

미숙아에서 수혈 후 백혈구수의 변화

방지거병원 소아과

윤수영 · 이금주 · 정귀영

The Change of White Blood Cell Count Following Transfusion in Preterm Neonates

Soo Young Yoon, M.D., Gum Joo Lee, M.D. and Gui Young Jung, M.D.

Department of Pediatrics, Bangjeege Hospital, Seoul, Korea

Purpose : We intended to find out how the red cell transfusion would change the white cell count in preterm neonates under treatment in the intensive care unit. We also speculated whether the magnitude of such a change could indicate a potential neonatal infection.

Methods : Total white blood cell count, total neutrophil count, and band count were compared and analyzed retrospectively on 33 preterm neonates who received red cell transfusions in our hospital's intensive care unit over a period of two years and a month.

Results : We found a mean change of $1.33 \times 10^3/\text{mm}^3$ and $0.55 \times 10^3/\text{mm}^3$ in total white blood cell count and total neutrophil count in the first eight hours following the red cell transfusion. No significant change was observed in band count between pre and post-red cell transfusion.

Conclusion : A mild increase in the white blood cell count caused by an increase in neutrophil count was observed temporarily following the red cell transfusion. But the white blood cell count returned to the pre-transfusion level in about 24 hours, indicating that such a low level of increase cannot be interpreted as an infection of a preterm neonate. (J Korean Pediatr Soc 2002; 45:325-330)

Key Words : Leukocytosis, Newborn, Sepsis, Transfusion

서 론

신생아에서 백혈구 증가 소견이 나타나면 이 소견의 원인을 밝히고, 적절한 치료를 시행하여야 한다¹⁻³⁾. 그러나 그러한 검사와 치료가 적절히 이루어지려면 비용과 시간이 필요하고, 많은 환자에서 그 치료가 불필요하다고 판단될 때까지는 경험적 항생제 투여를 받게 된다. 그러한 불필요한 검사와 치료를 피하기 위해서는 감염이외의 원인에 의해서도 백혈구수가 상승할 수

있음을 치료자들은 알고 있어야 할 것이다⁴⁻¹⁷⁾. Fenwick 등⁵⁾은 집중 치료실에 입원 중인 성인 환자를 대상으로 한 연구에서, 적혈구 수혈 후 상당량의 백혈구 상승이 나타남을 발견하였다. 이에 본 저자들은 미숙아에서도 적혈구 수혈 후 백혈구 상승이 동반되는지 조사해 보고자 하였다. 미숙아들은 채혈량의 보충을 위해, 혹은 전신상태의 호전이나, 체중증가, 그리고 무호흡이나 서맥의 빈도를 감소시키기 위해 수혈을 받게 되는 경우가 많다⁶⁾. 국내에서는 아직까지 미숙아에서 수혈 후 백혈구수에 얼마 만큼의 변화가 초래되는지에 대한 연구가 없었던 만큼, 적혈구 수혈 후, 백혈구수에 있어서의 변화를 후향적으로 비교, 조사하였다.

접수 : 2001년 10월 5일, 승인 : 2001년 11월 7일
책임저자 : 윤수영, 방지거병원 소아과
Tel : 02)450-0234 Fax : 02)450-0234
E-mail : YSYSDY@medigate.net

대상 및 방법

1. 대상

1999년 8월부터 2001년 8월까지 2년 1개월간 본원 신생아 집중 치료실에 입원하였던 재태주령 37주 미만의 미숙아 중에서 농축 적혈구만을 단독으로 수혈 받았던 환자 33명(총 48회)을 대상으로 조사하였다. 심각한 심폐기능 장애가 있는 환자에서는 혈색소치가 13 g/dL 미만일 때, 중등도 심폐기능 장애가 있거나 중요한 수술을 받은 환자에서는 혈색소치가 10 g/L 미만일 때, 그리고 증상이 있는 빈혈 환자에서는 혈색소치가 8 g/L 미만일 때 적혈구수혈이 시행되었고, 수혈량은 10 mL/kg이었다. 적혈구 수혈시 다른 혈액 제제를 함께 투여 받았던 경우는 제외하였고, 수혈 전후로 48시간 이내에 혈액배양 검사상 양성으로 확인된 경우 역시 조사대상에서 제외하였다. 수혈 당시 67% (48회 중 32회)의 환자에서는 기계적 환기요법을 하고 있었고, 부신피질호르몬을 투여 중인 환아는 없었다. 급성 출혈소견을 보이는 환아도 없는 상태였다. 대상 환아 모두에서 수혈에 의한 부작용의 병력은 없었으며, 수혈 전 교차 시험에서도 이상이 없었다(Table 1).

