

## 傾斜管法에 의한 牛血液의 赤血球沈降率 測定

李 芳 煥 · 愼 鍾 旭\*

全南大學校 農科大學 獸醫學科 · 慶尙大學校 農科大學 獸醫學科\*

(1986. 2. 17 接受)

### Angled Tube Method for Determining Erythrocyte Sedimentation Rate of Cattle

Bang-whan Lee and Jong-uk Shin\*

*Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Chonnam National University*  
*Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Gyeongsang National University\**

(Received February 17th, 1986)

**Abstract:** The measurement of angled erythrocyte sedimentation rate (ESR), as a replacement for perpendicular ESR, for cattle blood was scrutinized since it has been well known that perpendicular ESR in cattle is too slow to be adopted as an effective clinical test. Samples of blood were taken from 186 Korean native cattle over 2 years old. The results obtained in the experiment were summarized as follows.

1. Average values of perpendicular ESR/24hrs in 15 apparently healthy cattle, as measured by Wintrobe, Westergren and capillary tubes, were  $5.8 \pm 2.2$ ,  $11.1 \pm 3.7$  and  $10.4 \pm 4.5\%$  respectively, which were found to be similar to the values of perpendicular ESR/hr of normal blood of human.

2. The ESR was determined in the tubes held at 90, 75, 60, 45, 30 and 15-degree angles, using 3 types of tubes. For the diagnostic purposes, the best results were obtained from the tubes held at 45-degree angle.

3. The angled ESR values increased as the diameters of the tube-bores decreased.

4. The tube length did not affect the angled ESR(%).

5. The angled ESR values increased with the increased environmental temperature during the ESR measurement.

6. The storage temperature at 5°C, 20°C and 35°C, of the blood for 24 hours did not affect the angled ESR.

7. Samples of blood were treated with 4 kinds of anticoagulants (heparin, K<sub>2</sub>-EDTA, double oxalate and sodium citrate) and the ESR was determined at 45-degree angle, using capillary hematocrit tubes. The ESR values were higher in the blood samples treated with sodium citrate than in those treated with other anticoagulants.

8. By using the autologous plasma, the PCV was adjusted to be 5, 10, 20, 30, 40 and 50ml/100ml and the ESR was determined in the capillary hematocrit and Wintrobe tubes held at 45 degrees. In both of the methods the ESRs increased as the values of PCV decreased.

The regressions of ESR to PCV in both 45-degree-angled capillary and Wintrobe tubes were curvilinear.

For the capillary hematocrit tubes the second degree polynomial  $Y=61.9779-2.3533x+0.0228x^2$  ( $r=0.9999$ ) fits the data. And in the case of Wintrobe tubes the second degree polynomial  $Y=27.9767-1.1314x+0.0117x^2$  ( $r=0.9998$ ) fits the data.

9. The 45-degree angled ESR was determined in the blood of 71 healthy Korean native cows using capillary hematocrit tubes. The average PCV was  $35.4 \pm 3.6\text{ml}/100\text{ml}$ . The observed ESR/hr averaged  $7.2 \pm 2.7\%$ , while the corrected ESR/hr to a PCV of  $36\text{ml}/100\text{ml}$  averaged  $6.6 \pm 1.3\%$ .

From these results it was concluded that to obtain the best results the ESR/hr of Korean native cattle should be determined at 45-degree angle at room temperature ( $20^\circ\text{C}$ ) using capillary hematocrit tubes.

## 緒 論

赤血球沈降率(ESR)은 Fahraeus<sup>15)</sup>에 의하여 하나의臨床檢査法으로 제창된 이래 그測定法이 단순하고 각종疾病의補助診斷法으로서 폭넓게 이용될 수 있다는 점 때문에 아직도 많은 研究의 대상이 되고 있다.

ESR은 體溫, 脈搏數 또는 白血球數 등과 같이 일종의 非特異的反應에 속하지만 여러 感染性, 炎症性 및 惡性腫瘍性疾病 등과 같은 器質的 疾病에서 증가되기 때문에 이들 疾病의 존재와 그 진전의 정도를 알리는 지표로서 이용된다. 특히 病症이 뚜렷하게 노출되지 않는 慢性疾病이나 局所性 炎症性疾病 또는 潛在性(準臨床型) 疾病에 있어서는 다른 臨床檢査 또는 實驗室檢査의 결과가 陰性일 때라도 흔히 ESR만은 그 疾病의 病性 및 진전의 정도에 相應하는 증가를 보이기 때문에 鑑別診斷의 補助手段으로서 가치있게 이용되며 또한 診療기간중의 經時的 ESR의 측정은 病症의 好轉 또는 惡化(再發, 合併)를 豫察하는 수단으로서도 이용된다.<sup>4,7,51)</sup>

실제로 사람 臨床에 있어서는 류마티스 關節炎 또는 多關節炎, 류마티스 多筋炎, 多發性骨髓腫, 惡性淋巴腫 結腸癌 또는 胸部·骨의 轉位癌 등에서 Westergren ESR/hr이 80mm 이상으로 크게 증가하며, 기타 全身性紅斑性狼瘡, 질소혈증(azoturia)을 동반한 腎炎, 急性腎盂炎, 多發動脈炎, 皮膚筋炎, 각종 細菌感染症(특히 結核), 류마티스心臟炎, 心筋梗塞, 急性虫垂炎에서 속발된 化膿性腹膜炎, 파열과 合併症이 동반된 子宮外妊娠, 手術後의 조직손상의 擴大 惡化 및 胃癌 등에서도 ESR의 상당한 증가를 보이므로 이들 疾病의 鑑別診斷 및 豫後判定의 보조手段으로서 ESR가 가치있게 이용된다.<sup>9,22,31,34,51)</sup>

한편 獸醫臨床에서는 말에 있어서 傳染性貧血<sup>19,23)</sup>

그리고 개에 있어서 急性腎炎, 램토스파이라病, 디스 템퍼, 傳染性肝炎, 子宮蓄膿, 스트레스 상태, 放射線照射 및 放射能被曝 등<sup>7,41)</sup>과 같은 疾病상태에서 ESR의 현저한 증가가 인정되었다. 그러나 말과 개를 제외한 다른 動物의 疾病 상태에서의 ESR에 관한 보고는 거의 찾아 볼 수 없다.

ESR의測定法에 있어서도 그동안 많은 研究가 있었는데 垂直 ESR 측정법으로서 중요한 것은 Westergren 法,<sup>49)</sup> Cutler 法,<sup>11,12,13)</sup> Wintrobe 法,<sup>50,52)</sup> Microsedimentation 法,<sup>1,3,31,43)</sup> Westergren 修正法,<sup>14,17)</sup> Zeta(ZSR) 法,<sup>8,34)</sup> Guest 法,<sup>36)</sup> 自動記錄 Westergren 法 등<sup>28)</sup>이며 이들중 현재 널리 일반화되어 쓰이고 있는 것은 Westergren 法,<sup>49)</sup> Wintrobe 法<sup>52)</sup> 및 自動記錄 Westergren 法 등<sup>28)</sup>이다.

