

# 소에 있어서 등장 dextrose액으로 희석한 혈액의 적혈구 침강율(ESR) 측정에 의한 적혈구 침층용적(VPRC)치의 간접계산법

이방환 · 박영우\* · 민병만  
전남대학교 수의과대학  
광주 보건전문대학 임상병리과\*  
(1989. 11. 24 접수)

## Indirect calculation for volume of packed red cell(VPRC) by means of erythrocyte sedimentation rate (ESR) of blood diluted with isotonic dextrose solution in cattle

Bang-whan Lee, Young-woo Bahk\*, Byeong-man Min  
College of Veterinary Medicine, Chunnam National University  
Department of clinical Pathology, Gwangju Health Junior College\*  
(Received Nov 24, 1989)

**Abstract:** The purpose of this study is to derive indirect values of volume of packed red cell(VPRC), without centrifugation, from erythrocyte sedimentation rate(ESR) of blood diluted with isotonic dextrose solution in cattle.

Each of ten blood samples taken from apparently healthy Korean cows and Holstein cows was used to produce eight different mixture of autologous plasma and blood corpuscles such that their values of VPRC lay between 15 to 50ml/100ml, and then each of the blood mixture was again diluted with 5% dextrose solution.

The measurements of ESR using 45 degree-angled capillary hematocrit tube, 1.1~1.2mm bore, (45°-micro-ESR) were practised for the diluted blood of various levels of VPRC under the ambient temperature of 10°, 20° and 30°C.

Reliable values of VPRC on the basis of the correlating linear regressive equation to the ESR could be derived from the values of 45°-micro-ESR/hr in the mixture of one part of whole blood and one part of 5% dextrose solution(1:1).

For an aid of practical use, authors suggested a list of the 45°-micro-ESR/hr values of the diluted blood equivalent to VPRC of whole blood.

**Key words:** volume of packed red cells(VPRC, PCV), erythrocyte sedimentation rate(ESR), dextrose solution, cattle(bovine)

### 서 론

이 실험에 앞서 저자들은 개의 혈액을 등장 dextrose

액으로 희석하면 적혈구(RBC) 응집(aggregation)이 잘 형성됨으로써 적혈구 침강율(ESR)이 촉진된다는 사실을 확인하고, 이 원리를 이용하여 등장 dextrose

에 희석혈액의 ESR 측정에 의한 적혈구침강용적(VPRC)의 간접계산이 가능하다는 것을 시사한 바 있다.<sup>1</sup>

원심분리과정을 필요로 하지 않는 VPRC의 간접측정법은 소동물 임상에서 보다 대동물 특히 소 임상에서 더욱 적절하게 요구되고 있다. 그 이유는 소 임상 진료에 있어서는 원거리 야외진료의 경우가 많아서 현장에서 VPRC 측정이 불가능하다는 이유로 진료행위를 중단 또는 지연시키게 되는 사례가 허다하기 때문이다. 만일, VPRC의 야외현장 측정이 가능해진다면 이러한 야외진료의 난처한 일은 해소될 수 있을 것이며, 특히 야외현장에서의 빈혈 정도의 측정, 탈수 정도의 측정 또는 VPRC에 상관하는 ESR의 교정 평가 등이 필요한 경우에는 더욱 응급의 효과를 발휘할 수 있을 것이다.

이 연구에서는 앞선 개 혈액실험<sup>1</sup>에서 얻어진 결과에 따라 혈액희석제로 5% dextrose액을 이용하여 이 희석혈액의 ESR을 측정하고 이것과 VPRC 실측치와의 상관관계를 관찰하여 VPRC의 간접계산법을 제시하였다. 그 결과 개 혈액에서 보다 소 혈액에서 VPRC의 간접계산법의 신빙도가 더욱 높게 나타나 실용가치가 있는 것으로 판단되어 이에 보고하는 바이다.