2. 방법

수혈 전과 후에 시행되었던 검사 중에서, 시간상으로 수혈된 시간과 가장 가까운 시간에 시행되었던 결과치 각각 1회씩을 얻을 수 있었다. 본 연구 대상 환아 모두에서 수혈 전후 검사시간은 수혈시간과의 차이가 24시간 미만이었다. 그런 다음, 수혈 후 결과치는 검사가 이루어진 시간을 기준으로 8시간 간격으로 24시간까지 세 기로 분류하였다. 제 1기는 수혈 후 8시간까지, 제 2기는 수혈 후 9-16시간, 제 3기는 수혈

Table 1. Population Characteristics of Infants Who Received Red Cell Transfusion

	Mean	Range
Birth weight(g)	1,633	850-2,500
Gestation at birth(week)	31.2	24-36
Gestation at transfusion(week)	33.5	24-39
Postnasal transfusion(day)	27	1-74
Mean number of transfusions per infants	1.4	1-5

Sex 20 male 13 female

후 17-24시간에 이루어진 검사 결과치로 정하였다. 감염을 추정할 때 많은 지표와 다양한 기준치들이 여러 문헌에서 제시되고 있는 바, 본 연구에서는 백혈구수(total white blood cell count), 호중구수(neutrophil count), 대호중구수(band neutrophil count)를 기준으로 수혈 전후 수치를 비교하였다¹⁻³⁾. 백혈구수는 pHOX analyser라는 자동화된 기계에 의해 측정되었고, 호중구수, 그리고, 대호중구수는 육안적 검사에 의해 측정되었다. 호중구수의 정상치는 생후 1일의 환자에서는 상한치가 $7-12 \times 10^3/mm^3$ 까지이다. 그 이후로 1개월까지의 환자에서의 호중구수는 $1.8-5.4 \times 10^3/mm^3$ 이며, 그 이후로 1세까지의 환자에서의 호중구수는 $1.5-8.5 \times 10^3/mm^3$ 이다⁴⁾. 호중구수가 위에서 언급된 수치 이상이거나 절대 호중구수(absolute neutrophil count)가 $1.5 \times 10^3/mm^3$ 이하일 때 비정상 호중구수로 분류하였다. 대호중구수의 정상치는 전호중구수의 5% 이하이다. 대호중구수가 전호중구수의 5%를 초과할 경우 비정상 대호중구수로 분류하였다.

3. 통계 처리

통계학적 방법은 Wilcoxon signed rank test와 McNemar's test를 사용하였으며, $P < 0.05$ 일 때 유의하다고 간주하였다.

결 과

대상 환아는 33명으로 총 수혈횟수는 48회였다. 수혈받은 농축 적혈구의 혈색소치는 25-27 g/dL 범위로 조사되었으나 호중구수나 대호중구수의 함유량은 알 수 없었다.

1. 총백혈구수의 변화

적혈구 수혈 후 91%의 환아에서 총백혈구 증가소견이 나타났는데, 수혈 후 8시간 이내에 검사된 환아 10명(제 1기)에서 수혈 전후 총백혈구수를 비교하였더니 평균값이 $1.33 \times 10^3/mm^3$, 중앙값이 $1.11 \times 10^3/mm^3$ 증가하였고, 수혈 후 9-16시간에 검사된 환아 15명(제 2기)에서는 수혈 후 총백혈구수의 평균값이 $0.62 \times 10^3/mm^3$, 중앙값이 $0.86 \times 10^3/mm^3$ 증가하였다. 그러나 수혈 후 17-24시간에 검사된 환아 23명(제 3기)에서는 수혈 전과 후에 총백혈구수의 평균값, 중앙값에 큰 차이가 없었다(Table 3, Fig. 1).

