

소 혈액의 45도 경사 모세관에 의한 ESR측정에 있어서 환경온도 및 PCV에 상관하는 관계적 예기 ESR치

이 방 환

전남대학교 농과대학 수의학과
(1987. 7. 20 접수)

Relative Anticipated Erythrocyte Sedimentation Rate of Cattle Blood, as Measured by 45 Degree-Angled Capillary Hematocrit Tube, for Ambient Temperature and PCV Value

Bang-whan Lee

Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Chonnam National University

(Received July 20th, 1987)

Abstract: Each of twenty blood samples taken from apparently healthy Korean Cows was used to produce five different mixtures of autologous plasma and blood corpuscles such that their values of packed cell volume (PCV) lay between 10 to 50ml/100ml. The measurements of erythrocyte sedimentation rate (ESR) using 45 degree-angled capillary hematocrit tube, 1.1-1.2mm bore, (45°-micro-ESR) were practised for the blood of various levels of PCV under the ambient temperature of 10°C, 20°C and 30°C.

Correlation of ESR to ambient temperature showed linear regression each in five levels of PCV. ESR increased with ascending ambient temperature, and magnitude of the increase of ESR became greater as the level of PCV lowered.

Correlation of ESR, of which values were transformed by the linear regression equation correlated to ambient temperature to PCV showed curvilinear regression each in three levels of ambient temperature, and ESR was increased with decreasing PCV.

The data were statistically analysed and a list of relative anticipate 45°-micro-ESR values for PCV and ambient temperature was presented.

서 론

적혈구침강율(ESR)의 측정에 있어서 측정관을 경사지게 하면 ESR이 높아진다고 하는 지금까지의 많은 연구결과를 감안하여 저자들은 측정관의 경사와 동시에 측정관의 내경(內徑)을 작게 할수록 ESR이 더욱 높아진다는 사실을 확인하고 소 혈액에 대한 45도-경사-모세관에 의한 적혈구침강율(45°-micro-ESR) 측정법을 제창한 바 있다(이방환과 신종욱, 1986). 이어서

이 측정법이 산양 혈액의 ESR측정에도 적용될 수 있음이 확인되었다(신정식과 이방환, 1968).

또한 저자들은 소와 산양의 혈액에서 다같이 45°-micro-ESR은 종전의 수직(垂直) ESR에 비해서 그 침강율이 현저하게 높아지는 만큼 ESR에 미치는 측정시의 환경온도 또는 적혈구침강용적(PCV)치의 차이에 의한 영향도 두드러지게 커진다는 사실을 확인하고 환경온도를 20°C로 일정하게 하는 조건하에서 여러 수준의 PCV에 따른 정상 45°-micro-ESR치의 교정도표를

결 과

여러 PCV수준별 환경온도에 따르는 45°-micro-ESR/hr의 변화는 Table 1에서와 같이 10ml/100ml에

제시하였으며 이것을 기준으로 하여 관찰치(실측치)를 교정 평가하도록 하였다(이방환과 신중옥, 1986; 신성식과 이방환, 1986).

그런데 실제 수의임상에서는 야외에서 또는 불비한 임상검사실 환경에서 일정한 환경온도를 유지하기란 어려운 일이 아닐 수 없다. 따라서 이 연구에서는 여러 수준의 환경온도가 여러 PCV수준의 45°-micro-ESR에 미치는 영향을 재검토하고 환경온도 및 PCV에 상관하는 45°-micro-ESR의 예기치(豫期值)를 구하여 불일정한 환경온도하에서도 PCV치가 다른 여러 혈액표본에서 얻은 ESR관찰치를 수시로 교정 평가할 수 있도록 하는 예기치 일람표(기준표)를 작성하였다.

