈 위험을 증가시킬 수 있는 말초정맥관 관련 요인이 있는지 평가한다. - 손, 손목, 발, 발목, 전주와 및 피하 조직이 최소한으로 덮이는 부위로 삽입한 말초정맥관 - 금속성 “나비” 바늘 사용 - 부적절한 말초정맥관 고정 - 삽입 후 24시간이 지난 말초정맥관 - 말초정맥관 허브 조작의 증가 - 관류 시 혈액이 역류되지 않거나 삽입부위 이상이 발생한 경우(예: 미만성 부종) - 최근(24시간 내) 정맥천자한 부위 아래에 삽입한 말초정맥관으로 발포제를 주입한 경우 - 말초정맥관의 깊이(예: 말초정맥관이 심부정맥에 있을 때 말초정맥관 실패의 시각적 증상과 징후의 지연, 특히 의사소통이 어려운 대상자 주의요함) - 조영제 투여	II	B
148. 침윤/일혈의 증상과 징후가 있으면 다음과 같이 관리한다.		
9) 침윤/일혈이 치료될 때까지 해당 사지에 말초정맥관 삽입을 하지 않는다.	III	C
153. 위해사고 보고서와 의무기록을 이용하여 위해가 발생한 침윤/일혈 사례를 검토하고 질 향상 전략을 수립한다.	III	C
11.3 공기색전(air embolism)		
154. 공기색전을 예방하기 위하여 다음 사항을 준수한다.		
2) 공기색전을 감지하거나 예방하도록 설계된 안전장치(예: 필터가 내장된 수액세트, 공기센서 기술이 적용된 정맥주입펌프)와 luer-lock을 사용한다.	II	B
3) 수액으로 채워지지 않은 수액세트는 수액백에 연결한 상태로 두지 않는다.	III	C
11.4 말초정맥관 색전(catheter embolism)		
160. 말초정맥관 색전이 의심되는 증상과 징후가 있으면, 다음과 같이 관리한다.		
1) 금기(뇌압상승, 눈 수술, 중증의 심장질환이나 호흡기질환)가 아니라면 좌측 트렌델렌버그 또는 좌측위를 취해준다.	III	C
2) 대상자의 사지(limb)를 포함한 신체 움직임을 최소화한다.	III	C

권고안	근거 수준	권고 등급
3) 의사에게 보고한다.	III	C
4) 말초정맥관 색전이 확인되면 즉시 파편의 이동을 줄이기 위한 방안을 고려한다(예: 해당 혈관의 윗 부위 압박 또는 토니켓 적용).	III	C
11.5. 신경손상(nerve injury)		
161. 신경손상을 예방하기 위하여 다음 사항을 준수한다.		
2) 말초정맥관 삽입이 어려운 경우 초음파 사용을 고려한다.	I	A
3) 말초정맥관 삽입 시 혈관 깊이를 평가하고, 깊이에 맞는 삽입 각도를 유지한다.	I A/P	A
4) 정맥천자 시 정중주와(median cubital) 정맥이나 두부(cephalic) 정맥을 우선적으로 선정한다. 단, 전완의 아래쪽 1/4 부분(예, 손목 위)의 두부정맥은 피한다.	I A/P	A
XII. 항암제 주입		
12.1 항암제 주입 원칙		
167. 항암제를 취급하는 직원은 관련 직무교육에 기반한 적절한 자격을 갖추어야 한다. 교육 내용은 항암제 투여 방법, 부작용, 적절한 폐기 방법 등에 대한 사항을 포함한다.	III	C
12.2 항암제 취급자 보호 방안		
168. 항암제를 투여하고 취급하는 장소에 개인보호구, Spill kit, 보관 용기, 지정된 폐기용기를 구비한다.	III	C
169. 약국에서 운반 시 전용 밀폐용기를 사용한다.	II	B
170. 항암제 투여와 취급 시 개인보호구의 착용은 다음과 같다.		
1) 항암제 투여 준비와 투여 시 일회용 가운과 두 겹의 장갑을 착용한다. 가운은 항암제가 투과되지 않는 소재로 긴팔, 뒤로 닫힌 디자인이며, 장갑은 화학적 투과시험(ASTM의 기준 D6978)을 통과한 것으로 한다.	II	B
2) 항암제 폐기 용기를 취급할 때에는 장갑을 착용한다.	II	B
12.3 항암제 투약 오류 예방		
172. 항암제 투약오류를 예방하기 위해 다음 사항을 준수한다.		
1) 각 치료 전 혈액검사 결과를 확인한다.	III	C
5) 항암제 투여 전에 약물의 외관을 육안으로 확인한다.	III	C
6) Vinca alkaloids 약제는 척수강내로 투여하는 오류를 예방하기 위해 반드시 수액백(병)과 수액세트를 사용하여 투여한다.	III	C
12.4 말초정맥관을 통한 발포성 항암제 주입		
173. 말초정맥관으로 발포성 항암제를 주입하는 경우 다음을 고려하여 안전하게 주입한다.		
3) 일혈 위험요인을 평가한다. 예) 작거나 약한 정맥, 림프부종, 비만, 의식 저하, 다회의 정맥관 주입 이력	II	B