Table 2. The Result of White Cell Count of Pre and Post-transfusion

	No. of samples	Mean	Range
Pre-transfusion			
Total white cell count×10 ³ /mm ³	48	8.54	4.43-26.60
Neutrophil count×10 ³ /mm ³	48	4.43	1.65-11.60
Band count(%)	48	0.75	0-7
First epoch*			
Total white cell count×10 ³ /mm ³	10	9.70	4.62-32.40
Neutrophil count×10 ³ /mm ³	10	5.20	1.74-15.10
Band count(%)	10	1.7	0-7
Second epoch [†]			
Total white cell count×10 ³ /mm ³	15	7.23	5.20-18.60
Neutrophil count×10 ³ /mm ³	15	4.52	1.68-12.40
Band count(%)	15	0.8	0-3
Third epoch [‡]			
Total white cell count×10 ³ /mm ³	23	8.10	7.08-13.20
Neutrophil count×10 ³ /mm ³	23	3.99	1.85-9.30
Band count(%)	23	0.39	0-4

*0-8 hour after transfusion, [†]9-17 hour after transfusion, [‡]18-24 hour after transfusion

Table 3. The Effect of Red Cell Transfusion on White Cell Parameters

	No. paired samples	Mean change	Median change	P-value [§]
First epoch*				
Total white cell count×10 ³ /mm ³	10	1.33	1.11	0.03
Neutrophil count×10 ³ /mm ³	10	0.55	1.00	0.05
Band count(%)	10	-0.02	0.00	1.00
Second epoch [†]				
Total white cell count×10 ³ /mm ³	15	0.62	0.86	0.38
Neutrophil count×10 ³ /mm ³	15	0.25	0.32	0.48
Band count(%)	15	0.05	0.00	1.00
Third epoch [‡]				
Total white cell count×10 ³ /mm ³	23	0.03	0.07	0.61
Neutrophil count×10 ³ /mm ³	23	0.01	0.05	0.18
Band count(%)	23	0.00	0.00	1.00

*0-8 hour after transfusion, [†]9-16 hour after transfusion, [‡]17-24 hour after transfusion, [§]Wilcoxon signed rank test

2. 호중구수의 변화

제 1기에 해당하는 환아에서 호중구수는 수혈 후 평균값이 0.55×10³/mm³, 중앙값이 1.00×10³/mm³ 증가하였고, 제 2기에 해당하는 환아에서는 수혈 후 평균값이 0.25×10³/mm³, 중앙값이 0.32×10³/mm³ 증가하였다. 그러나 제 3기 환아들에서는 수혈 전과 후에 호중구수의 평균값, 중앙값에 큰 차이가 없었다 (Table 3).

3. 대호중구수의 변화

대호중구수는 제 1기, 2기, 3기 모두에서 수혈 전과 후에 큰 차이가 없었다(Table 3).

4. 비정상 호중구수의 비율과 비정상 대호중구수의 비율

수혈 전 비정상 호중구수를 가진 환아가 차지하는 비율은 전체 환아 48명 중 8명으로 16.7%였으며, 수혈 후에는 48명 중 9명으로 18.7%로 수혈 전과 후에

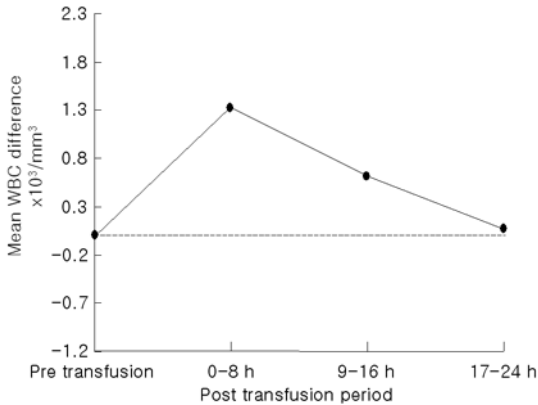


Fig. 1. Total white blood cell count(WBC) showed a mild increase during the first 8 h following transfusion.

