고위험신생아의 저체온증 현황 및 관련요인

안영미, 손 민, 김남희, 강나래, 강승연,정은미
인하대학교 의과대학 간호학과

Hypothermia and Related Factors in High-Risk Infants

Youngmee Ahn, Min Sohn, Namhee Kim, Narae Kang, Seungyeon Kang, Eunmi Jung

Department of Nursing, College of Medicine, Inha University, Incheon, Korea

Purpose: Maintaining body temperature is a key vital function of human beings, but little is known about how body temperature of high-risk infants is sustained during early life after birth. The aim of this study was to describe hypothermia in high-risk infants during their first week of life and examine demographic, environmental, and clinical attributors of hypothermia. **Methods:** A retrospective longitudinal study was done from January 1, 2013 to December 31, 2015. Medical records of 570 high-risk infants hospitalized at Neonatal Intensive Care Units (NICU) of a university affiliated hospital were examined. Body temperature and related factors were assessed for seven days after birth. **Results:** A total of 336 events of hypothermia (212 mild and 124 moderate) occurred in 280 neonates (49.1%) and most events (84.5%) occurred within 24 hours after birth. Logistic regression analysis revealed that phototherapy (aOR=0.28, 95% CI=0.10-0.78), Apgar score at 5 minute (aOR=2.20, 95% CI=1.17-4.12), and intra-uterine growth retardation or small for gestational age (aOR=3.58, 95% CI=1.69-7.58) were statistically significant contributors to hypothermia. **Conclusion:** Findings indicate that high-risk infants are at risk for hypothermia even when in the NICU. More advanced nursing interventions are necessary to prevent hypothermia of high-risk infants.

Key words: Hypothermia, Newborns, Neonatal intensive care units

서론

연구의 필요성

신생아는 출생 전 모체의 일정한 체온 환경에서 지내다가 출생과 함께 외부 온도에 급격히 노출된다. 신생아는 성인에 비해 상대적으로 체

표면적이 넓고 피하지방이 부족하며, 갈색지방세포에 주로 의존하는 빠른 대사특성을 지니고 있으므로[1] 열의 일정한 생산과 보존에 취약하다. 체온 유지는 산소 소모와 직결된 현상이므로 출생 후 적절한 체온을 유지하는 것은 생후 초기 적응에 매우 중요한 요인이다. 저체온증은 신체가 생산할 수 있는 열보다 더 많은 열을 소모할 때 발생하며 [2], 세계 보건 기구(World Health Organization, WHO)의 분류에 따르면 저체온증은 경도(36.0~36.4 °C), 중등도(32.0~35.9 °C), 중증(32.0 °C 미만)으로 구분된다[2]. 신생아의 경우 출생 후 환경 등에 따라 다르지만 최소 32%에서 최대 85%까지 저체온증이 보고되고 있다[3].

일반적으로 문헌에서 제시하는 신생아 정상 체온의 하한선은 35.5~36.5 °C, 상한선은 37.0~37.9 °C이다[4]. 다만, 대한신생아학회에서는 신생아의 체온을 36.5~37.1 °C로 유지하도록 하고 있으며[1], 체온이 36.5 °C 미만의 경우에서 사망 위험이 증가한다는 보고와 코크란 리뷰를 비롯한 여러 연구에서는 36.5 °C 미만을 저체온증의 기준으로 하고 있다[5-7]. 이에 따라 임상실무에서도 36.5 °C 미만인 경우 체온을 상승시키기 위한 간호를 시행하고 있다.

Corresponding author Namhee Kim Department of Nursing, College of Medicine, Inha University, 100 Inharo, Nam-gu, Incheon 22212, Korea

TEL +82-32-860-8207 FAX +82-32-874-5880 E-MAIL knh@inha.ac.kr

*이 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2015R1D1A1A01061344).

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2015R1D1A1A01061344).

Key words 저체온증, 고위험신생아, 신생아집중치료실

Received 25 August 2017 **Received in revised form** 6 October 2017

Accepted 18 October 2017

© 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 the original work is properly cited.

체온의 감소는 가벼운 대사장애부터 패혈증, 뇌출혈 등의 임상증상과 관련이 있다[2,8]. 저체온증이 발생하면 체온 향상을 위해 산소가 필요하고 산소 소모량이 증가된다. 이는 혈액의 산소 분압과 산소포화도 감소를 초래하며 더 나아가 대사성 산증을 야기한다[1,9]. 또한 저체온증으로 인해 혈액의 포도당은 열 생성에 소비되어 혈당 감소가 발생할 수 있다[9]. 저체온증이 지속되면 성장을 방해하고 감염에 취약하게 되며 심한 경우 사망에 이르게 된다[8,10]. 특히 중등도 저체온증은 뇌실질 내 출혈(intraventricular hemorrhage)의 위험 증가와 관련이 있으며, 사망 위험을 증가시킨다[8,11].

한편, 미숙아나 저체중출생아(Low Birth Weight, LBW)를 포함한 고위험신생아의 경우에는 건강한 만삭아와 다른 상황에 직면하게 된다. 미숙아나 LBW는 만삭아에 비해 체표면적 비율이 더 넓고 피부의 각질화가 아직 이루어지지 않아 피부를 통한 열 손실이 많으며, 열 생산에 필요한 갈색지방의 성숙과 분포가 제한적이다[1,12]. 또한 고위험신생아는 치료를 위해 기관내관 삽관, 인공호흡기 적용, 중심정맥관 삽입, x-ray 촬영, 흡인 등의 처치를 받는 경우가 있다. 이때, 고위험신생아가 원래 가지고 있는 질병의 속성뿐 아니라 처치를 하면서 외부 환경에 더 많이 노출됨으로 인해 열 손실 가능성이 높아져 건강한 만삭아에 비해 저체온증의 위험이 증가하게 된다[9]. 극소저체중출생아(Very Low Birth Weight, VLBW)를 대상으로 한 일 연구에서는 출생 후 약 50%의 저체온증을 보고했는데[11] 이는 출생 시 체중이 체표면적과 체온향상성 유지를 위한 대표적인 신체 지수(body index)임을 보여주는 것이다. 또한 LBW를 대상으로 한 연구에서는 입원 당시 체온이 36.5℃ 미만일 경우, 체온이 1℃ 감소하면 사망률이 28% 증가하고 후기발현 패혈증(late-onset sepsis)이 11% 증가한다고 보고하였다[5]. 이와 같이 신생아의 저체온증과 관계 있는 위험 요인은 출생체중, 재태기간, 분만 형태, 5분 아프가 점수가 낮음 등이 있었다[5,8].

