



Risk Factors of Central Venous Catheter Leakage in Neonatal Intensive Care Unit

Young Duck Kim, MD,
Na Mi Lee, MD, PhD,
Su Yeong Kim, MD,
Dae Yong Yi, MD, PhD,
Sin Weon Yun, MD, PhD,
Soo Ahn Chae, MD, PhD,
In Seok Lim, MD, PhD

Department of Pediatrics, Chung-Ang University Hospital, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

Objective: Leakage of central venous catheter in neonatal intensive care unit (NICU) is a serious complication that can lead to death. The purpose of this study was to identify the clinical signs of central venous catheter leakage, with related risk factors and to establish preventive measures.

Methods: This was a retrospective study of neonates admitted to the NICU between March 2012 and March 2017. Medical records and imaging were reviewed for clinical course and risk factors.

Results: Total 603 neonates with central venous catheter were enrolled. Through fluid analysis, a total of 8 central venous leakages were identified (incidence 1.3%, 5 pericardial effusions, 1 pleural effusion, 2 ascites). After an average of 66.3 hours, leakage occurred from central venous catheterization. The mean volume of leakage fluid was 23.2 mL, and all culture studies were negative. Clinical manifestations related to leakage of patients with ascites were mild compared to pericardial effusion or pleural effusion. There was no recurrence after removal of the central vein catheter.

Conclusion: Central venous catheter leak should be suspected if sudden and/or marked change in the vital signs of neonates was identified after central venous catheterization. The multicenter study involving more patients will be necessary to identify risk factors for leakage.

Key Words: Central venous catheters, Infant, newborn, Pericardial effusion, Pleural effusion

서론

신생아 중환자실에서 신생아의 집중 치료를 위하여 빈번하게 시행되는 술기가 바로 중심정맥관 삽입이다. 신생아에서 사용하는 중심정맥관은 혈관에 따라 크게 배꼽정맥도관(umbilical venous catheter), 말초삽입중심정맥관(peripherally inserted central catheter)으로 나누어 볼 수 있다. 말초삽입중심정맥관의 경우 삽입하는 위치에 따라 상지와 하지로 나눌 수 있으며, 상지에서 흔히 사용하는 혈관은 노측피부정맥(cephalic vein), 자측피부정맥(basilic vein), 팔오금중간정맥(median cubital vein), 겨드랑정맥(axillary vein) 등이 있고, 하지에서는 큰두렁정맥(saphenous vein), 넓다리정맥(femoral vein) 등이 있다.^{1,2} 이러한 중심정맥관은 장기간의 약제 투입이나 정맥영양이 필요한 환아에서 안정적인 정맥 라인을 확보하는데 필수적이다.

하지만 삽관 후 누출, 폐색, 공기가슴증, 가슴막삼출, 심낭삼출, 복수, 신경 손상, 감염 등 다양한 합병증이 최대 3%까지 동반될 수 있다고 보고되고 있다.³ 특히 중심정맥관 누출은 그 양과 누출 위치에 따라 증상이 달라질 수 있으며, 그 중 심낭삼출의 경우에는 심낭압전을 일으켜 사망에 이르게 할만큼 치명적인 합병증을 유발할 수 있다.

중심정맥관 누출에 대한 명확한 병인은 아직 밝혀지지 않은 상태이나, 중심정맥관 와이어 사용에 의한 외상, 고삼투압 수액 주입으로 인한 삼투성 손상, 혈전 형성에 따른 혈관 손상, 투여 용액의 급속 주입, 카테터 팁의 위치, 카테터의 재질과 크기, 환자의 신체 크기나 연령 등이 연관성이 있을 것이라 추측된다.⁴⁻⁶ 특히 조산아의 경우 연약한 혈관 조직을 가지고 있기 때문에 상대적으로 중심정맥관에 의한 천공에 취약할 수 있으며, 이로 인하여 중심정맥관 누출로 인한 합병증 발생이 더 용이하다.⁷⁻¹⁰ 따라서 중심정맥관액 누출에 영향을 줄 수 있는 위험인자를 확인하여 이를 예방할 수 있는 대책을 수립하는 것은 신생아 중환자실에 입

Received: 22 August 2018

Revised: 10 October 2018

Accepted: 24 October 2018

Correspondence to

Na Mi Lee, MD, PhD

Department of Pediatrics, Chung-Ang University Hospital, 102 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 06973, Korea

Tel: +82-2-6299-3181

Fax: +82-2-6264-2167

E-mail: piana81@caumc.or.kr

Copyright© 2019 by The Korean Society of Perinatology

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited.