권고안	근거 수준	권고 등급
4) 크고 부드러우며 잘 만져지는 혈관을 선택하며, 시각화도구를 활용하여 가능한 한 직선으로 뻗어있는 혈관을 선택한다.	II	B
8) 주입 전 말초정맥 주입기구의 정상 기능 여부를 확인한다.	II	B
13) 말초정맥관(midline 정맥관 포함)으로는 발포성 항암제를 지속주입하지 않는다.	II	B
XIV. 정맥영양		
14.1 정맥영양 원칙		
181. 의료기관은 대상자 중심의 다학제 영양지원팀을 운영한다.	I	A
183. 정맥영양을 시작하기 전에 대상자/보호자에게 설명하고, 의무기록에 기록한다.	III	C
14.2 정맥영양 경로		
184. 정맥영양 경로(말초 또는 중심정맥관)는 다음 사항을 고려하여 선정한다. - 예상되는 치료 기간 - 영양요구사항 - 대상자의 혈관상태 - 대상자의 선호도 - 정맥영양 용액의 종류 등	III	C
186. 말초정맥관으로 정맥영양을 하는 경우 위험(예: 정맥염)과 이점을 비교하여 치료기간을 14일 이하로 제한한다.	II	B
14.3 정맥영양 시 약물 준비		
188. 정맥영양 용액의 주입 전에 약물을 혼합하는 경우 약물명을 수액백(병)에 표기한다.	III	C
14.4 정맥영양 시 부속기구 사용		
194. 투약 오류를 줄이기 위해 용량오류 감소 프로그램이 내장된 정맥주입 펌프(예: 스마트 주입펌프)의 사용을 고려한다.	II	B
196. 지질이 함유된 정맥영양 용액(예: 지질 주사용 유제, 총영양혼합물)을 투여하는 경우 디프탈레이트(Di[2-ethylhexyl]phthalate, DEHP)가 없는 수액세트를 사용한다.	II	B
XV. 수혈요법		
15.1 수혈요법 원칙		
201. 의료기관은 혈액 및 혈액제제의 투여, 주입장치 및 부속장치의 사용, 수혈부작용의 식별, 평가 및 보고에 대한 정책, 절차 및 실무지침을 갖추어야 한다.	III	C
15.2 수혈 전 확인사항		
207. 수혈 전 예방적 투약(transfusion premedication)은 적극적으로 권장되지 않는다. 단, 수혈 전 예방적 투약을 할 경우 경구약은 30분 전, 정맥주사제는 10분 전에 투여한다.	I	A
15.3. 수혈 중 모니터링		
211. 해동 후 사용하지 못한 신선동결혈장(FFP)은 다시 냉동하지 않고 폐기한다.	II	B

권고안	근거 수준	권고 등급
214. 응급약물은 수혈세트를 통해 투여하지 않고, 0.9% 생리식염수로 채운 다른 수액세트를 통해 투여한다.	II	B
15.4 수혈 중 부속기구 사용		
221. 혈액 가온기를 사용하는 경우* 혈액의 온도는 42℃를 넘지 않으며, 한 단위의 혈액은 4시간 이내로 가온한다. *예: 대량수혈 또는 급속수혈(시간당 50ml/kg이상의 수혈), 교환수혈, 치료적 성분채집술을 위한 혈장교환(plasma exchange for therapeutic apheresis), 심각한 한랭응집소를 가진 경우 등	II	B
222. 혈액 가온기는 경고음이 울리고, 온도를 확인할 수 있는 알람체계를 갖춘 것을 사용하며, 정기점검을 실시하고 기록을 보관한다.	II	B
XVII. 기록과 보고		
17.1. 말초정맥 주입요법 관련 기록		
229. 말초정맥주입과 관련하여 말초정맥관의 삽입·유지관리·제거, 말초정맥주입관련 부작용과 합병증, 그리고 대상자 반응 등에 대해 기록한다.	III	C
230. 말초정맥 주입요법 관련 기록은 의료진 간의 원활한 의사소통을 위해 읽기 쉽고 시기적절하며 의료진이 효율적으로 찾아볼 수 있도록 기술한다.	III	C
231. 말초정맥 주입요법 관련 기록 시 기관에서 승인한 표준틀이나 도구, 용어를 이용하여 주요 항목을 기록하며 필요시 추가 내용을 기록한다.	II	B
232. 말초정맥 주입요법 관련 기록은 정확성, 완전성, 객관성을 갖추어 시간 순으로 기술한다.	III	C
233. 두 개 이상의 약물에 대해 말초정맥주입이 이루어지는 경우, 각 약물의 정확한 실제 투여 시간을 기록한다.	III	C
234. 말초정맥주입에 대한 기록의 정확성을 향상시키기 위해 스마트 주입펌프 자료의 활용을 고려한다.	II	B