재료 및 방법

공시혈액 : 1987년 3월에서 5월까지의 3개월에 걸쳐 광주시내 소재의 도축장(삼호축산)에서 축주의 품고와 임상검사에 의해서 건강하다고 인정되는 한우의 암컷을 무작위로 선정하여 그 중 PCV치가 31~45ml/100ml의 범위내에 있는 20두의 혈액을 사용하였다. 혈액은 1회용 주사기로 오전 7~8시 사이에 경정맥에서 무균적으로 채혈하고 dipotassium EDTA(1.5mg/ml)로 항응고처리하여 냉장고에 보존하면서 채혈 후 2시간 이내에 공시하였다. PCV는 capillary hematocrit법(14500 G, 10분간 원침)으로 측정하였다. 이 실험에서 PCV치의 조정에 필요한 혈액의 희석은 자가혈장에 의하였다.

ESR측정 및 판독 : 내경 1.1~1.2mm의 capillary hematocrit tube(W-Germany)를 측정관으로 사용하여 45도 경사에서 조정된 일정한 온도의 항온장치내에서 1시간 동안 측정(45°-micro-ESR/hr)하였으며 측정소요시간이 지나면 즉시 측정관을 수직으로 세워 1분간 정지한 후 판독하였다.

측정치는 측정관에 충전한 혈액 전체의 길이에 대한 혈장층의 길이의 백분율(%)로 표시하였으며 매 측정에서 2개의 측정치를 구하여 그 평균을 취하였다.

한편 항온장치는 본실험실에서 간이 제작한 것으로서 측정 중에는 온도유지에 차질이 없도록 계속 감시하였다.

실험진행 : 1마리의 소에서 채혈한 혈액을 PCV치가 10, 20, 30, 40 및 50ml/100ml이 되도록 자가혈장으로 조정함으로써 PCV치를 달리하는 5종의 혈액표본을 만들어 10°C, 20°C 및 30°C로 조정된 항온장치내에서 각각의 45°-micro-ESR/hr를 측정하였다. 따라서 1마리의 소의 혈액에서 15개의 측정치를 얻어야 하므로 반복을 위하여 30개의 측정이 실시되었다.

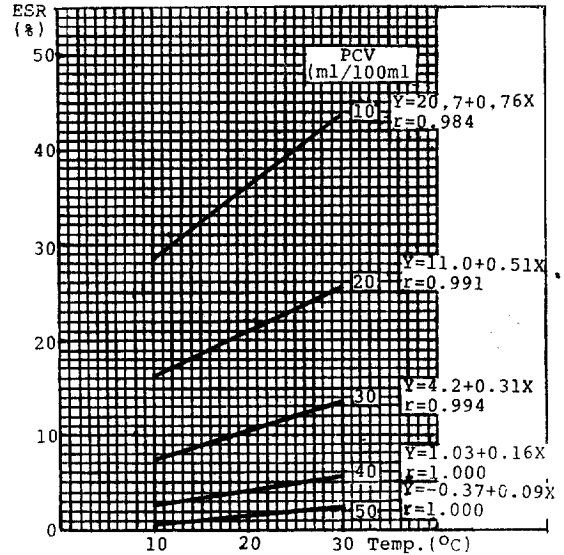


Fig. 1. Correlation between ambient temperature and erythrocyte sedimentation rate in 1 hour, as measured by 45 degree-angled capillary.

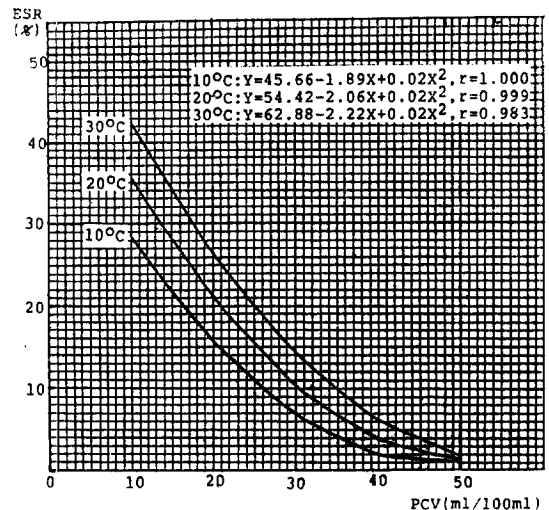


Fig. 2. Correlation between PCV and erythrocyte sedimentation rate which values were transformed by the regression equation correlated to ambient temperature in Fig. 1.