원한 환아들의 이환율과 사망률을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 중심정맥관을 삽입한 신생아들 중 실제로 중심정맥관 누출에 의하여 흉막삼출, 심낭삼출, 복수 등의 합병증이 발생하였던 환아를 대상으로 임상적 특징 및 중심정맥관 삽입 상태, 투여한 중심정맥관액의 정보 등을 비교하여 중심정맥관 누출의 위험인자를 확인하고 이환율과 사망률을 평가하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 2012년 3월 1일부터 2017년 3월 31일까지 중앙대학교병원 신생아 중환자실에 입원한 환아 중 중심정맥관을 삽입한 환아 603명을 대상으로 하였다. 중심정맥관 누출로 인하여 흉막삼출, 심낭삼출, 복수가 발생한 8명을 대상으로 조사하였다.

2. 방법

배꼽정맥도관과 말초삽입중심정맥관 삽입은 신생아 중환자실 내 담당의에 의하여 실시되었으며, 속목정맥에 삽입한 경우는 본원 수술실 내에서 초음파 유도하에 시행하였다. 모든 중심정맥관 카테터 팁 위치는 삽입 직후 방사선 사진으로 확인하였다. 방사선 사진상 적절한 위치에 삽입되지 않은 경우 제거하거나 위치를 조정하여 사용하였다. 중심정맥관의 선택 기준은 배꼽정맥도관 삽입을 우선으로 하고 삽입이 불가능한 경우, 삽입에 실패한 경우, 복부에 수술적 치료가 필요한 경우 말초삽입중심정맥관 삽입을 시행하였으며, 말초삽입중심정맥관 삽입 위치는 상지를 우선적으로 시행하며 삽입이 불가능한 경우나 삽입에 실패한 경우 하지에 시행하였다. 이러한 모든 노력에도 불구하고 삽입에 실패한 경우 속목정맥 중심정맥관 삽입(internal jugular vein catheterization)을 시행하였다.

3. 자료 수집

연령, 성별, 출생력(출생 주수, 출생 체중, 출생 방식, 아프가 점수), 중심정맥관 삽입 정보(삽입한 정맥의 위치, 카테터 제형), 투여한 중심정맥관액의 정보(glucose 농도, 투여 속도), 카테터 팁의 위치를 확인하기 위한 단순 흉부촬영 결과, 중심정맥관 누출액의 분석 결과(density, red blood cells, white blood cells, protein, glucose, lactate dehydrogenase, triglyceride) 및 배양검사 결과, 환아의 생존 여부에 대하여 의무기록의 후향적 분석을 통하여 자료를 수집하였다.

적절한 카테터 팁의 위치는 상대정맥 또는 하대정맥, 상/하대정맥과 우심방 접합부에 위치하는 것으로 하였다.¹⁰ 배꼽정맥도관의 경우 횡격막 바로 아래 부분의 하대정맥 내이며, 상지에 삽입한 말초삽입중심정맥관의 경우 상대정맥 내 위치하며 제2등뼈보다 위쪽에 위치하여야 하며, 하지에 삽입한 경우는 제4,5허리뼈 또는 엉덩뼈능선 위쪽에 위치하고 심장 안쪽으로 들어가지 않는 경우로 하였다.^{11,12} 본 연구에서 삽입 기간(insertion period)은 중심정맥관 삽입 후 누출이 발생하여 정맥관을 제거할 때까지 걸린 시간을 의미한다.