부록 3

'말초정맥 주입요법(2024년 개정)' 실무지침 중 주요 개정된 권고안

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
II. 말초정맥관 선정			
6. 말초정맥관은 다음과 같은 경우에 선택한다. - 치료기간이 1주 이내인 경우 - 말초혈관을 이용할 수 있는 경우 - 정맥주입으로 인한 합병증 발생 가능성이 낮은 경우	6. 말초정맥관(midline 정맥관 제외)은 약물의 삼투압, 산도(pH), 투여방법(지속적 또는 간헐적), 투여속도 등이 말초정맥주입에 적절한 상황에서 예상 치료기간이 단기간(일주일 미만)인 경우에 선정한다.	III	C
8. 말초정맥관은 주로 20~24게이지를 사용한다.	8. 처방된 치료와 대상자의 요구를 수용할 수 있는 가장 작은 게이지의 말초정맥관을 선정한다.	II	B
10. 외상환자 또는 조영제를 사용하는 방사선 검사를 위해 천공관(fenestrated catheter)을 사용하는 경우와 같이 급속한 수액보충이 필요할 때는 16~18게이지 정맥관을 사용한다.	9. 빠른 수액 주입이 필요한 경우(예: 외상) 더 큰 게이지의 말초정맥관을, 조영제를 사용하는 방사선 검사의 경우 천공 정맥관(fenestrated catheter) 사용을 고려한다.	II	B
11. Midline 정맥관은 다음과 같은 경우에 선택한다. - 치료기간이 1~4주 되는 경우 - 말초정맥관 사용이 어려운 경우 - 중심정맥관 사용이 금지인 경우	11. Midline 정맥관은 다음과 같은 경우에 선정한다. - 예상 치료기간이 5~14일인 경우 - 말초정맥관 사용이 어려운 경우 - 중심정맥관 사용이 금지인 경우	III	C
III. 말초정맥관 삽입부위 선정			
3.1 삽입부위 선정기준			
19. 정맥관 삽입부위는 주로 사용하지 않는 팔을 우선적으로 선정한다. 다음과 같은 부위는 피한다. - 촉진 시 통증이 있는 부위 - 개방성 상처 부위 - 감염이 발생한 부위 - 멍, 침윤, 정맥염이 발생한 부위 - 경화되고 딱딱해진 정맥 부위 - 시술이 예정된 부위 단, 정맥관 삽입을 피해야 하는 부위에 삽입해야 하는 경우 그에 따른 이득과 위험을 의사와 상의한다.	14. 말초정맥관 삽입부위는 주로 사용하지 않는 상지의 원위부(distal)를 우선적으로 선정하되, 다음과 같은 부위는 피한다. - 촉진 시 통증이 있는 부위 - 개방성 상처 부위 - 감염이 발생한 부위 - 멍, 침윤, 정맥염이 발생한 부위 - 경화되고 딱딱해진 정맥 부위 - 림프부종 부위 - 감각/기능 이상 부위 - 시술/수술(예: 유방절제술, 액와림프절 절개술, 동정맥루, 투석, 방사선 치료 등)을 받았거나 예정된 부위	III	C
3.2 삽입부위			
23. 손목에서 세손가락 이내 부위는 요골(radial), 척골(ulnar), 중정(median) 신경손상의 위험과 통증이 발생할 수 있으므로 피한다.	17. 말초정맥관 삽입부위가 해부학적 특이성(골곡, 정맥판막, 손목에서 세 손가락 이내 등)이 있는 경우 삽입부위로 선정하지 않는다.	III	C