### 재료 및 방법

**실험동물과 혈액:** 대학 동물 사육장과 단양군 축협 목장에서 1세 이상의 건강한 Holstein 유우와 한우를 사용하여 경정액에서 1회용 주사기로 무균적으로 채취하고 이 혈액을 disodium EDTA(1.5mg/ml blood)로 항응고 처리하여 공시하였다. VPRC의 조정이 필요한 경우에는 자가혈장으로 가감하여 소정의 VPRC로 조정하였다.

**VPRC(Hematocrit) 측정:** Capillary hemaocrit 법에 의하였다.

**혈액희석제:** 앞선 실험<sup>1</sup>의 결과에 의거하여 중의제 약회사제의 5% dextrose액을 이용하였다.

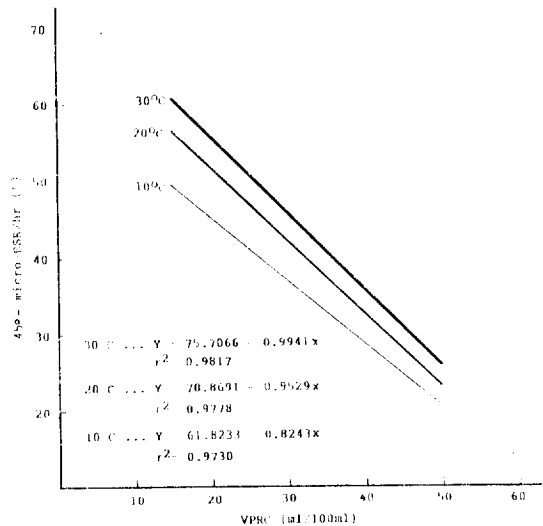
**희석혈액의 ESR 측정:** 직경 1.1~1.2mm의 nonheparinized capillary hematocrit tube (Chase instruments corp. U.S.A.)를 이용한 45도 경사 ESR/60min (45°-micro-ESR/hr) 측정법<sup>2-5</sup>을 이용하였으며, 측정 환경온도는 실온 또는 필요에 따라서 10°C, 20°C 및 30°C의 항온장치를 이용하여 일정하게 하였다. ESR 측정치는 충전혈액 전체의 길이에 대한 혈장층의 길이의 백분율(%)로 표시하였으며 특히 경사 ESR 측정에 있어서 소정의 ESR 측정시간이 지난 후 즉시 측정관을 수직으로 세워 1분간 정지한 후 판독하였다.

### 결 과

**혈액 희석 비율의 설정:** 하나의 소 혈액표본에서 V-PRC가 각각 20, 40 및 60ml/100ml이 되도록 자가혈장으로 조정된 혈액은 5% dextrose 액으로 1배 (1:1), 2배(1:2), 3배(1:3) 및 4배(1:4)로 희석하여 각 희석혈액에 대한 45°-micro-ESR/hr를 측정하여 비교 평가하였다. 그 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 희석비율이 높아질수록 ESR은 높아졌으나 혈장과 적혈구침강층의 경계가 불분명하여, 결과적으로 1:1의 희석비율이 가장 적절한 것으로 판정되었다. 1:1의 희석비율에서는 이보다 높은 희석비율에 비해서 ESR이 저조하였지만 적혈구침강층의 경계가 분명하여 판독이 가장 용이하였으며 따라서 측정치의 표준편차도

**Table 1.** Effect of different ratio of 5% dextrose solution to whole blood on 45-degree angled-micro-ESR/hr at room temperature in five bovine blood samples

Blood : 5% dextrose Sol.	45°-micro-ESR/hr (%) at VPRC(ml/100ml)		
	20	40	60
1:1	52.5±1.1	32.0±1.0	15.3±0.9
1:2	65.2±2.5	49.1±2.1	35.8±2.6
1:3	74.5±2.3	59.0±3.4	44.9±2.3
1:4	77.5±1.6	65.5±3.8	54.8±1.9



**Fig 1.** Correlation between volume of packed red cell (VPRC) of whole blood and 45-degree-angled-micro-ESR/hr of diluted blood with equal volume of 5% dextrose solution.