결과

1. 임상적 특징

중심정맥관을 삽입한 603명 중 8명의 환아에서 중심정맥관 누출이 발생하였고, 1.3%의 비율을 나타낸다. 총 8명의 환아 중 남아가 5명(62.5%), 여아가 3명(37.5%)이었고 제왕절개로 출생한 환아가 5명(62.5%), 자연분만으로 출생한 환아가 3명(37.5%)이었다. 평균 재태 연령은 32주 0일(최저 27주 5일, 최고 40주 0일), 평균 출생 체중은 1,804.3 g(최저 1,050 g, 최고 3,940 g)으로 미숙아와 만삭아에서 다양하게 발생하였다. 누출된 부위는 심낭삼출이 5건(62.5%)으로 가장 많았고, 가슴막삼출이 1건(12.5%), 복수가 2건(25%)이었다. 삽입한 중심정맥관의 종류는 말초삽입중심정맥관이 7건(87.5%), 배꼽정맥도관이 1건(12.5%)이었으며 중심정맥관액의 평균 투여 속도는 8.1 mL/hr(최저 4.4 mL/hr, 최고 13.1 mL/hr)이며, 중심정맥관을 통하여 투여된 수액의 포도당의 농도는 평균 10.1%(최저 5.0%, 최고 12%)였다. 중심정맥관 삽입 후 누출이 발생하여 정맥관을 제거할 때까지 평균 66.3시간(최저 1시간, 최고 216시간)이 걸리는 것으로 확인되었다(Table 1).

2. 누출액의 검사 결과

8명 중 자료가 소실된 1명을 제외하고 7명에서 측정된 누출액의 총량은 평균 23.2 mL(최저 7.5 mL, 최고 46 mL)이다. 천자된 누출액을 분석해 보았을 때 포도당 농도는 평균 1,963.3 mg/dL(최저 372 mg/dL, 최고 7,026 mg/dL)이며 중성지방의 경우 평균 735.9 mg/dL(최저 167 mg/dL, 최고 1,734 mg/dL)이다. 누출액 분석 결과로 보았을 때 8건 모두 중심정맥관의 누출액에 합당한 소견을 보이고 있었다. 8건의 모든 천자액에 대하여 세균 배양검사를 실시하였으나 모두 음성으로 확인되었다(Table 2).

Table 1. Clinical Data of the Patients

Case	Sex	Gestational age (weeks+day)	Birth weight (g)	Delivery type	Apgar score (1/5 min)	Effusion site	Central line type	Insertion period (hours)	Insertion vein	Fluid rate (mL/hr)	Fluid glucose (%)
1	M	30+4	1,490	C/S	5/7	Ascite	PICC	216	Lt. saphenous	7.9	12.0
2	F	33+5	1,860	C/S	7/8	Pericardiac	PICC	72	Rt. cephalic	6.2	5.0
3	M	28+6	1,050	C/S	3/7	Pericardiac	PICC	48	Lt. cephalic	4.4	10.0
4	F	30+3	1,462	NSVD	8/9	Pleural	PICC	96	Rt. cephalic	7.6	10.0
5	M	36+1	2,192	C/S	9/10	Pericardiac	PICC	1	Rt. cephalic	9.1	10.0
6	M	40+0	3,940	NSVD	-/-	Pericardiac	UVC	72	Umbilical	13.1	10.0
7	F	27+5	1,160	NSVD	-/-	Ascite	PICC	1	Lt. cephalic	7.4	12.0
8	M	28+2	1,280	C/S	-/-	Pericardiac	PICC	24	Lt. axillary	9.2	12.0

Abbreviations: M, male; F, female; C/S, cesarean section; PICC, peripherally inserted central catheter; Lt., left; Rt., right; NSVD, normal spontaneous vaginal delivery; UVC, umbilical venous catheterization

Table 2. Laboratory Findings of Aspirated Fluid

Case	Aspiration volume (mL)	Density	RBC (mm ³)	WBC (mm ³)	Protein (g/dL)	Glucose (mg/dL)	LDH (IU/L)	TG (mg/dL)	Culture study
1	-	1.02	500	1,800	5.1	362	345	1,734	N
2	10	1.01	130	80	2.2	665	40	501	N
3	7.5	1.01	9	3	0.3	2,705	43	167	N
4	46	1.01	2,730	8	0.3	489	45	-	N
5	15	1.02	160	0	0.4	3,550	6	795	N
6	40	1.01	550	580	<1.1	7,026	26	806	N
7	30	1.01	220	210	1.4	372	2,367	464	N
8	14	1.01	400	20	0.5	537	32	684	N

Abbreviations: RBC, red blood cells; WBC, white blood cells; LDH, Lactate dehydrogenase; TG, triglycerides; N, No.