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
3.3 삽입부위 시각화			
34. 정맥관 삽입 시 시각화도구의 필요성을 확인하기 위해 다음 사항을 사정한다. <ul style="list-style-type: none"> - 혈관의 구조적 변화를 초래하는 질병상 (예: 당뇨, 고혈압) - 빈번한 정맥천자 또는 장기간의 정맥주입 요법 - 피부의 다양성(예: 어두운 피부 톤, 피부의 과도한 털) - 피부 변화(예: 상처, 문신) - 연령(예: 노인) - 비만 - 체액부족 - 정맥주사용 마약 사용자 	22. 말초정맥관(midline 정맥관 포함) 삽입 시 다음 사항을 평가하여 시각화 도구 사용 필요성을 확인한다. <ul style="list-style-type: none"> - 혈관의 구조적 변화를 초래하는 질병상태 (예: 당뇨, 고혈압 등) - 빈번한 정맥천자 또는 장기간의 정맥주입요법 이력 - 피부의 다양성(예: 어두운 피부 톤, 피부의 과도한 털) - 흉터나 문신과 같은 피부 변화 - 연령(예: 노인) - 비만 - 체액 과다 또는 부족 등 	III	C
IV. 말초정맥관 삽입 시 간호			
4.1 피부소독			
38. 정맥관 삽입부위 피부소독제로 알코올이 함유된 0.5% 초과 클로르헥시딘이 선호된다. 만약 알코올이 함유된 클로르헥시딘이 금기라면, 아이오다인 톨처, 포비돈-아이오다인, 또는 70% 알코올을 사용할 수 있다.	26. 피부소독제로는 알코올이 함유된 클로르헥시딘 제품이 선호된다. 만약 알코올이 함유된 클로르헥시딘 사용이 금기라면, 요오드제(예: 포비돈-아이오다인) 또는 70% 알코올을 사용한다.	I	A
40. 소독제로 삽입부위를 소독한 후 제조사의 권고사항에 따라 소독제를 완전히 건조시킨다.	28. 피부소독제는 제조사의 권고사항에 따라 도포와 건조시간을 결정한다. 도포한 피부소독제는 부채질하거나 불지 않고 자연적으로 완전히 건조되도록 한다.	III	C
V. 말초정맥관 삽입 후 간호			
5.1 삽입부위 고정			
50. 정맥관 고정을 위해 멸균테이프, 멸균 반투과성투명드레싱(transparent semipermeable membrane dressing, 이하 멸균투명드레싱), 봉합, 상업용 고정기구(engineered stabilization devices), 멸균스트립, 스테플러 등을 사용할 수 있다.	38. 말초정맥관 고정을 위해 멸균테이프, 멸균반투과성투명드레싱(transparent semipermeable membrane dressing, 이하 멸균투명드레싱), 접착성 고정기구(engineered stabilization device)를 이용한다.	I	A
5.3 삽입부위 드레싱			
89. 정맥관 삽입부위 드레싱 선정 시 다음 사항을 고려한다. <ul style="list-style-type: none"> - 대상자의 특성 - 삽입부위 - 정맥관 유형 - 고정위치 - 정맥관 보유 예상기간 - 모니터링 용이성 	54. 말초정맥관 삽입부위 드레싱은 대상자 특성, 삽입부위, 고정위치, 모니터링 용이성, 대상자 선호도, 비용 등을 고려하여 선정한다.	III	C

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
98. 정맥관 드레싱 교환 후 드레싱 위에 교환날짜 또는 차기 교환날짜를 기록한다.	60. 말초정맥관 삽입 후 드레싱 위에 말초정맥관 삽입일시와 크기를 삽입부위를 피하여 기록한다.	III	C
5.4 수액주입체계와 합병증 모니터링			
82. 삽입부위 사정은 말초정맥관은 매 근무조마다, midline 정맥관과 중심정맥관은 매일 표준화된 도구 (예: Visual Infusion Phlebitis Scale)를 이용하여 시행한다.	63. 말초정맥관 삽입 후 수액주입체계와 합병증 징후는 표준화된 도구를 사용하여 다음의 주기로 평가한다. - 입원환자: 4시간마다 - 중환자 및 진정상태이거나 인지기능이 떨어진 대상자: 1~2시간마다 - 발포제를 포함한 약물주입 대상자: 수시로	III	C
VI. 말초정맥관 관류와 잠금			
VII. 말초정맥관을 통한 채혈			
121. 채혈 전 대상자 앞에서 대상자를 확인하고 검체용기에 라벨을 붙인다.	82. 말초정맥관을 통한 채혈 전 대상자 옆에서 대상자를 확인하고 검체용기에 라벨을 붙인다.	II	B
123. 말초정맥관을 통한 채혈은 다음과 같이 시행한다. 1) 정맥확보가 어려운 성인, 출혈 위험이 있거나 반복채혈이 필요한 경우 말초정맥관을 통한 채혈을 고려한다. 2) 채혈 전 최소 2분 이상 수액주입을 중단하고 1~2mL의 혈액을 흡인하여 버린다.	83. 말초정맥관을 통한 채혈 전 최소 1~2분 이상 수액주입을 중단하고 1~2mL의 혈액을 흡인하여 버린다.	II	B
IX. 수액세트 관리			
9.2 수액세트 교환			
129. 일반수액(지질용액, 혈액이나 혈액성분이외)을 지속적으로 주입하는 경우 일차수액세트(primary IV set)와 이차수액세트(secondary IV set)가 일체형으로 된 수액세트는 96시간보다 더 자주 교환하지 않는다.	102. 일반 수액(지질용액, 혈액, 혈액성분 수액 제외) 주입용 수액세트는 다음의 주기로 교환한다. - 지속적 주입시: 7일마다 - 간헐적 주입시: 사용 시마다 또는 24시간마다 - 오염 또는 기능불량인 경우: 즉시 교환	III	C
X. 말초정맥주입 부속기구(add-on device) 사용			
10.1 부속기구 사용 원칙			
159. 주입구가 있는 정맥주입 부속기구는 주입 전 70% 알코올, 포비돈-아이오다인, 또는 알코올이 함유된 0.5%초과 클로르헥시딘 등의 적절한 소독제로 소독하고, 반드시 무균술을 사용하여 오염되지 않도록 한다.	109. 주입구가 있는 부속기구는 주입 전 70% 알코올 또는 알코올 기반 클로르헥시딘 등의 적절한 소독제로 소독하고, 반드시 무균술을 사용하여 오염되지 않도록 한다.	III	C

