

# 제대혈 조혈모세포 은행 설립을 위한 제대혈 분리방법의 표준화에 관한 연구

동아의대<sup>1</sup>, 계명의대<sup>2</sup>, 경북의대<sup>3</sup>, 전남의대<sup>4</sup>, 충남의대<sup>5</sup>,  
가톨릭의대<sup>6</sup>, 성균관의대<sup>7</sup>, 서울의대<sup>8</sup>, 경희의대<sup>9</sup> 소아과학교실

이영호<sup>1</sup> · 김홍식<sup>2</sup> · 이건수<sup>3</sup> · 국 훈<sup>4</sup> · 황태주<sup>4</sup> · 박경덕<sup>5</sup>  
조 빙<sup>6</sup> · 김학기<sup>6</sup> · 성기웅<sup>7</sup> · 신희영<sup>3</sup> · 안효섭<sup>8</sup> · 최용묵<sup>9</sup>

## Standardization of Cord Blood Separation Method for Establishment of Korean Cord Blood Bank

Young Ho Lee, M.D.<sup>1</sup>, Heung Sik Kim, M.D.<sup>2</sup>, Kun Soo Lee, M.D.<sup>3</sup>  
Hoon Kook, M.D.<sup>4</sup>, Tai Ju Hwang, M.D.<sup>4</sup>, Kyung Duck Park, M.D.<sup>5</sup>  
Bin Cho, M.D.<sup>6</sup>, Hack Ki Kim, M.D.<sup>6</sup>, Ki Woong Sung, M.D.<sup>7</sup>  
Hee Young Shin, M.D.<sup>8</sup>, Hyo Seop Ahn, M.D.<sup>8</sup> and Yong Mook Choi, M.D.<sup>9</sup>

*Department of Pediatrics, College of Medicine, Dong-A University<sup>1</sup>, Pusan,  
Kye-Myoung University<sup>2</sup>, Kyung-Pook National University<sup>3</sup>, Taegu,  
Chon-Nam National University<sup>4</sup>, Kwangju, Choong-Nam National University<sup>5</sup>,  
Taejon, Catholic University<sup>6</sup>, Sung-Kyun-Kwan University<sup>7</sup>,  
Seoul National University<sup>8</sup>, Kyung-Hee University<sup>9</sup>, Seoul, Korea*

**Background :** To standardize the separation method of cord blood and establish the Korean Cord Blood Bank, we analysed the data regarding cord blood separation from 8 different hospitals which involved in cord blood banking project.

**Methods :** We analysed 306 samples which collected with heparinized syringes and separated within 24 hours by Ficoll-Hypaque density gradient separation method and RBC depletion method with 3% gelatin. We performed the mononuclear cell(MNC) count, viability, CD34<sup>+</sup> cell count and CFU-GM count following separation of cord blood. We assessed the yield of hematopoietic stem cells by different separation methods in 9 hospitals and the variability among hospitals which performed cord blood separation by same method.

**Results :** 1) In 204 samples of cord blood separated with Ficoll-Hypaque, there were significant differences in MNC count, viability, CD34<sup>+</sup> cell count and CFU-GM count among all engaged hospitals, but not in each individual hospital. 2) In 102 samples of cord blood separated with 3% gelatin, there were significant differences in viability, CFU-GM count and CD34<sup>+</sup> cell count among all engaged hospitals, but not in MNC count. 3) The yield of MNCs, CD34<sup>+</sup> cells and CFU-GM was higher in the cord blood separated with 3% gelatin than Ficoll-Hypaque.

**Conclusion :** We suggest that RBC depletion method with 3% gelatin would be better than Ficoll-Hypaque method in order to increase the yield of hematopoietic stem cells and standardize

본 연구는 1996년도 보건의료기술연구개발사업의 지원(HMP-96-M-4-1069)에 의하여 이루어진 것임.

이 논문의 초록은 제1회 제대혈 조혈모세포이식 심포지움(1998. 3)에서 발표되었음.

접수 : 1998년 9월 29일, 승인 : 1998년 11월 13일

책임저자 : 이영호, 부산광역시 서구 동대신동 3가 1 동아대학교병원 소아과

Tel : 051)240-2956, Fax : 051)242-2765, E-mail : yhlee1@seunghak.donga.ac.kr

the method of cord blood separation.