Table 4. The Effect of Red Cell Transfusion on "Infection" Screening Parameters

Infection parameter	No. abnormal* pre-transfusion	No. abnormal post-transfusion	P-value
Neutrophil count	8 of 48(16.7%)	9 of 48(18.7%)	0.05
Band count	3 of 48(6.2%)	2 of 48(4.1%)	0.56

*McNemar's test

큰 차이가 없었다. 비정상 대호중구수를 가진 환자가 차지하는 비율이 수혈 전에는 6.2%, 수혈 후에는 4.1%로 수혈 전후로 큰 차이가 없었다(Table 4).

고 찰

집중치료실에 입원 중인 미숙아들은 체혈량의 보충을 위해, 혹은 전신상태의 호전이나, 체중증가를 위해, 그리고 무호흡이나 서맥의 빈도를 감소시키기 위해 수혈을 받게 되는 경우가 많다. 그런데 수혈 후에, 백혈구 수치의 변화가 발견되었고, 이 변화를 분석해보니 적혈구 수혈 후 최초 8시간 동안에 일시적으로 백혈구가 증가하였다. 그러나 수혈 후 24시간경에는 수혈 전 수치와 비슷한 결과를 보여주었다.

성인을 대상으로 한 Fenwick 등⁵⁾의 연구결과를 보면 집중 치료실에서 적혈구를 수혈하였을 때 상당량의 백혈구 상승이 나타남을 보고하였다. 이 보고에 의하면 대부분 수혈 후 12시간 이내에 백혈구가 상승하였으며, 상승량의 대부분이 호중구 증가에 의한 결과였다. 또한 백혈구 상승량이 커서 감염의 한 소견으

로 오인되기 쉽고, 불필요한 검사들과, 심지어 경험적 항생제 투여까지 유발할 수 있음을 보고하였다. 본 연구 조사에서도 수혈 후 최초 8시간에 호중구 상승에 의한 백혈구 상승이 일시적으로 나타났다. 그러나, 신생아에서는 성인에 비해 백혈구 정상치가 높은 점을 감안하면 본 연구에서의 백혈구 상승량은 비교적 크지 않아 성인을 대상으로 한 Fenwick 등⁵⁾의 연구와 달리 감염을 강하게 의심하지는 않아도 될 듯 하다. Fenwick 등은 적혈구 수혈 후 나타난 이런 백혈구 상승이 marginal granulocyte pool에서 circulating granulocyte pool로의 호중구 이동에 의한 결과일 것이라 추정하였다.

체내에서 호중구는 bone marrow reserve, circulating granulocyte pool, marginal granulocyte pool의 세개의 구역에 존재하고있다⁷⁾. Circulating granulocyte pool과 marginal granulocyte pool 사이에서는 역학적으로 평형을 유지하고 있으며, 이 둘을 합쳐 total blood granulocyte pool(TBGP)이라 한다⁷⁻⁹⁾. 이 호중구들은 여러 가지 요인(부신피질호르몬, 육체적 운동, epinephrine, 세균성 내독소, 기타)들의 자극이 있으면 구역간 이동이 발생할 수 있고, 백혈구 증가를 초래하기도 한다⁵⁻¹⁶⁾. Marginal granulocyte pool에서 circulating granulocyte pool로 호중구의 이동이 일어날 때에는 성숙호중구의 재분포로 미성숙호중구의 증가가 없으나, bone marrow reserve에서 호중구가 유리될 때에는 미성숙호중구가 증가하게 된다. 본 연구 조사에서는

