

경기도 서남부 지역의 단일 기관으로 전원된 미숙아로 살펴 본 신생아 집중 치료의 지역화 진료 체계 및 이송 체계

고려대학교 의과대학 소아청소년과학교실¹, 고대안산병원 간호부²,
고려대학교 의과대학 산부인과학교실³

신상훈¹·이은희¹·신정희¹·황미정²·최영옥²·서원희¹·최병민¹·김해중³·홍영숙¹

Neonatal Transport and Regionalization of Neonatal Intensive Care: The Perspective of Transferred Preterm Infants in a Single Neonatal Intensive Care Unit of the South-western Area of Gyeonggi-do

Sang Hoon Shin, M.D.¹, Eun Hee Lee, M.D.¹, Jeong Hee Shin, M.D.¹, Mi Jung Hwang, R.N.²,
Young Ok Choi, R.N.², Won Hee Seo, M.D., Ph.D.¹, Byung Min Choi, M.D., Ph.D.¹,
Hai Joong Kim, M.D., Ph.D.³, and Young Sook Hong, M.D., Ph.D.¹

*Department of Pediatrics¹, Department of Obstetrics and Gynecology³, College of Medicine,
Korea University, Seoul, Korea
Department of Nursing², Korea University Ansan Hospital, Ansan, Korea*

Purpose : Not only regionalization of neonatal care for high risk newborn, but also safe neonatal transport system of newborn were not completely established in Korea. The aim of this study was to compare the clinical outcomes of preterm infants less than 35 week gestational age with regard to inborn and outborn status, to understand the problems of regionalization of neonatal care and neonatal transport system and to provide the basis to solve the potential problems.

Methods : This retrospective study included 40 outborn and 40 inborn preterm infants less than 35 week gestational age admitted to the neonatal intensive care unit of Korea University Ansan Hospital during the period between January 2006 and June 2013.

Results : Compared with those in the inborn group, the incidences of hypoglycemia and respiratory distress were significantly more frequent in the outborn group at admission. The uses of surfactant, ventilator, and inotrope were significantly more frequent in the outborn during hospitalization. Mortality occurred only in the outborn group. Most of infants were transferred by a nurse alone, not a team with doctor.

Conclusion : Transferred preterm infants may not be sufficiently stabilized before transport, according to the result of more frequent hypoglycemia and respiratory distress in the outborn group. In order to reduce mortality and morbidity of transferred newborn from level I, the national policy about neonatal intensive care unit level guideline (manpower, equipment, and facility), regionalization of neonatal intensive care, and neonatal transport system are needed in Korea.

Key Words : Transportation of patients, Regional medical programs, Preterm infant, Resuscitation, Perinatal care

접수 : 2013년 9월 1일, 수정 : 2013년 10월 4일

승인 : 2013년 10월 8일

주관책임자 : 최병민, 425-707, 경기도 안산시 단원구 적금로 123

고대안산병원 소아청소년과

전화 : 031)412-5096, 전송 : 031)405-8591

E-mail : cbmin@korea.ac.kr

Copyright© By The Korean Society of Perinatology

최근 주산기 의학의 발전에도 불구하고 미숙아를 비롯한 고위험 신생아의 출생은 계속 증가하는 추세로 이들을 위한 신생아 집중 치료 수요가 증가하고 있다. 하지만 분만이 이루어지고 있는 모든 병원에 고위험 신생아를 위한 집중 치료 시설 및 장비 그리고 의료 인력을 갖춘다는 것은

의료 자원의 활용 및 비용 효과 면에서 적절하지 못하므로, 안전한 이송 체계 구축과 함께 신생아 집중 치료의 지역화 진료 체계(regionalized neonatal care system)를 효과적으로 운영하는 것이 바람직하겠다.¹⁻⁴

신생아 집중 치료의 지역화 진료 체계는, 고위험 신생아에게 제공할 수 있는 진료 수준 및 의료 자원(인력, 시설 및 장비)의 수준에 따라, 관리하는 신생아의 진료 범주를 4단계로 구분하고 있다. 1차 의료 기관인 level I은 합병증이 없는 분만과 정상 신생아 및 경증의 문제가 있는 신생아를 관리하는 신생아실의 기능을 담당하게 되며, 또한 재태 주령 35주 이상이고 출생 체중 2,000 g 이상인 위험인자가 없는 미숙아를 관리하게 된다.^{1,5,6}

따라서 산전 검사에서 태아에게 자궁 내 성장 지연이나 선천 기형이 발견이 된 경우, 태아 혹은 신생아 질환이 예상되는 경우 그리고 재태 주령 35주 미만의 조산이 예상되는 고위험 임신인 경우에는 신생아가 분만되기 전에 집중 치료가 가능한 상급 의료 기관으로 임신부를 이송하는 것이 바람직하겠다.⁷

우리나라는 상대적으로 많은 신생아들이 집중 치료가 준비되어 있지 않은 개인 산부인과 병원에서 출생하고 있다.⁸ 따라서 출생한 신생아에게 문제가 있거나 35주 미만의 조산아로 태어난 경우, 신생아 소생술(neonatal resuscitation program)과 같은 초기 처치 후 신생아가 안정화(stabilization)된 후에 상급 의료 기관으로 전원을 해야만 한다.⁹ 하지만 국내에서는 고위험 신생아를 위한 지역화 진료 체계가 완전히 확립되어 있지 않고, 안전한 신생아 이송 체계가 구축되어 있지 않은 상태이며, 또한 이에 대한 국내 현황 및 실태 조사도 부족한 현실이다.^{7,10-13}

이에 저자들은 경기도 서남부 지역에 위치한 신생아 집중치료 지역센터인 고려대학교 의료원안산병원 신생아중환자실로 전원 된 재태 주령 35주 미만의 미숙아들을 대상으로 임상 경과 및 합병증 그리고 사망률을 원내 출생한 재태 주령 35주 미만의 미숙아들과 비교 분석하여, 지역 내 신생아 집중 치료의 지역화 진료 및 이송의 현실과 문제점을 파악함으로써 향후 우리 나라 실정에 맞는 적절한 국내 신생아 집중 치료의 지역화 진료 체계 및 이송 체계를 구축하는데 도움이 되고자 하였다.

