

## 기증된 한국인 신생아 제대혈의 전혈구 수(complete blood count) 참고치

이혜련<sup>1</sup> · 신 수<sup>1,2,3</sup> · 윤종현<sup>1,2,3</sup> · 김병재<sup>3,4</sup> · 황규리<sup>4</sup> · 김진주<sup>4</sup> · 노은연<sup>1,2,3</sup>

서울대학교 의과대학 검사의학교실<sup>1</sup>, 서울대학교 보라매병원 진단검사의학과<sup>2</sup>, 서울특별시립 보라매병원 공여제대혈은행<sup>3</sup>, 서울대학교 의과대학 산부인과학교실<sup>4</sup>

### Complete Blood Count Reference Values of Donated Cord Blood from Korean Neonates

Hye Ryun Lee, M.D.<sup>1</sup>, Sue Shin, M.D.<sup>1,2,3</sup>, Jong Hyun Yoon, M.D.<sup>1,2,3</sup>, Byoung Jae Kim, M.D.<sup>3,4</sup>, Kyu Ri Hwang, M.D.<sup>4</sup>,  
Jin Ju Kim, M.D.<sup>4</sup>, and Eun Youn Roh, M.D.<sup>1,2,3</sup>

Department of Laboratory Medicine<sup>1</sup>, Seoul National University College of Medicine; Department of Laboratory Medicine<sup>2</sup>, Seoul National University Boramae Hospital; Allcord<sup>3</sup> and Department of Obstetrics and Gynecology<sup>4</sup>, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background :** In the public cord blood (CB) banks, only safe CB units with adequate cell doses are processed and stored. Complete blood count (CBC) of CB is crucial for estimating total nucleated cells (TNC) and screening suitable CB units without hematologic abnormalities. We analyzed CBC parameters of the donated CB from healthy Korean neonates to establish CBC reference values.

**Methods :** A total of 2,129 Korean CB units, donated and processed during the period from August 2007 to December 2007, were enrolled. We measured hemoglobin (Hb), white blood cell (WBC) count, differential count of WBC, platelets and nucleated red blood cell (nRBC) count by XE-2100 automated hematology analyzer (Sysmex, Japan), and estimated reference value of each parameter by using parametric (Mean  $\pm$  2SD) and/or non-parametric methods (2.5-97.5 percentile). And also, we compared the result of each parameter in relation to sex of neonates and delivery method.

**Results :** Because the differences of CBC values among different subgroups were not remarkable, we established the reference intervals as follows without subgroup division: Hb, 9.0-14.4 g/dL; WBC count,  $5.6-18.5 \times 10^3/\mu\text{L}$ ; differential count of WBC (neutrophils, 40.8-72.4%; lymphocytes, 17.2-46.7%; monocytes, 4.9-12.8%; eosinophils, 0.7-7.0%; basophils, 0.0-1.6%); platelet,  $130-287 \times 10^3/\mu\text{L}$ ; nRBCs, 0.0-13.1/100 WBC.

**Conclusions :** We established cord blood CBC reference values of healthy Korean neonates using a large-scale CB units. The established CBC reference values from our study will be useful as basic data for CBC interpretation and assessment of transplant suitability of donated CB. (*Korean J Lab Med* 2009;29:179-84)

**Key Words :** Donated cord blood, Reference value, CBC

## 서론

Received : September 25, 2008  
Revision received : March 3, 2009  
Accepted : April 4, 2009

Manuscript No : KJLM2178

Corresponding author : Eun Youn Roh, M.D.

Department of Laboratory Medicine, Seoul National University  
Boramae Hospital, 425 Sindaebang-dong, Dongjak-gu, Seoul  
156-707, Korea  
Tel : +82-2-870-2603, Fax : +82-2-870-2629  
E-mail : 75-crimson@hanmail.net

제대혈은 분만 시 태반과 함께 배출되며 원래 적출물로 폐기되었으나, 출기세포가 풍부함이 밝혀지면서 골수를 대체할 조혈 모세포 공급원으로 주목받기 시작하였다[1]. 1988년 최초의 제대혈이식과 1993년 뉴욕제대혈은행 설립[2] 이후 1990년대와 2000년대를 거치면서 전 세계적으로 제대혈은행의 운영과 제