저체온증은 그 자체로도 문제이지만 산소 소모량을 증가시킴으로 신체 모든 기능에 병리적 부담이 되기 때문에 예방과 적극적인 치료가 이루어져야 한다. 이에 분만실 온도를 올려주거나 출생 직후 최대한 빨리 몸에 묻어 있는 양수를 닦아주고 따뜻한 포로 감싸주며, 모자 또는 담요를 이용하여 체표면 노출을 최소화하는 것은 저체온증을 예방하고 체온 유지를 도모하기 위해 매우 중요한 간호이다[13,14]. 또한 고위험신생아는 중성온도환경(neutral thermal environment)을 유지하여 산소 소모량을 최소한으로 하며[1,9,13], 특히 재태기간 28주 미만 미숙아 또는 VLBW의 경우에는 인큐베이터 안에서 멸균 폴리에틸렌 랩이나 백을 이용하여 몸을 감싸주어 인큐베이터를 여닫을 때 열 손실을 방지하기 위한 간호를 적용하기도 한다[9,15]. 또한 고위험신생아가 신생아집중치료실(Neonatal Intensive Care Units, NICU)에 도착하기 전에 인큐베이터, 인공호흡기, 린넨 등을 사용하기 전 미리 가온하여 신생아가 적절한 체온을 유지하도록 돕는다[13,14]. 미숙아나 LBW의 경우 인

큐베이터의 보온과 보습을 관리하기 위해 체온 센서를 피부에 부착하여 피부 온도의 지속적인 관찰을 통하여 저체온증이 발생하지 않도록 예방하고 있다[1,13]. 또한 인큐베이터 습도는 생후 3~7일까지는 70% 이상 높게 유지하여 체온 유지와 열 손실을 최소화하려는 노력을 하고 있다[1,13].

저체온증과 관련된 국내 연구로는 출생 후 신생아의 체온변화[16], 신생아 이송과 저체온증의 발생 요인[17]에 대한 조사연구가 이루어졌으며, 중재 연구는 캔거루 케어[18], 물 주머니를 이용한 가온요법[19], 미숙아의 머리 및 발에 보온을 적용하는 연구 등이 있었다[10]. 국외의 경우에는 LBW를 대상으로 저체온증의 위험 요인, 사망률, 결과 등을 조사한 연구가 있었으며[5,7,8], 중재 연구는 미숙아나 LBW에게 폴리에틸렌 제제의 랩 적용[15], skin-to-skin care[20], 예열된 trans-warmer 매트리스 적용[21] 등이 있었다.

선진화된 의료시스템을 갖추고 있는 국내 실정에서도 여전히 신생아 저체온증은 발생하고 있으며, 출생 초기 체온관리는 중요한 간호로 자리잡고 있다. 그럼에도 불구하고 고위험신생아의 저체온증 발생 정도와 양상에 대한 정보가 부족하다. 특히, 저체온증은 환경 온도와 중재에 따라 다양한 발생 변이를 보이는 현상임을 고려할 때 국내 환경에서 고위험신생아의 저체온증 발생 및 관련 현상은 매우 유의미한 탐색 영역이다. 그러나 이에 대한 연구는 많이 보고되고 있지 않은 상태이다. 이에 본 연구는 NICU에 입원한 고위험신생아의 생후 초기 저체온증 양상 및 일반적 특성, 환경적 특성, 임상적 특성과의 관계를 탐색하고자 수행되었다.

연구 목적

본 연구는 고위험신생아의 생후 초기 저체온증 양상과 관련요인을 알아보기 위한 것으로 구체적인 연구목표는 다음과 같다.

첫째, 고위험신생아의 저체온증 양상을 탐색한다.

둘째, 고위험신생아의 저체온증과 일반적 특성, 환경적 특성, 임상적 특성과의 관계를 파악한다.

셋째, 고위험신생아의 저체온증에 영향을 미치는 요인을 분석한다.

연구 방법

연구 설계

본 연구는 NICU에 입원한 고위험신생아를 대상으로 저체온증의 양상과 관련요인을 탐색하기 위한 후향적 종적 조사연구이다.

연구 대상

연구 대상자는 2013년 1월 1일부터 2015년 12월 31일까지 3년동안 연구병원에서 출생하여 NICU에 입원한 고위험신생아였다. 대상자 중

생후 3일 이내에 사망 또는 전원을 하는 경우 자료가 불완전하거나 극단의 값을 보일 가능성이 있으므로 연구 대상자에서 제외하였으며, 외 부병원 출생의 경우 해당 병원 간 환경 차이와 입원하는 과정에서 체온변화에 영향을 미치는 요인이 다양할 것으로 예상되어 이 연구에서 제외하였다. 그 밖에 제외되는 대상자는 생후 3일 이내 건강문제 중 피부손상, 뇌실질 내 출혈, 허혈성 뇌 손상 등을 가진 경우로 이는 체온조절 기전에 영향을 미칠 수 있기 때문이었다.

자료 수집 방법

자료 수집은 기관생명윤리위원회의 승인(승인번호: 160427-1A)을 받은 후 2013년부터 2015년까지 연구병원에서 출생하여 NICU에 입원한 신생아의 의무기록 조사를 통해 진행되었다. 의무기록 검토와 자료 수집은 2016년 5월부터 2016년 7월까지 이루어졌다. 수집한 자료는 출생 직후부터 생후 7일까지의 체온과 관련된 자료였다. 생후 7일까지로 기간을 정한 이유는 고위험신생아의 경우 최소한 생후 7일까지 인큐베이터의 온도와 습도를 조절하여 열 손실을 감소시키고 체온을 유지하도록 권하고 있기 때문이다[1]. 또한 생후 첫 일주일의 외부 환경에 의해 체온이 변화될 가능성이 높은 시기이며, 집중적인 관찰과 간호가 필요한 시기로 판단되었기 때문이다.

저체온증의 양상은 빈도(frequency), 정도(degree), 시기(time)로 구분하여 파악하였다. 빈도는 저체온증이 발생하고 정상 체온으로 회복되기 전 가장 낮은 경우를 저체온증 발생 1 (event 1)로 하였다. 정상 체온으로 회복한 이후 저체온증을 보이는 경우에도 발생(event)으로 보고 수집하였다. 저체온증은 WHO의 기준에 따라 36.5 °C 미만으로 정의하였으나[2], 연구병원에서 사용된 체온계(Microlife electronic thermometer MT200, ONBO Electronic Co., Ltd., China)의 측정 오차가 ± 0.1 °C임을 고려하여 36.4 °C 미만을 저체온증으로 정하였다. 또한 신생아의 체온이 36.0~36.3 °C인 경우는 경도 저체온증(mild hypothermia), 32.0~35.9 °C는 중등도 저체온증(moderate hypothermia), 32.0 °C 미만은 중증 저체온증(severe hypothermia)으로 구분하였다. 저체온증의 시기는 출생한 시간을 기준으로 저체온증이 발생한 시간을 분단위로 기술하였다.