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
10.3 무침 캡(needleless connector)			
166. needleless connector를 통해서는 수액주입속도가 크게 느려지기 때문에 결정체 용액과 적혈구의 빠른 주입이 필요할 때는 사용해서는 안 된다.	113. 적혈구 수혈 또는 생리식염수나 하트 만액과 같은 정질용액(crystalloid solutions)을 지속적으로 빠르게 주입하는 경우 무침 캡을 사용하지 않는다.	III	C
10.4 필터(filter)			
170. 정맥영양용액 중 지질이 함유되지 않은 용액은 0.2-micron 필터를 사용하고, 지질이 함유된 용액은 1.2-micron 필터를 사용하고 24시간마다 교환한다.	118. 정맥영양 용액에는 1.2 마이크론 필터를 사용한다.	II	B
169. 유리 앰플이나 바이알에서 약을 뺄 때는 필터 바늘을 사용해야 한다.	120. 유리 앰플이나 바이알에서 약물을 빼낼 때는 필터 바늘(filter needle) 또는 필터 빨대(filter straw)를 사용한다. 이때, 사용한 필터바늘로는 약물을 주입하지 않는다.	II	B
167. 세균, 불순물 및 공기제거를 위한 필터는 정맥관 삽입부위에 가능한 가깝게 위치하도록 한다.	122. 필터는 말초정맥관에 가능한 가깝게 위치하도록 한다.	III	C
10.5 주입속도 조절기(flow-control device)			
173. 정맥주입펌프를 선정할 때는 대상자의 연령, 시력, 기동성, 질병의 심각성, 치료유형, 용량, 치료부작용의 가능성을 고려한다.	125. 주입속도 조절기는 수액주입 관련 요소와 대상자 관련 요소를 고려하여 선정한다. - 수액주입 관련 요소: 처방된 수액 요법, 약물 안정성, 처방된 주입 속도, 주입관련 위험, 의료기관 환경, 의료기관 내 사용가능한 자원, 말초정맥관 유형, 수액요법 관련 부작용 등 - 대상자 관련 요소: 연령, 건강상태, 기동성, 치료유형, 자가관리능력(self administration ability), 선호도, 생활습관, 보험급여 여부 등	II	B
174. 정맥주입요법이 이루어지는 동안에 처방된 주입속도로 정확히 주입되고 있음을 확인하기 위하여 정맥주입펌프를 모니터링하고 기록한다.	126. 주입속도 조절기를 사용하는 경우, 처방된 속도와 용량으로 주입되는지 모니터링하고 기록한다.	III	C
175. 정맥주입펌프의 알람장치는 수액의 침윤이나 일혈을 감지하지는 못하므로 알람장치에만 의존해서는 안된다.	127. 정맥주입 펌프(electronic infusion pump)는 침윤/일혈을 감지하지 못하므로 정맥주입 펌프를 사용 시 말초정맥관 삽입부위를 정기적으로 평가한다.	III	C
10.6 수액 가온기(fluid warmer)			
180. 온혈기와 가온기는 경고음이 울리고, 온도를 확인할 수 있는 알람체계를 갖춘 것을 사용한다.	132. 수액 가온기는 경고음이 울리고, 온도를 확인할 수 있는 알람체계를 갖춘 것을 사용하며, 정기점검을 실시하고 점검기록을 보관한다.	II	B

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
XI. 합병증 관리			
11.1 정맥염(phlebitis)			
	141. 정맥염을 예방하기 위하여 다음 사항을 준수한다.		
2) 드레싱으로 정맥관을 단단하게 고정한다.	5) 말초정맥관 삽입부위는 보호/고정기구를 이용하여 고정한다.	II	B
4) 무균술을 적용한다.	6) 무균적비접촉기법(ANTT)이 철저히 지켜지지 않은 상황에서 삽입된 말초정맥관은 라벨(예: 응급)을 부착하고 24-48시간 내에 가능한 빨리 교환한다.	II	B
	142. 정맥염의 증상과 징후가 있으면 다음과 같이 관리한다.		
2) 기계적 정맥염은 정맥관을 잘 고정하고, 온요법, 사지거상을 실시하고, 24~48시간 동안 모니터링하고 증상과 징후가 48시간 이상 지속되면 정맥관 제거를 고려한다.	1) 말초정맥관을 제거하고, 대상자의 안위, 증상 완화를 위해 필요시 온요법 또는 냉요법 적용, 사지거상, 진통제, 항염증제와 같은 약물적 중재 등을 고려한다.	III	C
1) 화학적 정맥염은 주입되고 있는 수액요법, 다른 혈관부위나 다른 약물 사용의 필요성 또는 주입속도를 낮출 필요성을 평가하고, 정맥관 제거가 필요한지 결정한다.	2) 화학적 정맥염이 의심되는 경우 정맥주입요법의 지속 여부에 대해 평가하고, 필요시 다른 유형의 정맥관 삽입, 약물 변경, 주입 속도 감소, 약물 희석 농도 변경 등을 고려한다.	III	C
11.2 침윤/일혈(infiltration/extravasation)			
212. 침윤/일혈 부위는 다음과 같이 약물에 따라 냉·온요법을 적용한다. 1) 건냉요법은 조직 내 약물을 국소화하고 염증을 줄이기 위하여 적용한다. 2) 건온요법은 혈류를 증가시키고 조직을 통해 약물을 확산시키기 위하여 적용한다.	149. 침윤/일혈 부위는 다음과 같이 약물에 따라 건냉·건온요법을 적용한다. - DNA결합약물(DNA-binding agents)과 발프로에이트(valproate): 건냉요법 - DNA비결합약물(non-DNA binding agents): 건온요법 - 조영제: 건온 또는 건냉요법, 염증감소를 위해 건냉요법 우선 적용	II	B
217. 대상자나 보호자에게 다음과 같은 사항을 교육한다. 1) 발포제 주입 전에 발포제 투여의 위험성 2) 침윤/일혈의 진행 증상과 징후 3) 의료인에게 즉시 보고해야 할 사항 (예: 사지동성과 감각의 변화, 체온상승 등) 4) 침윤/일혈 발생부위에 직사광선 피하기	152. 침윤/일혈의 위험과 관련하여 대상자/보호자가 조기에 증상을 인식할 수 있도록 다음 내용을 교육한다. - 주입 전: 정맥주입의 위험성, 즉시 보고해야 하는 증상과 징후 - 주입 후: 침윤/일혈 증상과 징후의 경과, 침윤/일혈 발생부위 직사광선 차단, 외래 방문	II	B