**Key Words :** Cord blood bank, Standardization, 3% gelatin, Ficoll-Hypaque

지 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다.

## 서 론

1988년 Fanconi 빈혈 환아에게 동생의 제대혈을 이용한 조혈모세포이식이 성공한 이래로<sup>1)</sup> 제대혈 조혈모세포이식(이하 제대혈 이식)에 관한 지식이 축적되어 지금까지 세계적으로 많은 연구와 임상 경험들이 보고되고 있다. 특히 혈연관계의 제대혈을 이용하는 경우 뿐만 아니라 비혈연 관계의 제대혈을 이용하더라도 골수이식에 비하여 이식편대숙주질환의 빈도가 훨씬 적게 일어난다는 장점이 있다.<sup>2,3)</sup> 또 비혈연 관계의 조혈모세포이식이 필요한 경우 골수은행을 이용하면 조직적합항원이 일치하는 공여자를 찾는데 평균 3.5개월이나 걸리며<sup>2)</sup> 실제 필요할 때 기증자가 기증의사를 반복하는 경우도 있기 때문에 많은 환자들이 수혜를 받지 못하는 경우가 있다. 그러나 제대혈 조혈모세포 은행(이하 제대혈 은행)의 경우에는 짧은 기간내에 많은 제대혈을 확보할 수 있고 환자와 조직적합항원이 일치하는 제대혈을 찾는 기간도 평균 39일 밖에 걸리지 않기 때문에 신속하게 이용할 수 있다.<sup>4)</sup> 특히 우리나라와 같이 본인의 의사만으로는 골수기증을 결정하기 어려운 여건에서는 악성 종양이나 혈액 질환, 유전성 질환의 치료를 위한 제대혈 은행의 활성화가 시급하다고 하겠다.

우리나라에서 효율적인 제대혈 은행의 운영을 위해서는 먼저 지역별로 제대혈 은행을 설립하여 전국적으로 체계적인 운용관리를 하는 시스템이 먼저 이루어지고, 나아가서는 세계적인 제대혈 은행과의 시스템 구축이 필요하리라 생각된다. 그렇게 하기 위해서는 국내 지역별 은행간의 제대혈 채취, 분리 및 냉동보관 등에 관한 기술적 혹은 검사상의 표준화 및 정도관리가 중요하다고 하겠다.

이를 위하여 본 연구에서는 국내에서 제대혈 은행 설립을 위하여 연구하고 있는 일부 병원들에서 2년 동안 시행하여 왔던 제대혈 분리방법에 따른 단핵구 및 조혈모세포의 수득효과에 관한 성적을 비교 분석해 보고, 향후 국내에서 제대혈 은행의 설립을 위하여 어떤 방법을 표준화하여 사용하는 것이 효율적인

## 대상 및 방법

### 1. 대상

제대혈 은행 설립을 위한 기반기술의 개발에 참여하고 있는 9개 대학병원에서 각각 시행하였던 실험 결과들 중에서 제대혈 채취후 실온에서 24시간 경과하기 전에 Ficoll-Hypaque( $n=204$ )이나 3% gelatin( $n=102$ )을 이용하여 제대혈 분리를 시행하였던 총 306례의 검체들을 대상으로 하였다.

### 2. 방법

#### 1) 제대혈 분리 및 조혈모세포의 수득효과 분석

헤파린 처리된 주사기로 제대혈 수집후 24시간 이내에 Ficoll-Hypaque density gradient separation method 혹은 3% gelatin에 의한 적혈구 침강법<sup>5)</sup>을 사용하여 제대혈 분리를 시행하였다. 제대혈 분리후 단핵구수, 세포생존율, CD34 양성세포수, colony forming unit-granulocyte/macrophage(이하 CFU-GM) 집락수를 측정하여 조혈모세포의 수득효과를 알아보았다.

#### 2) 통계분석

8개 대학병원에서 여러 실험 목적으로 시행하였던 제대혈 분리후의 단핵구수, 세포생존율, CD34 양성 세포수, CFU-GM 집락수를 각각 비교하여 동일한 방법으로 시행한 병원들간에 수득효과의 차이가 있는지 혹은 분리방법에 따라 수득효과의 차이가 있는지 Student's t-test와 ANOVA법으로 확인하였다.