서 50ml/100ml에 이르는 여러 PCV수준에서 다같이 환경온도가 높아질수록 ESR치가 증가하였으며($p < 0.001$), PCV가 낮아질수록 그 증가폭은 커졌다. 환경온도에 상관하는 45°-micro-ESR/hr의 회귀(regression)는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 5계층의 PCV수준에서 각각 상이한 일차성회귀방정식의 직선회귀를 보였으며

상관계수(r)는 0.98~1.00으로서 모두에서 $p < 0.001$ 수준의 높은 유의성이 인정되었다.

이들 환경온도에 상관하는 일차성회귀방정식(Fig. 1)에 의거하여 먼저 10°C, 20°C 및 30°C의 환경온도에 상관하는 ESR치를 PCV수준별(PCV 10, 20, 30, 40 및 50ml/100ml)로 각각 구하고 이들 수치를 기초로 하

Table 1. Erythrocyte Sedimentation Rate in Per Cent in 1 Hour, as Measured by 45 Degree-Angled Capillary Hematocrit Tube, for Ambient Temperature in the Various PCV of Cattle Blood

Level of PCV (ml/100ml)		Ambient Temperature		
		10°C	20°C	30°C
10	Range	15.8-33.8	25.9-45.3	31.8-50.1
	Mean	27.5	37.5	42.7
	SD	4.99	4.66	4.47
	F		51.27	
	DF		$n_1=2 \quad n_2=57$	
	P		0.000	
20	Range	10.2-19.7	14.0-35.0	16.9-39.6
	Mean	15.7	22.0	25.9
	SD	3.02	4.20	4.51
	F		32.22	
	DF		$n_1=2 \quad n_2=57$	
	P		0.000	
30	Range	2.4-10.0	4.6-13.2	6.8-24.0
	Mean	7.1	10.8	13.3
	SD	1.97	2.54	3.44
	F		25.06	
	DF		$n_1=2 \quad n_2=57$	
	P		0.000	
40	Range	1.3~4.3	2.1-6.1	3.0-11.3
	Mean	2.6	4.3	5.8
	SD	0.8	1.11	1.69
	F		30.49	
	DF		$n_1=2 \quad n_2=57$	
	P		0.000	
50	Range	0.1-1.4	0.7-2.1	1.4-2.9
	Mean	0.5	1.3	2.2
	SD	0.38	0.39	0.58
	F		52.79	
	DF		$n_1=2 \quad n_2=57$	
	P		0.000	

Table 2. Relative Anticipated Erythrocyte Sedimentation Rate of Cattle Blood in 1 Hour, as Measured by Capillary Hematocrit Tube(1.1~1.2mm bore), for PCV and Ambient Temperature

