

競走馬에서 Westergren法에 의한 적혈구 沈降速度 측정의 評價

金炳軫·李芳煥·李採珞*
韓國馬事會
全南大學校 獸醫科大學*
(1991년 12월 7일 접수)

Evaluation of erythrocyte sedimentation rate in racehorse measured by westergren method

Byoung-jin Kim, Bang-whan Lee*, Chai-yong Lee*
Korean Horse Affairs Association
College of Veterinary Medicine, Chonnam National University
(Received Dec 7, 1991)

Abstract : The study was basically carried out to establish the appropriate condition for applying the Westergren method for erythrocyte sedimentation rate(W-ESR) in Thoroughbred racehorses at recess. To do this, we examined the correlation among some factors including the kind of anticoagulants, optimal ambient temperature and reading time for W-ESR in healthy racehorses.

The difference between the blood samples treated with only 3.8% solution of sodium citrate(SC) and both EDTA and SC as a coagulant, there was not recognized any significant difference($p < 0.05$) in the levels of W-ESR irrespective of the ambient temperature of 20°C or 30°C. The best optimal ambient temperature for W-ESR in horses was proved at 30°C resulting from the tendency of the most reduced dispersion in mean values analyzed from repeatedly 4 times to the same blood samples compared with those of 10°C and 20°C.

The optimal reading time was determined as 60 minutes($Y = 237.2 \sim 4.1X$, $r^2 = 0.998$) and 70 minutes($Y = 247.8 \sim 4.2X$, $r^2 = 0.999$) under the same temperature of 30°C; the latter showed the better result on the basis of the correlation of packed cell volume(PCV) and ESR values.

About 13 healthy racehorses, we compared the real values of W-ESR respectively obtained at 60 minutes and 70 minutes at 30°C with the anticipated values of PCV by means of the analysis of linear regression equation. As the result of this, the strong correlation between both of them was confirmed.

For practical use of W-ESR in Thoroughbred racehorses, we can recommend the condition of 60 or 70 minutes for the optimal reading time as well as 30°C for the best ambient temperature.

Key words : erythrocyte sedimentation rate(ESR), Westergren-ESR, ambient temperature, racehorse, reading time.

緒 論

말에서 적혈구침강속도(Erythrocyte sedimentation rate; ESR)는 오래전부터 질병의 비특이적 진단법의 하

나로서 이용되어 왔으나¹⁻⁵ 근래에 와서는 정상상태에 있어서 競走馬의 운동적용평가를 위한 보조검사법의 하나로 더욱 많이 이용되고 있다.⁶⁻¹³

말의 ESR 측정방법은 주로 Westergren法⁶⁻¹⁰과 Wintrobe法^{11,12,14-16}이 이용되고 있는데 Westergren-ESR이나 Wintrobe-ESR법을 막론하고 報告者에 따라서 항응고제의 적용법, 측정시 환경온도 및 측정시간에 있어서 통일된 기준이 없고 산만하여 그 결과를 비교 평가하는데 많은 불편을 겪고 있는 실정이다.

본 연구는 이와같은 현실을 감안하여 Westergren-ESR의 측정에 있어서 항응고제의 적용법을 재검토하고 同一血液에서 측정환경온도 및 측정시간에 관한 비교실험을 실시함으로써 안정된 측정치를 구할 수 있는 기초 자료를 마련하고자 실시하였다.

材料 및 方法

시험동물 : 韓國馬事會에서 사육중인 3세 이상의 Thoroughbred種 成馬를 무작위로 선정하여 체온, 심박, 호흡수 측정 및 혈액검사를 실시하여 정상범위내에 있는 임상적으로 건강한 총 15두를 사용하였다. 사용한 말은 모두 경주후 3~7일간의 휴식기간에 있는 것을 이용하였다.