이와 같은 垂直 ESR 측정법을 動物에 적용해 본 결과 buffalo를 제외한 反芻動物 즉 牛, 緬羊 및 山羊에서는 正常 또는 病的 상태에서 다 같이 그 沈降速度가 극히 늦어 臨床의 응용가치가 없는 것으로 알려져 있다. 이들 反芻動物 특히 牛에서 사람이나 다른 動物에 비해서 沈降速度가 늦은 이유는 여러가지가 있겠지만 특히 赤血球의 連鎖形成의 不振이 가장 중요시되고 있으며 赤血球의 크기와 比重의 不均一(不等) 그리고 낮은 血漿 fibrinogen 함량이 이에 관계가 깊은 것으로 생각되고 있다.<sup>5,38,42,45,46)</sup>

이 어려운 점을 극복하기 위하여 學者들은 종전의 垂直 ESR 대신 傾斜 ESR을 구상하여 좋은 성과를 거두고 있다.<sup>38,39,48)</sup>

앞에서 지적된 바와 같이 牛에서 垂直 ESR은 臨床的 實用性이 없다는 사실을 감안하여 이 研究는 韓牛의 傾斜 ESR을 면밀히 검토하고 臨床에 응용될 수 있는 測定方法을 마련하기 위하여 실시되었으며 동시에 여기서 채택된 方法에 의한 正常韓牛의 傾斜 ESR值를

제시하였다.

## 材料 및 方法

**實驗動物:** 慶南 및 全南地方에서 사육되고 있는 韓牛 가운데 畜主의 稟告와 臨床檢査에 의하여 건강하다고 인정된 186두의 成牝牛를 대상으로 실험을 실시했다.

**採血 및 血液檢査:** 1회용 주사기를 사용하여 頸靜脈에서 無菌의으로 採血하였으며, 되도록이면 하루중의 一定한 時間(午前 8~10時)에 採血하고 採혈後 2時間 이내에 血液檢査를 실시했다. 이 실험에 사용한 抗凝劑는 dipotassium ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA), heparin sodium (heparin), double oxalate 및 sodium citrate 등이었다. 血液檢査는 常溫(20°C)에서 실시하였으며 赤血球沈澱容積(PCV)은 microhematocrit 法으로 측정했다. 이 실험에서 사용한 모든 稀釋血液은 自家血漿으로 희석했다.

**ESR의 判讀 및 計算:** 傾斜 ESR의 測定에 있어서 測定管의 경사때문에 血球層과 血漿層의 境界의 判讀이 어려웠는데 이때는 測定時間이 경과한 후 管을 垂直으로 약 30초간 세워둠으로써 쉽게 관독할 수 있었다. ESR値는 血液의 全體 길이에 대한 血漿層의 길이를 百分率로 계산했다( $ESR\% = \frac{\text{血漿層의 길이}}{\text{血液전체의 길이}} \times 100$ ). 한편 ESR値는 하나의 材料에 대하여 3회 측정된 平均値를 택하였다.

**實驗區의 設定:** 이 실험은 다음과 같이 구분하여 실시되었다.

1) 垂直血沈法에 의한 經時的 ESR: Wintrobe tube (2.8mm×10cm), Westergren tube (2.0mm×20cm) 및 capillary tube (1.0mm×10cm)를 사용하였으며 Westergren tube의 경우에는 血液에 3.8% sodium citrate液을 4:1의 비율로 첨가하고 나머지의 경우는 건조 EDTA (1.5mg/ml)로 혈액을 抗凝劑 처리하여 垂直 ESR을 측정했다. 測定時間은 1, 6, 12 및 24시간이었다.

2) 測定管의 內徑과 傾斜角度에 따른 ESR: 실험 1)에서 사용한 것과 동일한 內徑의 3종의 測定管(Westergren tube만은 2.0mm×10cm)을 사용하여 EDTA (1.5mg/ml)로 처리한 血液을 90(수직), 75, 60, 45, 30 및 15도의 경사각도에서 1시간의 ESR(ESR/hr)을 측정했다. 동시에 ESR의 민감도를 높이기 위하여 2배(50%) 稀釋血液을 사용하여 같은 방법으로 측정했다.

3) 測定管의 길이에 따른 傾斜 ESR: 실험 2)의 결과를 종합한 바 45度 경사에서 ESR이 가장 민감했고 관독도 용이하였으므로 이 실험은 45度 傾斜에서 실시되었다. EDTA (1.5mg/ml)로 처리한 全血과 그 2배

희석血液을 대상으로 管의 길이가 다른 4종의 測定管(3.0mm×10cm, 3.0mm×20cm, 1.0mm×10cm, 1.0mm×20cm)을 사용하여 1시간 및 3시간의 ESR을 측정했다.

4) 測定時의 環境溫度에 따른 傾斜 ESR: EDTA로 처리한 血液을 capillary hematocrit tube(Micro-Ht-tube)에 채운 다음 준비된 45度 傾斜 ESR(45°-ESR) 스탠드에 장착하여 각각 5°C(냉장고), 20°C(실온 또는 수욕) 및 35°C(부란기)에서 ESR/hr을 측정했다.

5) 血液의 貯藏溫度에 따른 傾斜 ESR: EDTA로 처리한 全血과 그 2배 희석혈액을 각각 5°C, 20°C 및 35°C에 24時間동안 저장하여 Micro-Ht-tube로 20°C(실온 또는 수욕)에서 45°-ESR/hr을 측정했다.

6) 抗凝劑에 따른 傾斜 ESR: 抗凝劑의 종류가 傾斜 ESR에 미치는 영향을 알아보기 위하여 하나의 동일한 혈액표본을 4등분하여 EDTA(1.5mg/ml), heparin(0.2mg/ml), sodium citrate(1.5mg/ml) 및 double oxalate(2mg/ml) 등의 4종의 항응고제로 각각 처리한 다음 Micro-Ht-tube를 사용하여 1시간 및 2시간의 45°-ESR을 측정했다.

7) PCV의 變化에 따른 傾斜 ESR: 앞의 여러 실험에서 傾斜 ESR値는 PCV値에 의하여 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이 PCV의 영향을 줄이기 위해서는 矯正圖表가 필요한 바 이를 위하여 이 실험이 실시되었다. EDTA로 처리한 血液을 自家血漿을 사용하여 PCV가 각각 5, 10, 20, 30, 40 및 50ml/100ml이 되도록 조정한 다음 Micro-Ht-tube와 Wintrobe tube를 사용하여 각각의 45°-ESR/hr를 측정했다.