대상 및 방법

2006년 1월부터 2013년 6월까지 고려대학교 의료원 안산병원 신생아중환자실에 입원한 신생아 중, 타 병원에서 출생한 후 생후 3일 이내에 전원 되었던 재태 주령 35주 미만의 미숙아를 대상으로 하였다. 전원 된 미숙아 46명 중, 의료기관이 아닌 곳에서 출산하거나 발견되어 입원한 환자 6명을 제외한 40명을 대상으로 하였으며, 이들은 경기도 서남부 지역에 위치한 8개의 1차 의료 기관에서 전원 되었다. 대조군으로 동일한 기간 동안 본원에서 출생한 미숙아 중 40명을 선별하여 이들의 임상적 특징과 결과 등을 비교 하였다. 대조군의 선택은 재태 주령의 주 단위와 출생 체중의 200 g 단위로 그룹을 만든 다음, 원외 출생아군과 같은 재태 주령과 같은 체중 그룹에서 무작위적으로 선택하였다.

산전 정보부터 전원시 상황 그리고 재태 주령, 출생체중을 포함한 신체 계측, 1분 및 5분 Apgar 점수 등 임상적 특징을 조사하였고, 신생아중환자실 도착 1시간 이내에 가장 먼저 측정된 생체 징후, 혈압, 혈액 가스 검사, 혈당 및 C-반응성 단백질(c-reactive protein, CRP) 등 초기 임상경과를 조사하였다. 그리고 신생아 호흡곤란 증후군(respiratory distress syndrome of newborn, RDS), 기관지폐형성이상(bronchopulmonary dysplasia, BPD), 동맥관 개존증(patent ductus arteriosus, PDA), 뇌실 내 출혈(intraventricular hemorrhage, IVH), 괴사성 장염(necrotizing enterocolitis, NEC), 미숙아망막증(retinopathy of prematurity, ROP), 뇌실주위 백질연화증(periventricular leukomalacia, PVL) 등 신생아중환자실에서 퇴원하거나 타 병원으로 전원 또는 일반병실로 전실할 때까지 발생한 주산기 합병증 및 사망률, 심근수축제의 사용 유무, 인공호흡기 사용일 수, 총정맥영양 투여일 수를 조사하였다.

기계환기 사용 기간은 하루에 10분이라도 침습적 기계환기가 필요하였던 경우에 1일을 사용한 것으로 정의하였으며, 고식적 환기 기간과 고빈도 환기 기간을 모두 합쳐서 계산하였다. RDS는 빈호흡이나 무호흡, 흉부 함몰, 비익 확장, 호흡 시 신음 소리 등 호흡 곤란의 임상 증상을 보이며,

산소 의존도가 증가하고(흡입 산소 분압 ≥ 0.4) 다른 호흡 곤란의 원인이 없이 RDS에 적합한 영상의학적 소견을 보이는 경우로 정의하였으며, 예방적 계면활성제를 사용한 경우도 포함시켰다. BPD는 재태 주령 32주 이하의 미숙아에서는 재태 주령 36주와 퇴원 시점 중 빠른 시기에 21%가 넘는 산소를 적어도 28일 이상 투여한 경우, 재태 주령 32주 이상인 미숙아에서는 생후 28일에서 56일 사이 또는 퇴원 시점 중 빠른 시기에 21% 넘는 산소를 적어도 28일 이상 투여한 경우로 정의하였다. PDA는 심장초음파검사로 확인하여 동맥관 폐쇄를 위해 indomethacin 또는 ibuprofen 등의 약물 치료나 수술적 치료한 경우로 정의하였다. Dopamine과 dobutamine과 같은 심근수축제는 저혈압이 있거나 혈류역학적으로 불안정하다고 판단 된 경우에 사용하였다. IVH는 뇌초음파를 시행하여 Papile의 4단계 분류 체계상 2등급 이상인 경우로 정의하였으며, NEC는 수정된 Bell의 분류법에 따라 2등급 이상으로 정의하였다. 산증(Acidosis)은 처음 측정한 혈액 가스 검사에서 pH가 7.2 미만인 경우로 정의하였으며, 고탄산혈증은 이산화탄소분압(pCO_2)이 65 mmHg 초과인 경우로 정의하였다. 저혈당은 측정된 혈당이 50 mg/dL 미만인 경우로 정의하였으며, CRP는 0.3 mg/dL 이상인 경우에 양성이라고 정의하였다.

본 연구는 고려대학교 의료원 안산병원 임상시험심사위원회 승인을 받았으며, 의무기록을 검토하여 후향적으로 연구를 하였다. 이번 연구의 통계 처리는 SPSS for windows 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으

며, 대응표본 분석을 위하여 연속형 변수에 대해서는 비모수 검정인 Wilcoxon signed rank test를 사용하였고, 범주형 변수의 비교에는 비모수 검정인 McNemar test를 사용하여 P 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 연도별 대상 미숙아 수

본원으로 전원 된 35주 미만의 원외 출생아들은 2006년 4명, 2007년 2명, 2008년 0명, 2009년 4명, 2010년 4명, 2011년 3명, 2012년 16명(40%) 그리고 2013년은 6월까지 7명(17.5%)으로 신생아 집중치료 지역센터 개원한 2012년 이후 증가하였다.

2. 원외 출생아군과 원내 출생아군의 주산기 임상적 특징

두 군에서 재태 주령, 출생 체중, 1분 및 5분 Apgar 점수 등 임상적 특징은 유의한 차이가 없었다(Table 1).