대혈 조혈모세포이식이 활발히 이루어지고 있으며, 현재까지 세계적으로 9,000예, 국내에서는 300예 이상의 제대혈이식이 시행되었다[3, 4]. 저장 제대혈은 골수 기증과 달리 공여 거부 가능성 없이 신속하게 이용할 수 있으며 이식편대숙주반응의 위험성이 낮아서 조직적합성항원(HLA) 6개 중 4개만 맞아도 이식이 가능한 장점이 있지만, 검체의 특성상 양이 충분하지 않고 처리와 저장에 많은 비용이 소요된다는 제한점을 갖는다[5-9].

비혈연 간 제대혈 조혈모세포이식을 목적으로 하는 공여제대혈은행은 이식에 적합한 제대혈의 대단위 확보가 중요하며 제대혈 처리 및 저장에는 많은 비용이 소요되므로 기증된 제대혈 중 이식에 적합한 고품질의 제대혈만을 선별하여 저장한다. 따라서 산모의 의학병력기록과 제대혈 채취기록의 검토를 비롯하여 제대혈 유핵세포 수 및 세포생존율, CD34 양성 세포 수, 미생물 배양검사 및 제대혈과 산모혈액의 감염성 질환 선별검사 등을 통해 제대혈의 적합성 여부를 확인한 후 저장여부를 결정한다. 전혈구 수(complete blood count, CBC) 검사는 제대혈의 유핵세포 수 산정을 위한 기본 검사이며, 특히 처리 전 제대혈에 대한 전혈구 수 검사는 가공처리의 진행 및 저장 여부를 결정하고 혈액학적 이상이 있는 제대혈을 선별하는데 중요하다. 하지만, 최근까지 한국인 신생아 제대혈에서 전혈구 수의 참고치를 설정한 대규모 연구가 진행되지 않아 기증 제대혈의 저장 적합성 평가에 있어 외국의 몇몇 소규모 연구결과[10-12]를 부분적으로 참고하고 있는 실정이다.

이에 저자들은 공여제대혈은행에 기증 및 저장된 대단위의 제대혈 검체를 대상으로 건강한 한국인 신생아 제대혈의 전혈구 수에 대한 참고치를 설정하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

2007년 8월 1일부터 12월 31일까지 제대혈은행에 기증되어 저장처리가 완료된 제대혈 2,129단위를 대상으로 하였다. 대상 제대혈은 서울특별시립 보라매병원 의학연구윤리심의위원회(Institutional review board, IRB)의 심의를 통과한(IRB No. 06-2006-2) 기증 동의서에 자발적으로 동의 및 서명한 산모로부터 채취하였다. 대상군에 포함된 신생아는 모두 한국인 부모 사이에서 출생한 재태연령 36-42주 사이의 만삭분만 신생아였으며, 산모는 해당 임신 및 출산과 관련한 합병증이 없었다.

### 2. 방법

#### 1) 채취

분만을 담당한 산부인과 의사가 태아 만출 직후 제대를 결합하고 항응고제(citrate phosphate dextrose adenine, CPDA-1) 24.5 mL가 포함된 채취백에 제대혈을 채취하였으며, 채취된 제대혈은 운송 담당자가 실온 24시간 이내에 제대혈은행으로 운반하였다.

#### 2) 검사

채취백의 제대혈을 10분 이상 잘 혼합한 후 1 mL 채취하여 처리 전 전혈구 수 검사의 검체로 삼았다. 자동혈구분석기 XE-2100 (Sysmex, Kobe, Japan)을 이용하여 혈색소, 백혈구 수, 백혈구 감별계수(호중구, 림프구, 단구, 호산구, 호염구 백분율), 혈소판 수 및 백혈구 100개당 유핵적혈구 수를 측정하였으며, 유핵적혈구 수가 5개를 초과하는 검체는 도말 슬라이드에서 수 기법으로 확인하였다.