**Table 2.** Values of 45-degree-angled-micro-ESR/hr in mixture of equal volumes of whole blood, in different levels of volume of packed red cell (VPRC), and 5% dextrose solution in ten bovine blood samples

Ambient temperature	45°-micro-ESR/hr(%) in mixture of whole blood and 5% dextrose solution (1 : 1)							
	VPRC(ml/100ml) of whole blood							
	15	20	25	30	35	40	45	50
30°C Range	59~64	54~59	49~53	43~47	38~43	34~38	30~34	25~27
Mean±SD	61.9±1.9	55.9±1.9	50.6±1.4	44.6±1.3	40.3±1.6	36.7±1.4	31.6±1.0	26.4±0.7
20°C Range	55~61	50~54	46~49	39~43	34~39	31~34	27~31	23~26
Mean±SD	57.8±2.0	51.8±1.8	46.8±1.2	40.9±1.2	36.3±1.4	32.1±1.4	28.4±1.4	24.2±1.1
10°C Range	48~53	44~48	40~44	34~39	31~35	27~31	22~28	19~23
Mean±SD	50.5±1.7	45.3±1.5	41.2±1.1	36.2±2.1	32.4±1.3	28.4±1.4	24.9±1.7	21.4±1.4

가장 낮았다.

**VPRC 실측치와 회석혈액 ESR치와의 상관관계 :** 하나의 소 혈액표본을 자가혈장으로 조정하여 VPRC가 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 및 50ml/100ml로 되도록 8종의 VPRC를 달리하는 혈액표본을 만들어 앞의 실험 결과에 따라 이들 8종의 각 혈액표본을 5% dextrose액으로 1 : 1의 비율로 희석하여 10°C, 20°C 및 30°C의 환경온도 별로 45°-micro-ESR/hr를 측정하였으며 이와 같은 실험을 10두의 소 혈액표본에 대해서 반복하였다 그 결과는 Table 2와 같다.

이것을 기초로 하여 VPRC의 변량에 상관하는 회석혈액 ESR의 회귀(regression)를 구하였다. 그 결과 Fig 1에서 보는 바와 같이 환경온도별로 각각 상이한 직선회귀를 보였으며 그 상관계수는 10°C군에서  $r^2=0.9730$ , 20°C군에서  $r^2=0.9778$ , 30°C군에서  $r^2=0.9817$ 로 나타났고 회귀계수(Byx) 및 상관계수(r)의 유의성 검정 결과 모두에서  $p<0.001$  수준의 높은 유의성이 인정되었다.

이들 환경온도 별의 회귀 방정식(Fig 1)에 의거하여 VPRC 실측치에 상관하는 1 : 1 회석혈액의 45°-micro-ESR/hr치를 구하여 실제로 응용될 수 있도록 Table 3에 총괄하였다. 소 혈액의 환경온도에 대한 45°-micro-ESR의 상관관계는 대체로 직선상관을 보였으므로<sup>2-5</sup> 이 표에서 10°C와 20°C 사이 그리고 20°C와 30°C와의 사이의 ESR치는 그래프상의 직선연결에 의하여 구하였다.

## 고 찰

ESR이 VPRC에 역상관적으로 증감된다는 것은 오래 전부터 잘 알려진 사실이며<sup>6-9</sup> 근년에 저자등<sup>2-5,9</sup>에 의한 소와 산양의 ESR측정실험에서도 확인된 바 있다 또한 적혈구침강을 일으키는 많은 요인중에서 가장 중

요시 되는 것은 적혈구의 연전(rouleau) 형성에 의해서 적혈구가 미세한 덩이(clumps)로 형성되어야 한다는 것도 이미 잘 알려져 있는 사실이다.