저체온증과 관련이 있을 것으로 생각되는 요인으로 고위험신생아의 일반적 특성은 성별, 출생체중, 재태기간을 조사하였으며, 환경적 특성으로 분만형태, 신생아가 있는 위치, 광선요법과 인공호흡기 적용 여부 등을 확인하였다. 고위험신생아의 임상적 특성으로는 아프가 점수, 출생 시 건강문제 등을 파악하였다.

자료 분석 방법

조사기간 동안 NICU 입원한 신생아는 총 579명이었는데, 이 중 3일 이내 사망한 대상자가 총 9명이었고, 570명 중 생후 7일 동안 체온이

36.5 °C 미만을 보인 대상자는 383명, 36.4 °C 미만의 저체온증을 가진 신생아는 280명이었다. 수집된 자료는 SPSS 22.0을 이용하여 연구 목적에 따라 저체온증의 양상을 탐색하기 위해서 빈도분석, 기술통계를 이용하였다. 저체온증과 일반적 특성, 환경적 특성, 임상적 특성과의 관계를 탐색하기 위해서 교차분석, T 검정, 일원분류 분산분석과 사후 분석, 상관분석을 이용하였다. 고위험신생아의 저체온증에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 로지스틱 회귀분석을 이용하였다.

연구 결과

36.4 °C 미만의 저체온증을 보인 280명 중 132명(47.1%)은 여아였으며, 166건(59.3%)은 제왕절개로 출생하였고, 평균 재태기간은 33.03 ± 3.99 주, 출생체중은 평균 1940.09 ± 766.14 gram이었다. 5분 아프가 점수는 평균 7.17 ± 2.03점, 건강문제가 있는 경우가 256건(91.4%)이었다. 건강문제는 미숙아(81.4%), 신생아 호흡곤란 증후군(23.6%), 호흡곤란/청색증(15.7%), 자궁 내 성장제한 또는 재태기간에 비해 작은 영아(Intra-Uterine Growth Retardation/Small for Gestational Age, IUGR/SGA, 14.6%) 순이었다. 또한 광선치료를 받은 경우는 6건(2.1%), 인공호흡기 치료를 받은 경우는 71건(25.4%)이었다. 고위험신생아의 입원 위치는 인큐베이터(84.6%), 방사보온기(10.0%), 침상바구니(5.4%) 순이었다.

저체온증의 양상

총 대상자 570명 중 생후 7일동안 36.5 °C 미만을 보인 경우가 총 383명, 625건 발생하였다. 이 중 36.4 °C 미만의 저체온증은 280명, 336건이었다. 336건 중 경도 저체온증은 212건(63.1%), 중등도 저체온증은 124건(36.9%), 중증 저체온증은 한 건도 없었다. 고위험신생아 체온의 범위는 33.6~36.3 °C로, 평균 35.89 ± 0.49 °C이었다. Figure 1과 같이 저체온증의 발생 시기는 생후 1시간 이내가 76.5%로 가장 많았으며, 84.5%가 생후 24시간 이내에 관찰되었다. 그러나 중등도 저체온증은 91.1%가 생후 한 시간 이내에 발생하였으며, 그 중 58.9%는 생후 20분 내 발생하였다.

저체온증과 관련요인

저체온증의 빈도와 일반적 특성, 환경적 특성, 임상적 특성과의 관계를 살펴본 결과(Table 1), 성별, 출생체중, 분만형태, 신생아가 있는 위치, 인공호흡기 적용, 출생 시 건강문제에 따라서, 경도 저체온증과 중등도 저체온증의 빈도 차이는 없었다. 그러나 미숙아인 경우, 광선요법을 받은 경우, 5분 아프가 점수가 7점 이상인 경우, IUGR/SGA가 아닌 경우는 중등도 저체온증보다 경도 저체온증이 더 많았다(재태기간: $\chi^2 = 6.17, p = .020$; 광선요법: $\chi^2 = 6.03, p = .015$; 5분 아프가 점수: $\chi^2 = 4.22, p = .049$; IUGR/SGA: $\chi^2 = 13.15, p < .001$).

Figure 1. Frequency of hypothermia in high-risk infants during the first week of life.

일반적 특성, 환경적 특성, 임상적 특성에 따른 체온 정도의 차이를 살펴본 결과(Table 2), 성별, 아기의 위치, 출생 시 건강문제의 유무에 따라 체온의 평균값에는 차이가 없었다. 그러나 출생체중, 재태기간, 분만 형태, 광선요법, 인공호흡기, 5분 아프가 점수, IUGR/SGA의 경우에는 체온의 평균값에 차이가 있었다. 출생체중 1,000 gram 미만 신생아(Extremely Low Birth Weight, ELBW)는 출생체중 1,000 gram 이상 신생아보다 체온이 더 낮았다(35.72 ± 0.61 °C와 35.92 ± 0.46 °C; $t=7.36$, $p=.007$). 재태기간에 따른 체온의 차이는 28주 미만인 경우와 37주 이상인 경우가 가장 낮았고, 32주 이상 및 37주 미만인 경우가 가장 높았다(35.75 ± 0.59 °C, 35.77 ± 0.54 °C와 35.97 ± 0.38 °C; $F=4.22$, $p=.006$). 또한 제왕절개를 한 경우(35.84 ± 0.52 °C와 35.96 ± 0.43 °C; $t=4.97$, $p=.026$), 인공호흡기를 적용한 경우(35.77 ± 0.60 °C와 35.94 ± 0.42 °C; $t=8.75$, $p=.003$), 5분 아

프가 점수 7점 미만인 경우(35.79 ± 0.58 °C와 35.94 ± 0.43 °C; $t=6.65$, $p=.010$), IUGR/SGA인 경우(35.72 ± 0.53 °C와 35.92 ± 0.47 °C; $t=7.08$, $p=.008$), 광선요법을 하지 않은 경우(36.12 ± 0.33 °C와 35.87 ± 0.49 °C; $t=8.83$, $p=.003$), 각각 상대적 경우보다 더 낮은 체온을 보였다.