채혈 및 항응고제 처리 : 운동을 負荷하지 않은 휴식상태의(오전 10시전후)試驗馬의 경정맥에서 채혈한후 30분 이내에 ESR을 측정하였으며 항응고제의 처리는 채혈시 EDTA로 처리한 혈액 4용량에 3.8% sodium citrate(SC)용액 1용량의 비율로 혼합한 것과(EDTA-SC blood) EDTA의 처리없이 3.8% sodium citrate 용액만으로 전자와 같이 4 : 1의 비율로 혈액을 혼합한(SC blood) 2가지 방법으로 실시하였다. 한편 PCV수준의 조정이 필요한 경우에는 자가혈장으로 적절히 가감 조절하였다.

PCV측정 : EDTA로 항응고 처리한 혈액으로 microhematocrit法에 의하여 측정하였다.

ESR측정 : Westergren tube(직경 2.5mm 길이 300mm, 눈금길이 200mm)에 혈액을 넣고 수직으로 세워 측정하였다. 측정시 환경온도는 항온장치를 사용하여 10℃, 20℃, 30℃로 하였고, 측정시간은 10분 간격으로 90분까지 측정하였다.

측정환경온도에 따른 Westergren-ESR측정치 분산의 비교 : Westergren법으로 동일한 혈액표본을 동시에 반복하여 측정할 경우에도 ESR치의 분산이 폭넓게 일어나는 사실을 감안하여 어느 온도에서 ESR치 분산의 폭이 적어질 것인가를 확인하기 위해서 온도별 Westergren-ESR측정치의 분산(dispersion)을 비교하였다. 15두

의 혈액표본을 각각 10℃, 20℃, 30℃의 온도에서 4회 반복하여 ESR을 측정하였으며, 15두분에 대한 온도별 평균 ESR치 및 표준편차를 비교하였고 또한 평균치에 대한 최고치(Max)와 최저치(Min)차이의 백분률 $\{(\text{Max}-\text{Min})/\text{Mean} \times 100\}$ 을 계산하여 각 온도별로 비교하였다.

측정온도 및 측정시간별 PCV변량에 따른 Westergren-ESR의 상관관계 : 측정온도를 10℃, 20℃, 30℃로 설정하여 단계적 PVC치별로 측정시간 경과에 따른 ESR치의 변화를 관찰함으로써 Westergren-ESR측정의 측정시간 및 적정온도를 파악하였다.

Westergren-ESR의 理論値와 實測値의 비교 : Fig 1에서 얻은 30℃, 60분과 70분 측정치의 일차방정식에 의하여 계산된 PVC 변량에 따른 ESR을 구하여 이를 理論値(豫期値 : anticipated values)로하고 건강한 경주마 13두의 혈액을 30℃에서 60분 및 70분간의 ESR을 측정(實測値, observed values)하여 양자 사이의 相關性을 검정하였다.

통계처리 : 결과의 통계학적 분석은 SAS(statistical analysis system) 프로그램을 이용하여 t-test와 最小有意差(LSD)검정을 실시하였다.

結 果

SC blood와 EDTA-SC blood간의 Westergren-ESR 비교실험 결과는 Table 1에 나타내었다. 20℃와 30℃에서 모두 SC blood群과 EDTA-SC blood群간의 ESR치에 유의차가 인정되지 않았다.

측정환경온도에 따른 Westergren-ESR측정치 분산의 비교결과는 Table 2에 나타내었다. 온도별 비교에서 통계학적 유의차는 인정되지 않았지만 ESR 평균치는 온도가 높아질수록 증가되는 반면 표준편차는 축소되는 경향을 보였다. 측정치의 분산을 평가하기 위한 최고치와 최저치 차이의 백분률에 있어서 10℃에서 분산의 폭은 ESR 평균치의 4~32%에 해당할 만큼 매우 컸으나 20℃와 30℃에서는 모두 4~18%로 축소되었으며 그 분산의 평균은 30℃에서 가장 작게 나타났다.