저자들은 이전의 개 혈액 실험<sup>1</sup>에서 각종 등장용액으로 혈액을 희석하여 ESR을 관찰한 바, 자가혈장으로 혈액을 희석하면 적혈구의 rouleau 형성이 잘 일어나 ESR이 촉진되고, dextrose 또는 sucrose의 등장용액으로 혈액을 희석하면 적혈구의 aggregation 형성이 잘 일어나 ESR이 촉진되는 반면에 생리식염수와 같은 적혈구를 분산(dispersion)시키는 효과를 갖는 등장용액으로 혈액을 희석하면 ESR이 크게 저지됨을 관찰하였다. 생리적 식염수가 적혈구를 분산시켜 ESR을 저지 한다는 것은 이전에 이미 잘 알려진 사실이다.<sup>10</sup>

위와 같은 기저의 사실에 근거하여, 본 실험은 5% dextrose액으로 소 혈액을 희석하면 ESR이 촉진되어 간접 VPRC의 산출이 가능하리라는 생각으로 시도된 것이다. 이 실험에서 45°-micro-ESR/hr 측정법을 채택한 것은 과거의 소 혈액 ESR측정 실험<sup>2-5</sup>에서 이 방법이 다른 어느 ESR측정법보다 소 혈액 ESR을 가장 촉진시킬 수 있다는 것이 확인되었기 때문이다. ESR 측정에 있어서 측정관을 경사지게 하면 ESR이 예민하게 촉진된다는 사실은 저자들의 실험 이전에 이미 잘 알려져 있었으며<sup>11-16</sup> 또한 측정관의 내경이 좁은 capillary tube에서 ESR이 촉진된다는 사실도 보고된 바 있다.<sup>17</sup>

이 실험에서 VPRC 간접계산을 위한 ESR 측정용 소 혈액의 희석 비율은 혈액과 dextrose액의 동량혼합(1 : 1)이 가장 적합하였으며 개의 경우(혈액 : 5% dextrose액 = 1 : 4)<sup>1</sup>와는 대조적이었다. 한편 dextrose액과 같은 aggregant 역할을 하는 것으로는 백혈구 분리실험에 이용되었던 methyl cellulose액이 알려져 있으나<sup>18</sup> 이에 관해서는 후속된 연구 결과가 기대된다.

**Table 3.** Values of 45-degree-angled-micro-ESR/hr in the blood mixture, equal volumes of blood and 5% dextrose solution, equivalent to VPRC (hematocrit) value of whole blood in cattle