본 연구 결과에서 저체온증의 발생 시간을 확인한 결과 생후 24시간 이내에 84.5%가 관찰되어 출생 시 첫날을 중심으로 출생체중, 재태기간, 5분 아프가 점수, 산소포화도와 체온의 상관관계를 분석해 보았다(Table 3). 그 결과 각 요인과 체온의 관계는 모두 양의 상관관계를 보였으며, 이는 통계적으로 유의하였다(출생체중: $r=.17$, $p=.004$; 재태기간: $r=.17$, $p=.005$; 5분 아프가 점수: $r=.22$, $p<.001$; 산소포화도: $r=.14$, $p=.044$). 특히, ELBW인 경우 체중과 체온의 상관관계 지수가 가장 높았다($r=.66$, $p<.001$).

Table 1. Comparison of Frequencies in Severity of Hypothermia by Characteristics of High-Risk Infants during the First Week of Life (N=336)

Variables	Characteristics	Categories	Hypothermia: n (%)		Total	χ^2 (p)
			Mild (n=212)	Moderate (n=124)		
Demographic factors	Gender	Female	93 (60.0)	62 (40.0)	155 (46.1)	1.18
		Male	119 (65.7)	62 (34.3)	181 (53.9)	(.308)
	Birth weight (gram)	$\geq 1,000$	186 (64.8)	101 (35.2)	287 (85.4)	2.48
		$< 1,000$	26 (53.1)	23 (46.9)	49 (14.6)	(.149)
	Gestational age (week)	≥ 37	26 (48.1)	28 (51.9)	54 (16.1)	6.17
		< 37	186 (66.0)	96 (34.0)	282 (83.9)	(.020)
Environmental factors	Type of delivery	NSD	97 (68.8)	44 (31.2)	141 (42.0)	3.39
		C/sec	115 (59.0)	80 (41.0)	195 (58.0)	(.068)
	Placement*	Incubator	180 (63.6)	103 (36.4)	283 (89.0)	1.97
		Radiant warmer	18 (51.4)	17 (48.6)	35 (11.0)	(.196)
	Phototherapy	No	184 (60.9)	118 (39.1)	302 (89.9)	6.03
		Yes	28 (82.4)	6 (17.6)	34 (10.1)	(.015)
	Artificial ventilator	No	157 (65.1)	84 (34.9)	241 (71.7)	1.54
		Yes	55 (57.9)	40 (42.1)	95 (28.3)	(.258)
Clinical features	Apgar score at 5 min	≥ 7	156 (66.7)	78 (33.3)	234 (69.6)	4.22
		< 7	56 (54.9)	46 (45.1)	102 (30.4)	(.049)
	Health problems at birth	No	11 (44.0)	14 (56.0)	25 (7.4)	4.23
		Yes	201 (64.6)	110 (35.4)	311 (92.6)	(.052)
	IUGR/SGA	No	194 (66.9)	96 (33.1)	290 (86.3)	13.15
		Yes	18 (39.1)	28 (60.9)	46 (13.7)	(< .001)

*Bassinets was excluded; NSD=Normal spontaneous delivery; IUGR=Intra-uterine growth retardation; SGA=Small for gestational age.

저체온증에 영향을 미치는 요인

일반적 특성, 환경적 특성, 임상적 특성이 저체온증에 미치는 영향을 분석하기 위해 로지스틱 회귀분석을 시행한 결과는 Table 4와 같다. Adjusted odds ratio 분석 결과 성별, 출생체중, 재태기간, 분만형태, 신생아가 있는 위치, 인공호흡기 적용, 출생 시 건강문제에 따라 저체온증의 위험도는 차이가 없었다. 그러나 5분 아프가 점수가 7점 미만인 경우에는 2.20배(aOR=2.20; 95% CI=1.17-4.12; $p=.014$), IUGR/SGA의 경우에는 3.58배(aOR=3.58; 95% CI=1.69-7.58; $p=.001$) 중등도 저체온증을 경험할 위험이 더 높았다. 반대로 광선요법을 받은 아기는 중등도 저체온증을 경험할 위험이 72% 더 적었다(aOR=0.28; 95% CI=0.10~0.78; $p=.015$).

논 의

신생아의 체온조절은 생명유지에 필수적인 요소이며, 자궁 외 환경에 적응도를 확인할 수 있는 건강지표이다. 저체온증은 산소 소모량 증가에서 사망에 이르기까지 신생아의 건강에 영향을 미치는 중요한

요인이다. 그러므로 출생 직후 신생아의 체온을 주기적으로 확인하고 정상 범위로 유지시키는 것은 신생아 간호 중에서도 중요한 부분이다. 적절하고 효율적인 체온관리를 하기 위해서는 저체온증의 발생 정도, 시기, 관련요인을 파악하여 접근하는 것이 바람직하다. 이에 본 연구는 3년간 NICU에 입원한 고위험신생아의 생후 일주일 간 의무기록 조사를 통하여 저체온증의 양상과 관련요인을 탐색하기 위해 수행되었다. 연구 결과 다음 네 가지의 결과를 도출하였다.

첫째, 본 연구를 통하여 저체온증의 양상(빈도, 정도, 시기)을 파악하였다. 우선 저체온증의 빈도를 조사한 결과 총 570명의 대상자 중 36.4℃ 미만의 저체온증을 보인 경우는 280명 신생아에서 336건이었다. 저체온증을 보인 280명은 570명 아기의 49.1%에 해당하는 비율이며, 이는 고위험신생아를 대상으로 한 국내 연구에서 52.7%[19], 국외의 경우 56.2%[8], 44~51%[22]와 비슷한 수준이었다. 본 연구가 실시된 병원이 체계적이고 선진화된 의료 환경임에도 불구하고 NICU에 입원한 고위험신생아의 약 절반 정도가 저체온증을 보였다. 이는 국·내외 다른 연구와 유사한 결과이지만 저체온증의 발생을 감소시키기 위한 적극적인 중재가 필요함을 지지하고 있다.