측정온도 및 측정시간별 PCV변량에 따른 Westergren-ESR의 상관관계에 대한 결과는 Fig 1에 표시하였다. PCV변량에 따른 Westergren-ESR의 상관관계는 30℃에서 60분 및 70분간의 측정시간에 있어서 각각 $Y = 237.2 - 4.1x$, $r^2 = 0.998$ 및 $Y = 247.8 - 4.2x$, $r^2 = 0.999$ 로서 고도의 유의성있는 直線相關을 보였다. 따라서 실험 성적중에서 신빙성이 높은 것으로 인정되는 30℃, 60분 및 70분간 측정에서 PCV 계층별 Westergren-ESR 實測値만을 Table 3에 제시하였다.

Table 1. Comparison of ESR values of SC blood and EDTA-SC blood measured by Westergren method at 20°C and 30°C of ambient temperature in racehorse

	Westergren-ESR/h(mm)			
	20°C		30°C	
	SC blood	EDTA-SC blood	SC blood	EDTA-SC blood
Range	11.8~120.5	12.5~135.0	23.0~126.5	17.5~132.5
Mean±SD	54.0±30.8	54.1±32.1	65.5±29.0	65.7±30.1
t-value	0.038		0.042	
D.F	19		19	
P	0.9(N.S)		0.9(N.S)	

sc blood : Mixture of one part of 3.8% sodium citrate solution and four parts of blood.

EDTA-sc blood : Anticoagulated blood with EDTA at first and then added 3.8% sodium citrate solution as the same ratio as above.

N.S : Statistically not significant.

Table 2. Dispersion values of Westergren-ESR at different ambient temperature

ESR values and their dispersion *	Ambient temperature			Statistical analysis
	10°C (n=15)	20°C (n=15)	30°C (n=15)	
ESR				
Range(mm)	19~132	19~132	40~140	F=1.30(N.S) LSD(0.05)=25
Mean±SD(mm)	76±37	79±35	95±30	LSD(0.01)=33
(Max-Min)/Mean×100				
Range (%)	4~32	4~18	40~18	F=0.4(N.S) LSD(0.05)=4.7
Mean±SD (%)	11.7±8.7	10.0±4.7	9.2±4.2	LSD(0.01)=6.3

N.S : Statistically not significant.

* : Calculated from simultaneously 4 times repeated measurements in each blood sample.

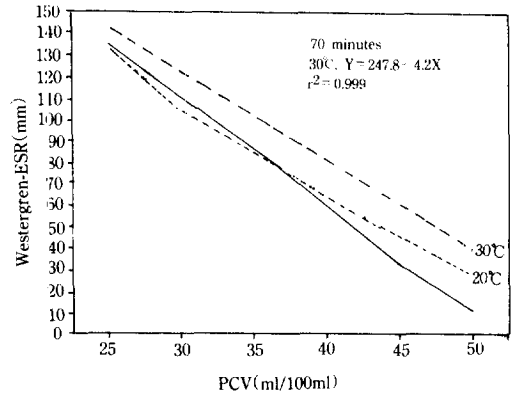
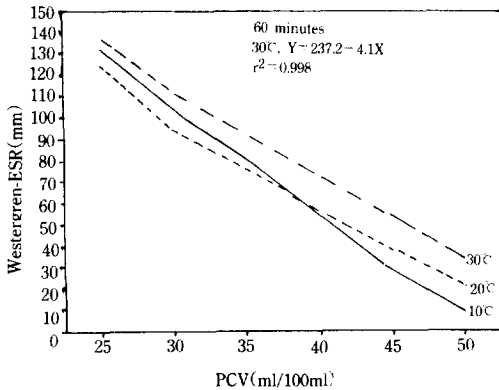


Fig 1. Relationship between Westergren-ESR value and PCV level at different temperature.

Westergren-ESR의 理論値와 實測値의 비교결과는 Table 4에 나타내었다. 30°C에서 60분 측정의 ESR과 70분 측정의 ESR에 있어서 다같이 실측치와 이론치 사이에 相同性이 있었고 특히 30°C, 70분 측정에 있어서 더욱 높은 相同性이 확인되었다. 이와같은 결과를 근거로 말 혈액의 Westergren-ESR 측정에 실제적인 응용을

위하여 환경온도 30°C에서 60분과 70분 측정의 PCV 변량에 상관하는 Westergren-ESR 理論値를 Table 5에 총괄하였다.