3. 임상 경과

누출된 부위별로 나누어 살펴보면, 심장 초음파를 통하여 최종 진단된 5건의 심낭삼출의 경우 모두 공통적으로 빈맥 혹은 서맥과 같은 심박수의 변화, 전신의 청색증 및 호흡부전을 주요 임상 증상으로 나타났으며 그 증상은 모두 매우 급박하게 발생하였다. 또한 임상 증상 발현 이후 진단까지 걸린 시간(duration from first sign to diagnosis)은 평균 2.6시간이었다. 모든 환자에서 진단 후 즉시 심낭천자를 실시하였고 그중 2명의 환자에서 심낭천자가 실시되기 전 심폐소생술이 필요하였다.

2건의 복수의 경우, 진단을 위하여 촬영한 단순 복부촬영상 명확히 확인되지 않아 복부 초음파를 통하여 확인하였다. 중심정맥관 삽입 후 누출에 의한 임상 증상으로 복부 둘레의 현저한 증가를 보이며 산소포화도 감소를 보였으나 그 정도가 심낭삼출이나 가슴막삼출에 비하여 경미하였다. 임상 증상 발현 이후 복부 초음파를 통한 최종 진단까지 걸린 시간은 평균 4.5시간 미만이었다. 모든 환자에서 진단 후 즉시 복수천자가 실시되었다.

가슴막삼출의 경우 단순 흉부촬영을 통하여 최종 진단되었

다. 가슴막삼출에 의한 임상 증상으로는 산소포화도의 감소 이후 생긴 전신의 청색증과 흉벽 함몰을 동반한 빈호흡이었다. 임상 증상 발현 이후 최종 진단까지 걸린 시간은 2시간이었다. 진단 이후 산소 투여와 흉막천자를 통하여 치료하였다. 모든 환자에서 기존의 중심정맥관은 진단 후 즉시 제거되었으며, 치료 후 즉각적으로 안정적인 활력 징후를 나타냈고, 추후 시행한 추적 검사에서 재발 여부를 확인하였으나 8명 모두 재발은 없었다 (Table 3).

고찰

신생아 중환자실에서 중심정맥관 삽입은 가장 흔하게 사용되는 침습적인 술기이며 다양한 목적으로 널리 이용되고 있다. 특히 저체중아이거나 심각한 질환을 가진 환자들에게 안정적인 중심정맥관의 확보는 매우 중요하다. 하지만 중심정맥관 삽입 후 관련 합병증이 생길 수 있기 때문에 주의 깊은 관찰이 필요하

Table 3. Summary of Clinical Course of the Patients

Case	Clinical sign	Duration from first sign to diagnosis (hours)	Treatment	Expire	
1	Abdominal distention, hypotension	Abdominal skin color change	8	Abdominal paracentesis Central-line remove	N
2	Sudden tachycardia, whole body cyanosis, chest wall retraction	Sudden acidosis Respiratory Failure	4	Pericardiocentesis Ventilator care Central-line remove	N
3	Sudden bradycardia, respiratory failure	Whole body cyanosis Hypotension	Within 1 hour	Cardiac massage Pericardiocentesis Ventilator care Central-line remove	Y
4	Chest wall retraction, whole body cyanosis	Tachypnea	2	O2 inhalation Thoracentesis Central-line remove	N
5	Sudden bradycardia, respiratory failure	Whole body cyanosis	Within 1 hour	Cardiac massage Pericardiocentesis Ventilator care Central-line remove	N
6	Sudden tachycardia, whole body cyanosis, whole body mottled skin	Sudden acidosis Respiratory Failure	6	Pericardiocentesis Central-line remove	N
7	Abdominal distention	High HS-CRP	Within 1 hour	Abdominal paracentesis Central-line remove	N
8	Sudden bradycardia, respiratory failure	Whole body cyanosis	Within 1 hour	Pericardiocentesis Ventilator care Central-line remove	N

Abbreviations: N, No; Y, Yes; HS-CRP, high sensitivity C-reactive protein.