PCV(ml/100ml)	Ambient Temperature(°C)												
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
10	28.8	30.2	31.6	33.0	34.4	35.8	37.2	38.6	40.0	41.4	42.7	44.2	45.6
11	27.3	28.6	30.0	31.4	32.7	34.2	35.5	36.8	38.1	39.5	40.9	42.3	43.6
12	25.9	27.3	28.5	29.9	31.2	32.6	33.8	35.2	36.5	37.8	39.1	40.5	41.8
13	24.5	25.7	27.0	28.3	29.6	31.0	32.3	33.5	34.9	36.1	37.4	38.7	40.0
14	23.1	24.4	25.6	27.0	28.2	29.5	30.8	32.0	33.3	34.6	35.7	37.1	38.5
15	21.8	23.0	24.3	25.5	26.8	28.0	29.1	30.5	31.6	32.9	34.1	35.4	36.6
16	20.5	21.7	22.9	24.0	25.3	26.6	27.6	28.9	30.1	31.3	32.5	33.6	35.0
17	19.3	20.5	21.6	22.7	24.0	25.2	26.3	27.4	28.5	29.6	30.9	32.0	33.2
18	18.1	19.2	20.4	21.5	22.6	23.8	24.9	26.0	27.2	28.3	29.4	30.5	31.7
19	17.0	18.1	19.2	20.3	21.4	22.5	23.5	24.6	25.7	26.9	27.9	29.0	30.1
20	15.9	16.9	18.0	19.0	20.1	21.2	22.3	23.4	24.4	25.5	26.5	27.6	28.6
21	14.8	15.9	16.9	17.9	18.9	20.0	21.0	22.0	23.0	24.1	25.1	26.2	27.3
22	13.8	14.9	15.9	16.9	17.8	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.7	24.8	25.8
23	12.7	13.7	14.7	15.7	16.6	17.6	18.6	19.5	20.5	21.5	22.4	23.4	24.4
24	11.8	12.8	13.7	14.6	15.6	16.5	17.4	18.4	19.2	20.1	21.1	22.1	23.0
25	10.9	11.8	12.7	13.6	14.5	15.4	16.3	17.2	18.1	19.0	19.9	20.8	21.6
26	10.0	10.9	11.6	12.6	13.5	14.4	15.3	16.1	17.0	17.9	18.7	19.6	20.5
27	9.2	10.0	10.8	11.6	12.5	13.4	14.1	15.0	15.8	16.7	17.5	18.3	19.1
28	8.4	9.2	10.0	10.8	11.6	12.4	13.2	14.0	14.8	15.6	16.4	17.1	18.0
29	7.7	8.5	9.3	10.0	10.8	11.5	12.4	13.0	13.7	14.5	15.3	16.0	16.8
30	7.0	7.7	8.5	9.1	9.9	10.6	11.3	12.0	12.7	13.5	14.3	15.0	15.6
31	6.3	7.0	7.7	8.4	9.1	9.8	10.5	11.1	11.9	12.5	13.3	14.0	14.6
32	5.7	6.4	7.0	7.7	8.4	9.0	9.6	10.4	11.0	11.6	12.3	13.0	13.6
33	5.1	5.8	6.4	7.0	7.6	8.2	8.9	9.5	10.1	10.7	11.4	12.0	12.6
34	4.5	5.1	5.7	6.3	6.9	7.5	8.1	8.6	9.3	9.9	10.5	11.0	11.6
35	4.0	4.5	5.1	5.6	6.2	6.8	7.4	8.0	8.5	9.1	9.7	10.3	10.9
36	3.5	4.0	4.6	5.1	5.6	6.2	6.7	7.3	7.8	8.4	8.9	9.5	10.0
37	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.6	9.1
38	2.7	3.2	3.6	4.1	4.6	5.0	5.5	6.0	6.5	6.9	7.4	7.7	8.3
39	2.4	2.8	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.5	6.0	6.4	6.7	7.3	7.7
40	2.1	2.5	2.8	3.3	3.6	4.0	4.5	4.9	5.3	5.6	6.1	6.4	6.9
41	1.8	2.1	2.5	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.7	5.1	5.5	5.8	6.1
42	1.6	1.9	2.3	2.5	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.5	4.9	5.1	5.5
43	1.4	1.7	2.0	2.3	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.0	4.4	4.6	5.0
44	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.5	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.1	4.5
45	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.2	3.5	3.7	4.0
50	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1

Examples ; (a) PCV=30ml/100ml, Ambient Temp. =30°C, Observed ESR=26.3, Anticipated ESR=14.3(from the table)
Corrected ESR=26.3-14.3=+12

(b) PCV=28ml/100ml, Ambient Temp. =29°C, Observed ESR=10, Anticipated ESR=(15.6+16.4)/2=16(from the table) Corrected ESR=10-16=-6