8) 成牝牛의 正常 45度 傾斜 ESR値: EDTA로 처리한 血液을 대상으로 Micro-Ht-tube를 사용하여 45°-ESR/hr을 측정하고 그 測定值(觀察值)를 실험 7)에서 작성된 矯正圖表에 의거하여 成牝牛의 正常 ESR-矯正値를 구하였다.

**統計處理:** 結果의 分析에서 사용되는 t-test, F-test 및 regression 등은 컴퓨터(HP 3,000)의 SPSS(Statistical Packages for Social Science) 프로그램에 의하여 계산하였다.

## 結果 및 考察

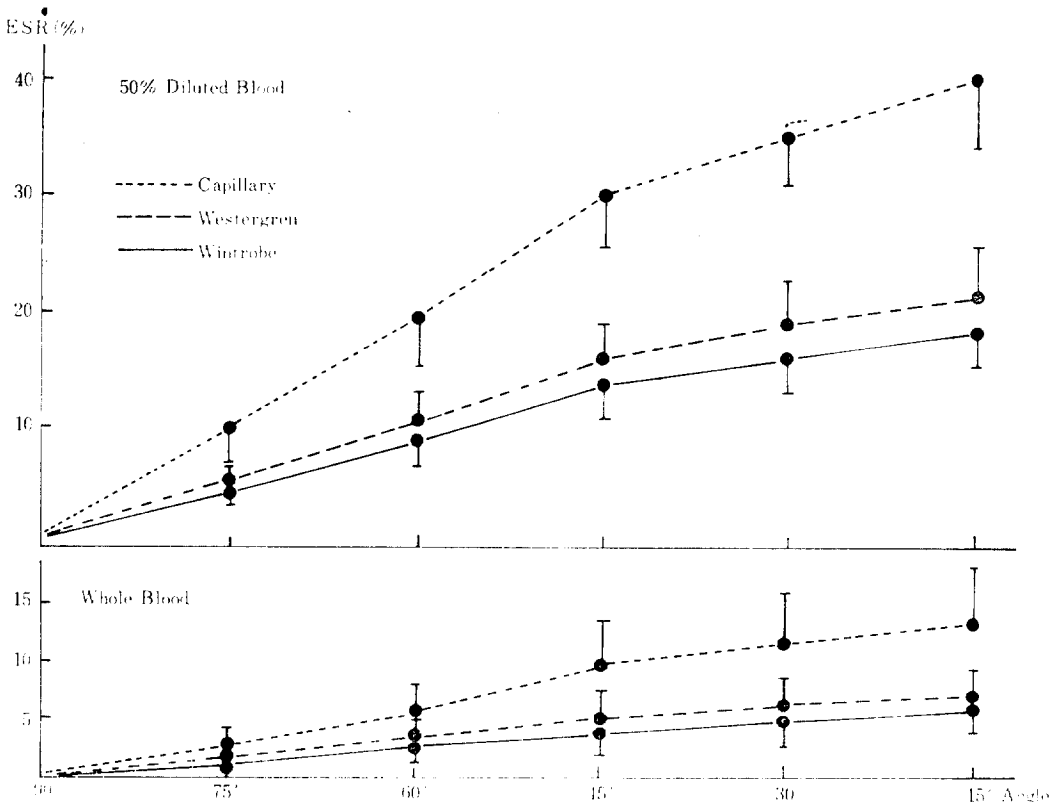
**垂直血沈法에 의한 經時的 ESR:** 이 실험은 正常牛의 垂直血沈速度가 얼마나 더딘가를 보기 위하여 실시되었다. 3종의 測定管을 사용하여 垂直血沈法으로 측정된 15두의 健牛 血液의 經時的 ESR을 Table 1에 제시하였다. 3가지 方法에서 다같이 經時的 증가폭에서는 고도의 有意差( $p < 0.001$ )를 보였으나 그 속도는 매

**Table 1.** Perpendicular ESR Percentage in Fifteen Healthy Cows

	Time(hr)				PCV (ml/100ml)
	1	6	12	24	
Wintrobe tube(2.8mm bore)					
Range	0.0—0.5	0.0—3.0	0.5—5.0	2.0—9.5	29—45
Mean & S. D.	0.2±0.2	1.6±1.0	2.7±1.6	5.8±2.2	35
Westergren tube(2.0mm bore)					
Range	0.0—1.0	1.0—4.0	2.0—9.0	5.0—19.0	29—45
Mean & S. D.	0.3±0.4	2.5±1.2	5.3±2.0	11.1±3.7	35
Capillary tube(1.0mm bore)					
Range	0.0—0.0	1.4—5.7	2.1—8.6	4.9—13.7	29—45
Mean & S. D.	0	2.1±1.1	4.6±3.0	10.4±4.5	35

우 저조하여 12~24時間値가 사람의 正常 1時間値와 近似하였으며 다른 哺乳類家畜에 비해서도 현저히 낮은 편이었다. 사람에게 있어서 正常垂直 ESR/hr은 Wintrobe法 平均으로 男子는 3.7(0~9), 女子는 9.6(0~15)mm이고 Westergren法 平均으로 男子는 4(0~15), 女子는 10(0~20)mm로 알려졌으며,<sup>2,26,50)</sup> 개에서는

PCV가 45ml/100ml일 때 Wintrobe法 수직 ESR/hr은 5%이고,<sup>42)</sup> 말에서는 Wintrobe法으로 正常 수직 ESR이 20分値에서 15~38mm로 매우 빠르며,<sup>10)</sup> 돼지에서는 비교적 저조하여 Wintrobe法 수직 ESR이 3.75mm/8hr로<sup>32)</sup> 알려져 있다. 이에 비하여 正常牛에서는 어떤 종류의 측정법으로든지 垂直 ESR 1時間値가 0~2.1mm



**Fig. 1.** The erythrocyte sedimentation rate, for an hour, in different angles and tube bores with whole and 50% diluted blood of 13 apparently healthy cows.

범위 이내로 알려졌으며<sup>2,10,18,33</sup> 그 중 하나의 報告<sup>10</sup>에서는 牛의 Wintrobe法 垂直 ESR/24hr值가 2.25~4.0mm로서 이 실험에서 보다 더욱 낮게 나타나고 있다.

測定管 內徑이 각각 다른 3가지 方法간의 平均值的 비교에서는 內徑이 가장 큰 Wintrobe tube를 사용한 方法에서 12 및 24時間帶에서 가장 낮은 ESR值를 보였다( $p < 0.01$ ). 그리고 capillary tube에서보다 內徑이 큰 Westergren tube에서 높은 경향의 ESR值를 보였는데 이는 Westergren tube에서는 건조 EDTA가 아닌 3.8% sodium citrate液을 4:1의 비율로 血液에 혼합하였기 때문에 血液이 그만큼 희석된 결과에 기인되었을 것으로 생각된다.