다. 미숙아에서 산혈증, 무호흡 등이 발생한 경우 일반적으로 폐혈증이나 빈혈 등을 생각하고 혈액검사를 우선적으로 시행하는 경우가 많은데 중심정맥관이 삽입되어 있는 환아에서는 중심정맥관 누출에 의한 가슴막삼출, 심낭삼출의 가능성도 항상 염두에 두어야 할 것이다. 특히 중심정맥관이 삽입되어 있는 환아에서 갑작스러운 심폐허탈이 발생한 경우 중심정맥관 누출에 의한 심장압전의 가능성을 고려해 보아야 할 것이며 실제로 여러 사례가 보고되고 있다.^{4,7,9}

현재까지 중심정맥관액 누출의 명확한 기전은 밝혀지지 않은 상태이나 여러 연구들을 통하여 다양한 가설들이 제시되고 있다. 2001년 발표된 Racadio 등¹³의 연구에 따르면 1,266명의 중심정맥관을 삽입한 환아에서 그 카테터의 위치가 중심정맥에 위치한 경우와 그렇지 않은 경우를 비교하였을 때 중심정맥에 위치하지 않은 경우 7배가 넘는 합병증의 발생 빈도를 나타내었고 그 원인으로 정맥의 와류, 정맥의 판막, 정맥 크기의 감소 등으로 인하여 카테터 팁의 잦은 이동으로 인한 혈관의 내벽의 손상에 의한 것이라고 밝힌 바 있다.¹³

중심정맥관의 삽입 시 삽입할 중심정맥관의 길이를 신체의

지표를 기준으로 어림잡아 설정하기 때문에 카테터가 시술자가 원하는 위치에 정확하게 도달하지 않을 수 있다. 심방, 심실, 속목정맥(internal jugular vein), 삽입 위치와 반대편의 빗장밑정맥(subclavian vein), 오름허리정맥(ascending lumbar vein), 신정맥(renal vein)이 카테터가 잘못된 위치에 있을 수 있는 위치이며, 이러한 위치에서 중심정맥관 누출이 발생할 경우 심각한 합병증이 동반될 수 있으며 사망에 이르게 할 수 있다.^{10,12,14}

잘못된 위치에 카테터가 삽입되었어도 24시간 이내 자발적으로 올바른 위치로 이동되는 경우도 일부 보고되고 있다.¹⁵ 상지에 중심정맥관을 삽입한 경우 삽입 후 팔의 움직임, 피부의 신축성, 불안정한 중심정맥관의 고정에 의하여 그 위치가 변하는 경우가 있으며, 이를 통하여 잘못된 위치한 카테터를 올바른 위치로 교정한 사례도 보고되고 있다.⁸

드물지만 심낭삼출액으로 인한 심장압전은 발생시 사망에 이를 수 있는 치명적인 부작용으로 현재까지 많은 연구에 의하여 그 유발 요인이 알려져 있다. 중심정맥관을 지닌 신생아에서 누출로 인한 심장압전의 발생 비율은 0.8-18% 정도로 알려져 있으나 실제 더 높을 것으로 추정된다.^{10,12,16} 중심정맥관 누출에 의

