Original article

<http://dx.doi.org/10.5385/jksn.2012.19.3.134>
pISSN 1226-1513 • eISSN 2093-7849

한국 신생아집중치료실 입원 신생아의 임신나이별 생존율의 변화 (2002-2009년)

경희대학교 의학전문대학원 소아청소년과, 경희대학교 대학원 의학과 및 울산의대 서울아산병원 신생아과*
허영희·이영재·이원석·정성훈*·최용성*·이경석·장지영·배종우

Survival Outcome of Neonatal Intensive Care Units in Korea by Gestational Age (2002-2009)

Young Hee Heo, M.D., Young Jae Lee, M.D., Won Seok Lee, M.D., Sung Hoon Chung, M.D. *, Yong Sung Choi, M.D. *, Kyung Suk Lee, M.D., Ji Young Chang, M.D., and Chong-Woo Bae, M.D.

Department of Pediatrics, Kyung Hee University School of Medicine, Seoul, Korea

Department of Pediatrics*, Kyung Hee University Graduate School and Department of Neonatology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: There has recently been improvement in treatment skills and outcomes of patients in neonatal intensive care units (NICUs) of Korea. According to several studies, such results of very to extremely low birth weight infants were markedly improved in comparison to that of Japan or USA. In speculation, the authors reviewed the survival outcomes by gestational age from 2002 to 2009.

Methods: We extracted the survival outcomes of NICU patients by gestational age from the data of previous studies. Data from Japanese Perinatal Care Center Research Network and NICHD Neonatal Research Network of US were used for comparison.

Results: The survival rates by gestational age are as follows (2002, 2007, and 2009 respectively): 22-23 weeks (3.4, 19.0, 28.6%), 24 weeks (21.3, 44.0, 59.3%), 26 weeks (59.4, 77.8, 78.0%), 28 weeks (79.0, 88.0, 91.2%), 30 weeks (93.8, 95.3, 93.6%), 32 weeks (95.3, 97.1, 98.2%), 34 weeks (98.8, 99.0, 99.0%), 36 weeks (99.2, 99.1, 99.2%), 38 weeks (99.7, 99.5, 99.2%), 40 weeks (99.7, 99.4, 99.2%), longer than 42 weeks (100.0, 96.3, 94.7%). For infants with a gestational age lesser than 28 weeks, the survival rates of Korea (2009), Japan (2009), and US (2003-2007) were 77.5, 89.0 and 71.6% respectively. The statistics of Korea ranked between those of Japan, USA.

Conclusion: The survival rate of neonates admitted to NICU in Korea markedly improved from 2002 to 2009. The present study is the first report of survival rate by gestational age in Korea and will become a fundamental basis for further improvement in neonatal care.

Key Words: Survival rate, Mortality, Gestational age, Neonatal intensive care unit, Neonate

서론

한국에서 신생아관리의 발전으로 인해 신생아집중치료를 받은

미숙아나 고위험신생아의 예후 및 생존율은 최근 크게 향상되고 있다. 한국에서 최근 15년 동안, 전국 규모로 신생아집중치료실 (neonatal intensive care unit, NICU)에 입원한 신생아의 입원 및 사

Received: 26 June 2012, Revised: 23 July 2012, Accepted: 25 July 2012

Correspondence to: Chong-Woo Bae, M.D.

Department of Pediatrics, Kyung Hee University Hospital at Gangdong, #149 Sangil-dong, Gangdong-gu, Seoul 134-727, Korea

Tel: +82-2-440-6130, Fax: +82-2-440-7175, E-mail: baecw@khnmc.or.kr

망률에 관한 조사는 4차례에 걸쳐 보고 되었다. 이는 Bae 등¹⁾의 1996년의 전국 64개 병원 신생아집중치료실 자료보고, Park 등²⁾의 2003년 전국 67개 병원 자료보고, Hahn 등³⁾의 2007년 전국 57개 병원 자료보고, Chang 등⁴⁾의 2009년 전국 112개 병원 보고들이다. Hahn 등³⁾은 이 중에서 다른 세 자료 중에서 출생체중별로 1,500 g 미만인 극소저체중출생아(very low birth weight infant, VLBWI), 1,000 g 미만인 초극소저체중출생아(extremely low birth weight infant, ELBWI)에 대한 생존율을 종합 정리하고, 미국과 일본의 수준과 비교하여 한국에서 출생체중별로 VLBWI, ELBWI에서의 생존율도 매우 증가된 수준을 보이고 있고, 일본 미국의 수준에 근접하는 것을 발표하였다.