反芻動物中에서도 buffalo의 ESR值는 소보다 높은 것으로 報告되었다.<sup>45,46</sup> 그 이유가 血漿 fibrinogen의 함량에 차이가 있기 때문이라는 사실을 감안하면 소에서 ESR이 더딘 이유는 赤血球의 크기와 比重의 不等(不均) 및 낮은 血漿 fibrinogen의 함량에 의한 赤血球 連鎖形成의 不振으로 생각된다.<sup>38,42,45,46</sup>

測定管의 內徑과 傾斜角度에 따른 ESR: 內徑이 다른 3종의 測定管을 사용하여 6가지의 傾斜角度에서 測定한 13두의 健牛血液(평균 PCV는 35ml/100ml)의 ESR/hr을 Fig. 1에 나타내었다.

3가지 方法에서 다같이 傾斜度가 낮아짐에 따라 ESR值는 증가했고( $p < 0.01$ ), 內徑이 가장 좁은 capillary 法에서 가장 높은 ESR值를 보였다( $p < 0.01$ ). 이와 같은 결과는 ESR의 민감도를 높이기 위한 목적으로 실시된 2倍稀釋血液을 사용한 同一한 方法의 실험에서도 나타났다. 각 角度間의 단계적 ESR의 平均值的 차이는 全血이나 稀釋血의 경우 그리고 차이있는 3종의 管 內徑에서 다같이 75°~60° 角度間과 60°~45° 角度間에

서 크게 나타났으며 그 중에서도 특히 管內徑이 가장 좁은 1mm 內徑의 管에서는 全血의 경우 60°~45° 角度間에 있어서 그 平均值的 차이는 4.2%(9.6-5.4=4.2)로서 가장 컸고(LSD는  $t_{0.01}$ 수준에서 3.39), 稀釋血의 경우도 역시 60°~45° 角度間에서 10.6%(30-19.4=10.6)로서 가장 컸다(LSD는  $t_{0.01}$ 수준에서 4.32).

이 실험의 結果를 보면 傾斜가 가장 완만한 15度에서 ESR值가 가장 높게 나타났으나 角度間의 平均值的 차이는 傾斜度가 45度 이하로 더욱 낮아질수록 작아지는 경향이었으며 또한 傾斜度가 완만할수록 ESR의 判讀誤差도 많아졌다. 그래서 判讀誤差가 적고 단계적 傾斜 ESR의 增加幅이 가장 큰 45度에서의 ESR值가 가장 적당한 것으로 생각되었다. 이러한 結果는 기존의 牛血液의 傾斜 ESR에 관한 報告<sup>38</sup>와도 相應한 것이다. 사람을 비롯한 다른 動物에서 60度傾斜에서 측정된 報告<sup>24,32</sup>도 있고 또한 45度傾斜에서 측정된 報告<sup>29,38,39,44,48</sup>도 있으나 角度間의 우열에 관한 비교 설명은 되어 있지 않다.

이 실험의 결과 測定管의 內徑은 傾斜 ESR에 크게 영향을 미치며 內徑이 좁을수록 傾斜 ESR值는 높아졌다(Fig. 1). 垂直血沈에 있어서는 測定管의 內徑에 따른 ESR의 변화에 관해서 일관성이 없는 報告<sup>18,27,52</sup>가 많으며 한편으로는 內徑이 좁을수록 ESR值가 높았다고 하는 報告<sup>49</sup>도 있다.

이 실험을 통해서 傾斜 ESR測定에 있어서는 45度傾斜에서 capillary tube를 사용하는 方法이 有利하다는 것을 알게 되었다.

測定管의 길이에 따른 傾斜 ESR: 이 실험은 測定管의 길이가 傾斜 ESR에 미치는 영향을 알아보기 위하여

Table 2. Comparison Between the ESR(%) in 10cm and 20cm Columns (Tube-Lengths) of Whole and 50% Diluted Blood in 45°-Angled Tubes of 1mm Bore

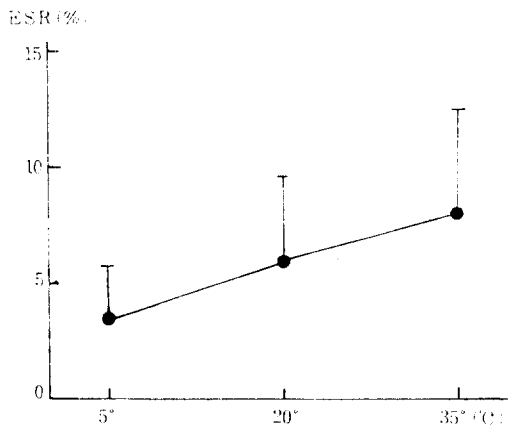
	Whole Blood				50% Diluted Blood				PCV (ml/100ml)
	Time(hr)				Time(hr)				
	1		3		1		3		
	Tube length(cm)				Tube length(cm)				
	10	20	10	20	10	20	10	20	
Ranges	1.0-9.5	0.8-9.5	10.0-28.0	8.3-30.0	11.0-32.0	7.5-35.0	31.0-61.0	27.0-64.5	29-41
Means	5.1	5.4	18.3	18.8	23.1	22.0	49.7	50.6	36
S. D.	2.9	3.3	6.2	7.5	5.9	7.3	8.2	10.2	
t-values	0.65		0.85		1.37		0.84		
D. F.	9		9		9		9		
P.	0.53		0.42		0.20		0.42		

**Table 3.** Comparison Between the ESR(%) in 10cm and 20cm Columns (Tube lengths) of Whole and 50% Diluted Blood in 45°-Angled Tubes of 3mm Bore

	Whole Blood				50% Diluted Blood				PCV (ml/100ml)
	Time(hr)				Time(hr)				
	1		3		1		3		
	Tube length(cm)				Tube length(cm)				
	10	20	10	20	10	20	10	20	
Ranges	0.0—4.0	0.0—4.3	3.0—11.0	3.8—13.0	3.5—10.0	2.0—11.5	12.0—30.0	12.0—34.5	29—41
Means	2.1	2.0	7.5	8.3	7.7	7.8	22.7	24.0	36
S. D.	1.2	1.3	2.5	3.5	1.8	2.5	4.9	6.0	
t-values	0.25		1.71		0.32		0.80		
D. F.	9		9		9		9		
P.	0.80		0.12		0.75		0.45		

여 실시되었다. 內徑이 1mm와 3mm의 測定管을 그 길이가 각각 10cm와 20cm로 다르게 하여 全血 및 2倍稀釋血液의 45°-ESR, 1時間 및 3時間值를 측정하였다. Table 2와 Table 3에서 보는 바와 같이 全血이나 稀釋血液에서 그리고 內徑이 큰 작은 간에 어느 時間帶에서도 測定管의 길이는 ESR에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이와같은 結果는 이전의 다른 45°-ESR의 研究<sup>48)</sup>에서도 同一하게 나타나고 있다. 그러나 垂直 ESR의 研究結果<sup>33,50,51)</sup>에서는 반드시 그렇지도 않다.