考 察

ESR에 관여하는 주요 인자는 적혈구의 連鎖形成(ro-

Table 3. Westergren-ESR values(mm) associated with PCV levels adjusted by autologous plasma at 30°C, 60 and 70 minutes

Reading time (minutes)		PCV(ml/100ml)					
		25	30	35	40	45	50
60	Range	107~150	87~142	72~110	52~95	36~68	20~46
	Mean±SD	137±14	112±17	93±13	72±13	53±11	33±8
70	Range	117~150	96~150	80~123	58~108	46~78	24~53
	Mean±SD	143±11	122±17	102±14	80±14	61±10	39±9

Table 4. Comparison of observed values to anticipated values of Westergren/60 and 70 minutes at 30°C

	PCV (ml/100ml)	60Min		70Min	
		Anticipated ESR	Observed ESR	Anticipated ESR	Observed ESR
Ranges	35~48	29.0~107.4	40.4~93.7	36.5~119.0	46.2~100.8
Mean±SD	41.9±4.0	55.2±21.5	64.7±15.1	68.3±23.2	71.1±16.0
D.F		12		12	
t-values		0.92		0.34	
P		0.36(N.S)		0.74(N.S)	

N.S : Statistically not significant.

Table 5. Relative anticipated Westergren-ESR(mm) of racehorse blood with different PCV levels at 30°C

PCV (ml/100ml)	Anticipated Westergren-ESSR for		PCV (ml/100ml)	Anticipated Westergren-ESSR for	
	60 min	70 min		60 min	70 min
20	155.2	163.8	36	89.6	96.6
21	151.1	159.6	37	85.5	92.4
22	147.0	155.4	38	81.4	88.2
23	142.9	151.2	39	77.3	84.0
24	138.8	147.0	40	73.2	79.8
25	134.7	142.8	41	69.1	75.6
26	130.6	138.6	42	65.0	71.4
27	126.5	134.4	43	60.9	67.2
28	122.4	130.2	44	56.8	63.0
29	118.3	126.0	45	52.7	58.8
30	114.2	121.8	46	48.6	54.6
31	110.1	117.6	47	44.5	50.4
32	106.0	113.4	48	40.4	46.2
33	101.9	109.2	49	36.3	42.0
34	97.8	105.0	50	32.2	37.8
35	93.7	100.8	51	28.1	33.6

uleaux formation), PCV, 측정시의 환경온도, 섬유소원을 비롯 기타 혈장에 존재하는 많은 인자가 있다.^{5-9, 13-15, 17, 18} 이중 적혈구의 連鎖形成은 ESR을 촉진시키는 가장 중요한 공통인자이다. 말에서는 다른 동물에 비하여 적혈구의 連鎖形成이 월등히 높기 때문에 ESR이 아주 빠르다.^{6, 14, 17} ESR은 PCV와 逆相關의 관계가 있으며^{14, 16, 19} 측정시 환경온도의 증가에 따라 ESR치는 상 관적으로 증가된다.^{8, 19-21} 또한 섬유소원의 ESR을 측

진시킨다는 보고도 있다.^{6, 20, 21} 이 밖에 밝혀지지 않은 많은 인자들이 관여되어 질병이 ESR이 증가되는 것으로 알려져 있어 질병의 진행상황 및 예후판정 그리고 잠행성 질병의 탐색 등 비특이적 질병진단의 보조수단으로 이용되고 있다.^{6, 8, 22, 23}

경주마에서 ESR은 前記한 바와 같이 비특이적 질병진단의 보조수단으로 이용되기도 하지만 근래에 와서는 건강한 경주마의 운동생리 연구측면에서도 활발히 이용