3. 입원 당시 원외 출생아군과 원내 출생아군의 임상 소견

입원 당시 두 군의 혈압, 심박수, 호흡수, 체온은 유의한 차이가 없었다. 평균 혈당 농도는 원외 출생아군에서 원내 출생아군보다 낮은 경향을 보였으며($P=0.065$), 저혈당의 발생 빈도도 원외 출생아군(35%)에서 원내 출생아군(15%)보다 높았다($P=0.039$). 혈액가스 분석에서 평균 pH는

Table 1. Perinatal Characteristics of Outborn and Inborn Groups

	Outborn Group (n=40)	Inborn Group (n=40)	P-value
Gestational age (week)	32.6 \pm 2.4 33.3 [32.0-34.3]	32.6 \pm 2.2 33.3 [32.1-34.3]	0.397
Birth weight (g)	1,932 \pm 555 1,979 [1,470-2,350]	1,933 \pm 572 1,952 [1,463-2,475]	0.627
Male sex	23 (57.5%)	19 (47.5%)	0.541
1 minute Apgar score	6.8 \pm 1.9 8 [6-8]	7.1 \pm 2.1 7 [6-9]	0.453
Low Apgar score (<3)	1 (2.5%)	1 (2.5%)	1
Low Apgar score (<6)	5 (12.5%)	4 (10%)	1
5 minute Apgar score	8.3 \pm 1.5 9 [8-9]	8.4 \pm 1.8 9 [8-10]	0.419

Values are expressed as number (percent) or Mean \pm standard deviation and Median [inter-quartiles range]

원의 출생아군에서 원내 출생아군보다 낮았고($P=0.036$) 산중의 빈도도 원외 출생아군(35%)에서 원내 출생아군(15%)보다 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P=0.079$). 평균 이산화탄소분압도 원외 출생아군에서 더 높았으며($P=0.032$), 고탄산혈증의 빈도도 원외 출생아군(25%)에서 원내 출생아군(5%)보다 높았다($P=0.039$) (Table 2). CRP 양성의 빈도는 원외 출생아군(22.5%)에서 원내 출생아군(5%)보다 높았다($P=0.039$). 또한 원외 출생아군 중 2명에서 입원 초기에 시행되었던 혈액배양검사에서 *E. coli*와 Methicillin-Resistant *Staphylococcus Epidermidis*가 각각 1례씩 검출되었다.

4. 입원 후 원외 출생아군과 원내 출생아군의 임상 소견

평균 입원 기간은 원외 출생아군이 원내 출생아군보다 길었지만, 통계적 의미는 없었다. 하지만 사망한 원외 출생아 4명과 이들에 대응된 대조군인 원내 출생아 4명을 제외한 두 군(36명)의 비교에서, 입원기간은 원외출생아군에서 입원기간이 더 길었다($P=0.005$). 기계환기 사용 기간은 원외 출생아군에서 원내 출생아군보다 길었으며($P=0.028$), 기계환기 사용 빈도도 원외 출생아군(42.5%)에서 원내 출생아군(20%)보다 높았다($P=0.049$). 심근수축제가 필요한 경우는 원외 출생아군(17%)에서만 있었고 원내 출생아군에서는 없었다($P=0.016$). RDS가 있었던 경우는

Table 2. Clinical Outcomes of Outborn and Inborn Groups at Admission

	Outborn Group (n=40)	Inborn Group (n=40)	P-value
Systolic blood pressure (mmHg)	54±12 54 [45-61]	51±11 49 [45-56]	0.192
Diastolic blood pressure (mmHg)	30±8 27 [23-37]	26±8 25 [21-32]	0.062
Heart rate (beat/minute)	140±24 148 [130-155]	145±16 148 [138-158]	0.577
Respiratory rate (breath/minute)	50±16 50 [40-62]	50±12 48 [41-60]	0.805
Tachypnea (>60 breath/minute)	10 (25%)	7 (17.5%)	0.607
Body temperature (°C)	36.4±0.6 36.5 [36.0-36.8]	36.0±0.6 36.2 [35.5-36.5]	0.070
Hypothermia (<36.0°C)	9 (22.5%)	14 (35%)	0.383
Glucose (mg/dL)	62[39-83]	71 [60-82]	0.065
Hypoglycemia (<50 mg/dL)	14 (35%)	6 (15%)	0.039 [†]
Blood gas analysis			
pH	7.215±0.140 7.227 [7.178-7.286]	7.276±0.074 7.270 [7.238-7.315]	0.036*
pCO ₂ (mmHg)	57.0±18.2 57.3 [48.7-65.6]	48.8±9.8 47.8 [44.1-52.5]	0.032*
HCO ₃ (mmol/L)	23.0±3.2 23.6 [22.2-24.7]	21.2±4.7 21.5 [20.1-24.0]	0.096
Base excess (mmol/L)	(-5)±4 (-4) [(-6)-(-2)]	(-5)±3 (-5) [(-6)-(-2)]	0.688
Acidosis (pH <7.2)	14 (35%)	6 (15%)	0.079
Hypercapnia (pCO ₂ >65 mmHg)	10 (25%)	2 (5%)	0.039 [†]
CRP	0.223±0.640 0.015 [0.010-0.030]	0.024±0.049 0.014 [0.010-0.020]	0.061
Positive CRP (>0.03 mg/dL)	9 (22.5%)	2 (5%)	0.039 [†]

Values are expressed as number (percent) or Mean±standard deviation and Median [inter-quartiles range].

* $P<0.05$ by Wilcoxon signed rank test

[†] $P<0.05$ by McNemar test

원의 출생아군(62.5%)에서 원내 출생아군(20%)보다 많았고($P<0.001$), 계면활성제 치료를 받은 경우도 원외 출생아군(52.5%)에서 원내 출생아군(20%)보다 많았다($P=0.002$). 예방적으로 계면활성제 투여가 가능한 재태 주령 30주 미만 혹은 1,250 g 미만의 미숙아는 양군에서 모두 6명이었으나, 원외 출생아군에서는 전원 전에 투여된 경우는 없었으며, 2012년 이후에 태어난 3명의 원내 출생아에게만 예방적으로 투여되었다. 원외 출생아군에서만 4명(10%)이 사망하였으며, 원내 출생아군에서 사망한 경우는 없었다(Table 3).