Table 2. Comparison of Body Temperature at Hypothermia Events by Characteristics of High-risk Infants during the First Week of Life (N=336)

Variables	Characteristics	Categories	n	Body temperature (°C)	t or F (p)
				M ± SD	
Demographic factors	Gender	Female	155	35.88 ± 0.45	0.13 (.717)
		Male	181	35.90 ± 0.52	
	Birth weight (gram)	≥ 1,000	287	35.92 ± 0.46	7.36 (.007)
		< 1,000	49	35.72 ± 0.61	
	Gestational age (week)	< 28 ^a	55	35.75 ± 0.59	4.22 (.006) a, d < c [†]
		≥ 28, < 32 ^b	76	35.92 ± 0.53	
		≥ 32, < 37 ^c	151	35.97 ± 0.38	
		≥ 37 ^d	54	35.77 ± 0.54	
Environmental factors	Type of delivery	NSD	141	35.96 ± 0.43	4.97 (.026)
		C/sec	195	35.84 ± 0.52	
	Placement*	Incubator	283	35.89 ± 0.49	1.76 (.186)
		Radiant warmer	35	35.78 ± 0.54	
	Phototherapy	No	302	35.87 ± 0.49	8.83 (.003)
		Yes	34	36.12 ± 0.33	
	Artificial ventilator	No	241	35.94 ± 0.42	8.75 (.003)
		Yes	95	35.77 ± 0.60	
Clinical features	Apgar score at 5 min	≥ 7	234	35.94 ± 0.43	6.65 (.010)
		< 7	102	35.79 ± 0.58	
	Health problems at birth	No	25	35.74 ± 0.48	2.76 (.098)
		Yes	311	35.90 ± 0.49	
	IUGR/SGA	No	290	35.92 ± 0.47	7.08 (.008)
		Yes	46	35.72 ± 0.53	

*Bassinet was excluded; [†] Tukey HSD analysis; NSD=Normal spontaneous delivery; IUGR=Intra-uterine growth retardation; SGA=Small for gestational age.

본 연구에서 저체온증을 정도에 따라 구분한 결과 경도 저체온증은 63.1%, 중등도 저체온증은 36.9%였으며 중증 저체온증은 없었다. 미숙아를 대상으로 저체온증을 분석한 다른 연구에서도 경도 저체온증이 67.3%, 중등도 저체온증은 32.7%였는데, 이는 본 연구 결과와 유사한 결과이다[11]. 본 연구에서는 중증 저체온증은 없었으나 중등도 저체온증이 전체 저체온증의 약 40%를 차지하는 것은 주목할 점이다. Miller, Lee와 Gould의 연구에서는 VLBW를 대상으로 중등도 저체온증이 뇌실질 내 출혈과 사망의 위험을 증가시킨다고 보고하였다[8]. 또한 미숙아 대상 다른 연구에서도 경도 저체온증에 비해 중등도 저체온증인 경우 뇌실질 내 출혈, 기관지폐이형성증 발병률이 높았으며 총 재원기간도 더 길었다고 하였다[11]. 그러나 경도 저체온증이라고 할지라도 산소 소모량 증가, 대사성 산증, 저혈당, 심박출량 감소, 말초혈관 저항성 증가와 같은 신체적인 부담을 증가시킬 수 있으므로[14] 체온을 정상 범위 내로 유지시키는 것이 중요하다고 할 수 있다.

생후 시간에 따른 저체온증 발생률은 생후 1시간 이내 76.5%, 생후 24시간 이내에는 84.5%였다. 또한 생후 3일째 이후에는 8.3%가 관찰되

었다. NICU에 입원한 고위험신생아를 대상으로 체온 양상을 확인한 다른 연구에서도 생후 24시간 이내에 저체온증이 발생한 비율이 67.7%로 가장 높았으며, 생후 72시간 이내에 발생한 초기 저체온증(early hypothermia)은 67.6%, 생후 72시간 이후에 발생하는 후기 저체온증(late hypothermia)은 46.2%로 생후 72시간 이내에 발생이 더 높았다고 하였다[23]. 그러므로 생후 첫날 특히, 생후 1시간 이내에는 체온을 자주 측정하여 체온손실 발생 여부를 확인하여야 하며, 생후 3일째 이후에도 저체온증이 발생할 가능성이 있으므로 주기적인 체온 측정, 환아 모드의 체온 조절 장치 이용, 체온 저하 증상 관찰 등의 간호가 이루어져야 한다.

본 연구 결과를 종합해보면 NICU에 입원한 고위험신생아의 약 절반 정도가 저체온증을 경험하였고, 그 중에서 약 40%는 중등도 저체온증을 보였다. 그러므로 경도 저체온증 또는 중등도 저체온증이 발생하지 않도록 NICU에 입원한 고위험신생아의 체온관리가 더 적극적으로 이루어져야 하며, 특히 중등도 저체온증을 발생시키는 요인을 가진 신생아의 경우에는 예방적인 중재를 실시해야 한다. 또한 생후 첫날은

Table 3. Correlation of Hypothermia and Related Factors at First Day after Birth

(N=279)

Variables	Categories	n	Hypothermia		Total
			Mild (n=164)	Moderate (n=115)	
			r (p)	r (p)	r (p)
Birth weight (gram)	< 1,000	37	.18 (.495)	.60 [†] (.004)	.66 [†] (< .001)
	≥ 1,000, < 1,500	44	-.10 (.622)	-.11 (.659)	-.18 (.257)
	≥ 1,500, < 2,500	139	-.07 (.539)	.09 (.547)	.07 (.434)
	≥ 2,500	59	.14 (.420)	-.32 (.140)	-.20 (.122)
	Total	279	.12 (.121)	.22 [*] (.020)	.17 [†] (.004)
Gestational age (week)	< 28	39	-.13 (.632)	.54 [†] (.008)	.43 [†] (.006)
	≥ 28, < 32	58	-.05 (.764)	.50 [*] (.019)	.20 (.125)
	≥ 32, < 37	130	-.06 (.577)	-.04 (.791)	-.12 (.162)
	≥ 37	52	.14 (.515)	.44 [†] (.023)	.39 [†] (.004)
	Total	279	.04 (.623)	.27 [†] (.003)	.17 [†] (.005)
Apgar score at 5 min	< 7	79	.37 [*] (.025)	.12 (.454)	.21 (.058)
	≥ 7	200	.11 (.220)	.04 (.756)	-.03 (.669)
	Total	279	.09 (.250)	.22 [*] (.017)	.22 [†] (< .001)
SpO ₂ (%)	< 95	120	-.07 (.593)	.36 [*] (.010)	.25 [†] (.006)
	≥ 95	79	.20 (.186)	.02 (.907)	-.02 (.889)
	Total	199	-.02 (.836)	.23 [*] (.039)	.14 [*] (.044)

* $p < .05$, [†] $p < .01$; SpO₂=Saturation of peripheral oxygen.**Table 4.** Logistic Regression Analysis to Predict Occurrence of Moderate Hypothermia according to Demographic, Environmental and Clinical Variables

(N=336)