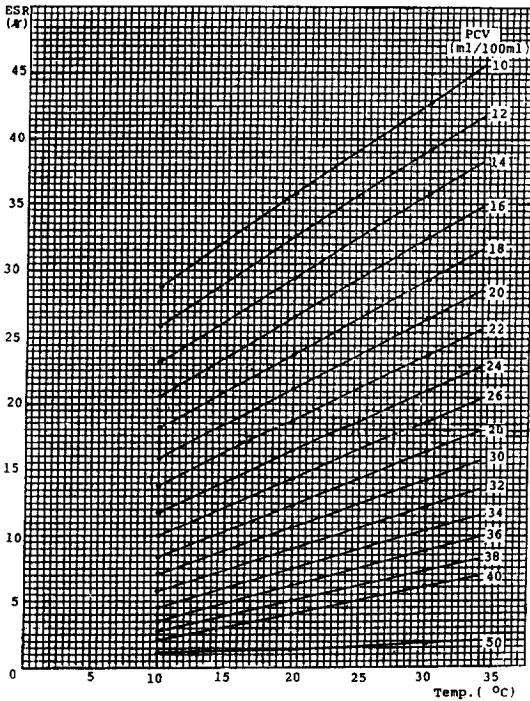


Fig. 3. Relative anticipated erythrocyte sedimentation rate of cattle blood in 1 hour, as measured by 45 degree-angled capillary hematocrit tube, for ambient temperature in various levels of PCV.

여 다시 각 환경온도층별로 PCV수준에 상관하는 45°-micro-ESR/hr의 회귀를 구하였다. 그 결과는 Fig. 2에서와 같이 3단계의 환경온도층에서 각각 상이한 이차성회귀방정식의 곡선회귀를 보였으며 상관계수(r)는 0.98~1.00으로서 모두에서 $p < 0.001$ 수준의 높은 유의성이 인정되었다.

이들 이차성회귀방정식(Fig. 2)에 의거하여 10°C, 20°C 및 30°C의 온도층별로 각 PCV변량에 해당하는 ESR치를 구하였다. 이들 수치는 곧 PCV와 환경온도에 상관하는 관계적 예기45°-micro-ESR치(relative anticipated 45°-micro-ESR value)라 할 수 있다(Table 2). Table 2에서 각 PCV수준별로 10°C, 20°C 및 30°C에 해당하는 예기ESR치를 그래프에 옮겨서 연결하면 Fig. 3에서와 같은 직선이 되므로 10°C와 20°C의 사이, 20°C와 30°C의 사이 그리고 30°C 이상의 온도에 해당하는 예기ESR치는 그래프상에서 구하였다.

고 찰

Buffalo를 제외한 반추동물의 혈액은 적혈구의 연전

상(rouleau)형성이 잘 이루어지지 않기 때문에 ESR이 매우 늦어 보편적으로 이용되고 있는 수직 ESR측정법으로는 이들 동물에서의 ESR의 측정은 사실상 불가능한 상태였다(Vacca 등, 1974; Vacca 등, 1972; Olsen, 1966; Olsen, 1960).

사람이나 동물 혈액의 ESR측정에 있어서 측정관을 경사지게 하면 그 침강속도가 빨라진다는 사실은 이미 Harth 등(1982), Kohl 등(1975), Ramakrishna와 Nair (1974), Bollwahn(1960), Washburn과 Meyers(1957), Sturkie와 Textor(1957) 등에 의하여 입증되었으며 특히 소 혈액에서 경사측정관에 의한 침강속도가 빨라진다는 사실은 Olsen(1966, 1960)에 의해서 보고된 바 있고 또한 최근에 저자들에 의해서 재확인된 바 있다(이방환과 신중옥, 1986).