5. 전원 현황

대부분의 원외 출생아들은 이송용 인큐베이터로 이송이 되었으며, 2명(5%)은 요람이나 포대기에 싸여 전원되었다. 전원 시 산소 투여 방법은 보육기내로 100% 산소를 공급한 경우(free flow O_2)가 13건(32.5%), 산소머리덮개(oxygen hood)로 공급한 경우가 13건(32.5%), 그리고 기관내 삽관을 통해 산소를 공급한 경우가 9건(22.5%)이었

다. 정맥 주사 경로를 확보하고 전원 된 경우는 1건(2.5%)이었으며 10% 포도당을 투여하며 전원 되었다. 전원 시 동반한 의료진은 간호사 혼자인 경우가 29건(72.5%)이었고, 의사 혼자인 경우가 3건(7.5%), 의사와 간호사가 팀을 이룬 경우가 8건(20%)이었다(Table 4).

고 찰

최근 우리나라 통계청 발표에 의하면, 미숙아 출생은 1995년 18,232명에서 2011년 28,166명으로 계속 증가하고 있다. 이러한 미숙아뿐만 아니라, 출생 후 집중 치료가 필요한 고위험 신생아들의 분만도 증가하고 있는 실정이다.

산전 검사에서 태아에게 문제가 있을 것으로 예상되는 고위험 임신의 경우, 가능하면 고위험 신생아가 분만되기 전에 집중 치료와 같은 적절한 수준의 치료가 가능한 상급 의료 기관으로 이송하는 것이 이상적이다. 하지만 모든 고위험 임신 및 고위험 신생아의 출생을 예상할 수 없고, 분만 후에 고위험 신생아가 발견되어 신속히 이송할 수 밖에

Table 3. Clinical Outcomes of Outborn and Inborn Groups during Hospitalization

	Outborn Group (n=40)	Inborn Group (n=40)	P-value
Hospital days	26±18 21 [14-38]	26±23 19 [11-39]	0.085
Hospital days except expired newborns group*	28±18 24 [14-41]	23±15 19 [11-36]	0.005 [‡]
Duration of mechanical ventilation (day)	2.9±5.8 0 [0-4.75]	1.9±8.4 0 [0-0]	0.028 [‡]
Use of ventilation	17 (42.5%)	8 (20%)	0.049 [‡]
Use of inotrope	7 (17.5%)	0 (0%)	0.016 [‡]
Duration of total parenteral nutrition (day)	4.2±7.1 0 [0-7.75]	5.0±10.6 0 [0-0]	0.837
Respiratory distress syndrome			
Present of respiratory distress syndrome	25 (62.5%)	8 (20%)	<0.001 [‡]
Treated with surfactant	21 (52.5%)	8 (20%)	0.002 [‡]
Bronchopulmonary dysplasia	0	1 (2.5%)	1.000
Patent ductus arteriosus	3 (7.5%)	2 (5%)	1.000
Intraventricular hemorrhage (≥grade II)	3 (7.5%)	1 (2.5%)	0.625
Necrotizing enterocolitis	0	1 (2.5%)	1.000
Death	4 (10%)	0	0.125

*Compared outborn group with inborn group except expired newborns (n=36)

Values are expressed as number (percent) or Mean±standard deviation and Median [inter-quartiles range]

[‡] $P<0.05$ by Wilcoxon signed rank test

[‡] $P<0.05$ by McNemar test

Table 4. Characteristics and Facilities while Outborn Preterm Infants were Transferred

	Total (n=40)
Tools of transferred baby	
Portable incubator	38 (95%)
Cradle	1 (2.5%)
Baby wrap	1 (2.5%)
O2 supply during transferred period	
Yes	37 (92.5%)
No	3 (7.5%)
Method of O2 supply	
Free flow O2	13 (32.5%)
Hood	13 (32.5%)
Nasal prong	2 (5%)
Endotracheal tube	9 (22.5%)
None	3 (7.5%)
Given surfactant before transport	0 (0%)
Intravenous infusion before transport	1 (2.5%)
Use of antibiotics before transport	0 (0%)
Time of arrival at the NICU (min)	95 [74-177]
CPR during transport	2 (5%)
Transport personnel	
Nurse	29 (72.5%)
Physician	3 (7.5%)
Physician+Nurse	8 (20%)

Abbreviations: NICU, neonatal intensive care unit; CPR, cardio-pulmonary resuscitation
Values are expressed as number (percent) or Median [inter-quartiles range]

없는 경우를 흔하게 경험하게 된다.^{3,11,12} 따라서 출생 후 고 위험 신생아를 이송해야 하는 경우, 전원 전 신생아의 안정화와 안전한 이송을 위한 훈련된 인력과 장비로 구성된 이송체계가 필요하고, 가까운 상급 신생아중환자실로 전원하여 전문적인 치료를 받을 수 있도록 신생아 집중 치료의 지역화가 필요하다.^{3,12,14}

1975년 미국에서는 ‘Toward Improving Outcome of Pregnancy (TIOP)’라는 정책 하에, 신생아 중환자 관리를 Level I, II, III로 나누어 관리하기 시작하였고, 이후 신생아중환자실의 질적 그리고 양적 개선을 도모하고 지역화를 통해 숙련된 의료 인력과 고가의 장비 등 의료자원을 효율적으로 배분하려는 목적으로 신생아 질병의 중등도와 각 의료기관의 능력에 따라 등급의 기준을 구체화하여 관리하고 있다.^{1,15} 일본에서도 일찍이 정부에서 지원하여

1979년 ‘Regionalization of neonatal care to improve newborn death rate’ 프로젝트의 일환으로 산과와 소아과가 공조하여, 1984년 모자중환자실(Maternal Fetal Intensive Care Unit)를 설립하였으며, 1991년 병원간 고위험 신생아의 이송을 위해 ‘Doctor Car’를 도입하였다. 2010년 기준으로 일본에는 총 242개의 주산기 진료 센터와 77개의 주산기 모자 의료 센터가 설립되어 있다.^{3,16}

하지만 국내에서는 이러한 고위험 산모 및 신생아를 위한 지역화 진료 및 이송 체계가 명확히 확립되어 있지 않으며, 또한 이에 대한 실태 조사 및 연구도 미흡한 실정이다.^{2,3,17} 전원 된 신생아에 대한 국내 연구⁷에서는 원외 출생아군의 RDS의 발생 빈도가 원내 출생아군보다 유의하게 낮았고, 사망률도 원외 출생아군이 원내 출생아군보다 유의하게 낮았다고 보고하였다. 하지만 연구자들이 고찰에 언급하였듯이, 이러한 연구 결과는 원외 출생아군에 비하여 원내 출생아군의 재태 주령과 출생 체중이 유의하게 낮았기 때문으로 생각된다. 따라서 이 연구는 전원 된 신생아의 문제점을 제시하기에는 적절하지 못하며 또한 현재부터 20년 이전의 연구로 최근의 국내 상황을 제시하기에는 어려움이 있겠다.