되고 있다. 즉, 馬匹을 경기에 출주하기 위한 調敎進행 과정중 민감한 변화를 나타내는 ESR을 이용하여 調敎適正度(traning condition)를 검정하는 하나의 수단으로 활발히 이용되고 있다. Szarska(1981)¹³는 15개월동안의 경주마 育成調敎 기간중에 측정된 혈액검사 항목중 가장 큰 변화를 나타낸 것은 ESR이었다고 하였다. Tagaki et al(1974)⁶ 및 여러 다른 보고자들^{8,10}에 의하면 경주 출주를 위한 조교기간중 조교초기에는 ESR이 빠르며 조교중기와 후기에는 느려진다고 하였다. 이와같이 말의 ESR은 운동생리 영역에서도 가치있게 널리 이용되고 있지만 건강상태에서 운동전후에 나타나는 ESR의 민감한 변화에 대한 원인은 아직 정확히 밝혀지지 않았다.

Westergren法에 의한 ESR을 측정하기 위해서는 항응고제로 SC용액을 이용한다. 그러나 임상에서는 혈액검사를 위한 항응고제로서 EDTA를 일반적으로 널리 사용하기 때문에 Westergren-ESR을 측정하기 위해서는 별도의 채혈과정이 요구된다. 따라서 이러한 점들을 감안하여 본 연구에서는 채혈한 혈액을 먼저 EDTA로 처리한 다음 여기에 다시 3.8% SC용액을 첨가하여 ESR을 측정하고 한편으로는 EDTA의 처리없이 3.8% SC용액만을 첨가한 혈액으로 ESR을 측정하여 그 결과를 비교하였다. 그 결과 Table 1에서 보는바와 같이 양자간에 유의차가 없었으므로 Westergren-ESR측정을 위해서 별도의 채혈과정이 불필요함을 확인할 수 있었다. EDTA와 SC용액의 二重處理 혈액을 이용한 Westergren-ESR측정은 흔히 人醫에서 실시되었던 것으로 말에서는 아직 보고된 자료가 없었던 바 향후 항응고제 처리에 있어서 본 실험에서 제시된 항응고제의 이중처리 방법을 적용해도 무방하다고 판단되었다. 또한 Brian과 George²⁴는 Westergren法에서 항응고제로 SC대신 EDTA만을 사용하면 측정관에 차단(blockage)이 생겨 판독이 곤란하다고 보고하였으나 본 실험에서 EDTA-SC blood를 이용한 ESR측정에 있어서는 이러한 문제점이 전혀 나타나지 않았다.

Bunce²⁵는 그 원인을 밝히지 않았지만 동일 馬의 동일한 혈액표본으로 같은 조건에서 ESR을 측정할 때 測定管에 따라 오차가 생긴다고 보고하였다. Table 2에서 나타난 바와같이 본 실험의 결과에서도 동일한 혈액표본에서 4회 측정치는 분산의 폭이 매우 다양하였으나 측정환경온도가 높아짐에 따라 분산의 폭이 축소되는 경향을 보였다. 이러한 사실은 Westergren-ESR측정을 10℃나 20℃에서 보다는 30℃에서 실시하는 것이 측정치의 안정성을 높이는 데 도움이 될 수 있음을 시사하였다.