이 실험의 結果로 미루어 보아 市販되고 있는 Micro-Ht-tube(길이 7.5cm)도 傾斜 ESR 측정에도 사용될 수 있으며, 더욱이나 ESR 측정 직후 PCV를 측정할 수 있다는 利點도 갖추고 있다. 한편 이 실험에서도 內徑



**Fig. 2.** The effect of environmental temperature during measurement on the 45-degree-angled ESR/hr using capillary hematocrit tubes in 24 apparently healthy cows.

에 따라 ESR에 차이가 있게 나타났는데 內徑이 작을수록 ESR値는 높아서 앞에서 실시한 實驗 2)의 結果를 뒷받침 해 주고 있다.

**測定時의 環境溫度에 따른 傾斜 ESR:** PCV値가 30~45(평균 38)ml/100ml인 24두의 牛血液標本을 Micro-Ht-tube를 사용하여 5°C, 20°C 및 35°C에서 측정된 45°-ESR/hr을 Fig. 2에 나타냈다. 이 실험은 測定時의 環境溫度가 ESR에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시되었는데 測定時의 環境溫度가 높을수록 ESR도 높아졌다( $p < 0.01$ ).

건강상태의 소血液의 垂直 ESR은 극히 낮아서 測定時의 環境溫度가 ESR에 거의 영향을 미치지 않는다고 하는 報告<sup>37)</sup>가 있다. 그러나 개와 고양이를 대상으로 하는 실험에서는 환경온도의 상승에 따라 ESR이 높아진다고 하였다.<sup>27)</sup> 사람血液의 垂直 ESR은 測定時의 溫度의 上昇에 따라 증가하는 것으로 오래전부터 알려져 있다.<sup>35)</sup> 이 實驗은 Micro-Ht-tube로 45度の 傾斜에서 실시되었는데 사람이나 개와 고양이의 血液에서와 같이 測定環境溫度에 따라 ESR値에 큰 차이가 있었다. 이와같은 結果는 牛의 傾斜 ESR 測定도 一定한 溫度(室溫)에서 이루어져야 한다는 것을 나타내 준다.

**血液의 貯藏溫度에 따른 傾斜 ESR:** PCV値가 31~45(평균 40)ml/100ml인 15두의 牛血液標本을 5°C, 20°C 및 35°C에 각각 6, 12 및 24시간 동안 貯藏한 다음 Micro-Ht-tube로 20°C의 실온에서 측정된 45°-ESR/hr의 結果를 Fig. 3에 나타냈다. 全血이나 2倍稀釋血液에서 다같이 어느 貯藏溫度에서나 經時的인 有意差가 인정되지 않았다. 이러한 結果는 血液을 無菌的으로 採取하기만 하면 적어도 1日間, 貯藏溫度가 ESR에

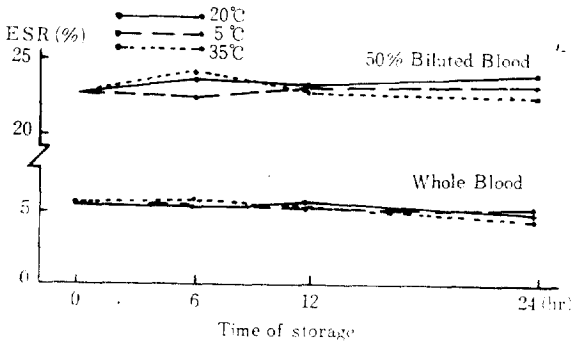


Fig. 3. The effect of storage temperature of the blood on the 45-degree-angled ESR/hr using capillary hematocrit tubes in 15 apparently healthy cows.

영향을 미치지 않는다는 것을 나타내 주며 測定時의 環境溫度가 ESR에 크게 영향을 미친다는 사실(실험 4 참조)과는 대조적이라 할 수 있다. 그런데 개와 고양이와 血液을 대상으로 하는 실험에서는 어느 단계의 溫度에서도 24시간 저장후에는 ESR值가 낮아진다고 하였다.<sup>27)</sup> 이와같은 사실로 미루어 보아 動物의 種別에 따른 차이도 있을 법한 일이지만 더욱 신중한 追試가 요망된다고 생각된다.

**抗凝固劑에 따른 傾斜 ESR:** PCV值가 28~45(평균 37)ml/100ml인 20두의 牛血液으로 실험하였다. 4종의 抗凝固劑를 각각 사용하여 1시간 및 2시간 측정된 45°-ESR 平均치의 비교를 Fig. 4에 나타냈다. Heparin, EDTA 및 double oxalate로 처리한 血液사이에는 有意差가 인정되지 않았으나 sodium citrate로 처리한 血液은 다른 抗凝固劑로 처리한 血液보다 1시간 및 2시간 值에 있어서 다같이 높은 ESR值를 보였다( $p < 0.01$ ).

抗凝固劑의 種類나 濃度에 따라 ESR에 차이가 있다

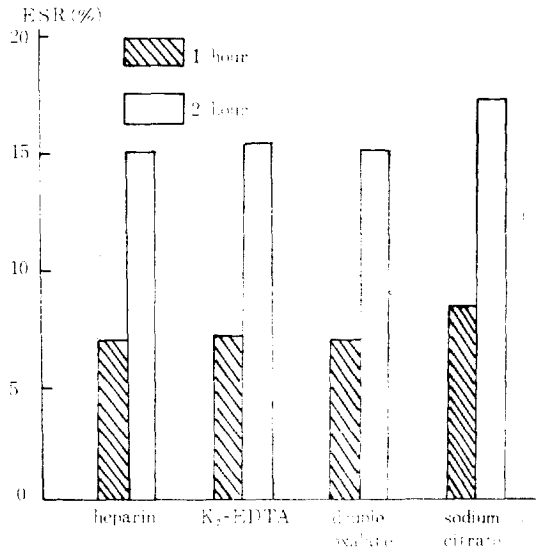


Fig. 4. The effect of anticoagulants on the 45-degree-angled ESR using capillary hematocrit tubes, in 24 apparently healthy cows.