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
11.4 말초정맥관 색전(catheter embolism)			
231. 정맥관 색전을 예방하기 위해 다음 사항을 준수한다. - 정맥관 삽입 중에는 정맥관을 주사바늘 내에서 뒤로 빼지 않는다. - 고압주입(power injection) 용도로 제작된 정맥관이 아닌 경우에는 고압주입을 하지 않는다.	157. 말초정맥관 손상을 예방하기 위해 말초정맥관 삽입 중에는 탐침(stylet)을 재삽입하지 않는다.	II	B
232. 삽입 시 기록된 정맥관의 길이와 제거 후의 길이를 비교하여 정맥관 손상이나 분절이 의심되면 흉부촬영검사 또는 추가 검사가 필요하다.	158. 말초정맥관 제거 후 말초정맥관 삽입 전/후 길이를 비교하여, 손상이 의심되면 흉부촬영검사 또는 추가 검사를 실시한다.	III	C
XII. 항암제 주입			
12.1 항암제 주입 원칙			
259. 항암제 주입 전 다음 사항을 확인한다. - 동의서 - 임상검사와 진단적 검사 결과 - 최근 투약목록 (비처방약물과 보완대체요법 포함) - 치료 전 활력징후와 체중 - 예측되는 치료 부작용 유무	165. 항암제 주입 전 다음 사항을 확인한다. - 동의서 - 신장 및 체중(적어도 매주 측정) - 임상검사 및 진단검사 결과 - 최근 투약목록 (비처방약물과 보완대체요법 포함) - 과거력, 동반질환, 예방접종 내역 - 치료 전 활력징후 - 예측되는 치료 부작용, 부작용 관련 증상 유무, 알레르기 - 심리사회적 요인 - 치료 계획 및 목표에 대한 대상자/보호자의 이해도 - 향후 내원 계획 등	III	C
12.4 말초정맥관을 통한 발포성 항암제 주입			
262. 발포성 항암제를 말초정맥관을 통해 주입하는 경우 다음과 같이 안전하게 주입한다.	173. 말초정맥관으로 발포성 항암제를 주입하는 경우 다음을 고려하여 안전하게 주입한다.		
1) 정맥으로는 IV push 또는 30-60분 미만의 약물주입을 시행한다.	1) 말초정맥으로는 IV push 또는 30분 미만의 약물주입(점적주입)을 시행한다.	II	B
9) IV push 할 경우에는 2-5ml마다, 지속주입 동안에는 5-10분마다 혈액역류를 확인한다.	11) IV push 할 경우에는 2-5ml마다, 점적 주입 동안에는 5분마다 혈액역류를 확인한다.	II	B