## 결 과

### 1. Ficoll-Hypaque 분리방법에 따른 조혈모세포의 수득효과(Table 1)

2개 병원(D, F)에서는 각각 3차례의 다른 실험에서 총 152례의 제대혈을 Ficoll-Hypaque으로 분리하였다. 실험마다 제대혈 분리후의 평균 단핵구수는 D 병원에서 5.0,  $3.0 \pm 1.3$ ,  $3.64 \pm 1.86 (\times 10^6/mL)$ ( $P=0.11$ ), F 병원에서  $1.54 \pm 0.6$ ,  $1.62 \pm 1.14$ ,  $1.83 \pm 0.81$

Table 1. The comparative yield of cord blood separation by Ficoll-Hypaque in 6 different hospitals

Hospitals	A (n=13)	B (n=13)	C (n=6)	D			P-value
	(n=25)	(n=30)	(n=42)				
MNC ( $\times 10^6/\text{mL}$ )	3.53 $\pm$ 4.19	40.95 $\pm$ 37.56	4.3 $\pm$ 1.12	5.0	3.0 $\pm$ 1.3	3.64 $\pm$ 1.86	0.11
Viability (%)	95.5 $\pm$ 2.27			97.5			
CD34 <sup>+</sup> Cell ( $\times 10^4/\text{mL}$ )	6.55 $\pm$ 9.20	10.57 $\pm$ 6.09		0.8			
CFU-GM ( $\times 10^3/\text{mL}$ )	16.7 $\pm$ 35.3		5.08 $\pm$ 1.33				
<hr/>							
Hospitals	E (n=20)	F			P-value		P-value
		(n=21)	(n=24)	(n=10)	P-value		
MNC ( $\times 10^6/\text{mL}$ )	2.5 $\pm$ 0.8	1.54 $\pm$ 0.6	1.62 $\pm$ 1.14	1.83 $\pm$ 0.81	0.31	0.00	
Viability (%)	99.6 $\pm$ 1.1	89.9 $\pm$ 4.3		83.8 $\pm$ 13.24	0.26	0.00	
CD34 <sup>+</sup> Cell ( $\times 10^4/\text{mL}$ )	1.6 $\pm$ 0.9	2.18 $\pm$ 2.17	1.10 $\pm$ 1.08	2.81 $\pm$ 3.27	0.058	0.00	
CFU-GM ( $\times 10^3/\text{mL}$ )	2.08 $\pm$ 0.72	3.12 $\pm$ 1.45	3.1 $\pm$ 2.8		0.86	0.00	

Table 2. The comparative yield of cord blood separation by 3% gelatin in 3 different hospitals

Hospitals	X (n=42)	Y (n=20)	Z		P-value
	(n=21)	(n=19)			
MNC ( $\times 10^6/\text{mL}$ )	4.68 $\pm$ 1.79	4.3 $\pm$ 1.5	4.56 $\pm$ 1.86	8.33 $\pm$ 2.05*	0.25
Viability (%)		99.6 $\pm$ 1.1	91.6 $\pm$ 3.7		0.005
CD34 <sup>+</sup> Cell ( $\times 10^4/\text{mL}$ )		2.22 $\pm$ 1.60	6.08 $\pm$ 3.99	8.86 $\pm$ 10.73	0.009
CFU-GM ( $\times 10^3/\text{mL}$ )		5.77 $\pm$ 1.77	15.72 $\pm$ 8.93		0.036

\*Total nucleated cell count

( $\times 10^6/\text{mL}$ ) ( $P=0.31$ )로서 동일한 병원에서 동일한 방법을 사용하는 경우에는 반복 실험에 따르는 단핵구 수득효과의 통계적 차이는 없었다. 세포생존율( $P=0.26$ )이나 CD34 양성세포수( $P=0.058$ ), CFU-GM 집락수( $P=0.86$ )도 동일한 병원(D, F)에서는 반복해서 실험을 하더라도 그 결과의 통계적 차이는 없었다. 그러나 동일한 방법으로 제대혈 분리를 시행하더라도 각 병원들간에는 단핵구수, 세포생존율, CD34 양성세포수, CFU-GM 집락수 모두가 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $P=0.00$ ).