한편 많은 보고에 의하면 측정시의 환경온도가 높을수록 ESR이 빨라진다고 하였다.^{8,19-21} 이러한 이유로 Westergren-ESR을 측정하는데 있어 적절한 환경온도 및 이에 따르는 적절한 측정시간이 중요하다. 본 실험에서는 自家血漿으로 PCV를 조절하여 PCV변량에 따르는 ESR치(실측치)와 실험적으로 조절된 PCV변량에 따르는 ESR의 상관관계식(Fig 1)에서 산출된 ESR치(예기치 또는 이론치)를 비교하여 볼 때 30℃에서 60분 측정치와 70분 측정치에서 다같이 상동성이 인정되었으나 특히 30℃, 70분 측정에 있어서 더욱 높은 상동성이 인정되었다. 따라서 말의 Westergren法에 의한 ESR측정에 있어서는 30℃에서 70분간 측정하는 것이 가장 신빙성이 높은 것으로 나타났다. Westergren法에 의한 ESR측정에 있어서 Gilman²⁶은 실온에서 10분간, Bunce²⁵와 Randhawa et al 등²⁷은 실온에서 30분간 측정하는 것을 주장하였으며, Sakurai⁸와 Stewart²⁸는 20℃에서 40분을, Böttiger¹⁸는 실온에서 60분을 주장하였다. 또한 Torren¹⁶은 비록 온도를 고려치 않았지만 실온에서 Wintrobe法으로 본 실험과 유사하게 PCV변량에 따르는 ESR변화를 관찰하여 실온에서 측정시간 20분을 제시하였다. 그러나 이들의 주장이 PCV와 측정온도와 상관관계를 분석하지 않았던 관계로 본 실험의 결과와 비교 평가할 수 없는 아쉬움이 있다. Sakurai⁸는 PCV변량을 조절하지 않고 10℃부터 30℃까지의 온도에서 40분간 ESR을 측정하였는데 온도증가에 따라 비례적으로 ESR이 증가하기 때문에 20℃를 기준으로 溫度補定表를 제시하였다. 그러나 본 실험에서는 20℃에서 50분, 60분, 70분간의 측정시에도 PCV변량에 따르는 ESR변화 곡선이 매우 불안정한 것으로 나타났다(Fig 1).

Westergren-ESR은 정상경주마의 운동생리측면에서 운동을 負荷하지 않은 휴식상태에서의 ESR치를 기준으로 하여 調敎를 실시하면서 변화되는 ESR치를 평가함으로써 이용되어진다. 따라서 PCV치에 따른 ESR 측정치의 안정성이 요구되어지며 이러한 이유에서 적절한 측정온도와 측정시간의 설정이 무엇보다도 중요한 기본과제이다. 그러므로 본 실험의 결과는 앞으로 말에서 Westergren법에 의한 ESR을 측정하는데 있어서 측정치의 안정성을 향상시키는데 중요한 참고자료가 될 것으로 사료된다.

結 論

휴식중에 있는 15두의 건강한 Thoroughbred경주마에서 항응고제와 측정온도 및 측정시간에 따른 Westergren-ESR을 측정하여 ESR치의 비교실험을 실시하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

항응고제의 사용에 있어 3.8% sodium citrate(SC)만으로 항응고 처리한 혈액과 EDTA와 SC로 이중 항응고 처리한 혈액간의 ESR치 비교시험에서는 유의차가 인정되지 않았다.

동일혈액에서 온도에 따른 Westergren-ESR을 측정하였던 바 30℃에서 측정치의 분산 및 편차가 가장 축소되는 경향을 보였다.

PCV변량에 따른 Westergren-ESR을 측정하였던 바 30℃에서 60분 및 70분간의 측정에서 각각 $Y=237.2-4.1x$, $r^2=0.998$ 및 $Y=247.8-4.2x$, $r^2=0.999$ 로서 모두 유의성있는 회귀직선을 보였으며 특히 30℃, 70분 측정에서 거의 완전한 회귀직선상관을 보였다.

13두의 건강한 경주마에서 30℃, 60분과 70분간의 Westergren-ESR(실측치)을 측정하고 이것을 상기한 PVC상관의 회귀방정식에 의하여 계산된 이론치(豫期值)와 비교검정하였던 바 이론치와 실측치 간의 상동성이 인정되었으며 특히 30℃의 70분 측정에서 가장 높은 상동성을 보였다.

실제적 응용을 위하여 PCV 변량에 따른 30℃, 60분과 70분간의 Westergren-ESR 理論值의 일람표를 제시하였다 Table 5).