신생아 전원에 대한 국내 연구¹⁷에서, 대부분의 경우에 지역 응급 의료 센터를 통해 전원 되지만, 전원 결정까지 여러 의료 기관을 거쳐 상당한 시간이 소요되는 것으로 보고되었다. 이는 국내 신생아 집중치료의 인프라가 부족하다는 것을 나타내는 것으로, 지역화된 주산기 의료 전달 체계의 체계적인 구축이 필요하다고 연구자들은 언급하였다.

본 저자들의 연구에서는 Level I의 신생아실이 있는 1차 의료 기관에서 출생한 고위험 신생아가 상급 의료기관으로 전원 되기까지의 문제점을 알아보고자 하였으며, 고위험 신생아가 출생한 후 신생아 소생술이 이루어진 후, 환자의 상태를 확인하고 안정화를 유지하고 있는지 또한 적절한 관찰과 치료를 시행하면서 안전한 전원이 이루어지고 있는지를 확인하고자 하였다.

1996년에 소개된 ‘S.T.A.B.L.E. Program’은 신생아 소생술 후 신생아의 안정된 상태를 확인하고 적절한 관찰과 치료를 시행하기 위해 고안된 프로그램이다. 따라서 본 연구자들은 ‘S.T.A.B.L.E. Program’에서 권고하고 있는 사항

들을 순서대로 본 연구 결과와 비교해 논하도록 하겠다.¹⁸

첫 번째는 ‘혈당과 안전(Sugar and Safe care)’이다. 본 연구에서는 저혈당의 발생빈도가 원외 출생아군(25%)에서 원내 출생아군(5%)에 비해 유의하게 높았다. 35주 미만의 미숙아들은 저혈당에 대한 선별검사가 필요한 고위험군으로¹⁹ 신생아기의 저혈당은 적절한 치료가 이루어지지 않은 경우, 영구적인 신경학적 후유증을 나타내는 것으로 알려져 있다.^{20,21} S.T.A.B.L.E. Program의 혈당에 대한 지침(glucose guideline)¹⁸에 의하면, 출생 후 혈당이 50 mg/dL 미만으로 측정된 신생아들은 지속적으로 포도당액을 정맥으로 투여하며 혈당 검사를 반복하여 혈당이 연속으로 2번 50 mg/dL 이상 유지되도록 해야 한다. 비록 본 연구에서는 원외 출생아군에서 전원 전에 혈당 검사가 시행되었는지에 대한 조사는 이루어지지 못하였지만, 원외 출생아군에서 저혈당의 발생 빈도가 높았고, 포도당 정맥 주사를 투여하면서 전원 된 경우는 한 명으로, 대부분의 병원에서 이송 전 혈당 관리가 미흡했다고 추측된다. 따라서 고위험 신생아들에게 저혈당이 발생하지 않도록, 출생 후 특히 전원 전에 혈당 검사를 시행하고 필요한 경우에 포도당액을 정맥으로 투여하는 것이 향후 신경학적 장애를 예방하는데 도움이 되겠다.¹⁸ 출생 후 신생아에서 발생할 수 있는 안전 사고 및 오류를 줄이기 위한 안전한 처치(Safe care)도 중요하다. 예를 들어, 제대정맥 도관이나 제대동맥 도관을 삽입 후에도 도관의 끝을 적절한 위치에 위치시키고 도관을 안전하게 고정하고 유지하는 것이 중요하겠다. 또한 신생아 소생술 시행 전, 시행 중 그리고 시행 후에 발생할 수 있는 안전 사고들을 예측하고 미리 예방하려는 노력이 필요하겠다.^{18,22,23}

두 번째는 ‘체온(Temperature)’이다. 본 연구에서 원내 출생아군과 원외 출생아군의 평균 체온은 유의한 차이가 없었고 저체온의 빈도도 유의한 차이가 없었다(Table 2). 대부분의 이송된 환아들은 이송용 인큐베이터를 이용하여 환아들의 저체온증을 예방하고, 정상체온을 유지하며 이송되었다. 최근, 신생아 가사가 있는 경우에 저산소성 허혈성 뇌증을 완화시키기 위해 전원 시 저체온을 유지하려는 연구들이 보고되고 있다.^{24,25} 하지만 이러한 연구는 재태 주령 36주 이상의 신생아를 대상으로 한 연구들이다. 따

라서 향후 신생아 가사가 있는 35주 미만 재태 주령인 미숙아에서의 전원 시 저체온을 유지하는 것이 좋은지에 대한 추가적인 연구가 필요하겠다.