#### 3) 항목별 참고치 설정 기준

최대 측정값에서 두 번째로 큰 측정값을 뺀 절대값이 최대 측정값과 최소 측정값 차이의 1/3 이상이면 이때의 최대 측정값은 이상치(outlier)로 간주하여 참고치 설정에서 제외하였고, 최소 측정값에도 같은 기준을 적용하였다. 항목별로 측정값의 평균(Mean)과 표준편차(SD), 2.5 및 97.5 백분위수를 산출하였으며, 일표본 콜모고로프-스미르노프(Kolmogorov-Smirnov) 검정으로 정규분포가 확인된 항목은 모수법(Mean  $\pm$  2SD)으로, 정규분포가 확인되지 않은 항목은 비모수법(2.5-97.5 백분위수)으로 참고치를 설정하였다[13].

신생아 성별과 분만 방법에 따라 하위 그룹을 나누고 그룹 간 측정값 평균의 차이를 독립표본 T 검정으로 확인하였는데 P값 0.05를 기준으로 통계적 유의성을 평가하였으며, 그룹 간 평균의 차이가 전체 제대혈 측정값 2.5-97.5 백분위수 간격의 25%를 초과하는 항목에 대해서는 하위 그룹별로 참고치를 구분하여 설정하였다. 통계 분석에는 SPSS 12.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

## 결 과

2,129명의 신생아 중 남아가 1,130명(53.1%), 여아가 999명(46.9%)이었으며, 질식분만으로 출생한 신생아는 1,592명(74.8%), 제왕절개로 출생한 신생아는 537명(25.2%)이었다. 전체 제

**Table 1.** The cord blood CBC values (Mean ± SD) in relation to sex and delivery method

	Total	Sex		P	Delivery		P
		Male	Female		V/D	C/S	
Hb (g/dL)	11.8±1.4	11.9±1.4	11.6±1.3	<0.001	11.9±1.4	11.4±1.4	<0.001
WBC (×10 <sup>3</sup> /μL)	10.9±3.2	10.6±3.0	11.2±3.3	<0.001	11.4±3.2	9.2±2.7	<0.001
Differential count (%)							
Neutrophil	57.2±8.0	56.3±7.6	58.2±8.3	<0.001	57.7±7.5	55.5±9.2	<0.001
Lymphocyte	30.9±7.4	31.5±7.1	30.2±7.6	<0.001	30.4±6.9	32.4±8.3	<0.001
Monocyte	8.5±2.0	8.7±2.1	8.3±1.9	<0.001	8.6±2.0	8.3±2.2	0.004
Eosinophil	2.9±1.7	3.1±1.7	2.7±1.6	<0.001	2.8±1.6	3.3±1.9	<0.001
Basophil	0.5±0.4	0.5±0.4	0.5±0.4	0.004	0.5±0.4	0.5±0.4	0.237
Platelet (μL)	208±39	205±38	212±40	<0.001	214±39	192±35	<0.001
nRBCs (/100WBCs)	3.3±3.9	3.5±4.3	3.1±3.4	0.036	3.6±4.0	2.5±3.3	<0.001

Abbreviations: CBC, complete blood count; WBC, white blood cell; V/D, vaginal delivery; nRBCs, nucleated red blood cells; C/S, Cesarean section.

**Table 2.** The cord blood CBC values (2.5-97.5 percentile) in relation to sex and delivery method

	Total	Sex		Delivery method	
		Male	Female	V/D	C/S
Hb (g/dL)	9.0-14.4	8.9-14.6	9.1-14.0	9.3-14.5	8.1-14.0
WBC (×10 <sup>3</sup> /μL)	5.6-18.5	5.5-17.4	5.6-19.0	6.3-18.7	4.6-14.9
Differential count (%)					
Neutrophil	40.8-72.4	40.1-71.0	41.8-73.3	42.7-72.2	37.1-73.6
Lymphocyte	17.2-46.7	17.7-47.2	15.6-45.9	17.2-45.0	17.1-50.7
Monocyte	4.9-12.8	4.9-13.0	4.9-12.5	5.0-12.7	4.7-13.8
Eosinophil	0.7-7.0	0.6-7.3	0.7-6.6	0.7-6.9	0.6-7.8
Basophil	0.0-1.6	0.0-1.5	0.0-1.7	0.0-1.6	0.0-1.4
Platelet (μL)	136-287	135-282	137-297	141-295	128-265
nRBCs (/100WBCs)	0.0-13.1	0.0-12.8	0.0-14.3	0.0-14.0	0.0-9.9

Abbreviations: See Table 1.