수혈 후 초기에 미성숙호중구수의 상승없이 전호중구수의 상승이 나타난 것으로 보아 marginal granulocyte pool에서 circulating granulocyte pool로 호중구의 이동이 나타난 것으로 생각된다. 이러한 여러 요인들에 의한 호중구 이동, 혹은 백혈구 상승에 관해 많은 연구논문들이 발표되었었다. 먼저 성인을 대상으로 한 논문 보고들을 살펴보면 Athens 등^{8,9)}은 육체적 운동(physical exercise), 혹은 epinephrine 투여 후에 total blood granulocyte pool의 변화 없이 marginal granulocyte pool에서 circulating granulocyte pool로 호중구의 이동이 일어남을 보고하면서, 세균성 내독소(bacterial endotoxin)의 자극에 의해서는 circulating granulocyte pool에서 marginal granulocyte pool로, 그리고 동시에 bone marrow granulocyte pool에서 total blood granulocyte pool로 호중

구의 이동이 함께 일어난다고 보고하였다.

Vogel 등¹⁰⁾의 연구 보고를 보면 중앙성 질환을 가진 성인 환자에서 etiocholanolone(dehydroepiandrosterone의 대사산물)을 투여하였을 때 백혈구수가 증가함을 발견하였다. 대상 환자의 98%에서 circulating granulocyte pool과 marginal granulocyte pool의 비율에는 변화 없이 total blood granulocyte pool이 상승함을 보고하였다. 이런 백혈구수의 상승은 많은 수의 성숙호중구와 일부 미성숙호중구로 구성되어 있어 세포이동의 정확한 기전은 알 수 없으나, 혈관내 재분포에 의한 결과라기보다 골수로부터 호중구가 유리되어 나타난 결과로 생각하였다.

또한 Mayne 등¹¹⁾은 선천적 출혈 경향을 가진 성인 환자에서 동결침전제(cryoprecipitate) 수혈 후에 호중구 증가에 따른 백혈구 상승이 나타남을 보고하였다. 정확한 기전은 알 수 없으나 백혈구 상승은 marginal granulocyte pool에서 circulating granulocyte pool로의 호중구 이동 때문으로 추정하였고, 이런 결과가 혈장을 수혈하였을 때는 나타나지 않는 것으로 보아 동결침전제내에 백혈구 이동에 관여하는 인자가 있을 것으로 추정하였다.

한편, 신생아 혹은 태아를 대상으로 한 호중구 이동, 혹은 백혈구 상승에 관한 연구 보고를 살펴보면, Xanthou¹²⁾는 세균성 감염이 증명되었거나, 의심되는 신생아에서 성숙호중구와 미성숙호중구의 증가를 발견하였는데, 이는 골수활성이 증가된 것과 혈관내에서의 호중구의 재분포 때문일 것으로 추정하였다. 이에 반해 본 연구결과에서는 미성숙호중구의 상승 없이 총호중구의 상승이 나타난 것으로 보아 marginal granulocyte pool에서 circulating granulocyte pool로 혈관내 재분포가 일어난 것이라 추정된다.

Yankowitz와 Weiner¹³⁾는 용혈성 질환에 의해 초래된 태아 빈혈을 교정하기 위해 적혈구를 수혈하였을 때, 백혈구 상승이 나타남을 발견하였다. 그리고 수혈횟수가 반복될수록 그 상승폭이 증가함을 보고, 면역학적 원인도 동시에 존재할 것으로 추정하였다.

Hall 등¹⁴⁾은 조기 B군 연쇄상구균성 패혈증(early onset group B streptococcal septicemia)을 보이는 신생아 41명에서 신선전혈(fresh whole blood)로 교환수혈을 시행한 뒤 성숙호중구와 미성숙호중구의 증가소견이 나타남을 발견하였다. 성숙호중구와 함께 미성숙 호중구의 뚜렷한 증가가 나타났는데, 이는 수혈

에 의해 골수로부터 호중구의 이동이 증강되었을 것으로 생각하였고, 이 수혈된 혈액내에 호중구의 이동을 촉진하는 인자가 있을 것으로 추정하였다.