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
XIII. PCA 주입			
13.2 PCA 주입 관리			
269. PCA 부작용 발생에 대한 위험요인으로 다음 사항을 사정한다. - 고령 - 병적 비만 - 폐쇄성 수면무호흡 - 만성폐쇄성폐질환 - 신기능부전 - 마약성 진통제의 처음 사용	179. PCA 부작용 발생에 대한 위험요인으로 다음 사항을 평가한다. - 고령 - 병적 비만 - 수면 호흡장애 - 호흡기 또는 심장 질환 - 신기능 부전 - 간기능 손상 - 지속적 기저 용량 주입 (continuous basal infusions) - 진정제 병용 사용 등	I	A
271. PCA 효과와 부작용 발생유무를 평가한다. 타당하고 신뢰할 수 있는 모니터링과 사정방법은 다음과 같다.	180. 타당하고 신뢰할 수 있는 방법으로 PCA 효과와 잠재적 부작용을 평가한다.		
2) 진정과 호흡억제 등의 잠재적 부작용을 모니터링한다. 대상자가 위험요인이 있는 경우에는 호기말 이산화탄소분압기 측정, 맥박산소측정기 등을 이용하여 더 자주 모니터링한다.	2) 마약요법유형, 대상자의 위험요인, 치료반응에 기반하여 진정과 호흡억제 등 잠재적 부작용을 모니터링한다. 단, 대상자가 위험요인이 있는 경우, 부작용의 조기발견을 위해 호기말이산화탄소분압기 측정, 맥박산소측정기 등을 이용하여 지속적으로 모니터링한다.	I	A
3) PCA 주사와 추가 진통제 주입을 규칙적으로 평가한다.	3) PCA 장치의 기능, 시도 및 주입 횟수, 대상자/보호자의 임의조작 가능성을 정기적으로 평가한다.	II	B
XIV. 정맥영양			
14.2 정맥영양 경로			
278. 10% 초과 포도당이나 900mOsm/L를 초과하는 고삼투질의 정맥영양용액은 중심정맥관을 이용하여 주입한다.	185. 경구영양이 불충분하거나, 중심정맥관 삽입이 어려운 경우 10% 이하 포도당은 말초정맥관으로 주입할 수 있다.	II	B
14.3 정맥영양 시 약물 준비			
281. 정맥영양지원을 이미 시작한 후 또는 응급상황에서는 약제부에서 혼합한 이외의 약제를 추가하지 않는다.	189. 정맥영양 용액의 주입 중에는 새로운 약물을 수액백(병)에 추가하지 않는다.	III	C
292-4) 정맥영양지원을 하는 주입체계에 지질용액 이외의 피기백이나 다른 용액을 연결하지 않는다.	190. 호환성이 확인된 지질용액을 제외하고는 정맥영양 주입체계에 푸시(push) 또는 피기백(piggy-back)약물을 추가하지 않는다.	III	C

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
291. 정맥영양 용액에 빛에 민감한 성분 (예: 비타민)이 있는 경우 빛을 차단한다.	191. 정맥영양 용액 내 빛에 민감한 성분 (예: 비타민 A, D, 리보플라빈 등)이 있는 경우 빛을 차단한다.	II	B
14.4 정맥영양 시 부속기구 사용			
283. 정맥영양지원은 주입되는 용액이나 지질용액(fat emulsion)의 종류에 따라 필터를 사용한다. 1) 지질이 함유되지 않은 2-in-1 TPN은 미생물이나 침전물, 또는 오염 위험을 줄이기 위하여 0.2 micron 필터를 사용한다. 2) 지질이 함유된 3-in-1 TPN은 1.2 micron 필터를 사용한다. 3) 지질용액을 2-in-1 TPN과 별도로 주입하는 경우 2-in-1 TPN은 0.2 micron 필터를 사용하며, 지질용액은 0.2 micron 필터 아래쪽에 연결하여 주입한다.	195. 정맥영양 시 지질용액 함유 여부에 상관없이 1.2마이크론 필터를 사용한다.	II	B
290. 정맥영양 용액의 주입시간은 혼합용액의 종류에 따라 다음과 같이 시행한다.	198. 정맥영양 시 수액백(병)과 수액세트의 교환주기, 용액 주입시간은 다음과 같이 시행한다.		
1) 포도당, 아미노산을 혼합하거나 지질용액을 혼합한 모든 정맥영양 용액의 주입시간은 24시간을 초과하지 않는다.	1) 정맥영양(포도당/아미노산 혼합, 또는 포도당/아미노산/지질 혼합) 수액백(병)과 수액세트는 24시간마다 교환하고, 주입시간은 24시간을 초과하지 않는다.	III	C
2) 지방용액(fat emulsion)을 단독으로 주입하는 경우 주입시간은 12시간을 초과하지 않는다.	2) 지질유제(fat emulsion) 단독 주입 시, 새로운 지질유제 주입 시 수액세트를 교환하며, 주입시간은 12시간을 초과하지 않는다.	III	C
XV. 수혈요법			
15.2 수혈 전 확인사항			
301. 수혈하기 전에 다음과 같은 사정을 한다. - 활력징후 - 수혈부작용 위험을 증가시킬 수 있는 상태 (예: 열, 심부전, 신질환 및 체액과다 위험) - 정맥관 크기의 적절성과 개방성	206. 대상자에게 수혈하기 전에 다음 사항을 평가한다. - 활력징후 - 호흡양상 - 피부(예: 두드러기) - 수혈부작용 위험을 증가시킬 수 있는 상태 (예: 발열, 심부전, 신질환 및 체액과다 위험) - 말초정맥관 크기의 적절성과 개방성 - 검사 결과 등 - 과거 수혈경험 및 수혈부작용 경험	III	C