대혈 및 신생아 성별과 분만 방법에 따른 전혈구 수의 평균과 표준편차는 Table 1에, 2.5 및 97.5 백분위수는 Table 2에 제시하였다. 신생아의 성별과 분만 방법에 따라 항목별 평균값에 차이가 있는지를 독립표본 T 검정으로 확인한 결과, 여아의 제대혈이 남아에서보다 백혈구 수, 혈소판 수는 높고 혈색소 수치와 유핵적혈구 수는 낮았으며( $P < 0.05$ ), 질식분만의 경우 혈색소, 백혈구수, 혈소판 수 및 유핵적혈구 수가 모두 제왕절개에서보다 높은 수치를 보였다( $P < 0.05$ ). 하지만 모든 항목에서 성별 및 분만 방법별 평균의 차이가 크지 않았고, 전체 2.5-97.5 백분위수 간격의 25% 이하로 확인되어 하위 그룹별로 참고치를 구분하여 설정하지 않았다. 일표본 콜모고로프-스미르노프 검정을 통해 정규분포를 확인한 혈소판 수는 모수법으로 나머지 항목은 비모수법으로 참고치를 설정하여 Table 3에 제시하였다.

**고 찰**

제대혈은 조혈모세포이식에 이용되기 전에는 임상적인 중요

**Table 3.** Complete blood count reference values in cord blood of Korean neonates

	Reference interval
Hb (g/dL)	9.0-14.4
WBC (×10 <sup>3</sup> /μL)	5.6-18.5
Differential count (%)	
Neutrophil	40.8-72.4
Lymphocyte	17.2-46.7
Monocyte	4.9-12.8
Eosinophil	0.7-7.0
Basophil	0.0-1.6
Platelet (μL)	130-286*
nRBCs (/100WBCs)	0.0-13.1

\*Estimated by using parametric method (mean ± 2SD); the other results using non-parametric method (2.5-97.5 percentile).

Abbreviations: See Table 1.

성이 크지 않았기 때문에 전혈구 수 등 참고치에 대한 보고가 드물었으며 수기법에 의존한 연구 결과가 대부분이었다[14]. 조혈모세포이식 등 점차 제대혈의 임상적 이용이 활발해지면서 최근에는 자동혈구분석기를 이용한 제대혈 전혈구 수에 대한 연구가

**Table 4.** The cord blood CBC values (mean  $\pm$  SD or median) reported in literature

Studies	Sample size	Hb (g/dL)	WBC ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	Platelet ( $/\mu\text{L}$ )	nRBCs ( $/100\text{WBC}$ )
Pranke [10]	30	14.5 $\pm$ 1.6	12.9 $\pm$ 3.6	304 $\pm$ 63	6.6 $\pm$ 3.4
Walka [11]*	123	15.7	14.2	265	5
Rolfo [12]*	131	NT	NT	NT	3.1
Nam [15]	100	15.5 $\pm$ 1.0	14.4 $\pm$ 4.0	320 $\pm$ 61	3.6 $\pm$ 3.5
This study	2,129	11.8 $\pm$ 1.4	10.9 $\pm$ 3.2	208 $\pm$ 39	3.3 $\pm$ 3.9

\*Data presented as median values.

Abbreviations: See Table 1.

보고되고 있으나, 대부분이 소규모의 제대혈 검체(30-130단위)를 대상으로 하였으며 주로 백인을 대상으로 한 연구였다[10-12]. 국내에서 1989년 제대혈 100단위를 대상으로 산정한 제대혈 전혈구 수 참고치[15] 및 외국 연구 결과와 비교해보면, 본 연구에서 제대혈의 혈색소, 백혈구 수 그리고 혈소판 수가 상대적으로 낮았는데(Table 4), 이러한 차이는 기존의 연구들이 제대혈을 바로 EDTA 채혈관에 채취하여 검사한 반면, 본 연구에서는 항응고제(CPDA-1) 24.5 mL가 포함된 채취백에 제대혈을 채취한 후 전혈구 수를 측정했기 때문에 항응고제에 의한 희석 효과로 생각된다.