한편 측정관의 내경의 크기에 따른 ESR의 변화에 관해서는 수직 ESR측정에서 Wintrobe와 Landsberg (1935)는 내경의 차이에 따른 유의차가 없었다고 하였고 Stuart 등(1974)은 내경이 좁은 것에서 ESR치가 높았다고 하였으며 Franke 등(1976)은 내경이 지나치게 좁을 경우에 침강속도가 오히려 늦어진다고 하였다. 그런데 저자들에 의한 소 혈액의 경사 ESR측정시험에서는 측정관의 내경이 ESR에 예민하게 영향을 미쳐 내경이 좁아질수록 ESR이 현저히 높아진다는 사실을 입증하였으며(이방환과 신중옥, 1986) 이어서 신성식과 이방환(1986)에 의한 산양 혈액의 경사 ESR측정시험에서도 같은 결과가 인정되었다. 이와 같은 여러 실험결과에 의해서 내경이 좁은 모세관을 이용한 45도 경사의 ESR측정법을 소와 산양에 대해서 제창하게 된 것이다.

측정시의 환경온도에 따른 변화에 관해서는 일찌기 Nichols(1942)는 사람의 경사 ESR측정에서, Wartman (1946)은 사람의 수직 ESR측정에서 그리고 Jain과 Kono(1975)는 개와 고양이의 수직 ESR측정에서 다같이 환경온도의 상승에 따라 ESR이 증가한다고 하였다. 또한 저자들은 소 혈액의 45°-micro-ESR측정에서 환경온도의 상승에 따라 ESR도 크게 증가되었으며 특히 PCV수준이 낮을수록 그 증가폭이 커진다는 사실을 보고한 바 있다(이방환과 신중옥, 1986; 김경진과 이방환, 1986). 본 연구에서도 분명하게 같은 결과로 나타났다.

PCV가 낮을수록 ESR이 증가한다는 사실은 사람이나 동물의 혈액에서 이미 잘 알려진 사실이지만 특히 소 혈액을 대상으로 한 PCV와 ESR와의 상관관계에 관해서는 경사 Wintrobe법에 의한 Olsen(1966)의 보고, 수직 Westergren법에 의한 Bianca(1973)의 보고

그리고 45°-micro-ESR법에 의한 저자들의 보고(이방환과 신종욱, 1986)가 있다. PCV가 낮아짐에 따라 ESR치가 높아진다는 것은 다같이 인정되고 있으나 특히 45°-micro-ESR측정법에서는 다른 어느 측정법에서 보다 그 증가폭이 가장 두드러지게 나타났으며 본 연구의 결과에서도 대체로 일치되는 결과를 보였다.

소에서의 ESR의 임상적 응용을 가능하게 할 것으로 예견되는 45°-micro-ESR측정법에 있어서는 그 침강속도가 현저히 빨라지는 만큼 ESR치에 미치는 PCV 및 환경온도의 영향도 그만큼 민감해진다는 사실을 알게 되었으므로 본 연구에서는 PCV와 환경온도에 상관하는 45°-micro-ESR에기치의 일람표를 작성하였다. 이는 소를 대상으로 하는 임상에 있어서 어느 환경온도에서나 이 측정법이 간편하게 실용될 수 있고 동시에 실측치(관찰치)를 교정하여 임상적 응용가치의 평가에 이용될 수 있을 것으로 사려된다.

결 론

건강한 2세 이상의 한우 암컷 20두에서 채혈한 20개의 혈액표본을 사용하여 각 혈액표본을 다시 PCV치가 10, 20, 30, 40 및 50ml/100ml이 되도록 자가혈장으로 조정함으로써 PCV수준을 달리하는 5종의 혈액표본으로 세분하였다. 이들의 각각에 대해서 10°C, 20°C 및 30°C의 환경온도에서 45-micro-ESR을 측정하였다.

환경온도에 대한 ESR치의 상관은 각 PCV수준별로 각각 상이한 직선회귀를 보였으며 PCV가 낮을수록 환경온도의 상승에 따른 ESR치의 증가폭은 커졌다.