세 번째는 ‘기도(Airway)’이다. 본 연구의 전원 후 초기 임상 소견에서, 호흡 곤란 상태를 반영하는 산증 혹은 고탄산혈증의 발생 빈도가 원내 출생아군(15%)과 비교해서 원외 출생아군(40%)이 높았다. 이러한 결과는 호흡 곤란이 있는 환아에서 환기를 도와주기 위한 적절한 조치가 부족했기 때문일 것으로 생각된다. 따라서 이송 중이라도 필요한 경우에 신생아 이송 전문 간호사나 의사가 기도내 삽관, 호기말양압 환기 또는 비강내 지속성 양압호흡을 시행하여 환아의 환기를 도와줄 수 있는 적절한 환기 요법이 필요하겠다.^{26,27} 본 연구에서 대부분의 환아들이 100%의 산소를 공급 받으면서 전원 되었다. 하지만 미숙아에게 일률적으로 100%의 산소를 지속적으로 공급하는 것은 BPD와 같은 산소 독성으로 인한 폐 손상을 유발할 수 있고 ROP의 위험을 증가시킬 수 있어 100%의 산소 투여에 신중을 기하여야 하겠다.^{28,29} 본 연구에서 원외 출생아군의 RDS 발생 빈도가 원내 출생아군에 비해 유의하게 높았고, 국외 연구에서도 본 연구와 비슷하게 RDS의 발생 빈도가 원내 출생아군에 비해 유의하게 높은 것으로 보고 되고 있다.³⁰ Mildenhall 등³¹과 Arad 등³²은 미숙아를 이송하기 전에 계면활성제를 사용하여 RDS의 발생 빈도를 의미있게 감소시켰다고 보고하였다. 재태 주령 30주 미만 혹은 출생 체중 1,250 g 이하인 원외 출생아를 대상으로 예방적 계면활성제 투여를 고려해 볼 수 있으나,³³⁻³⁵ 실제 본 연구 관찰에서는 본원으로 이송된 대상자 6명 중 기관 삽관과 흉부 압박 등 심폐소생술을 하면서 전원된 환아들은 있었지만, 계면활성제를 투여하고 안정화된 이후에 이송한 경우는 없었다. RDS의 발생 빈도를 감소시킬 수 있도록, 예방적 계면활성제 사용의 기준이 되는 미숙아들에게 계면활성제를 사용하여 호흡곤란을 안정화시킨 후 전원하는 것이 필요하겠다.

네 번째는 ‘혈압(Blood pressure)’이다. 신생아에서 보이는 쇼크는 저혈량성, 심인성, 그리고 패혈성 쇼크이며, 심박출량을 증가시키기 위해 심근수축제로 dopamine이 가장 흔하게 쓰인다.^{18,22} 본 연구에서 두 군 간의 평균 혈압의 차

이는 없었지만, 저혈압이 있거나 혈류역학적으로 불안정하다고 판단되어 dopamine이나 dobutamine과 같은 심근 수축제가 필요한 경우가 원외 출생아군에서 많았다(Table 3). 따라서 이송 전 저혈압이나 혈류역학적으로 불안정이 있는지에 대한 사정이 필요하겠었다.

다섯 번째는 '검사(Lab work)'이다. 신생아는 감염 위험이 높다.^{18, 22} 그러므로 신생아 소생술을 시행 하거나 이송하는 동안, 신생아의 감염 위험을 줄이기 위한 조치가 필요하다.²³ 본 연구 결과를 살펴 보면, 원외 출생아군에서 CRP가 양성인 경우가 원내 출생아군의 CRP 양성인 경우보다 유의하게 많았다(Table 3). 또한 실제 혈액에서 균이 배양된 경우는, 원외 출생아군에서 두 명 이었다. 따라서 후송 시 혈액 배양 검사를 위해 최소 1 mL 이상의 혈액배양을 하고, 조기 신생아 패혈증을 치료하기 위해 경험적 항생제 사용이 필요하겠었다.

여섯 번째는 '정신적 지지(Emotional support)'이다. 그들의 아이가 미숙아이고, 신생아 중환자실에서 떨어져 지내게 되어, 건강한 신생아를 기대하였던 가족들은 불안해할 수 있다. 가족들을 위하여 의료진들은 세심한 배려를 통해 불안감을 낮추어 주고, 병원 간의 정보 전달을 통하여 산모에게 환자 상태를 알려 주는 배려가 필요하겠었다.²²⁻²⁴

본 연구에서 사망한 환아는 원외 출생아군에서만 4명이었다. 첫 번째 환아는 RDS에 동반된 폐출혈로 출생 후 1일째에 사망하였고, 두 번째 환아는 RDS와 혈류역학적으로 의미 있는 PDA 그리고 동반된 신생아 지속성 폐동맥 고혈압증으로 출생 후 4일째에 사망하였다. 다른 두 명은 RDS와 조기 신생아 패혈증에 의한 패혈성 쇼크와 NEC로 각각 생후 9일과 24일째에 사망하였다.

국외 연구에서도 원외 출생아군에서 사망률이 유의하게 높았는데, 그 이유로 호흡부전, 이송으로 인한 IVH의 위험증가, 이송 전과 이송 간의 부적절한 안정화, 그리고 기계환기기의 사용이나 계면활성제의 사용이 늦어졌기 때문이라고 하였다.^{30, 36} 하지만 최근 숙련된 소아과 전문의와 간호사에 의한 안정화, 양질의 전원 시스템, 이송거리의 단축, 그리고 전문화된 이송팀에 의한 신생아 전원 등의 의료 전달 시스템을 보완하여 사망률을 줄일 수 있었다는 최근 보고들이 나오고 있다.^{37, 38}

미국에서는 이송을 필요로 하는 미숙아들이 기계환기가 필요한 호흡기 질환을 가지고 있는 경우가 많아, 의사와 간호사, 응급의료요원, 호흡치료사 등 전원시 필요한 의료진을 이송팀으로 구성하여 운영하고 있다.²⁷ 하지만 국내 여건상 이송할 때마다 의사가 동행할 수 없어 간호사만 동행하는 것이 대부분이고², 본 연구에서도 같은 결과를 보였다. 특히 전원예 의사가 동행한 경우에도, 동행한 의사는 인턴이나 일반 소아과 전문의였고, 신생아 전문의가 이송팀에 합류된 경우는 없었다.