한편, 본 연구 조사에서는 수혈당시 부신피질호르몬을 투여받고 있었던 환아가 없었으나, Winter와 Bel은¹⁵⁾ 신생아에 투여된 당질부신피질호르몬(glucocorticoid)의 백혈구, 혈소판에 미치는 영향을 알아보기 위해 dexamethasone 1 mg이 투여된 신생아에서 혈구수치를 조사하였는데, 백혈구수에 있어서 뚜렷한 상승 소견을 발견하였다. 그리고 그 결과는 호중구 상승에 의한 결과임을 보여주었다. 더불어 이때 미성숙 호중구의 상승이 동반되지 않는 것으로 보아 신생아 감염시 나타나는 백혈구 상승과는 구별된다고 생각하였다.

호중구 이동, 혹은 백혈구 상승에 관여하는 여러 인자들에 관한 연구 보고들을 살펴보았는데, 최근에는 이런 호중구 이동에 관여하는 기전과 물질들에 대해서 연구되고 있는 중이다. Jagels과 Hugli 등¹⁶⁾은 동물실험을 통하여 C5a, leukotriene B4, f-MLF, platelet activating factor, 그리고 interleukin-8 같은 인자들이, Shigeoka 등¹⁷⁾은 동물 실험에서 complement fragments C3e와 C3d가 호중구 이동에 관여함을 보고하였고, Gabriel과 Kindermann은¹⁸⁾ 수혈을 시행할 때 유발되는 selectins, integrins같은 세포호르몬 매개물질(cytokine mediator)들이 호중구 이동에 관여하는 것으로 보고하고 있다.

본 연구의 목적은 신생아 집중 치료실에서 백혈구 상승이 초래되었을 때 시행되는 많은 배양검사와 방사선학적 검사, 그리고 혈액학적 검사의 수를 줄이고자 함이었다. 본 저자들의 연구결과에서도 Fenwick 등⁵⁾과 Wright 등¹⁹⁾의 연구에서와 같이 적혈구 수혈 후 호중구 상승에 의한 일시적 백혈구 상승이 나타났다. 수혈 후 초기 8시간 동안 일시적으로 상승하였다. 그러나 24시간경에 검사된 결과치는 수혈 전 수치와 큰 차이가 없었다. 신생아에서는 성인에 비해 백혈구 정상치가 높은 점을 감안하면, 본 연구 결과의 백혈구 상승량은 비교적 크지 않고, 비정상 호중구수, 비정상 대호중구수의 비율이 수혈 전후에 큰 차이가 없는 것으로 보아 신생아 감염이 강하게 의심되지는 않는 것 같다. 미숙아 집중 치료실에서 적혈구 수혈 후 8시간 이내에 경한 백혈구 상승이 나타날 경우, 환자의 상태를 신중히 관찰하여 추가적인 감염의 소견이 없으면

8-24시간 정도 지켜본 후, 추가적인 검사와 치료를 결정하는 것이 좋을 듯 하다.

요 약

목적 : 신생아 집중치료실에서 치료 중인 미숙아에서 적혈구 수혈 후의 백혈구수의 변화를 조사해 보고자 하였다. 그리고 그 정도가 신생아 감염을 의미할 만한 정도인지 알아보고자 하였다.

방법 : 2년 1개월간 본원 신생아 집중 치료실에서 농축 적혈구를 수혈 받은 환자 33명(총 수혈횟수 48회)을 대상으로 수혈 전후의 백혈구수, 호중구수, 대호중구수를 후향적으로 비교, 분석하였다.

결과 : 적혈구 수혈 후 최초 8시간(제 1기)에 백혈구와 호중구가 각각 평균값이 $1.33 \times 10^3/\text{mm}^3$ ($P=0.03$), $0.55 \times 10^3/\text{mm}^3$ ($P=0.05$) 증가하였으나, 수혈 후 17-24시간(제 3기)에는 수혈 전과 큰 차이가 없었다. 대호중구수는 모든 대상 환자에서 수혈 전후에 큰 변화가 없었다.