Variables	Characteristics	Categories	Crude OR [95% CI]	Adjusted OR [95% CI]
Demographic factors	Gender	Female	1.00	1.00
		Male	0.78 [0.50~1.22]	0.91 [0.55~1.51]
	Birth weight (gram)	≥ 1,000	1.00	1.00
		< 1,000	1.63 [0.88~3.00]	1.58 [0.70~3.54]
	Gestational age (week)	≥ 37	1.00	1.00
		< 37	0.48 [0.27~0.86]	0.51 [0.19~1.34]
Environmental factors	Type of delivery	NSD	1.00	1.00
		C/sec	1.53 [0.97~2.42]	1.12 [0.66~1.88]
	Placement*	Incubator	1.00	1.00
		Radiant warmer	1.65 [0.82~3.34]	1.44 [0.67~3.08]
	Phototherapy	No	1.00	1.00
		Yes	0.33 [0.13~0.83]	0.28 [0.10~0.78]
	Artificial ventilator	No	1.00	1.00
		Yes	1.36 [0.84~2.21]	1.18 [0.57~2.45]
Clinical features	Apgar score at 5 min	≥ 7	1.00	1.00
		< 7	1.64 [1.02~2.64]	2.20 [1.17~4.12]
	Health problems at birth	No	1.00	1.00
		Yes	0.43 [0.19~0.98]	0.43 [0.11~1.59]
	IUGR/SGA	No	1.00	1.00
		Yes	3.14 [1.66~5.97]	3.58 [1.69~7.58]

*Bassinet was excluded; OR=Odds ratio; CI=Confidence interval; NSD=Normal spontaneous delivery; IUGR=Intra-uterine growth retardation; SGA=Small for gestational age.

저체온증 발생 위험이 가장 높은 시기이므로 이 시기에는 더욱 적극적인 체온관리가 필요하며, 약 15% 정도는 생후 24시간이 지난 후에도 저체온증이 발생하고 있으므로 체온의 관찰 및 관리가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

둘째, 고위험신생아의 일반적 특성 중에서는 출생체중과 재태기간이 저체온증과 관련이 있었다. 특히 ELBW인 경우에 체중과 체온의 상관관계 지수가 가장 높았으며 재태기간 28주 미만 미숙아인 경우에도 저체온 정도가 심하였다. 이는 체표면적이나 생리적 성숙도가 체온 조절에 매우 중요한 요인임을 반영하는 결과이다. 미숙아 또는 ELBW와 같은 고위험신생아의 경우에 체온조절 중추의 미성숙과 넓은 체표면적, 갈색지방세포의 부족 등으로 인하여 체온손실의 위험이 증가하게 된다[1,9,12]. 또한 NICU 입원 후 생명 유지를 위해 시행하는 처치로 인하여 인큐베이터의 온도와 습도가 일정하게 유지되지 못하는 경우가 생길 수 있어 이들의 체온이 손실될 위험이 증가한다. 그러므로 이들의 체온손실을 예방하기 위한 면밀한 관찰과 적극적인 중재가 필요하다. 특히 VLBW 또는 ELBW는 인큐베이터 안에서 폴리에틸렌 랩 또는 백으로 몸을 감싸주기, 모자 적용, skin-to-skin 중재, trans-warmer 매트리스 사용 등 열 손실을 최소화하기 위한 예방적 중재를 적용해야 하며 [9,15,20,21], 본 연구가 진행된 NICU에서도 이와 같은 간호가 시행되고 있었다.

또한 본 연구 결과에서 주목할 점은 재태기간에 따른 체온의 평균값을 분석한 결과 재태기간 28주 미만 미숙아와 37주 이상 만삭아의 경우 평균 체온이 각각 $35.75 \pm 0.59^{\circ}\text{C}$ 와 $35.77 \pm 0.54^{\circ}\text{C}$ 로 가장 낮았다. 이는 만삭아로 출생을 하였지만 건강문제가 발생하여 NICU에 입원하게 되는 경우에는 만삭아라고 할지라도 저체온증에 빠질 위험이 높을 수 있다는 것이다. 저체온증에 관한 연구들은 미숙아 또는 LBW를 대상으로 시행된 것이 대부분이다[8-10,12,13]. NICU에 입원하는 만삭아의 경우에는 미성숙의 문제보다는 병리적인 건강문제를 가지고 있을 가능성이 높으므로 적절한 체온조절을 하지 못할 수도 있다. 그러므로 미숙아뿐만 아니라 만삭아의 경우에도 건강문제가 있는 경우에는 저체온증에 대한 면밀한 감시가 필요하다.

셋째, 고위험신생아의 저체온증은 환경적 특성 중 광선요법, 분만형태와 관련이 있었다. 본 연구 결과에서 광선요법을 받는 경우 정도 저체온증이 중등도 저체온증에 비해 더 많았으며, 광선요법을 받지 않은 경우 체온의 평균값이 낮았다. 또한 광선요법을 받는 경우에는 받지 않는 경우에 비해 중등도 저체온증에 빠질 위험이 72% 감소하였다. 미숙아의 경우에는 체온손실을 예방하기 위한 적극적 중재와 동시에 광선요법을 제공하는 경우가 많으므로 그 결과 체온손실의 발생이 감소하는 것으로 판단된다. 그러나 이는 어디까지나 광선요법의 부작용을 줄이기 위한 적극적 중재효과이므로 역으로 체온감시 기능의 효과를 반증하기도 한다. 더불어 광선요법은 오히려 고체온을 초래할 수도 있으

므로[24] 광선요법 시에는 인큐베이터에서의 온도 조절을 피부조절 모드로 사용하는 것을 권장하며[25], 저체온증 또는 고체온이 일어나지 않도록 체온을 자주 확인하는 것이 중요하다.

또한 본 연구에서는 제왕절개 분만으로 출생한 신생아의 경우에 자연분만으로 출생한 신생아에 비해 평균 체온이 더 낮았는데, 이는 다른 연구에서도 제왕절개로 출생한 신생아의 경우 체온이 더 낮았음을 보고한 것과 같은 결과이다[8,26]. 분만실과 수술실의 온도와 습도 조절도 신생아의 체온조절에 중요한 부분을 차지하고 있다. 분만 후 고위험신생아의 저체온증을 예방하기 위해서 분만실의 온도 조절의 기준을 고위험신생아의 체중에 따라 다르게 정하고 체중이 적을수록 분만실의 온도를 더 높여야 한다고 하였다[9,27]. 이와 같이 제왕절개로 분만한 신생아는 수술실의 낮은 실내온도, NICU까지의 이동 시간 등으로 인해 분만실에서 자연분만으로 출생하는 아기에 비해 저체온증의 정도가 더 심할 가능성이 있다. 그러므로 제왕절개로 태어난 고위험신생아의 경우에는 NICU에 도착 시 체온관리를 더 세심하게 할 필요가 있다.