한 심장압전이 발생한 61명의 환아를 대상으로 한 Nowlen 등¹⁰의 연구에서 심낭천자를 한 경우 사망률이 8%에 이르지 않지만 시행하지 못한 경우 75%에 이르는 것으로 밝혀졌다.¹⁰ 이렇듯 심낭삼출액으로 인한 심장압전은 호흡부전이나 맥박수의 변동 같은 비특이적인 증상들로 발견되어 의심하기 전에는 진단이 어려우며 진단하더라도 상당히 진행된 경우가 많고, 특히 미숙아의 경우 몸무게 1 kg당 11.4 mL 정도의 적은 양으로도 심장압전을 일으킬 수 있으므로 빠르고 정확한 진단 및 심낭천자가 필수적이라고 할 수 있다.¹⁷ 이전에 시행된 다수의 연구에서 중심정맥관 누출의 원인으로 카테터 팁의 위치를 들고 있으며 특히 우심방안에 팁이 위치할 경우 누출로 인한 심장압전의 발생이 현저히 증가함을 보고하고 있다.^{8,10,12,16} 앞서 언급한 Nowlen 등¹⁰의 연구에서 가슴막삼출, 심낭삼출이 진단될 당시 촬영한 단순 흉부촬영 사진상 95%의 환아에서 카테터 팁이 심장 음영 안에 있었으며 17%의 환아에서 심장가슴비가 증가되어 있음을 언급하였다. 이에 단순 흉부촬영 사진에서 카테터의 팁이 대정맥 내 위치하나 심장의 음영 밖에 위치하는 것을 권장(미숙아의 경우 심장 음영에서 1 cm, 만삭아의 경우 2 cm 밖에 위치할 것을 권장)하고 있으며 반복적인 흉부촬영을 통하여 심장가슴비의 변화가 있는 경우 심낭삼출의 가능성을 의심할 것을 권장하고 있다.¹⁰ 본 연구에서도 심낭삼출이 있었던 5명의 환아의 누출 전에 촬영한 단순 흉부 사진에서 3명의 환아에서 카테터 팁의 위치가 심장 음영 내에 있음을 확인할 수 있으며, 특히 배꼽정맥도관이 사용된 환아(case 6)의 경우 중심정맥관이 삽입된 이후 촬영한 연속된 단순 흉부 사진상 지속적으로 심장의 음영 내에 카테터 팁이 위치하고 있음을 확인하였고, 이는 앞서 언급한 중심정맥관 누출의 원인이 카테터 팁의 위치와 연관성이 있음을 뒷받침 한다. 가슴막삼출의 경우 명확한 발병기전 및 발생 빈도는 알려진 바 없으나 속가슴정맥(Internal thoracic vein)의 직접적인 손상에 의한 혈관천공, 폐동맥(pulmonary artery), 폐정맥(pulmonary vein), 난원공(foramen ovale)으로 카테터가 잘못 이동한 경우 발생될 것으로 추정되고 있으며, 일부 연구에서는 고삼투압 용액의 주입 또는 정수압의 증가로 인한 혈관 손상에 의하여 혈관 투과성이 증가하여 중심정맥관 누출이 증가된다고 보고하고 있다.^{18,19}

중심정맥관 누출로 인한 복수의 경우 현재까지 많은 연구가 진행된 것은 아니지만 일반적으로 그 빈도수가 심낭삼출이나 가슴막삼출에 비하여 낮다. Guzdoglu 등²⁰과 Shareena 등²¹이 발표한 증례 보고에 따르면 배꼽정맥도관을 통하여 복수가 발생한 것에 비하여 본 연구에서는 모두 말초삽입중심정맥관을 통하여 발생하였다는 점에서 차이가 있다.^{20,21} 복수의 경우 심낭삼출이나 가슴막삼출에서 나타나는 즉각적인 심폐허탈 소견보

다는 복부 둘레의 증가나 감염의 초기 증상과 비슷한 임상 양상을 보이기에 괴사성 장염(necrotizing enterocolitis), 패혈증(sepsis)으로 오인하고 항생제 치료를 유지하다 차후에 시행한 복수천자 및 분석을 통하여 중심정맥관 누출로 밝혀지는 경우가 많다. 본 연구에서도 두 환아 모두 처음에는 복부 둘레의 증가 소견을 보여 괴사성 장염을 의심하였으나 복수천자 및 분석을 통하여 정확한 진단이 가능하였다. 복수가 있는 환아의 경우 정확한 진단을 위하여 복부 초음파나 진단적 치료적 목적의 복수천자를 권장하고 있다.^{20,21}

본 연구의 한계점은 분석 대상의 표본수가 적어 통계적인 검정력의 한계가 있다는 점이다. 단일 병원에서 5년이란 기간 동안 환자군을 모집하였으나 중심정맥관 누출의 발생 빈도가 상대적으로 낮은 편이라 누적된 데이터의 양이 많지 않은 점이 가장 큰 한계라 하겠다. 중심정맥관 누출의 기전 및 위험요인 등을 정확히 규명하기 위해서는 추후 대규모 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다. 이러한 한계에도 불구하고 본 연구를 통하여 중심정맥관 누출의 다양한 합병증을 확인하였고 각각의 임상 양상 및 첫 증상 발현 이후 진단에 소요되는 시간을 확인할 수 있었다. 또한 중심정맥관 누출의 위험인자에 관하여 다시금 확인함으로써 반드시 필요한 경우에만 신중하게 중심정맥관 삽입을 고려해야 한다는 점, 중심정맥관 삽입 후 급격한 활력 징후의 변화 원인으로 중심정맥관 누출의 가능성을 반드시 고려해야 한다는 점에서 본 연구에 의의를 찾을 수 있다.