## 2. 3% gelatin 분리방법에 따른 조혈모세포의 수득효과(Table 2)

3개 병원에서는 각각 4차례의 다른 실험에서 3% gelatin으로 총 102례의 제대혈을 분리하였다. 세포생존율( $P=0.005$ )이나 CFU-GM 집락수( $P=0.036$ ), CD34 양성세포수( $P=0.009$ )는 병원들마다 각각 통계적 차이가 있는 결과를 나타내었지만, 단핵구수는  $4.68 \pm 1.79$ ,  $4.3 \pm 1.5$ ,  $4.56 \pm 1.86$  ( $\times 10^6/\text{mL}$ )로서 동일한 방법

으로 제대혈을 분리한 병원들간에 통계적 차이를 나타내지는 않았다( $P=0.25$ ).

## 3. Ficoll-Hypaque과 3% gelatin 분리방법에 의한 조혈모세포의 수득효과 비교(Table 3)

Ficoll-Hypaque과 3% gelatin의 두가지 방법으로 제대혈 분리를 시행하였던 3개 대학병원에서의 조혈모세포 수득효과를 비교해 보면 3% gelatin으로 제대혈 분리를 시행하였던 경우가 3개 병원 모두에서 단핵구수나 CD34 양성세포수, CFU-GM 집락수가 의미 있게 높았다.

## 고 칠

1988년 이후 제대혈을 이용한 조혈모세포이식이 세계적으로 약 1,500례 이상 시행되고 있으며, 국내에서도 1996년 이후 현재까지 6례의 제대혈이식이 시행되었다.<sup>6, 7)</sup> 제대혈은 혈연관계의 이식에 이용될 뿐만 아니라 비혈연관계의 이식에 이용되는 경우라

Table 3. The comparative yield of cord blood separation by ficoll-Hypaque and 3% gelatin in 3 different hospitals

	MNC( $\times 10^6/\text{mL}$ )	Viability(%)	CD34 $^{+}$ Cells( $\times 10^4/\text{mL}$ )	CFU-GM( $\times 10^3/\text{mL}$ )
Ficoll-Hypaque	1.54 $\pm$ 0.60	89.9 $\pm$ 4.3	2.18 $\pm$ 2.17	3.12 $\pm$ 1.45
3% Gelatin	4.56 $\pm$ 1.86	91.6 $\pm$ 3.7	6.08 $\pm$ 3.99	15.72 $\pm$ 8.93
P-value	0.0001	0.3165	0.0001	0.0002
Ficoll-Hypaque	2.5 $\pm$ 0.8	99.6 $\pm$ 1.1	1.6 $\pm$ 0.9	2.08 $\pm$ 0.72
3% Gelatin	4.3 $\pm$ 1.5	99.6 $\pm$ 1.1	2.22 $\pm$ 1.60	5.77 $\pm$ 1.77
P-value	0.0001	1.0000	0.0008	0.0001
Ficoll-Hypaque	3.64 $\pm$ 1.86			
3% Gelatin	4.68 $\pm$ 1.79			
P-value	<0.0001			

도 골수이식에 비하여 이식편대숙주질환의 빈도가 낮게 발생하므로 제대혈의 사용이 점차 증가하고 있는 추세이다. 현재까지 국내에서 시행되었던 6례의 제대혈이식중 3례는 제대혈은행에 보관되어 있던 비혈연 관계의 제대혈을 이용하였던 경우이었는데, 이와 같이 앞으로 국내에서도 혈연 관계의 제대혈을 이용한 이식보다는 비혈연 관계의 제대혈을 이용하는 경우가 훨씬 많아질 것으로 생각되므로 체계적인 제대혈 은행의 운용 및 관리가 필요하리라 생각된다. 전국적인 규모의 제대혈 은행 설립 및 운용을 위해서는 국내 지역별 은행간의 제대혈 수집, 분리 및 냉동보관 등에 관한 기술적 혹은 검사상의 표준화 및 정도관리가 우선되어야 할 것이다.