대부분의 기존 연구에서는 분석한 제대혈 검체 수가 많지 않아 성별이나 분만 방법에 따른 비교가 이루어지지 않았으나, Fraizer 등[16], Chirico 등[17]은 질식분만 신생아의 제대혈에서 제왕절개 시보다 백혈구 수, 호중구 수, 림프구 수가 높다고 보고하였다. 본 연구에서도 질식분만 시 제대혈의 백혈구 수(평균  $11.4 \times 10^3/\mu\text{L}$ )가 제왕절개 시 백혈구 수(평균  $9.2 \times 10^3/\mu\text{L}$ )보다 더 높은 값을 나타내어( $P < 0.001$ ) 기존 연구 결과와 일치하는 소견을 보였다. 산모의 전장간증이나 흡연, 빈혈, 임신성 당뇨, 태아의 산혈증과 같이 태아 저산소증을 유발하는 요인들이 태아와 신생아 혈액에서 유핵적혈구 수를 증가시키는 것으로 알려져 있고, 선택적 제왕절개(elective cesarean section)를 통해 진통과정 없이 출생한 신생아보다 분만 중 저산소 상태에 노출될 가능성이 높은 질식분만 태아에서 제대혈 유핵적혈구 수가 높은 경향이 보고되었다[18-20]. 본 연구에서도 질식분만 시 유핵적혈구 수 평균값이 백혈구 100개당 3.6개로 제왕절개 시의 2.5개보다 유의하게 높았으나( $P < 0.001$ ) 제왕절개 분만그룹에 선택적 제왕절개 외에 태아절박가사(fetal distress)나 분만진행 실패와 같이 태아가 저산소증에 노출된 후 시행된 제왕절개 분만이 상당수 포함되어 있어 유핵적혈구수와 태아 저산소증의 연관성을 확인하기는 어렵다.

본 연구에서 대부분의 측정항목 평균값이 성별이나 분만 방법

별로 통계적으로는 유의한 차이를 보였지만( $P < 0.05$ ), 실제로는 차이의 정도가 크지 않고 전체 제대혈 2.5-97.5 백분위수 간격의 25%를 초과하지 않았기 때문에, 그룹별 참고범위를 구분하지 않고 전체 제대혈 측정값을 대상으로 참고범위를 설정하였다.

제대혈 전혈구 수를 통해 계산되는 제대혈 총 유핵세포 수는 조혈모세포이식에서 이식초기 성적을 결정하는 주요 인자로 조직 적합성항원 및 CD34 양성 세포수와 함께 제대혈 선택의 기준이 되는데, 현재 대부분의 이식센터에서는 주입되는 제대혈 세포 수의 기준을 냉동 전 검사결과  $2 \times 10^7$  TNC/kg 이상 또는 해동 후 검사결과  $1.5 \times 10^7$  TNC/kg 이상으로 정하고 있다[21-24]. 제대혈 가공처리 및 저장은 비용이 많이 소요되는 과정이고 특히 비혈연 간 이식을 목적으로 하는 공여제대혈은행에서는 고품질의 제대혈 확보가 중요하므로 처리 전 제대혈 전혈구 수를 기준으로 총유핵세포 수가 일정 기준 이상인 제대혈 검체에 대해서만 가공처리 과정을 진행하여 냉동 저장한다. 또한, 제대혈 전혈구 수는 신생아의 혈액학적 이상소견에 대한 선별검사에서 해당 제대혈이 비혈연 간 조혈모세포이식에 적합한지 여부를 평가하는데 이용된다. 즉, 제대혈의 전혈구 수 검사는 채취 제대혈에 대한 가공처리의 진행여부, 추가 검사 및 추가 병력조회, 저장 적합성 여부 결정 등에 기준이 되기 때문에 비혈연 간 조혈모세포이식을 위한 제대혈 저장에서 필수적인 검사이다.