VPRC (ml/100ml)	Values(%) of 45°-micro-ESR/60min										
	Ambient temperature(°C)										
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
15	49.5	50.9	52.3	53.8	55.2	56.6	57.4	58.3	59.1	60.0	60.8
18	47.0	48.3	49.7	51.0	52.4	53.7	54.5	55.3	56.2	57.0	57.8
20	45.3	46.6	47.9	49.2	50.5	51.8	52.6	53.4	54.2	55.0	55.8
21	44.5	45.8	47.1	48.3	49.6	50.9	51.7	52.5	53.2	54.0	54.8
22	43.7	44.9	46.2	47.4	48.9	49.9	50.7	51.5	52.2	53.0	53.8
23	42.9	44.1	45.3	46.6	47.8	49.0	49.8	50.5	51.3	52.0	52.8
24	42.0	43.2	44.4	45.6	46.8	48.0	48.8	49.5	50.3	51.0	51.8
25	41.2	42.4	43.6	44.7	45.9	47.1	47.9	48.6	49.4	50.1	50.9
26	40.4	41.5	42.7	43.8	45.0	46.1	46.9	47.6	48.4	49.1	49.9
27	39.6	40.7	41.8	42.9	44.0	45.1	45.9	46.6	47.4	48.1	48.9
28	38.7	39.8	40.9	42.0	43.1	44.2	44.9	45.7	46.4	47.2	47.9
29	37.9	39.0	40.0	41.1	42.1	43.2	43.9	44.7	45.4	46.2	46.9
30	37.1	38.1	39.2	40.2	41.3	42.3	43.0	43.7	44.5	45.2	45.9
31	36.3	37.3	38.3	39.3	40.3	41.3	42.0	42.7	43.5	44.2	44.9
32	35.5	36.5	37.5	38.4	39.4	40.4	41.1	41.8	42.5	43.2	43.9
33	34.6	35.6	36.5	37.5	38.4	39.4	40.1	40.8	41.5	42.2	42.9
34	33.8	34.7	35.7	36.6	37.6	38.5	39.2	40.0	40.5	41.2	41.9
35	33.0	33.9	34.8	35.7	36.6	37.5	38.2	38.9	39.5	40.2	40.9
36	32.2	33.1	34.0	34.8	35.7	36.6	37.3	37.9	38.6	39.2	39.9
37	31.3	32.2	33.0	33.9	34.7	35.6	36.3	36.9	37.6	38.2	38.9
38	30.5	31.3	32.2	33.0	33.9	34.7	35.3	36.0	36.6	37.3	37.9
39	29.7	30.5	31.3	32.1	32.9	33.7	34.3	35.0	35.6	36.3	36.9
40	28.9	29.7	30.5	31.2	32.0	32.8	33.4	34.0	34.7	35.3	35.9
41	28.0	28.8	29.5	30.3	31.0	31.8	32.4	33.1	33.7	34.4	35.0
42	27.2	27.9	28.6	29.4	30.1	30.8	31.4	32.1	32.7	33.4	34.0
43	26.4	27.1	27.8	28.5	29.2	29.9	30.5	31.1	31.8	32.4	33.0
44	25.6	26.3	26.9	27.6	28.2	28.9	29.5	30.1	30.8	31.4	32.0
45	24.7	25.4	26.0	26.7	27.3	28.0	28.6	29.2	29.8	30.4	31.0
46	23.9	24.5	25.1	25.8	26.4	27.0	27.6	28.2	28.8	29.4	30.0
48	22.3	22.9	23.4	24.0	24.5	25.1	25.7	26.3	26.8	27.4	28.0
50	20.6	21.1	21.6	22.2	22.7	23.2	23.8	24.3	24.9	25.4	26.0
55	16.5	16.9	17.3	17.7	18.1	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0
60	12.4	12.7	12.9	13.2	13.4	13.7	14.2	14.7	15.1	15.6	16.1

ESR 측정시에 환경온도가 높을수록 ESR치가 높아진다는 사실은 오래 전부터 알려졌다<sup>19,20</sup> 최근에 저자등<sup>2-5,9</sup>에 의한 소와 산양의 ESR 측정에서는 환경온

도의 상승에 따라 ESR은 거의 직선상관의 상승으로 나타났다. 이 실험에서 5% dextrose액으로 희석한 혈액의 ESR측정에서도 이전의 실험결과와 대체로 일치

하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 소 혈액을 동량의 5% dextrose액으로 희석하여 45도 경사에서 micro-ESR/hr을 측정하면 그 ESR 측정치에 의해서 신빙성 있는 간접 VPRC치를 구할 수 있다고 사료되었다.

### 결 론

소 희석혈액의 ESR을 측정하여 이것으로 부터 전혈(whole blood)의 VPRC치를 간접적으로 구하는 방법을 연구하였다. 소의 전혈과 5% dextrose액을 1:1의 비율로 혼합하여 45°-micro-ESR/hr을 측정하면 이 희석혈액의 ESR치와 전혈의 VPRC치간에 고도의 유의성이 있는 직선회귀상관이 성립되었다. 따라서 이 회귀방정식에 의거하여 전혈의 VPRC치를 간접적으로 산출할 수 있었다.

실제적 이용의 편의를 위하여 측정환경온도별 희석혈액의 45°-micro-ESR/hr치에 상응하는 전혈의 VPRC치의 조건표를 제시하였다.