넷째, 고위험신생아의 임상적 특성 중 5분 아프가 점수와 IUGR/SGA은 저체온증 발현과 관련이 있었다. 본 연구 결과에서 5분 아프가 점수가 7점 미만인 경우에 더 낮은 평균 체온값을 보였고, 더 높은 중등도 저체온증 빈도를 보였다. 또한 5분 아프가 점수와 체온은 양의 상관관계를 나타냈으며, 5분 아프가 점수가 7점 미만인 경우 중등도 저체온증에 빠질 위험이 2.20배 증가하였다. 이는 5분 아프가 점수가 낮은 것과 저체온증이 관련이 있다고 보고한 다른 연구와 유사한 결과이다[8,26]. 아프가 점수는 출생 직후 자궁 외 환경에 적응하는 정도를 나타내는 것으로 특히 5분 아프가 점수가 4점 미만인 경우에 사망 또는 허혈성 뇌질환의 위험이 증가한다[28]. 5분 아프가 점수가 낮은 고위험신생아의 경우에는 저체온증 특히, 중등도 저체온을 경험할 위험이 높으므로 호흡, 감염, 영양 관리와 함께 생후 초기 체온관리를 적극적으로 시행해야 한다.

IUGR/SGA의 경우에는 중등도 저체온증을 더 경험하였으며, 평균 체온이 더 낮았다. 특히 IUGR/SGA의 경우에 반대의 경우보다 중등도 저체온증을 경험할 위험이 3.58배 높은 것으로 파악되었다. 건강한 신생아와 IUGR 신생아의 건강문제를 비교한 연구에서도 저체온증 발생 비율이 각각 6%와 10%로 IUGR 출생아에서 저체온증 발생이 높았다[30]. IUGR/SGA의 경우 다양한 장·단기적인 건강문제를 가질 수 있는데 특히 출생 직후 대사적응 측면에서 호흡기계 문제뿐만 아니라 혈당이나 체온조절에 불안정을 보일 수 있다[29]. 상대적 체표면적이 넓을수록 대류, 복사, 전도 등에 의한 열 소실이 더 증가할 수 있으므로[IUGR/SGA인 경우에 체온 유지에 더욱 주의를 해야 한다.

고위험신생아의 체온조절은 출생 시 가지고 있는 생리적 특성과 주변의 환경적 특성에 의해 영향을 받는다. 본 연구 결과에 따르면 고위

협신생아의 출생체중, 재태기간, 아프가 점수는 저체온증 발생에 많은 영향을 미치며, 출생체중과 재태기간이 적을수록 아프가 점수가 낮을수록 저체온증을 경험할 위험이 증가하게 된다. 그러므로 ELBW 또는 IUGR/SGA의 경우에는 미리 가온된 인큐베이터를 준비하는 것과 폴리에틸렌 랩 또는 백으로 몸을 감싸주기, 시술과 처치 시 체온손실이 되지 않도록 인큐베이터를 과도하게 개방하지 않는 것 등의 적극적인 체온관리 간호가 시행되어야 한다. 또한 만삭아라고 할지라도 NICU에 입원하게 되는 경우에는 체온손실의 위험이 있을 수 있으므로 적절한 체온관리가 필요하며, 광선치료 시에는 저체온증 또는 고체온이 일어날 수 있으므로 이 또한 주의를 해야 한다. 특히 수술실에서 이동하여 NICU로 입원하는 제왕절개 출생아의 경우에는 이동식 인큐베이터의 온도를 충분히 따뜻하게 유지하는 것과 NICU 도착 전에 인큐베이터 또는 속싸개 등을 미리 따뜻하게 준비해 두는 것이 필요하다. 또한 피부는 신체 중 가장 넓은 부분을 차지하며, 출생 시 피부 표면의 수분 증발은 열 소실의 가장 중요한 원인이 되므로 목욕, 체위, 피부상처관리 등의 일상적 피부간호를 적절하게 제공하는 것은 감염 예방뿐 아니라 체온관리에도 매우 중요한 요인이 된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 의무기록을 후향적으로 조사한 연구로 저체온증과 관련된 요인 중 일부 가용하지 않은 정보, 예를 들면 환경 온도나 습도와 같은 요인들 간의 분석은 시도되지 못했다. 추후 연구에서는 전향적인 연구를 통해서 관련요인들에 대한 보다 포괄적 자료 수집과 변수 통제를 제안한다. 둘째, 본 연구는 3년간 NICU에 입원한 고위협신생아 중 생후 일주일 간 저체온증을 보인 신생아를 대상으로만 연구가 진행되었기 때문에 정상 체온을 유지하였던 신생아와 저체온증을 보인 신생아를 서로 비교하지 못하였다. 정상 체온을 유지하였던 신생아의 정보를 파악하지 못하여 저체온증을 경험한 신생아 중심의 본 연구 결과를 해석하는데 한계가 있다. 그러므로 다음 연구에서는 정상 체온을 유지하는 신생아와 저체온증을 보이는 신생아의 특성을 비교하는 연구가 진행되어야 한다.

결론

고위협신생아의 절반 정도는 저체온증을 경험하고 있으며, 특히 36.0℃ 미만의 중등도 저체온증 발생은 전체 저체온증의 약 40%였다. 그리고 저체온증은 대부분 생후 24시간 이내에 발생하였는데 특히 생후 1시간 이내가 가장 많았다. 저체온증과 관련된 요인은 출생체중, 재태기간, 광선요법, 분만형태, 5분 아프가 점수, IUGR/SGA 등과 관련이 있었다. 본 연구 결과는 고위협신생아의 경우 저체온증 발생에 대한 중재 이전에 저체온증 발생을 감소시키기 위한 예방적 중재가 생후 수 시간 이내에 적극적으로 필요함을 지지한다. 추후 저체온증의 양상 및 관련 임상 특성에 대한 지속적 연구가 필요하다.

Conflict of Interest

No potential or any existing conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2015R1D1A1A01061344).