저자들은 정상 한국인 신생아의 제대혈을 대상으로 전혈구 수 참고치를 설정하였다. 본 연구는 기존 연구에 비해 대단위의 제대혈 검체를 대상으로 하였고, 신생아의 성별이나 분만 방법별로 하위 그룹을 나누어 비교 분석을 시행했다는 점에서 의의가 있다. 본 연구를 통해 설정된 참고치는 향후 제대혈은행에 기준 되는 제대혈의 검사 결과 해석과 저장 적합성 평가에 있어서 기초 자료로 유용하게 이용될 것이다.

## 요 약

**배경 :** 공여제대혈은행에서는 세포 수가 충분하고 안전한 제대혈에 대해서만 저장 처리를 시행하는데 제대혈 전혈구 수 검사는 제대혈의 총 유핵세포 수를 산정하고 혈액학적 이상이 없는 이식적합 제대혈을 선별하는데 중요한 검사이다. 본 연구에서는 공여제대혈은행에 기준 및 저장된 제대혈 검체를 대상으로 건강한 한국인 신생아 제대혈의 전혈구 수에 대한 참고치를 설정하고자 하였다.

**방법 :** 2007년 8월 1일부터 12월 31일까지 기준 후 저장 처리된 제대혈 검체 2,129단위를 대상으로 XE-2100 자동혈구분석기(Sysmex, Japan)를 이용하여 혈색소, 백혈구 수, 백혈구 감

별계수, 혈소판 수 및 유핵적혈구 수를 측정하고, 각 항목별로 모수법(Mean±2SD) 또는 비모수법(2.5-97.5 백분위수)으로 참고치를 설정하였다. 이와 함께, 신생아 성별 및 분만 방법에 따른 전혈구 수 항목별 측정값을 비교하였다.

**결과 :** 하위 그룹 간 전혈구 수 결과의 차이가 근소하여 그룹별 참고치 구분은 필요하지 않았으며, 제대혈 전혈구 수 참고치를 다음과 같이 설정하였다: 혈색소, 9.0-14.4 g/dL; 백혈구 수,  $5.6-18.5 \times 10^3/\mu\text{L}$ ; 백혈구 감별계수(호중구, 40.8-72.4%; 림프구, 17.2-46.7%; 단구, 4.9-12.8%; 호산구, 0.7-7.0%; 호염구, 0.0-1.6%); 혈소판 수,  $130-287 \times 10^3/\mu\text{L}$ ; 유핵적혈구 수, 0.0-13.1/100 WBCs.

**결론 :** 저자들은 대단위의 제대혈 검체를 대상으로 정상 한국인 신생아의 제대혈 전혈구 수 참고치를 설정하였으며, 본 연구를 통해 설정된 참고치는 향후 제대혈은행에 기증되는 제대혈의 검사 결과 해석과 저장 적합성 평가에 있어서 기초 자료로 유용하게 이용될 것이다.