**감사의 말 :** 본 연구를 수행하는데 있어서 꾸준히 협조해 준 한미, 이채민, 배동열, 오춘호, 이정치 계군들의 노고를 기록에 남기고자 합니다.

### 참 고 문 헌

1. Lee BW, Park YJ. Indirect calculation for volume of packed red cell (VPRC) by means of erythrocyte sedimentation rate(ESR) of diluted blood in dogs. *Korean J Vet Res* 1989;29(2):41~49.
2. Lee BW, Shin JU. Angled tube method for determinating erythrocyte sedimentation rate of cattle. *Korean J Vet Res* 1986;26(1):175~185.
3. Kim KJ, Lee BW. Effect of ambient temperature on bovine erythrocyte sedimentation rate as measured by angled capillary method. *J Korean Soc Vet Clin Med* 1987;4(1):1~7.
4. Lee BW. Relative anticipated erythrocyte sedimentation rate of cattle blood, as measured by 45 degree-angled capillary hematocrit tube, for ambient temperature and PCV value. *Korean J Vet Res* 1987;27(2):339~345.
5. Lee BW, Bahk YW, Shin JU. Relative anticipated erythrocyte sedimentation rate of cattle blood, as measured by 45 degree-angled Wintrobe hematocrit tube, for ambient temperature

- and PCV value. *Korean J Vet Res* 1988;28(1):187~191.
6. Olsen RE. *Erythrocyte sedimentation rate of cattle*. M.S. Thesis University of Illinois, Urbana, 1960.
7. Olsen RE. Determining the erythrocyte sedimentation rate of cattle. *J Am Vet Med Assoc* 1966;148:801~803.
8. Bianca W. Correction of the erythrocyte sedimentation rate of bovine blood in relation to the hematocrit value. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde* 1973;115:130~134.
9. Shin SS, Lee BW, Shin JU. Angled capillary method for determining erythrocyte sedimentation rate of goat. *Korean J Vet Res* 1986;26(1):187~194.
10. Maxine MB. *Outline of veterinary clinical pathology*. 3rd ed. Ames Iowa: Iowa state Univ press, 1978;64~89.
11. Sturkie RD, Textor K. Sedimentation rate of erythrocyte in chickens as influenced by method and sex. *Poultry Sci* 1957;37:60~63.
12. Washburn AH, Meyers AJ. The sedimentation of erythrocyte at an angle of 45 degrees. *J Lab Clin Med* 1957;49:318~330.
13. Ramarkrishna pillai MG, Nair SG. A critical evaluation of the methods for assessing ESR in domestic animals. *Kelala J Vet Sci* 1974;5:56~67.
14. Kohll RN, Singh S, Singh M. Studies on erythrocyte sedimentation rate in buffaloes. I. Evaluation of various techniques. *Indian Vet J* 1975;52:915~918.
15. Leman AD, Mengeling WL, Penny RH, et al. *Disease of swine*. 5th ed. Ames Iowa: Iowa state Univ press, 1981;27~40.
16. Harth O, Vaupel P, Corinth G. Is the angled tube method useful for measuring sedimentation of blood corpuscles after Westergren. *Dtsch Med Wschr* 1982;107:1185~1189.
17. Stuart J, Barrett BA, Prangnell DR. Capillary blood collection in hematology. *J Clin Pathol* 1974;27:869~874.
18. Böym A. Isolation of leukocytes from human blood. A two phase system for removal of red

- cells with methyl cellulose as erythro-cytes-  
aggregant. *Scand J Clin Lab Invest* 1968;21  
(Suppl):9~29.
19. Nichols RE. A study of the phenomena of ery-  
throcyte sedimentation. *J Lab Clin Med* 1942;  
27:1317~1327.
20. Jain NC, Kono CS. Erythrocyte sedimentation  
rate in the dog and cat: Comparison of two  
methods and influence of packed cell volume,  
temperature and storage of blood. *J Small Ani  
Prac* 1975;16:671~678.