References

1. The Korean Society of Neonatology. Manual of neonatal care. 3rd ed. Seoul: The Korean Society of Neonatology; 2014. p. 58-59.
2. World Health Organization. Thermal protection of the newborn: A practical guide [Internet]. World Health Organization; 1997 [cited 2016 April 15]. Available from: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/63986>.
3. Lunze K, Bloom DE, Jamison DT, Hamer DH. The global burden of neonatal hypothermia: Systematic review of a major challenge for newborn survival. BMC Medicine. 2013;11(24):1-11. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-24>
4. Takayama JI, Teng W, Uyemoto J, Newman TB, Pantell RH. Body temperature of newborns: What is normal? Clinical Pediatrics. 2000;39(9):503-510. <https://doi.org/10.1177/000992280003900901>
5. Laptook AR, Salhab W, Bhaskar B, Neonatal Research Network. Admission temperature of low birth weight infants: Predictors and associated morbidities. Pediatrics. 2007;119(3):e643-e649. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-0943>
6. McCall EM, Alderdice F, Halliday HL, Jenkins JG, Vohra S. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth-weight infants. The Cochrane Database of Systematic Reviews. 2010; 17(3):CD004210. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004210.pub4>
7. Bissinger RL, Annibale DJ. Thermoregulation in very low-birth-weight infants during the golden hour: Results and implications. Advances in Neonatal Care. 2010;10(5):230-238. <https://doi.org/10.1097/ANC.0b013e3181f0ae63>
8. Miller SS, Lee HC, Gould JB. Hypothermia in very low birth weight infants: Distribution, risk factors and outcomes. Journal of Perinatology. 2011;31(Suppl 1):S49-S56. <https://doi.org/10.1038/jp.2010.177>

9. Knobel R, Holditch-Davis D. Thermoregulation and heat loss prevention after birth and during neonatal intensive-care unit stabilization of extremely low-birth weight infants. *Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing*. 2007;36(3):280-287.
<https://doi.org/10.1111/J.1552-6909.2007.00149.x>
10. Paik SN, Hong HS, Sung MH, Cho KJ, Yhee, HJ. The influence of thermal head and feet support on early stage weight gain in premature neonates. *Korean Journal of Child Health Nursing*. 2000;6(3):397-410.
11. Jang JH, Shin SH, Woo HK, Choi EK, Song IG, Shin SH, et al. The association between admission hypothermia and neonatal outcomes in very low birth weight infants. *Neonatal Medicine*. 2016;23(4):183-189. <https://doi.org/10.5385/nm.2016.23.4.183>
12. Ahn Y, Sohn M, Lee S, Lee M. pH, Temperature, hydration of the stratum corneum of the dorsal hand and the cord area, and acid mantle formation during early days of life in high-risk newborns. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2013;43(1):30-38.
<https://doi.org/10.4040/jkan.2013.43.1.30>
13. Choi YY. Management of premature and low birth weight infants. *Journal of the Korean Medical Association*. 2008;51(8):745-754.
<https://doi.org/10.5124/jkma.2008.51.8.745>
14. Soll RF. Heat loss prevention in neonates. *Journal of Perinatology*. 2008;28(Suppl 1):S57-S59. <https://doi.org/10.1038/jp.2008.51>
15. Reilly MC, Vohra S, Rac VE, Dunn M, Ferrelli K, Kiss A, et al. Randomized trial of occlusive wrap for heat loss prevention in preterm infants. *The Journal of Pediatrics*. 2015;166(2):262-268.
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.09.068>
16. Lee SM, Lee EY, Kang AR, Ahn YM. Variation in body temperatures with the environmental temperature and humidity in hospitalized. *Journal of the Korean Society of Living Environmental System*. 2012;19(6):746-753.
17. Kim HS, Jung YS, Cho JP, Park MS, Pai KS. Hypothermia during pre-hospital transportation of neonates. *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*. 1999;10(4):680-685.
18. Lee SB, Shin HS. Effects of Kangaroo care on physiological marker of preterm Infant in neonatal intensive care unit. *Journal of East-West Nursing Research*. 2012;18(2):59-65.
19. Kim HY, Park HR, Moon YI, Park JH. The effects of warm water-filled bag on body temperature, FiO₂, respiration rate, and blood sugar in high risk neonates. *Korean Journal of Child Health Nursing*. 2005;11(4):390-395.
20. Marín Gabriel MA, Llana Martín I, López Escobar A, Fernández Vilalba E, Romero Blanco I, Touza Pol P. Randomized controlled trial of early skin-to-skin contact: Effects on the mother and the newborn. *Acta Paediatrica*. 2010;99(11):1630-1634.
<https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2009.01597.x>
21. Chawla S, Amaram A, Gopal SP, Natarajan G. Safety and efficacy of trans-warmer mattress for preterm neonates: Results of a randomized controlled trial. *Journal of Perinatology*. 2011;31(12):780-784.
<https://doi.org/10.1038/jp.2011.33>
22. de Almeida ME, Guinsburg R, Sancho GA, Rosa IR, Lamy ZC, Martinez FE, et al. Hypothermia and early neonatal mortality in preterm infants. *The Journal of Pediatrics*. 2014;164(2):271-275.
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.09.049>
23. Ogunlesi TA, Ogunfowora OB, Adekanmbi FA, Fetuga BM, Olanrewaju DM. Point-of-admission hypothermia among high-risk Nigerian newborns. *BMC Pediatrics*. 2008;8(40):1-5.
<https://doi.org/10.1186/1471-2431-8-40>
24. Pezzati M, Fusi F, Dani C, Piva D, Bertini G, Rubaltelli FF. Changes in skin temperature of hyperbilirubinemic newborns under phototherapy: Conventional versus fiberoptic device. *American Journal of Perinatology*. 2002;19(8):439-444. <https://doi.org/10.1055/s-2002-36839>
25. Stokowski LA. Fundamentals of phototherapy for neonatal jaundice. *Advances in Neonatal Care*. 2006;6(6):303-312.
<https://doi.org/10.1016/j.adnc.2006.08.004>
26. Park JH. A comparative study on the changing pattern of temperature of newborn infants depending on the use of radiant warmers [master's thesis]. Jeonju: Chonbuk National University; 2005. p. 1-64.
27. Bhatt DR, White R, Martin G, Van Marter LJ, Finer N, Goldsmith JP, et al. Transitional hypothermia in preterm newborns. *Advances in Neonatal Care*. 2010;10(Suppl 5):S15-S17.
<https://doi.org/10.1097/ANC.0b013e3181ef7dfd>
28. Casey BM, McIntire DD, Leveno KJ. The continuing value of the Apgar score for the assessment of newborn infants. *The New England Journal of Medicine*. 2001;344(7):467-471.
<https://doi.org/10.1056/NEJM200102153440701>
29. Rosenberg A. The IUGR newborn. *Seminars in Perinatology*. 2008;32(3):219-224. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2007.11.003>
30. Zubair DS, Gour SS. Comparison of outcome in IUGR and normal pregnancies-A retrospective study. *International Journal of Medical Research and Review*. 2016;4(4):646-649.
<https://doi.org/10.17511/ijmrr.2016.i04.29>