기존 권고안 (정맥주입요법 2017)	개정된 권고안	근거 수준	권고 등급
302. 대상자 상태와 수혈요구에 따라 적절한 정맥관을 선택하고, 정맥관 크기는 수혈 속도와 정맥의 크기에 따라 결정한다. - 말초정맥관: 대상자의 선호와 정맥크기에 따라 20-24게이지를 사용한다. 급속수혈이 요구될 때는 14-18게이지가 권고된다.	208. 대상자의 상태와 수혈요구에 따라 적절한 크기의 말초정맥관을 선정한다. 24-25게이지를 사용하는 경우 용혈반응을 일으킬 수 있으므로 천천히 수혈한다. - 일반적 수혈: 20-22게이지 - 급속 수혈: 16-18게이지	III	C
15.3 수혈 중 모니터링			
305. 한 단위의 혈액이나 혈액제제는 4시간 이내에 주입하고 완료해야 하며, 다음과 같은 혈액제제별 적정시간을 고려하여 수혈한다. - 적혈구제제(Red Blood Cells, RBC)는 대상자가 체액과다 위험이 없으면 단위당 90-120분에 걸쳐 수혈하고, 혈액학적 모니터링을 하면서 천천히 주입해야 한다. - 체액과다 위험이 있어 수혈속도를 늦춰야 하는 경우에는 적혈구제제 또는 전혈을 더 작은 용량으로 나누도록 혈액은행에 요청할 것을 고려한다. - 신선동결혈장제제(Fresh Frozen Plasma, FFP)는 단위당 보통 15-60분에 걸쳐 수혈하고, 심각한 출혈상태에서는 더 빨리 수혈할 수 있다. - 한 번 해동한 신선동결혈장제제는 다시 열려서는 안 되며 의료기관의 지침에 따라 가능한 빨리 수혈해야 한다. - 농축혈소판제제(Platelet Concentrate, PC)는 단위당 약 30분 이내에 수혈한다. - 성분채혈혈소판제제(Apheresis Platelets)는 단위당 일반적으로 30-60분에 걸쳐 수혈하며, 4시간을 초과하지 않도록 한다.	210. 한 단위의 혈액이나 혈액제제는 4시간 이내에 주입하고 완료하며, 혈액제제에 따라 적정시간을 고려하여 수혈한다. - 전혈(whole blood): 4시간 이내 - 농축적혈구 제제(Red Blood Cells, PRBC): 혈액동학이 안정되었다면 1-2시간 이내 - 혈소판(platelets): 1-2시간 이내 - 혈장(plasma): 대상자가 견딜 수 있는 한 빠르게 또는 15-60분 이내 - 과립구(granulocytes): 2시간 이상	II	B

-
- 시리즈 ① 근거기반 임상간호실무지침 정맥주입요법
 - 시리즈 ② 근거기반 임상간호실무지침 욕창간호
 - 시리즈 ③ 근거기반 임상간호실무지침 경장영양
 - 시리즈 ④ 근거기반 임상간호실무지침 유치도뇨
 - 시리즈 ⑤ 근거기반 임상간호실무지침 구강간호
 - 시리즈 ⑥ 근거기반 임상간호실무지침 간혈도뇨
 - 시리즈 ⑦ 근거기반 임상간호실무지침 정맥혈전색전증 예방간호
 - 시리즈 ⑧ 근거기반 임상간호실무지침 의료기관의 격리주의지침
 - 시리즈 ⑨ 근거기반 임상간호실무지침 정맥주입요법 (2017 개정)
 - 시리즈 ⑩ 근거기반 임상간호실무지침 욕창간호 (2017 개정)
 - 시리즈 ⑪ 근거기반 임상간호실무지침 통증간호
 - 시리즈 ⑫ 근거기반 임상간호실무지침 낙상관리
 - 시리즈 ⑬ 근거기반 임상간호실무지침 장루간호
 - 시리즈 ⑭ 근거기반 임상간호실무지침 경장영양 (2019 개정)
 - 시리즈 ⑮ 근거기반 임상간호실무지침 구강간호 (2020 개정)
 - 시리즈 ⑯ 근거기반 임상간호실무지침 정맥성 하지궤양 간호
 - 시리즈 ⑰ 근거기반 임상간호실무지침 욕창 간호 (2022 개정)
 - 시리즈 ⑱ 근거기반 임상간호실무지침 유치도뇨 간호 (2023 개정)
 - 시리즈 ⑲ 근거기반 임상간호실무지침 정맥혈전색전증 예방간호 (2023 개정)
 - 시리즈 ⑳ 근거기반 임상간호실무지침 중심정맥 주입요법 (2023 개정)
-

근거기반 임상간호실무지침

말초정맥 주입요법 (2024 개정) 시리즈 ㉑

발행일 : 2025년 2월 10일

발행처 : 병원간호사회

발행인 : 한수영

주 소 : 서울시 중구 장충단로 182(장충동 1가)

전 화 : 02-2261-1711~4

팩 스 : 02-2261-1715

홈페이지 : <https://khna.or.kr>

이메일 : khna@khna.or.kr

ISBN 978-89-98248-48-2