이에 저자들은 이전 보고에서 NICU에 입원하였던 신생아들에서 출생체중별이 아니고 재태연령별로 나누어서, 임신나이별 생존율이 각 년도별로 얼마이고, 그 생존의 개선이 어떤 변화추세인지를 살펴 보아, 한국에서 최근 10년간 NICU 신생아의 임신나이별 생존율의 개선을 파악하고자 본 연구를 실시하였다. 또한 일본과 미국에서 임신 기간별 NICU 생존율의 보고들과 비교하여, 한국의 NICU에서의 미숙아들의 생존율의 현재 수준을 파악하고자 하였다.

대상과 방법

한국에서 2000년대에 보고된 전국 NICU 입원환자의 생존율 보고들인 2003년 Park 등²⁾, 2007년 Hahn 등³⁾, 2009년 Chang 등⁴⁾에서 NICU 입원환자의 임신나이별 생존율을 발췌하였다.

한국과 일본 및 미국의 비교를 위해서, 일본과 미국의 보고 중 가장 최근의 전국 규모의 보고인 일본 Perinatal Care Center Research Network의 2009년 일본 전국 NICU에서 미숙아 생존율 보고⁶⁾ 중에서 임신나이별 생존율 보고와, 미국에서 가장 큰 규모의 전국적인 NICU 네트워크인 NICHD Neonatal Research Network에서 Stoll 등⁷⁾이 발표한 2003-2007년 미국에서의 초미숙아의 예후 보고 중에서 임신나이별 생존율을 비교용으로 사용하였다.

WHO의 International Statistical Classification of Disease (ICD) and Related Health Problems 10판⁸⁾에 의하면, 임신나이 구분에 따른 신생아를 미숙아(임신나이, 37주 미만), 만삭아(임신나이, 37-41주), 과숙아(임신나이, 42주 이상)로 구분한다. 본 연구에서는 미숙아를 상기처럼 28주 이하, 29-31주, 32-36주로 구분하여 생존율을 비교하였다.

신생아사망(생존)률의 계산에서 Park 등²⁾, Hahn 등³⁾은 생후 28일 이내 신생아 사망률로 계산된 것이고, Chang 등⁴⁾, 일본 Perinatal

Care Center Research Network⁶⁾, 미국 NICHD Neonatal Research Network⁷⁾은 NICU 퇴원까지의 사망(생존)률로 계산된 것이다. 신생아사망률에서 28일 이전 사망률과 NICU 퇴원시의 사망률은 조금의 차이가 있지만, 본 보고에서 제공되는 자료가 각각의 기준에 의한 것이기에, 비교에 이점을 고려해서 판단해야 할 것이다.

결과

1. 한국의 전국 NICU 입원 신생아의 임신나이별 생존율(2002, 2007, 2009년)

전국 NICU 입원 신생아의 2002, 2007, 2009년 임신나이별 생존율은 Table 1과 같다.

즉 임신나이별 생존율은 2002년, 2007년, 2009년에 22-23주가 각각 3.4, 19.0, 28.6%, 24주가 21.3, 44.0, 59.3%, 26주가 59.4, 77.8, 78.0%, 28주가 79.0, 88.0, 91.2%, 30주가 93.8, 95.3, 93.6%, 32주가 95.3, 97.1, 98.2%, 34주가 98.8, 99.0, 99.0%, 36주가 99.2, 99.1, 99.2%, 38주가 99.7, 99.5, 99.2%, 40주가 99.7, 99.4, 99.2%, 42주 이상이 100.0, 96.3, 94.7%이었다. 각각의 생존율을 비교한 것은 Fig. 1과 같다. 즉 임신나이가 증가할수록 생존율은 증가하였는데, 만삭아를 지나 과숙아(42주 이상)에서는 다시 감소하는 경향이었다. 각 임신나이별에서 전반적인 생존율은 2002년에 비해서 2009년에 개선되었다.

2. 미숙아, 만삭아, 과숙아의 생존율(2002, 2007, 2009년)

신생아의 임신나이별 구분에서 생존율은 Table 2에서 보는 바와 같이, 미숙아에서 2002, 2007, 2009년에서 각각 94.5, 95.5, 96.0%, 만삭아에서 각각 99.7, 99.4, 99.2%, 과숙아에서 각각 100.0, 96.3, 94.7%를 보였다. 즉 2002년에 비해서 2009년도에 생존율이 미숙아는 개선되고, 만삭아는 변동이 없고, 과숙아는 감소된 경향이었다.