신생아 이송은 일방향 이송(One-way transport)과 양방향 이송(Two-way transport)으로 나누어 볼 수 있겠다. 본 연구에서 모든 환아들의 이송은 출생한 병원의 이송팀에 의해 이송용 인큐베이터로 이송되는 일방향 이송방법을 통해 이루어졌다. 일방향 이송은 환아를 보내는 병원에서 이송팀으로 전원 보내는 것으로, 환자의 이송시간이 절약되지만, 병원의 규모가 작은 경우에는 숙련된 이송팀을 유지하기가 어려운 단점이 있다. 양방향 이송은 환아를 받는 병원의 이송팀이 전원을 의뢰한 병원으로 가서 환아를 데리고 다시 돌아오는 방법으로, 환아를 받는 병원의 규모가 크고, 이송팀의 구성이 숙련된 경우가 많고 조금 더 적합한 운송매체를 사용할 수 있지만, 환아 이송에 시간이 더 걸린다. 현재 국내 상황으로는 의사나 간호사가 동승할 경우 앰블런스 사용료 외 25,000원을 가산하는 정도의 수가만 책정 되어 있어, 전문 의료 인력이 포함된 신생아 이송팀을 구성하기 위한 제도적인 개선 방안이 필요하겠었다.¹¹

최근 미숙아를 비롯한 고위험 신생아의 출생이 증가하고 있으나, 국내에서는 아직도 많은 신생아들이 Level I 수준의 개인 산부인과 병원에서 출생하고 있는 실정이다.⁸ 본 연구에서 전원 된 미숙아들에게 출생 후 적절한 신생아 심폐소생술이 이루어 졌는지에 대한 조사는 이루어 지지 못했다. 하지만 전원된 미숙아에서 입원 당시 저혈당과 호흡곤란의 발생 빈도가 높았고, 입원 후 기계환기기, 계면활성제 그리고 심근수축제를 사용한 경우도 많았고 사망률 또한 높았다. 이는 이들에게 적절한 신생아 심폐소생술과 이송 전 안정화가 이루어지지 못하였기 때문으로 추측된다.

국내에는 아직도 지역화 진료 체계에 따른, 해당 Level의 신생아실에 필요한 적절한 의료 인력과 장비 및 시설에

대한 제도적 기준이 마련되어 있지 못하다. 따라서 신생아를 안정화 시킨 후 이송할 수 있도록, 의료 인력에 대한 교육과 Level 수준에 따른 장비 및 설비 그리고 신생아 집중 치료 시설의 인프라와 지역화 진료 체계 그리고 의료 전달 체계의 구축을 위한 제도적인 대책이 필요하겠다. 특히 국내에서는 많은 신생아들이 Level I의 의료 기관에서 출생하고 있으므로, Level I의 신생아실에서도 적절한 신생아 소생술, S.T.A.B.L.E. program을 통한 신생아 안정화 그리고 안전한 신생아 이송이 이루어질 수 있도록 의료진에 대한 교육이 절실히 필요하겠다.

References

- 1) Stark AR, American Academy of Pediatrics Committee on F, Newborn. Levels of neonatal care. *Pediatrics* 2004;114:1341-7.
- 2) Sin JB. Regionalization of neonatal care and neonatal transport system. *Korea J Pediatr* 2007;50:1-6.
- 3) Chang YS. Regionalization of neonatal intensive care in Korea. *Korean J Pediatr* 2011;54:481-8.
- 4) Kang BH, Jung KA, Hahn WH, Shim KS, Chang JY, Bae CW. Regional analysis on the incidence of preterm and low birth weight infant and the current situation on the neonatal intensive care units in Korea, 2009. *J Korean Soc Neonatol* 2011;18:70-5.
- 5) Ahn HS. Textbook of Pediatrics. Seoul: Mirae N Co; 2012.
- 6) Barfield WD, Papile L-A, Baley JE, Benitz W, Cummings J, Carlo WA, et al. Levels of Neonatal Care. *Pediatrics* 2012; 130:587-97.
- 7) Lee HC, Choi JY, Kim HM, Lim BK, Kim JS. Clinical characteristics of inborn and outborn infants admitted to the NICU. *J Korea Pediatr Soc* 1993;36:1647-55.
- 8) Kim HS. Evaluation of performance and efficiency in operation of neonatal intensive care unit. Final report. Seoul: Bureau of Public Health Policy (Korea), Ministry of Health and Welfare; 2012. Report No.: 11-1352000-00878-01.
- 9) Zaichkin J, Weiner GM. Neonatal Resuscitation Program (NRP) 2011: new science, new strategies. *Neonatal Netw* 2011;30:5-13.
- 10) Shin S, Namgung R, Oh Y, Yoo B, Jun Y, Lee K. A survey on the current status of neonatal intensive care units for the planning of regional perinatal care system in Korea. *J Korean Soc Neonatol* 1996;3:1-8.
- 11) Shin SM. Establishment of the postnatal transport system of the high risk newborn. *Korean J Perinatol* 1999;10:148-54.
- 12) Jun YH. Transfer of high risk newborn. *Korean J Perinatol* 2004;15:14-8.
- 13) Lee H, Lee K, Shin M. Analysis of maternal child health services in Korea-perspective of the premature Infant. *J Korean Acad Child Health Nurs* 2009;15:81-7.
- 14) Hulsey T, Pittard 3rd W, Ebeling M. Regionalized perinatal transport systems: association with changes in location of birth, neonatal transport, and survival of very low birth weight deliveries. *J S C Med Assoc* 1991;87:581-4.
- 15) Ryan Jr GM. Toward improving the outcome of pregnancy: recommendations for the regional development of perinatal health services. *Obstet Gynecol* 1975;46:375-84.
- 16) Bae CW. Bench-marking of Japanese perinatal center system for improving maternal and neonatal outcome in Korea. *Korean J Perinatol* 2010;21:129-39.
- 17) Kim MJ, Lee MC, Yoo JH, Kim MJ. Analysis of maternal and neonatal transport by the 1339 emergency medical information center in Busan area. *J Korean Soc Neonatol* 2011;18:137-42.
- 18) Kendall AB, Scott PA, Karlson KA. The S.T.A.B.L.E.® Program: the evidence behind the 2012 update. *J Perinat Neonatal Nurs* 2012;26:147-57.
- 19) Jain A, Aggarwal R, Sankar MJ, Agarwal R, Deorari AK, Paul VK. Hypoglycemia in the newborn. *Indian J Pediatr* 2010;77:1137-42.
- 20) Rozance PJ, Hay WW. Hypoglycemia in newborn infants: features associated with adverse outcomes. *Biol Neonate* 2006;90:74-86.
- 21) Adamkin DH. Postnatal glucose homeostasis in late-preterm and term infants. *Pediatrics* 2011;127:575-9.
- 22) Taylor RM, Price-Douglas W. The STABLE® program: postresuscitation/pretransport stabilization care of sick infants. *J Perinat Neonatal Nurs* 2008;22:159-65.
- 23) Kim AR. Post-resuscitation Stabilization. the 12th Neonatal Resuscitation Workshop; 2013 June 1; Seoul. Seoul: The Korean Society of Neonatology, 2013.
- 24) Shankaran S. Neonatal encephalopathy: treatment with hypothermia. *J Neurotrauma* 2009;26:437-43.
- 25) Higgins RD, Raju T, Edwards AD, Azzopardi DV, Bose CL, Clark RH, et al. Hypothermia and other treatment options for neonatal encephalopathy: an executive summary of the Eunice Kennedy Shriver NICHD workshop. *J Pediatr* 2011; 159:851.
- 26) Blake A, McIntosh N, Reynolds E, Andrew DS. Transport of newborn infants for intensive care. *Br Med J* 1975;4:13.
- 27) Thompson TR. Neonatal transport nurses: an analysis of their role in the transport of newborn infants. *Pediatrics* 1980;65: 887-92.