References

- Rodrigues AF, van Mourik ID, Sharif K, Barron DJ, de Giovanni JV, Bennett J, et al. Management of end-stage central venous access in children referred for possible small bowel transplantation. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2006;42:427-33.
- Azizkhan RG, Taylor LA, Jaques PF, Mauro MA, Lacey SR. Percutaneous translumbar and transhepatic inferior vena caval catheters for prolonged vascular access in children. *J Pediatr Surg* 1992;27:165-9.
- Traen M, Schepens E, Laroche S, van Overmeire B. Cardiac tamponade and pericardial effusion due to venous umbilical catheterization. *Acta Paediatr* 2005;94:626-8.
- Booth SA, Norton B, Mulvey DA. Central venous catheterization and fatal cardiac tamponade. *Br J Anaesth* 2001;87:298-302.
- Gravenstein N, Blackshear RH. In vitro evaluation of relative perforating potential of central venous catheters: comparison of materials, selected models, number of lumens, and angles of incidence to simulated membrane. *J Clin Monit* 1991;7:1-6.
- Orme RM, McSwiney MM, Chamberlain-Webber RF. Fatal cardiac tamponade as a result of a peripherally inserted central venous catheter: a

- case report and review of the literature. *Br J Anaesth* 2007;99:384-8.
- 7) Beardsall K, White DK, Pinto EM, Kelsall AW. Pericardial effusion and cardiac tamponade as complications of neonatal long lines: are they really a problem? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003;88:F292-5.
- 8) Nadroo AM, Glass RB, Lin J, Green RS, Holzman IR. Changes in upper extremity position cause migration of peripherally inserted central catheters in neonates. *Pediatrics* 2002;110:131-6.
- 9) Department of Health. Review of four neonatal deaths due to cardiac tamponade associated with the presence of a central venous catheter. London: Great Britain, Department of Health, 2001:6-15.
- 10) Nowlen TT, Rosenthal GL, Johnson GL, Tom DJ, Vargo TA. Pericardial effusion and tamponade in infants with central catheters. *Pediatrics* 2002;110:137-42.
- 11) Chock VY. Therapeutic techniques: peripherally inserted central catheters in neonates. *NeoReviews* 2004;5:61-2.
- 12) Pezzati M, Filippi L, Chiti G, Dani C, Rossi S, Bertini G et al. Central venous catheters and cardiac tamponade in preterm infants. *Intensive Care Med* 2004;30:2253-6.
- 13) Racadio JM, Doellman DA, Johnson ND, Bean JA, Jacobs BR. Pediatric peripherally inserted central catheters: complication rates related to catheter tip location. *Pediatrics* 2001;107:e28.
- 14) Jouvencel P, Tourneux P, Pérez T, Sauret A, Nelson JR, Brissaud O, et al. Central catheters and pericardial effusion: results of a multicentric retrospective study. *Arch Pediatr* 2005;12:1456-61.
- 15) Rastogi S, Bhutada A, Sahni R, Berdon WE, Wung JT. Spontaneous correction of the malpositioned percutaneous central venous line in infants. *Pediatr Radiol* 1998;28:694-6.
- 16) Nadroo AM, al-Sowailem AM. Extravasation of parenteral alimentation fluid into the renal pelvis—a complication of central venous catheter in a neonate. *J Perinatol* 2001;21:465-6.
- 17) Khilnani P, Toce S, Reddy R. Mechanical complications from very small percutaneous central venous Silastic catheters. *Crit Care Med* 1990;18:1477-8.
- 18) Pigna A, Bachiocco V, Fae M, Cuppini F. Peripherally inserted central venous catheters in preterm newborns: two unusual complications. *Paediatr Anaesth* 2004;14:184-7.
- 19) Madhavi P, Jameson R, Robinson MJ. Unilateral pleural effusion complicating central venous catheterisation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2000;82:F248-9.
- 20) Guzoglu N, Erdevi O, Yilmaz Y, Dilmen U. Intraperitoneal extravasation from umbilical venous catheter in differential diagnosis of neonatal chylous ascites. *Acta Paediatr* 2010;99:1284.
- 21) Shareena I, Khu YS, Cheah FC. Intraperitoneal extravasation of total parental nutrition infusate from an umbilical venous catheter. *Singapore Med J* 2008;49:e35-6.