제대혈 분리시에는 Ficoll-Hypaque, Percoll, starch, methylcellulose, gelatin 등을 보편적으로 사용하고 있는데 이들을 이용한 조혈모세포의 수득효과에 관한 연구 결과들이 많이 보고되고 있다.<sup>8~11)</sup> 제대혈 분리 방법에 관한 국내 연구로서 서원석 등<sup>12)</sup>은 Ficoll, gelatin, methylcellulose, red cell lysis 방법중 red cell lysis 방법이 가장 좋다고 하였으며, 유철주 등<sup>13)</sup>은 10% pentastarch와 4% gelatin을 이용한 비교연구에서 4% gelatin 방법이 더 우수하다고 하였다. 또, 성기웅 등<sup>14)</sup>은 Ficoll-Hypaque과 3% gelatin을 이용한 비교연구에서, 박정숙 등<sup>15)</sup>은 기존의 Ficoll-Hypaque 방법과 modified Ficoll-Hypaque 방법, 그리고 3% gelatin 방법과의 비교연구에서 3% gelatin을 이용한 방법이 제대혈 분리시 조혈모세포의 손실을 가장 최소화할 수 있었다고 하였다. 이와같이 국내에서 주로 사용하고 있는 제대혈 분리방법으로는 gelatin이나 starch 등에 의한 적혈구 침강법이나 Ficoll-Hypaque에 의한 단핵

구 분리방법 등이 이용되고 있으나 각 병원마다 다른 방법으로 제대혈을 분리 및 저장해 두고 있는 실정이다.

제대혈 분리방법의 표준화를 위하여 여러 병원들 사이의 제대혈 분리방법에 따른 결과들을 비교분석해 보았던 본 연구자들의 결과로도 단핵구만을 분리하기 위하여 보편적으로 사용하고 있는 Ficoll-Hypaque 방법보다는 적혈구 침강법을 이용하여 유핵세포를 얻을 수 있는 방법중 하나인 3% gelatin 방법으로 제대혈 분리를 하는 것이 조혈모세포의 수득에 보다 효과적이었다. 실제로 3% gelatin을 이용하여 제대혈 분리를 실시한 후 특이할 만한 부작용 없이 조혈모세포이식을 시행한 보고들이 있다.<sup>5)</sup> 그러나 3% gelatin은 인체에 투여가능한 물질로 인정되어 있지 않으므로 앞으로는 이것과 같은 작용을 하면서 인체에 사용가능한 pentastarch 등을 이용하여 보다 효율적으로 적혈구를 제거하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 특히 Krutzberg 등<sup>3)</sup>의 최근 보고에 의하면 제대혈이식후 생착에 관여하는 예후인자로서 총단핵구수나 CD34 양성세포수보다 총유핵세포수가 더 의미가 있었으므로 단핵구이외의 유핵세포도 소실되는 것을 최소화할 수 있는 적혈구 침강법을 이용하여 제대혈 분리를 하는 것이 실제 제대혈 이식의 성적향상에도 도움이 되리라 생각된다.

한편 본 연구 결과 Ficoll-Hypaque을 사용하여 제대혈 분리를 하였던 경우는 단핵구 및 조혈모세포의 수득효과에 있어서 병원간의 큰 차이를 보였으나, 3% gelatin을 이용하여 제대혈 분리를 시행하였던 경우는 단핵구의 수득효과가 병원들간에 의미있는 차이를 보이지 않았다. 그러나 3% gelatin 방법으로 제

대혈을 분리하더라도 세포생존율에 있어서는 병원간의 차이가 있었는데 이는 이영호 등<sup>[6]</sup>의 연구결과에서와 같이 제대혈 채취후 분리할 때까지의 시간경과가 병원마다 다소 차이가 있었기 때문으로 생각된다. 또한 CD34 양성세포수나 CFU-GM 집락수에 있어서도 병원간의 차이를 보인 것은 이 두가지 검사 모두가 병원들마다 다양하게 나타나고 표준화되어 있지 않은 검사 방법이기 때문으로 생각된다.

결론적으로, 효율적인 제대혈 은행의 운용을 위해서는 제대혈을 처리하는 병원들간의 차이가 크게 없으면서 조혈모세포의 수득효과가 좋은 적혈구 침강법을 사용하여 제대혈 분리를 하는 것이 효과적으로 생각된다.