3. 미숙아의 임신나이의 세부구분 생존율(2002, 2007, 2009년)

미숙아를 임신나이별 세부구분에서 28주 이하, 29-31주, 32-36주 구간에서 2002, 2007, 2009년도의 생존율의 비교는 Table 3과 같다. 2002, 2007, 2009년도에서 28주 이하가 각각 60.5, 74.0, 77.5%, 29-31주에서 각각 92.9, 95.8, 95.1%, 32-36주에서 각각 98.5, 98.9, 99.0%이었다. 임신기간이 길수록 생존율은 증가하였고, 전체적으로 각 구분에서 2002년도에 비해서 2009년도에 개선이 있었다.

Table 1. Neonatal Survival Rates of Newborn Infants who admitted to Neonatal Intensive Care Unit by Gestational Age in Korea (2002, 2007, and 2009)

GA (weeks)	2002 (62 hospitals)			2007 (57 hospitals)			2009 (112 hospitals)		
	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)
22	29	1	3.4				17	1	5.8
23	29	1	3.4	42	8	19.0	67	23	34.3
24	80	17	21.3	84	37	44.0	123	73	59.3
25	116	57	49.1	139	88	63.3	206	143	69.4
26	180	107	59.4	207	161	77.8	254	198	78.0
27	216	157	72.7	260	208	80.0	310	267	86.1
28	290	229	79.0	284	250	88.0	386	352	91.2
29	355	311	87.6	341	325	95.3	450	422	93.8
30	484	454	93.8	444	423	95.3	545	510	93.6
31	582	555	95.4	478	462	96.7	715	694	97.1
32	678	646	95.3	715	694	97.1	941	924	98.2
33	980	950	96.9	912	903	99.0	1,334	1,315	98.6
34	1,848	1,826	98.8	1,420	1,406	99.0	2,044	2,024	99.0
35	2,030	2,009	99.0	1,583	1,570	99.2	2,057	2,045	99.4
36	2,917	2,894	99.2	1,830	1,814	99.1	2,415	2,396	99.2
37	6,000	5,971	99.5	2,456	2,444	99.5	3,249	3,221	99.1
38	14,118	14,074	99.7	3,686	3,668	99.5	4,734	4,698	99.2
39	15,144	15,105	99.7	3,296	3,276	99.4	4,464	4,439	99.4
40	13,191	13,158	99.7	2,741	2,724	99.4	3,576	3,548	99.2
41	4,990	4,976	99.7	958	939	98.0	1,243	1,227	98.7
≥42	672	672	100.0	82	79	96.3	76	72	94.7
Total	64,929	64,169	98.8	21,957	21,479	97.8	29,206	28,592	97.9

Neonatal survival rate within 28 days after birth in 2002 and 2007, neonatal survival rate at time of neonatal intensive care unit discharge in 2009.

Fig. 1. Neonatal survival rates of newborn infants who admitted to neonatal intensive care unit by gestational age in Korea (neonatal survival rate within 28 days after birth in 2002, 2007, and neonatal survival rate at time of NICU discharge in 2009).

4. 초미숙아의 생존율(2002, 2007, 2009년)

임신나이 28주 이하인 초미숙아의 2002, 2007, 2009년의 생존율의 비교는 Table 3과 같다. 초미숙아의 2002, 2007, 2009년의 생존율은 60.5, 74.0, 77.5%로 증가 추세이었다.

5. 한국(2009년), 일본(2009년), 미국(2003–2007년)의 미숙아의 생존율 비교

1) 미숙아의 임신나이별 생존율 비교

한국, 일본, 미국의 생존율 비교는 Fig. 2와 같다. 전반적으로 한국은 일본과 미국의 중간 위치를 차지하고 있다. 즉 한국은 전세계적으로 미숙아 사망률이 가장 낮은 국가인 일본에 비해서는 아직 낮은 생존율이었으나 미국에 비해서는 높은 수준을 보이고 있었다.

2) 초미숙아의 생존율 비교

임신나이 28주 이하의 초미숙아에서 한국, 일본, 미국의 생존율의 비교는 Fig. 3과 같았다. 한국, 일본, 미국에서 각각 77.5%, 89.0%, 71.6%로, 일본이 현저히 우수하였고 한국은 일본과 미국의 사이에 위치하고 있었다.