### 참고문헌

1. Gluckman E, Broxmeyer HA, Auerbach AD, Friedman HS, Douglas GW, Devergie A, et al. Hematopoietic reconstitution in a patient with Fanconi's anemia by means of umbilical-cord blood from an HLA-identical sibling. *N Engl J Med* 1989;321:1174-8.
2. Rubinstein P, Taylor PE, Scaradavou A, Adamson JW, Migliaccio G, Emanuel D, et al. Unrelated placental blood for bone marrow reconstitution: organization of the placental blood program. *Blood Cells* 1994;20:587-96.
3. NETCORD Members Inventory and Use March 2009. <https://www.netcord.org/inventory.html> (Updated on 3 Mar 2009).
4. Lee YH. Cord blood-current status and perspective. *Korean J Hematol* 2007;42:181-96. (이영호. 제대혈-현황과 전망. 대한혈액학회지 2007; 42:181-96.)
5. Rocha V, Wagner JE Jr, Sobocinski KA, Klein JP, Zhang MJ, Horowitz MM, et al. Graft-versus-host disease in children who have received a cord-blood or bone marrow transplant from an HLA-identical sibling. Eurocord and International Bone Marrow Transplant Registry Working Committee on Alternative Donor and Stem Cell Sources. *N Engl J Med* 2000;342:1846-54.
6. Rocha V, Cornish J, Sievers EL, Filipovich A, Locatelli F, Peters C, et al. Comparison of outcomes of unrelated bone marrow and umbilical cord blood transplants in children with acute leukemia. *Blood* 2001;97:2962-71.
7. Laughlin MJ, Eapen M, Rubinstein P, Wagner JE, Zhang MJ, Champlin RE, et al. Outcomes after transplantation of cord blood or bone marrow from unrelated donors in adults with leukemia. *N Engl J Med* 2004;351:2265-75.
8. Rocha V, Labopin M, Sanz G, Arcese W, Schwerdtfeger R, Bosi A, et al. Transplants of umbilical-cord blood or bone marrow from unrelated donors in adults with acute leukemia. *N Engl J Med* 2004; 351:2276-85.
9. Warwick R and Armitage S. Cord blood banking. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2004;18:995-1011.
10. Pranke P, Failace RR, Allebrandt WF, Steibel G, Schmidt F, Nardi NB. Hematologic and immunophenotypic characterization of human umbilical cord blood. *Acta Haematol* 2001;105:71-6.
11. Walka MM, Sonntag J, Kage A, Dudenhausen JW, Obladen M. Complete blood counts from umbilical cords of healthy term newborns by two automated cytometers. *Acta Haematol* 1998;100:167-73.
12. Rolfo A, Maconi M, Cardaropoli S, Biolcati M, Danise P, Todros T. Nucleated red blood cells in term fetuses: reference values using an automated analyzer. *Neonatology* 2007;92:205-8.
13. National Committee for Clinical Laboratory Standards. How to define and determine reference intervals in the clinical laboratory; approved guideline C28-A2. Wayne, PA: National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2007.
14. Oski FA and Naiman JL. Normal blood values in the newborn period. In: *Hematologic problems in the Newborn*. 2nd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders, 1972;1-30.
15. Nam R, Kang MS, Han JY, Lee EY, Kim SH. Reference values of cord blood and peripheral blood of neonate. *Korean J Clin Pathol* 1989; 9:59-69. (남 령, 강명석, 한진영, 이은엽, 김순호. 제대혈과 신생아 말초혈의 참고치. 대한임상병리학회지 1989;9:59-69.)
16. Frazier JP, Cleary TG, Pickering LK, Kohl S, Ross PJ. Leukocyte function in healthy neonates following vaginal and cesarean section deliveries. *J Pediatr* 1982;101:269-72.
17. Chirico G, Gasparoni A, Ciardelli L, Martinotti L, Rondini G. Leukocyte counts in relation to the method of delivery during the first five days of life. *Biol Neonate* 1999;75:294-9.
18. Hermansen MC. Nucleated red blood cells in the fetus and newborn. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2001;84:F211-5.
19. Ghosh B, Mittal S, Kumar S, Dadhwal V. Prediction of perinatal asphyxia with nucleated red blood cells in cord blood of newborns.

- Int J Gynaecol Obstet 2003;81:267-71.
20. McCarthy JM, Capullari T, Thompson Z, Zhu Y, Spellacy WN. Umbilical cord nucleated red blood cell counts: normal values and the effect of labor. J Perinatol 2006;26:89-92.
21. Rubinstein P, Carrier C, Scaradavou A, Kurtzberg J, Adamson J, Migliaccio AR, et al. Outcomes among 562 recipients of placental-blood transplants from unrelated donors. N Engl J Med 1998;339:1565-77.
22. Gluckman E and Locatelli F. Umbilical cord blood transplants. Curr Opin Hematol 2000;7:353-7.
23. Ballen K, Broxmeyer HE, McCullough J, Piaciabello W, Rebutta P, Verfaillie CM, et al. Current status of cord blood banking and transplantation in the United States and Europe. Biol Blood Marrow Transplant 2001;7:635-45.
24. Wagner JE, Barker JN, DeFor TE, Baker KS, Blazar BR, Eide C, et al. Transplantation of unrelated donor umbilical cord blood in 102 patients with malignant and nonmalignant diseases: influence of CD34 cell dose and HLA disparity on treatment-related mortality and survival. Blood 2002;100:1611-8.