- 28) Weinberger B, Laskin DL, Heck DE, Laskin JD. Oxygen toxicity in premature infants. *Toxicol Appl Pharmacol* 2002; 181:60-7.
- 29) Askie LM. Optimal oxygen saturations in preterm infants: a moving target. *Curr Opin Pediatr* 2013;25:188-92.
- 30) Chien L-Y, Whyte R, Aziz K, Thiessen P, Matthew D, Lee SK. Improved outcome of preterm infants when delivered in tertiary care centers. *Obstet Gynecol* 2001;98:247-52.
- 31) Pavuluri L, Bowman E. Safety of synthetic surfactant use before preterm newborn transport. *J Paediatr Child Health* 1999;35:530-5.
- 32) Arad I, Baras M, Bar-Oz B, Gofin R. Neonatal transport of very low birth weight infants in Jerusalem, revisited. *IMAJ-RAMAT GAN* 2006;8:477.
- 33) Kendig JW, Notter RH, Cox C, Reubens LJ, Davis JM, Maniscalco WM, et al. A comparison of surfactant as immediate prophylaxis and as rescue therapy in newborns of less than 30 weeks' gestation. *N Engl J Med* 1991;324:865-71.
- 34) Long W, Corbet A, Cotton R, Courtney S, McGuinness G, Walter D, et al. A controlled trial of synthetic surfactant in infants weighing 1250 g or more with respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1991;325:1696-703.
- 35) Dani C, Bertini G, Pezzati M, Cecchi A, Caviglioli C, Rubaltelli FF. Early extubation and nasal continuous positive airway pressure after surfactant treatment for respiratory distress syndrome among preterm infants < 30 weeks' gestation. *Pediatrics* 2004;113:e560-e3.
- 36) Kollée LA, Brand R, Schreuder AM, Ens-Dokkum MH, Veen S, Verloove-Vanhorick SP. Five-year outcome of preterm and very low birth weight infants: a comparison between maternal and neonatal transport. *Obstet Gynecol* 1992;80: 635-8.
- 37) Chung MY, Fang PC, Chung CH, Chen CC, Hwang KP, Chen FS. Comparison of neonatal outcome for inborn and outborn very low-birthweight preterm infants. *Pediatr Int* 2009;51: 233-6.
- 38) Kuo S, Kimata C, Akamine K, Young B, Balaraman V. Outcomes of inborn and transported extremely premature very-low-birthweight infants in Hawai 'i. *Pediatr Int* 2012;54:365-9.

= 국 문 초 록 =

목적 : 국내에서는 고위험 신생아를 위한 지역화 진료 체계가 완전히 확립되어 있지 않고 더욱이 안전한 신생아 이송 체계가 구축되어 있지 않은 상태이다. 본 저자들은 고려대학교 의료원 안산병원 신생아중환자실로 이송된 35주 미만의 미숙아를 대상으로 이송에 따른 문제점과 이들 미숙아들의 임상 경과 및 합병증 그리고 사망률을 원내 출생한 35주 미만의 미숙아들과 비교 분석하여, 지역 내 신생아 집중 치료의 지역화 진료 및 이송의 현실과 문제점을 파악함으로써 향후 우리 나라 실정에 맞는 적절한 국내 신생아 집중 치료의 지역화 진료 체계 및 이송 체계를 구축하는데 도움이 되고자 하였다.

방법 : 2006년 1월부터 2013년 6월까지, 재태 주령 35주 미만이면서, 타 병원에서 출생 후 생후 3일 이내에 고대안산병원 신생아중환자실로 전원 된 원외 출생아(40명)와 대조군으로 같은 재태 주령과 같은 출생 체중의 원내 출생아(40명)를 대상으로 의무기록을 검토하여 후향적으로 연구를 하였다.

결과 : 입원 당시, 저혈당과 호흡곤란 증후군의 발생 빈도는 원외 출생아군에서 원내 출생아군보다 유의하게 높았다. 계면활성제의 사용빈도와 기계환기 사용빈도, 심근수축제 사용빈도도 원외 출생아군에서 유의하게 높았다. 전원 전 계면활성제를 사용한 환아는 없었으며, 원외 출생아군에서만 4명(10%)이 사망하였으며, 원내 출생아군에서 사망한 경우는 없었다. 신생아 이송팀들의 대부분은 간호사만으로 구성되었고, 의사가 포함된 이송팀은 적었다.

결론 : Level 1의 의료기관에서 출생한 고위험 신생아의 사망률과 이병률을 감소시키기 위해서는 신생아의 안정화와 안전한 이송을 위한 의료진에 대한 교육이 필요하다. 그리고 각 Level 에 따른 적절한 의료 인력과 장비 및 설비 그리고 신생아 집중 치료 시설의 인프라와 지역화 진료 체계의 구축을 위한 제도적 기준이 필요하겠다.

중심 단어 : 신생아 이송, 지역화, 고위험 신생아, 신생아 소생술, 안정화