고찰

한국 국내에서 LBWI, VLBWI, ELBWI의 생존율 종합보고를 보면 다음과 같다. 1960–1990년대 VLBWI, ELBWI의 생존율은 Bae와

Table 2. Neonatal Survival Rates in Preterm, Term, and Postterm (2002, 2007, and 2009)

GA (weeks)	2002 (62 hospitals)			2007 (57 hospitals)			2009 (112 hospitals)		
	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)
Preterm (≤ 36)	10,814	10,214	94.5	8,739	8,349	95.5	11,864	11,387	96.0
Term (37-41)	53,443	53,283	99.7	13,136	13,051	99.4	17,266	17,133	99.2
Postterm (≥ 42)	672	672	100	82	79	96.3	76	72	94.7
Total	64,929	64,169	98.8	21,957	21,479	97.8	29,206	28,592	97.9

Neonatal survival rate within 28 days after birth in 2002 and 2007, neonatal survival rate at time of neonatal intensive care unit discharge in 2009.

Table 3. Neonatal Survival Rate of Preterm Infants admitted to Neonatal Intensive Care Unit in Korea (2002, 2007, and 2009)

GA (weeks)	2002			2007			2009		
	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)	No. of cases	No. of survivor	Survival rate (%)
≤ 28	940	569	60.5	1,016	752	74.0	1,363	1,057	77.5
29-31	1,421	1,320	92.9	1,263	1,210	95.8	1,710	1,626	95.1
32-36	8,453	8,325	98.5	6,460	6,387	98.9	8,791	8,704	99.0
Total	10,814	10,214	94.5	8,739	8,349	95.5	11,864	11,387	96.0

Neonatal survival rate within 28 days after birth in 2002 and 2007, neonatal survival rate at time of neonatal intensive care unit discharge in 2009.

Fig. 2. Comparison of neonatal survival rate at time of NICU discharge of preterm infants admitted to neonatal intensive care unit between Korea, Japan, and USA. **Fig. 3.** Comparison of neonatal survival rate at time of NICU discharge of extremely preterm infants (gestational age: ≤ 28 weeks) admitted to neonatal intensive care unit between Korea, Japan, and USA.

Bae⁹⁾의 보고, Kim과 Bae¹⁰⁾의 보고에서 LBWI의 생존율은 1960년대에 76.6%, 1970년대에 83.0%, 1980년대에 85.8%, 1990년대에 91.9%이었다. VLBWI의 생존율은 1960년대에 33.8%, 1970년대에 43.2%, 1980년대에 49.1%, 1990년대에 67.1%이었다. ELBWI 생존율은 1960년대 0-10%, 1970년대 10-15%, 1980년대 8-10%, 1990년대 35-40%이었다. 지난 40년간 사망률이 괄목할 만하게 감소하였다. Hahn 등³⁾은 한국에서 2000년대 VLBWI의 생존율이 2002, 2007, 2009년에 각각 77.5, 84.7, 85.7%, ELBWI의 생존율이 각각 56.1, 67.7, 71.3%로 과거 1960-1990년대에 비해서 2000년대에 더 괄목할 만한 개선이 있었다고 보고하였다. 또한 이 2009년도 VLBWI, ELBWI 생존율의 결과를 2008년도 일본의 Perinatal Care Center

Network⁶⁾과 Payne 등¹¹⁾이 발표한 2006년도 미국의 Vermont Oxford Network 결과와 비교하였을 때, 일본과 미국의 수준에는 아직 조금 뒤지는 결과이다.

Hahn 등³⁾의 보고에서는 한국 NICU에서의 생존율을 출생체중별로 구분하여, 작은 출생체중군인 VLBWI, ELBWI 생존율 보고이다. 출생체중별이 아닌 임신나이별 NICU 생존율 보고는 단일병원 수준에서 개별적으로 몇 개 있었지만, 전국규모의 자료에서 임신나이별 NICU입원환자에 대한 생존율의 보고는 한국에서 이 보고가 처음이다. 즉 종래 출생체중별 구분에 따른 생존율의 검토가 주로 이루어져 왔는데, 임신기간별 검토의 중요성도 대두되고 있는 상황에서, 임신나이별 한국에서의 전체적 생존율의 검토는 기초자료로서 매우

중요한 것이다. 이 점에서 본 연구는 2000년대(2002, 2007, 2009년) 전국 자료를 취합할 수 있어 의미를 가진다.