## 요 약

**배경 :** 제대혈을 이용한 조혈모세포이식은 점차 그 적용범위가 넓어지고 있으며, 특히 비혈연관계의 이식시에도 골수이식에 비하여 이식편대숙주질환의 빈도가 낮게 발생하므로 제대혈 은행을 이용한 이식이 점차 증가하고 있다. 국내에서도 혈연 관계의 제대혈을 이용한 이식보다는 비혈연 관계의 제대혈을 이용하는 경우가 훨씬 많아질 것으로 생각되므로 체계적인 제대혈 은행의 운용 및 관리가 필요하리라 생각된다. 따라서 국내에서 제대혈 은행설립을 위하여 연구하고 있는 일부 병원들에서 2년 동안 시행하여 왔던 제대혈 분리방법에 따른 단핵구 및 조혈모세포의 수득효과에 관한 성적을 비교분석해 보고, 향후 국내에서 제대혈은행의 설립을 위하여 어떤 방법을 표준화하여 사용하는 것이 효율적인지 알아보고자 하였다.

**방법 :** 각 병원에서 제대혈 분리를 시행하였던 검체중에서 제대혈 채취후 실온에서 24시간 경과하기 전에 Ficoll-Hypaque이나 3% gelatin을 이용하여 제대혈 분리를 시행하였던 검체들을 대상으로 하였다. 제대혈 분리후의 단핵구수, 세포생존율, CD34 양성세포수, CFU-GM 집락수를 각각 비교하여 동일한 방법으로 시행한 병원간에 수득효과의 차이가 있는지 혹은 분리방법에 따라 수득효과의 차이가 있는지 Student's *t*-test와 ANOVA법으로 검증하였다.

**결과 :** 9개 병원에서 Ficoll-Hypaque으로 제대혈 분리를 시행하였던 경우는 모두 204례, 3% gelatin으

로 제대혈 분리를 시행하였던 경우는 102례이었다. 동일 병원에서는 Ficoll-Hypaque으로 3차례씩 각각 다른시기에 반복하여 제대혈 분리를 시행하더라도 단핵구수( $P=0.11$ ,  $P=0.31$ )나 세포생존율( $P=0.26$ ), CD34 양성세포수( $P=0.058$ ), CFU-GM 집락수( $P=0.86$ )의 통계적 차이가 없었다. 그러나 각 병원들간에는 단핵구수, 세포생존율, CD34 양성세포수, CFU-GM 집락수 모두가 통계적 차이를 나타내었다( $P=0.00$ ). 3% gelatin으로 제대혈 분리를 하였던 경우에는 병원들간에 세포생존율( $P=0.005$ )과 CFU-GM 집락수( $P=0.036$ ), CD34 양성세포수( $P=0.009$ )는 통계적 차이를 나타내었지만 단핵구수는 병원들간에 통계적 차이를 나타내지는 않았다( $P=0.25$ ). Ficoll-Hypaque과 3% gelatin을 이용하여 제대혈을 분리한 후 단핵구 및 조혈모세포의 수득효과를 비교연구한 2개 병원의 실험에서 3% gelatin을 이용하는 것이 Ficoll-Hypaque을 이용하는 것보다 우수한 결과를 나타내었다.

**결론 :** 전국적인 제대혈 은행의 설립을 위하여서는 Ficoll-Hypaque을 이용하여 제대혈 분리를 하는 것보다 3% gelatin 등을 이용한 적혈구 침강법에 의하여 제대혈 분리를 하는 것이 제대혈 분리방법의 표준화를 위해서나 단핵구 및 조혈모세포의 수득효과를 높히기 위하여 보다 효율적인 방법이라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- Gluckman E, Broxmeyer HE, Auerbach AD, Friedman HS, Douglas GW, Devergie A, Esperou H, Thierry D, Socie G, Lehn P, Cooper S, English D, Kurtzberg J, Bard J, Boyse EA : *Hematopoietic reconstitution in a patient with Fanconi's anemia by means of umbilical cord blood from an HLA-identical sibling*. N Engl J Med 321:1174-1178, 1989
- Kernan NA, Bartsch G, Ash RC, Beatty PG, Champlin RE, Filipovich A, Gajewski J, Hansen JA, Henslee-Downey J, McCullough J, McGlave P, Perkins HA, Phillips GL, Sanders J, Stroncek D, Thomas ED, Blume KG : *Analysis of 462 transplantations from unrelated donors facilitated by the National Marrow Donor Program*. N Engl J Med 328:593-602, 1993
- Kurtzberg J, Laughlin M, Graham ML, Smith