결론 : 적혈구 수혈 후 일시적으로 호중구 상승에 의한 백혈구 상승이 나타나지만, 24시간경에는 수혈 전 수치에 가까워지고, 초기의 그 상승 정도가 크지 않아 신생아 감염으로 혼동되지는 않을 것 같다.

참 고 문 헌

- 1) American College of Chest Physicians Society of Critical Care Medicine Consensus Conference: definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Crit Care Med* 1992;20:864-74.
- 2) Russell GA, Smyth A, Cooke RW. Receiver operating characteristic curves for comparison of serial neutrophil band forms and C reactive protein in neonates at risk of infection. *Arch Dis Child* 1992;67:808-12.
- 3) Berger C, Uehlinger J, Ghelfi D, Blau N, Fanconi S. Comparison of C-reactive protein and white blood cell count with differential in neonates at risk for septicaemia. *Eur J Pediatr* 1995;154:138-44.
- 4) Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB. *Nelson textbook of Pediatrics*. 16th ed. Philadelphia: WB Saunders Co., 2000:627.
- 5) Fenwick JC, Cameron M, Naiman SC, Haley LP, Ronco JJ, Wiggs BR, et al. Blood transfusion as

a cause of leucocytosis in critically ill patients. *Lancet* 1994;344:855-6.

- 6) 박철순, 이명익, 김순화, 안돈희. 농축적혈구 수혈을 시행했던 미숙아에 대한 임상적 고찰. *소아과* 1993; 36:1389-94.
- 7) Hetherington SV, Quie PG. Human polymorphonuclear leukocytes of the bone marrow, circulation, and margined pool: function and granule protein content. *Am J Hematol* 1985;20:235-46.
- 8) Athens JW, Raab SO, Haab OP, Mauer AM, Ashenbrucker H, Cartwright GE, et al. Leukokinetic studies. III. The distribution of granulocytes in the blood of normal subjects. *J Clin Invest* 1960;39:159-64.
- 9) Athens JW, Raab SO, Haab OP, Mauer AM, Ashenbrucker H, Cartwright GE, et al. Leukokinetic studies. IV. The total blood circulating and marginal granulocyte pools and the normal subjects. *J Clin Invest* 1961;40:989-95.
- 10) Vogel JM, Yankee RA, Kimball HR, Wolff SM, Perry S. The effect of etiocholanolone on granulocyte kinetics. *Blood* 1967;30:474-84.
- 11) Mayne EE, Fitzpatrick J, Nelson SD. Leucocytosis following administration of cryoprecipitate. *Acta Haematol* 1970;44:155-60.
- 12) Xanthou M. Leucocyte blood picture in ill newborn babies. *Arch Dis Child* 1972;47:741-6.
- 13) Yankowitz J, Weiner CP. Blood transfusion for haemolytic disease as a cause of leukocytosis in the fetus. *Prenat Diagn* 1996;16:719-22.
- 14) Hall RT, Shigeoka AO, Hill HR. Serum opsonic activity and peripheral neutrophil counts before and after exchange transfusion in infants with early onset group B streptococcal septicemia. *Pediatr Infect Dis* 1983;2:356-8.
- 15) De Winter JP, Van Bel F. The effect of glucocorticosteroids on the neonatal blood count. *Acta Paediatr Scand* 1991;80:159-62.
- 16) Jagels MA, Hugli TE. Neutrophil chemotactic factors promote leukocytosis. A common mechanism for cellular recruitment from bone marrow. *J Immunol* 1992;148:1119-20.
- 17) Shigeoka AN, Gobel RJ, Janatova J, Hill HR. Neutrophil mobilization induced by complement fragments during experimental group B streptococcal(GBS) infection. *Am J Pathol* 1988;133:623-9.
- 18) Gabriel HHW, Kindermann W. Adhesion molecules during immune response to exercise. *Can J Physiol Pharmacol* 1997;512-23.
- 19) Wright IM, Skinner AM. Post-transfusion white cell count in the sick preterm neonate. *J Pediatr Child Health* 2001;37:44-6.