본 연구에서 전체 NICU 입원환자에서 임신나이별 생존율, 미숙아 만삭아 과숙아별 생존율, 미숙아 중에서도 최근 생존한계의 증가로 인해서 생존율이 증가하고 있는 초미숙아군(28주 이하)의 생존율 등의 2002, 2007, 2009년도 변화 추이를 살펴보았다. 결과는 미숙아에서 임신나이별로 임신나이가 큰 신생아에 비해서 작을수록 생존율이 감소되는 경향은 당연한 결과이지만, 미숙아 전체나 각 임신나이별로 2002년에 비해서 2009년도에 전반적인 개선이 있었던 점과, 특히 초미숙아(28주 이하)에서 현저한 개선이 있었다는 점이 고무적이다. 구체적인 수치로 미숙아 전체 생존율이 2002, 2007, 2009년에 각각 94.5, 95.5, 96.0%이었고, 초미숙아의 생존율은 60.5, 74.0, 77.5%로 증가 추세이었다.

최근 초미숙아의 생존한계의 확대에 따른 초미숙아 생존이 증가하고 있는 현 시점에 본 연구에서 또 하나의 의미 있는 결과로 임신나이별 전반적인 변화추세 파악과 더불어서 미숙아에서 임신나이별 구간에 따른 생존율의 참고 자료를 획득할 수 있었다는 점이다. 즉 국내에서 최근 2000년대 미숙아의 임신나이별 구간에 따른 생존율의 비교를 할 수 있는 자료가 생성된 것이다. 구체적으로 보면 2002, 2007, 2009년도에서 28주 이하가 각각 60.5, 74.0, 77.5%, 29-31주에서 각각 92.9, 95.8, 95.1%, 32-36주에서 각각 98.5, 98.9, 99.0%이었다.

일본, 미국과의 비교에서, 2009년도 한국의 자료와 2009년도 일본 자료, 2003-2007년도 미국자료의 비교를 보면, 첫째로 전체 임신나이별 생존율의 추이는 일본보다는 낮으나, 미국과 유사하였고, 초미숙아(28주 이하)만으로 비교할 때는 한국, 일본, 미국에서 생존율이 각각 77.5, 89.0, 71.6%로 일본이 현저히 우수하였고 한국은 일본과 미국의 사이에 위치하고 있었다. 이는 앞에서 Hahn 등⁵⁾이 분석한 VLBWI, ELBWI의 생존율에서는 일본, 미국, 한국의 순이었지만, 초미숙아 생존율로 관찰할 때는 일본, 한국, 미국의 순을 보여 한국에서 개선된 점을 보이고 있어 고무적이다.

신생아의료에서 생존한계를 일반적으로 임신나이 22-23 주, 출생체중 500 g 이상으로 정한다. 이러한 생존한계 이하의 경우에서 출생 빈도가 높아지고 있고, 생존 증례도 증가 추세이다. 본 연구에서도 한국의 NICU에서 임신나이 22주 이상에 대해서 치료에 임하는 NICU가 많고, 구미선진국의 생존에 대한 자료에서도 임신나이 22주 이상의 자료를 발표하고 있다. 이에 향후 한국에서도 미숙아 생존의 자료 취합에서 임신나이 22주 이상의 자료 취합이 필요할 것이며, 이를 임신나이별 생존한계의 기준으로 고려해야 할 것이다.

이상에서 살펴본 한국의 NICU입원 신생아의 임신나이별 생존율

을 검토하면서, 특히 미숙아, 초미숙아의 임신나이별 생존율 결과를 발판으로, 이를 기본 자료로 활용해서 향후 한국의 NICU 관리에서 초미숙아 생존의 보다 나은 개선을 위한 노력이 필요할 것이다. 이 자료는 향후 발전의 기본이자 초석이 될 것이다.

요약

목적: 한국에서 신생아관리의 발전으로 인해 신생아집중치료실(NICU) 치료를 받은 미숙아나 고위험 신생아의 예후 및 생존율은 최근 크게 향상되고 있다. 예전의 연구들에 의하면 한국에서 출생체중별로 극소저체중출생아 및 초극소저체중출생아에서의 생존율도 매우 증가된 수준을 보이고 있고, 일본 미국의 수준에 근접하는 것을 발표하였다. 이에 한국에서 임신나이별 생존율 및 치료성적을 파악하고 2002년부터 7년간 변화 양상을 살펴보았다.