- C, Olson JF, Halperin EC, Ciocci G, Carrier C, Stevens CE, Rubinstein P : *Placental blood as a source of hematopoietic stem cells for transplantation into unrelated recipients.* N Engl J Med 335:157-166, 1966
- 4) Wagner JE, Rosenthal J, Sweetman R, Shu XO, Davis SH, Ramsay NKC, McGlave PB, Sender L, Cairo MS : *Successful transplantation of HLA-matched and HLA-mismatched umbilical cord blood from unrelated donors : Analysis of engraftment and acute graft versus host disease.* Blood 88:795-802, 1996
- 5) Pahwa RN, Fleischer A, Than S, Good RA : *Successful hematopoietic reconstitution with transplantation of erythrocyte-depleted allogeneic human umbilical cord blood cells in a child with leukemia.* Proc Natl Acad Sci USA 91:4485-4488, 1994
- 6) 김홍식 : 국내 제대혈 조혈모세포이식 경험(I). 제1회 제대혈 조혈모세포이식 심포지움 19, 1998
- 7) 조빈, 김학기 : 국내 제대혈 조혈모세포이식 경험(II). 제1회 제대혈 조혈모세포이식 심포지움 21-22, 1998
- 8) Harris DT, Schmacher MJ, Rychlik S, Booth A, Aceredo A, Rubinstein P, Bard J, Boyse EA : *Collection, separation and cryopreservation of umbilical cord blood for use in transplantation.* Bone Marrow Transplant 13:135-143, 1994
- 9) Nagler A, Peacock M, Tantoco M, Lamons D, Okarma TB, Okrongly DA : *Red blood cell depletion and enrichment of CD34<sup>+</sup> hematopoietic progenitor cells from human umbilical cord blood using soybean agglutinin and CD34 immunoselection.* Exp Hematol 22:1134-1140, 1994
- 10) Ullmann J, Perry E, Fautsch S, McCullough J : *Red blood cell depletion of umbilical cord blood for transplantation.* Blood 82(Suppl 1): 393a, 1993(abstr)
- 11) Agarwal R, Meagher R, Hurtubise P, Moscley-Hicks B, Zwerdling : *Umbilical cord blood separation : CD34<sup>+</sup> selection following the use of hetastarch and soybean agglutination.* Blood 82(Suppl 1):14a, 1993
- 12) 서원석, 김숙자, 정희정, 박경배, 박성규, 원종호, 홍대식, 박희숙, 신상만 : 제대혈 조혈모세포 분리를 위한 적혈구 제거 방법에 관한 연구. 대한조혈모세포이식학회지 3:53-62, 1998
- 13) 유철주, 박송희, 조현상, 김현옥, 임종백, 박세명, 양창현, 김길영, 조재성, 박용원 : 제대혈의 적혈구 분리 및 제거 방법에 관한 연구. 대한소아혈액종양학회지 5:163-170, 1998
- 14) 성기웅, 강형진, 이준아, 한효정, 최형수, 박현진, 유은선, 김석현, 유경하, 장중환, 신희영, 안효섭 : 제대혈은행 설립을 위한 제대혈의 적혈구 분리방법에 대한 연구. 대한혈액학회지 31:393-400, 1996
- 15) 박정숙, 이영호, 최안홍, 노신애, 김태겸, 한진영 : 제대혈 분리 방법의 차이에 따른 단핵구 및 조혈모세포의 수득효과에 관한 비교 연구. 대한조혈모세포이식학회지 3:41-51, 1998
- 16) 이영호, 배광렬, 박상수, 김태홍, 김은정, 조남철, 정진아, 김태겸, 김경희, 한진영, 김정만 : 제대혈 채취후 단핵구 분리때까지의 시간경과 및 보관온도차이가 단핵구 및 CD34<sup>+</sup>세포에 미치는 영향. 대한조혈모세포이식학회지 1:47-53, 1997