는 報告는 많으며,<sup>14,20,21,25,30,40,47,52)</sup> 血球의 형태와 PCV에 영향을 미치지 않은 것이 ESR에도 변화를 가져오지 않는다고 알려져 있다.<sup>21,30)</sup> Micro-Ht-tube를 사용한 이 실험에서의 ESR은 sodium citrate로 처리한 血液에서 가장 빠른 것으로 나타났다. 이러한 결과는 다른 연구에서도 유사하게 나타났다.<sup>21,40)</sup>

**PCV의 변화에 따른 傾斜 ESR:** 총 18두의 健康牛를 대상으로 한 自家血漿으로 조정된 여러 단계의 PCV值의 변화에 따른 45°-ESR/hr值의 변화는 Table 4에 요약되었다. 이 表에서 보는 바와 같이 Micro-Ht-tube 및 Wintrobe tube의 2종의 측정관에 의한 45°-ESR/hr

Table 4. The 45 Degrees-Angled ESR/hr, Using Capillary Hemotocrit and Wintrob Tubes, in Different Packed Erythrocyte Volumes (PCV) Adjusted by Autologous Plasma in 18 Cattle

	ESR(%) in adjusted PCV						Original PCV (ml/100ml)
	5	10	20	30	40	50	
<b>Capillary hematocrit tube</b>							
Ranges	38.5—65.3	29.8—51.1	17.9—29.4	8.1—14.6	2.8—5.7	0.7—2.1	32—40
Mean±S. D.	51.1±6.6	40.4±5.3	23.8±3.4	12.1±1.9	4.6±0.8	1.2±0.4	36
<b>Wintrobe tube</b>							
Ranges	15.5—28.0	12.0—21.0	6.0—13.0	3.0—6.0	1.0—2.5	0.0—2.0	32—40
Mean±S. D.	22.8±3.7	17.6±2.6	10.0±2.0	4.6±1.1	1.6±0.5	0.6±0.6	36

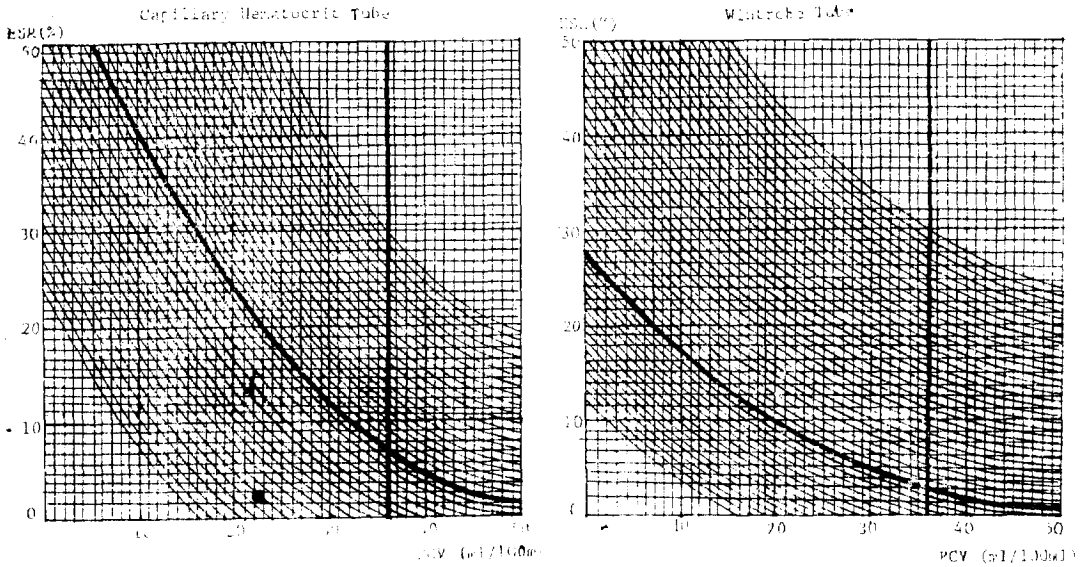


Fig. 5. Charts for correction of sedimentation rate according to volume of packed erythrocytes (PCV) for capillary and Wintrobe tubes held at a 45-degree angle for 1 hour.

The heavy curved lines in both graphs represent the curvilinear regression on which this chart based.

To locate the corrected value observed sedimentation rate may be identified in the left-hand column of standard PCV, 36ml/100ml.

측정에 있어서 다같이 PCV值가 낮아질수록 ESR值는 증가하였다. 이 실험의 결과에 의하여 PCV值의 변화에 따른 45°-ESR/hr值의 回歸(regression) 관계를 구하였다. 그 결과 Micro-Ht-tube 45°-ESR/hr에 있어서는  $Y=61.9779-2.3533x+0.0228x^2$ 의 二次方程式의 回歸曲線이 成立되었으며 相關係數  $r=0.9999$ 의 수준에서 실험결과와 일치하였고, Wintrobe tube 45°-ESR/hr에 있어서는  $Y=27.9767-1.1314x+0.0117x^2$ 의 二次方程式의 回歸曲線이 成立되었으며 相關係數  $r=0.9998$ 의 수준에서 실험결과와 일치하였다. 이들 두가지 回歸曲線을 기준으로 하여 Fig. 5와 같은 PCV의 변화에 따른 45°-ESR의 矯正圖表를 작성하였다.

牛血液을 대상으로 한 ESR와 PCV와의 相關關係에 관한 報告는 몇가지가 있지만<sup>6,38)</sup> 本 實驗에서 실시한 것과 같은 Micro-Ht-tube에 의한 傾斜 ESR의 矯正圖表는 소에서 뿐만 아니라 다른 動物에서도 보고된 바 없어서 차후 追試를 거쳐 臨床에 응용할 수 있으리라 생각된다. 本 實驗에서 Wintrobe tube를 이용한 45°-ESR의 矯正圖表를 作成한 것은 이미 報告된<sup>38)</sup> 바 있는 同一한 方法의 牛血液 ESR의 矯正圖表와 비교해 보기 위한 것이었는데 PCV值가 25ml/100ml 이상인

경우에는 대체로 일치된 曲線을 보였으나 그 이하로 낮아짐에 따라 다소의 격차가 나타났으므로 차후 정밀한 追試가 필요하다고 느껴졌다.

**成牝牛의 正常 45度傾斜 ESR值** : 이 실험은 건강한 轉牛에 있어서 Micro-Ht-tube를 이용한 45°-ESR의 正常值를 알아보기 위하여 실시되었다. 外見上 健康한 2~11세의 成牝牛로서 PCV值가 30~43(평균 35.4)ml/100ml인 총 71두를 대상으로 하였으며 測定된 ESR/hr值는 실험 7)에서 作成된 Micro-Ht-tube-矯正圖表(Fig. 5)에 의하여 PCV值 36ml/100ml 기준으로 矯正되었다. 그 결과는 Table 5에 要約되었다. 平均 PCV值는  $35.4 \pm 3.6$ ml/100ml이었고 45°-ESR/hr 觀察值는 平均  $7.2 \pm 2.7\%$ 이었으며, PCV 36ml/100ml 기준의 矯正值는 平均  $6.6 \pm 1.3\%$ 이었다.