방법: 2002, 2007, 2009년도에 보고된 전국 NICU 생존율 자료에서, NICU 입원환자의 임신나이별 생존율을 발췌하였다. 일본 Perinatal Care Center Research Network 의 2009년 일본 전국 생존율 보고와 미국 NICHD Neonatal Research Network에서 발표한 2003-2007년 보고를 비교용으로 사용하였다.

결과: 전국 NICU 입원 신생아의 2002, 2007, 2009년 임신나이별 생존율은 22-23주가 각각 3.4, 19.0, 28.6%, 24주가 21.3, 44.0, 59.3%, 26주가 59.4, 77.8, 78.0%, 28주가 79.0, 88.0, 91.2%, 30주가 93.8, 95.3, 93.6%, 32주가 95.3, 97.1, 98.2%, 34주가 98.8, 99.0, 99.0%, 36주가 99.2, 99.1, 99.2%, 38주가 99.7, 99.5, 99.2%, 40주가 99.7, 99.4, 99.2%, 42주 이상이 100.0, 96.3, 94.7%이었다. 28주 이하의 초미숙아에서 한국(2009), 일본(2009), 미국(2003-2007)의 생존율은 각각 77.5, 89.0, 71.6%로 일본이 현저하게 우수하였고 한국은 일본과 미국의 사이에 위치하고 있었다.

결론: 한국에서 NICU에 입원한 신생아의 생존율은 2002년부터 2009년까지 괄목할 만한 생존율의 향상을 보여왔다. 본 연구는 한국에서 전국규모의 NICU 입원 신생아의 임신나이별 생존율을 검토한 첫 보고이며, 향후 보다 나은 NICU 치료성적의 개선을 위해 본 자료가 활용되기를 기대한다.

References

- 1) Bae CW, Kim MH, Chun CS, Lee C, Moon SJ, Yoo BH, et al. Neonatal statistics of Korea in 1996: collective results of live-births,

- neonatal mortality, and incidence of discharge against medical advice at 64 hospitals. *J Korean Soc Neonatol* 1997;4:153-69.
- 2) Park DK, Kil CH, Bae CW. Neonatal statistics of Korea in 2002: collective results of live-births and neonatal mortality rates from 62 hospitals. *J Korean Soc Neonatol* 2004;11:122-9.
 - 3) Hahn WH, Chang JY, Bae CW. Birth statistics and mortality rates for neonatal intensive care units in Korea during 2007: collective results from 57 hospitals. *J Korean Soc Neonatol* 2009;16:36-47.
 - 4) Chang YS, Committee on Statistics of the Korean Society of Neonatology. The survey on the actual conditions of neonatal intensive care units and analysis of survival rate of high-risk newborn infants. 2010 Report Management Center for Health Promotion. Seoul: Management Center for Health Promotion, Korea Ministry of Health and Welfare, 2010:49-53.
 - 5) Hahn WH, Chang JY, Chang YS, Shim KS, Bae CW. Recent trends in neonatal mortality in very low birth weight Korean infants: in comparison with Japan and the USA. *J Korean Med Sci* 2011;26:467-73.
 - 6) Perinatal Care Center Network, Japan. [cited 2012 May 20] Available from: <http://plaza.umin.ac.jp/nrndata/syukei.htm>.
 - 7) Stoll BJ, Hansen NI, Bell EF, Shankaran S, Laptook AR, Walsh MC, et al. Neonatal outcomes of extremely preterm infants from the NICHD Neonatal Research Network. *Pediatrics* 2010;126:443-56.
 - 8) World Health Organization. ICD-10 : international statistical classification of diseases and related health problems. 10th revision ed. Vol. 2, Instruction manual. Geneva: World Health Organization (WHO), 2004:94-100.
 - 9) Bae YM, Bae CW. The changes in the mortality rates of low birth weight infant and very low birth weight infant in Korea over the past 40 years. *J Korean Med Sci* 2004;19:27-31.
 - 10) Kim KS, Bae CW. Trends in survival rate for very low birth weight infants and extremely low birth weight infants in Korea, 1967-2007. *Korean J Pediatr* 2008;51:237-42.
 - 11) Payne NR, Finkelstein MJ, Liu M, Kaempf JW, Sharek PJ, Olsen S. NICU practices and outcomes associated with 9 years of quality improvement collaboratives. *Pediatrics* 2010;125:437-46.