參 考 文 獻

1. Dalton PJ. Erythrocyte sedimentation rate as a guide to the radio-sensitivity of neoplasma. *Vet Record* 1959 ; 71 : 49~52.
2. Bild CE. Erythrocyte sedimentation rate and hematocrit. *JAVMA* 1956 ; 15 : 471~474.
3. Hammersland HL, Herrin HS, Haynes CF. A study of the blood of horses infected with infectious anemia. *JAVMA* 1938 ; 93 : 320~324.
4. Sesaki, K. Studies on the erythrocyte sedimentation rate in domestic animals. *Utsunomiya Univ Coll Agr Spec Bull* 1960. 15~26.
5. Allen BV, Blackmore DL. Relationship between paired plasma and serum viscosity and plasma proteins in the horse. *Res Vet Sci* 1984 ; 36 : 360.
6. Takagi S, Ito K, Hiroshi S. Effects of training on plasma fibrinogen concentration and thyroid hormone level in young racehorses. *Exp Rep Equine Hlth Lab* 1974 ; 11 : 94~105.
7. Sakurai N, Murakami M, Amada A. Application of interval training to horses. *Exp Rep Equine Hlth Lab* 1969 ; 6 : 1~9.
8. Sakurai N. Effect of training on erythrocyte sedimentation rate in the racehorse. *Proc Jap Soc Anim Nutr and Metabol* 1970 ; 14 : 118~126.
9. Sakurai N. Erythrocyte sedimentation rate in the racehorse. *Equine Health Laboratory* 1971.
10. Murakami M, Takagi S. Effects of continuous long distance running exercise on plasma enzyme levels in horses. *Exp Rep Equine Hlth Lab* 1974 ; 11 : 106~109.
11. Marbach W. Haematological parameters of fitness of racehorses and the effect of Coforta/Catasal on the fatigued horse. *Vet Med Rev* 1978 ; 1 : 82.
12. Dalton RG. Significance of variation with activity and sedation in the haematocrit, plasma protein concentration and erythrocyte sedimentation rate of horse. *Br Vet J* 1972 ; 128 : 439~445.
13. Szarska E. Attempt to establish metabolic indices useful in evaluating the training of throughbred racehorses. *Zbl Vet Med A* 1981 ; 28 : 750~759.
14. Osbaldiston GW. Erythrocyte sedimentation rate studies in dog and horse. *Cornell Vet* 1971 ; 61 : 386~399.
15. Jain NC. *Veterinary Hematology*. 4th edition. Lea and Fibiger, Philadelphia 1986 ; 155~158.
16. Torten M, Schalm OW. The relation of sedimentation rate to packed cell volume(PCV) in the horse. *California Veterinary* 1962 ; 16 : 34~36.
17. Archer RK. Haematology in relation to performance and potential. *JS Afr Vet Ass* 1974 ; 45 : 273~277.
18. Bottiger LE. Erythrocyte sedimentation rate and protein-bound carbohydrates in domestic animals. *Acta Vet Scand* 1976 ; 8 : 279~286.
19. 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 A Pract* 1975 ; 16 : 671.
20. 한홍윤, 이정길, 이창우. 개정 수의임상병리. 기전 연구사 1982 ; 64~69.
21. 김기홍 외 5명. 임상검사법 제요. 고문사 1984 ; 297~303.
22. 지현숙. 혈액(적혈구 침강속도) 검사. 대한의학협회지 1980 ; 23 : 843~846.
23. Zacharski LR, Robert AK. Significance of extreme evaluation of erythrocyte sedimentation rate. *JAVMA*

- 1967 ; 202 : 264~266.
24. Brian SB, George B. An evaluation of the relative merits of Wintrobe and Westergren sedimentation methods including hematocrit correction. *AJCP* 1974 ; 62 : 502~510.
25. Bunce SA. Observations on the blood sedimentation rate and the packed cell volume of some domestic farm animals. *Bri Vet J* 1954 ; 110 : 322~328.
26. Gilman AR. The blood sedimentation rate in the horse. *Am J Vet Res* 1952 ; 13 : 77~82.
27. Randhawa SS, Wedlhwa DR, Singh RP, et al. Normal haematologic values or the indian bred horses reference values. *Indian Vet J* 1988 ; 65 : 880~882.
28. Stewart GA, Riddle CA, Salmon PW, et al. Haematology of the racehorse;A recent study of thoroughbreds in victoria. *Australian Veterinary Journal* 1977 ; 53 : 353~358.
-