환경온도에 상관하는 직선회귀방정식에 의해서 산출된 ESR치를 기초로 하여 PCV에 대한 ESR치의 상관관계를 관찰한 바, 각 환경온도층별로 각각 상이한 곡선회귀를 보였으며 PCV가 낮을수록 ESR치는 증가하였다.

이 곡선회귀방정식을 근거로 하여 환경온도와 PCV에 상관하는 관계적 예기 45°-micro-ESR치를 구하여 그 일람표를 제시하였다.

참 고 문 헌

Bianca, W. (1973) Correction of the erythrocyte sedimentation rate of bovine blood in relation to the haematocrit value. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde.*, 115:130~134.
 Bollwahn, W. (1960) Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten beim schwein. *DTW.*, 67:378~380.
 Frankel, S., Reitman, S. and Sonnenwirth, A.C.

(1976) *Clinical Laboratory Methods and Diagnosis*, 7th ed., Mosby, St. Louis, pp.496~498.
 Harth, O., Vaupel, P. and Corinth, G. (1982) Is the angled-tube method useful for measuring sedimentation of blood corpuscles after westergren. *Dtsch. Med. Wschr.*, 107:1185~1189.
 Jain, N.C. and Kono, C.S. (1975) 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.*, 16:671~678.
 Kohll, R. N., Singh, S. and Singh, M. (1975) Studies on erythrocyte sedimentation rate in buffaloes. I. Evaluation of various techniques. *Indian Vet. J.*, 52:915~918.
 Nichols, R.E. (1942) A study of the phenomena of erythrocyte sedimentation. *J. Lab. Clin. Med.*, 27:1317~1327.
 Olsen, R. E. (1960) Erythrocyte sedimentation rate for cattle. M.S. Thesis, University of Illinois, Urbana.
 Olsen, R.E. (1966) Determining the erythrocyte sedimentation rate of cattle. *J.A.V.M.A.*, 148:801~803.
 Ramakrishna Pillai, M.G. and Nair, S.G. (1974) A critical evaluation of the methods for assessing ESR in domestic animals. *Kerala J. Vet. Sci.*, 5:56~67.
 Stuart, J., Barrett, B.A. and Prangnell, D.R. (1974) Capillary blood collection in hematology. *J. Clin. Pathol.*, 27:869~874.
 Sturkie, R.D. and Textor, K. (1957) Sedimentation rate of erythrocyte in chickens as influenced by method and sex. *Poultry Sci.*, 37:60~63.
 Vacca, C., Montemagno, F., Persechino, A. and Pizzuti, G.P. (1972) Research on the erythrocyte sedimentation rate in buffaloes and cattle. *Attidella Societa Italiana delle Scienze Veterinarie*, 26:219~222.
 Vacca, C., Montemagno, F., Persechino, A. and Pizzuti, G. P. (1974) Erythrocyte sedimentation in cattle and buffaloes: A general hypothesis. *Folia Veterinaria Latina*, 4:24~39.
 Wartman, W.B. (1946) Effect of room temperature on sedimentation rate of blood cells of man.

Amer. J. Med. Sci., 212:207~211.

Washburn, A.H. and Meyers, A.J. (1957) The sedimentation of erythrocyte at an angle of 45 degrees. J. Lab. Clin. Med., 49:318~330.

Wintrobe, M.M. and Landsberg, J.W. (1935) A standardized technique for the blood sedimentation test. Am. J. Med. Sci., 189:102~115.

김경진, 이방환 (1987) 경사 모세관법에 의한 소의 적

혈구침강속도에 미치는 환경온도의 영향. 한국 임상수의학회지, 4:1~7.

신성식, 이방환, 신중옥 (1986) 경사 모세관법에 의한 산양 혈액의 적혈구침강을 측정. 대한수의학회지, 26:187~194.

이방환, 신중옥 (1986) 경사관법에 의한 우 혈액의 적혈구침강을 측정. 대한수의학회지, 26:175~185.