소에서 Micro-Ht-tube를 이용한 45°-ESR의 실험보고는 아직 없기 때문에 비교 평가할 수는 없지만 종전의 어떠한 다른 牛 ESR 측정법 보다 그 沈降速度가 빠르기 때문에 臨床의 應用實驗을 거쳐 實用될 수 있기를 기대하는 것이다.

Wintrobe tube를 사용하여 牛의 45°-ESR을 관찰한 Olsen<sup>39)</sup>의 결과를 보면 건강한 成牛 36頭(Brown Swiss



**Table 5.** Data on 45°-Angled ESR by Capillary Hematocrit Tubes, Reading at 1 Hour at Room Temperature, in 71 Apparently Healthy Korean Cows

	Age (Year)	PCV (ml/100ml)	45° Angled ESR(%)	
			Observed	*Corrected
Ranges	2—11	30—43	2.0—13.0	3.0—8.8
Mean±S. D.	5.3±2.5	35.4±3.6	7.2±2.7	6.6±1.3

\* Observed values of ESR were corrected to the standard PCV of 36ml/100ml.

種 및 Holstein種)의 平均 PCV値는 35.5ml/100ml이었고 45°-ESR/hr의 觀察値는 平均 3.78±1.63%이었으며 PVC 36ml/100ml 기준의 矯正値는 平均 3.63±0.95%이었다. 이 實驗에서 얻은 Micro-Ht-tube 傾斜 ESR値가 Olsen<sup>39)</sup>에 의한 Wintrobe tube 傾斜 ESR値보다 높게 나타난 것은 測定管의 內徑이 좁을수록 傾斜 ESR値가 높아진다는 實驗 2)의 結果를 감안할 때 당연한 것으로 생각된다.

### 結 論

이 研究는 2세 이상의 건강한 韓牛를 대상으로 傾斜 ESR을 檢討하여 牛 臨床에 응용될 수 있는 ESR測定 방법을 마련하기 위하여 실시되었는데 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. Wintrobe tube, Westergren tube 및 capillary tube를 사용한 垂直 ESR의 經時的 測定에서는 그 沈降速度가 매우 늦어 24時間値의 平均이 각각 5.8±2.2, 11.1±3.7 및 10.4±4.5%로서 牛에서의 垂直 ESR의 臨床的 適用이 어려움을 알 수 있었다.
2. 測定管을 90, 75, 60, 45, 30 및 15度の 傾斜角度에 놓고 ESR을 측정할 결과 45度傾斜에서의 ESR値가 判讀오차가 비교적 적고 ESR의 단계적 增加幅도 가장 큰 것으로 나타났다.
3. 測定管의 內徑이 좁을수록 傾斜 ESR値는 높아졌다.
4. 測定管의 길이는 傾斜 ESR(%)에 영향을 미치지 않았다.
5. 測定時의 溫度는 傾斜 ESR에 영향을 미쳐서 環境溫度가 높을수록 ESR値도 높아졌다.
6. 血液의 貯藏溫度(5°C, 20°C 및 35°C)는 24시간 내에서는 傾斜 ESR에 영향을 미치지 않았다.
7. Heparin, K<sub>2</sub>-EDTA, double oxalate 및 sodium citrate로 각각 抗凝固 처리한 血液을 대상으로 Micro-Ht tube 45°-ESR을 측정할 결과 sodium citrate로 처리한 血液의 ESR値가 가장 높았고 나머지 3者間에는 有意差가 없었다.

8. 自家血漿으로 PCV를 조정하여 Micro-Ht-tube와 Wintrobe tube로 각각 45°-ESR을 측정할 결과 두가지 방법에서 다같이 PCV가 낮을수록 ESR値는 增加했다. 이 실험결과에 의거하여 PCV기준의 45°-ESR/hr의 矯正圖表를 作成하였다(Fig. 5).

9. 正常韓牛 암컷의 Micro-Ht-tube 45°-ESR/hr을 측정할 결과 總 71頭의 平均 PCV値는 35.4±3.6ml/100ml이었고 觀察된 45°-ESR/hr値는 平均 7.2±2.7%이었으며 前記한 矯正圖表를 이용하여 PCV 36ml/100ml 기준으로 矯正된 45°-ESR/hr値는 平均 6.6±1.3%이었다.

10. 위와 같은 結果로 미루어 보아 牛의 ESR은 45度傾斜에서 capillary hematocrit tube를 사용하여 室溫(20°C)에서 1時間에 측정하는 것이 가장 適合한 것으로 판단되었다.

### 參 考 文 獻

1. Adler, S. M. and Denton, R. L.: The erythrocyte sedimentation rate in the newborn period. *J. Pediatrics*(1975) 86:942.
2. Albritton, E. C.: *Standard Values in Blood*. Saunders, Philadelphia(1952) pp.6~10.
3. Barrett, B. A. and Hill, P. I.: A micromethod for the erythrocyte sedimentation rate suitable for use on venous or capillary blood. *J. Clin. Pathol.*(1980) 33:1118.
4. Bauer, J. D.: *Clinical Laboratory Methods*. 9th ed., The C. V. Mosby, St. Louis (1982) pp.194~383.
5. Benjamin, M. M.: *Outline of Veterinary Clinical Pathology*. 3rd ed., Iowa State Univ. Press, Iowa(1978) pp.64~75.
6. Bianca, W.: Correction of the erythrocyte sedimentation rate of bovine blood in relation to the haematocrit value. *Schweizer Archiv fur Tierheilkuned*(1973) 115:130.

7. Bild, C.E.: Erythrocyte sedimentation rate and Hematocrit. *J. A. V. M. A.* (1956) 129:471.
8. Buil, B.S. and Brailsford, J.D.: The zeta sedimentation ratio. *Blood*(1972) 40:550.
9. Coburn, A.F. and Kapp, E.M.: Observations on the development of the high blood sedimentation rate in rheumatic carditis. *J. Clin. Invest.* (1936) 17:715.
10. Coles, E.H.: *Veterinary Clinical Pathology*. 3rd ed., Saunders, Philadelphia(1980) pp.87~90.
11. Cutler, J.: A finger puncture method for blood sedimentation test. *Am. J. Med. Sci.*(1972) 173:687.
12. Cutler, J.: The graphic method for the blood sedimentation test. *Am. J. Med. Sci.* (1929) 179:544.
13. Cutler, J.W.: A standardized technique for sedimentation rate. *J. Lab. Clin. Med.* (1940) 26: 542.
14. Dawson, J.B.: The E. S. R. in a new dress. *Br. Med. J.* (1960) 1:1697.
15. Fahraeus, R.: The suspension stability of the blood. *Acta Med. Scand.*(1921) 4:1.
16. Frankel, S., Reitman, S. and Sonnenwirth, A. C.: *Clinical Laboratory Methods and Diagnosis*. 7th ed., Mosby, St. Louis(1976) pp.496~498.
17. Gambino, S.R., Dire, J.J., Monteleone, M. and Budd, D.C.: The Westergren sedimentation rate, using K<sub>3</sub> EDTA. *Am. J. Clin. Pathol.* (1965) 43:173.
18. Gibsons, W.J., Catcott, E.J. and Smithcors, J. F.: *Bovine Medicine, Surgery and Herd Health Management*. 1st ed. Am. Vet. Publications(1970) pp.525~532.
19. Gilman, A.R.: The blood sedimentation rate in the horse. *J. Vet. Med.*(1952) 47:77.
20. Hadley, G.G. and Larson, N.L.: Use of sequestrane as an anticoagulant. *Am. J. Clin. Pathol.* (1953) 23:613.
21. Hadley, G.G. and Weiss, S.P.: Further notes on use of salts of ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) as anticoagulants. *Am. J. Clin. Pathol.* (1955) 25:1090.
22. Halsted, J.A.: *The Laboratory in Clinical Medicine*. 2nd ed., Saunders, Philadelphia(1981) pp. 574~577, 714~717.
23. Hammersland, H.L., Herrin, H.S. and Haynes, C.F.: A study of the blood in horses infected with infectious anemia. *J. A. V. M. A.* (1938) 93: 320.
24. Harth, O., Vaupel, P. and Corinth, G.: Is the angled-tube method useful for measuring sedimentation of blood corpuscles after Westergren. *Dtsch. Med. Wschr.*(1982) 107:1185.
25. Heller, V.G. and Paul, H.: Changes in cell volume produced by varying concentrations of different anticoagulants. *J. Lab. Clin. Med.* (1933) 19:777.
26. Hilder, F.M. and Gunz, F.W.: The effect of age on normal values of the Westergren sedimentation rate. *J. Clin. Pathol.*(1964) 17:292.
- 27) Jain, N.C. and Kono, C.S.: 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.
28. King, J.F., Kennedy, K. and Rimmer, A.R.: An automated method for recording the Westergren erythrocyte sedimentation rate. *J. Clin. Pathol.* (1981) 34:449.
29. Kohll, R.N., Singh, S. and Singh, M.: Studies on erythrocyte sedimentation rate in buffaloes. I. Evaluation of various techniques. *Indian Vet. J.* (1975) 52:915.
30. Lampasso, J.A.: Error in hematocrit value produced by excessive ethylenediamine tetraacetate. *Am. J. Clin. Pathol.* (1965) 44:109.
31. Landau, A.: Microsedimentation (Linzenmeller-Raunert method). *Am. J. Dis. Child.* (1933) 45: 691.
32. Leman, A.D., Mengeling, W.L., Penny, R.H., Scholl, E. and Straw, B.: *Disease of Swine*. 5th ed. Iowa State Univ. Press. (1981) pp.27~40.
33. Mitruka, M. and Rawnsley, H.M.: *Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals and normal humans*. 2nd ed., Masson Publishing, N.Y., (1981) pp. 52~55, 118~119.
34. Morris, M.W., Skrodzki, Z. and Nelson, D. A.: Zeta sedimentation ratio (ZSR), A replace-

- ment for the erythrocyte sedimentation rate(ESR). *Am. J. Clin. Pathol.* (1975) 64:254.
35. Nichols, R.E. : A study of the phenomena of erythrocyte sedimentation. *J. Lab. Clin. Med.* (1942) 27:1317.
  36. Niejadlik, D.C. and Engelhardt, C. : An evaluation of the Guest method for determining erythrocyte sedimentation rate. *Am. J. Clin. Pathol.* (1977) 68:766.
  37. Olsen, R.E. : Erythrocyte sedimentation rate for cattle. M.S. Thesis, University of Illinois, Urbana(1960).
  38. Olsen, R.E. : Determining the erythrocyte sedimentation rate of cattle. *J. A. V. M. A.* (1966) 148:801.
  39. Ramakrishna Pillai, M.G. and Nair, S.G. : A critical evaluation of the methods for assessing ESR in domestic animals. *Kerala J. Vet. Sci.* (1974) 5:56.
  40. Rourke, M.D. and Plass, E.D. : An investigation of various factors which affect the sedimentation rate of the blood cells. *J. Clin. Invest.* (1929) 7:365.
  41. Sacher, G.A. : A sign of severe radiation injury observed in the erythrocyte sedimentation of dog. *Blood*(1956) 11:174.
  42. Schalm, O.W., Jain, N.C. and Carroll, E.J. : *Veterinary Hematology*. 3rd ed., Lea & Febiger, Philadelphia(1975) pp.40~70.
  43. Stuart, J., Barrett, B.A. and Prangnell, D.R. : Capillary blood collection in haematology. *J. Clin. Pathol.* (1974) 27:896.
  44. Sturkie, R.D. and Textor, K. : Sedimentation rate of erythrocyte in chickens as influenced by method and sex. *Poultry. Sci.* (1957) 37:60.
  45. Vacca, C., Montemagno, F., Persechino, A. and Pizzuti, G.P. : Research on the erythrocyte sedimentation rate in buffaloes and cattle. *Atti della Societa Italiana delle Scienze Veterinarie* (1972) 26:219.
  46. Vacca, C., Montemagno, A. and Pizzuti, G.P. : Erythrocyte sedimentation in cattle and buffaloes, A general hypothesis. *Folia Veterinaria Latina* (1974) 4:24.
  47. Walton, A.C.R. : The corrected erythrocyte sedimentation test. *J. Lab. Clin. Med.* (1933) 18: 711.
  48. Washburn, A.H. and Meyers, A.J. : The sedimentation of erythrocyte at an angle of 45 degrees. *J. Lab. Clin. Med.* (1957) 49:318.
  49. Westergren, A. : The technique of the red cell sedimentation reaction. *Am. Rev. Tuberc.* (1926) 14:94.
  50. Wintrobe, M.M. : *Clinical Hematology*, 8th ed. Lea & Febiger, Philadelphia(1981) pp.27~32, p.1885.
  51. Wintrobe, M.M. : *Clinical Hematology*. 4th ed. Lea & Fibiger, Philadelphia(1956) pp.314~327.
  52. Wintrobe, M.M. and Landsberg, J.W. : A standardized technique for the blood sedimentation test. *Am. J. Med. Sci.* (1935) 189:102.
-