

# 血中 Progesterone 水準 測定에 의한 濟州馬의 早期妊娠診斷에 관한 研究

金重柱 · 鄭昌朝 · 張德支 \*

## Studies on the Progesterone Level for Early Pregnancy Diagnosis of Cheju Native Mares

Kim, J. K., C. C. Choung, D. J. Chang \*

### SUMMARY

Plasma progesterone concentrations were measured by using radioimmunoassay for early diagnosis of pregnancy in Cheju native mares. A total of 226 pony mares were examined for pregnancy during breeding and non-breeding seasons. Plasma progesterone level on 20~23 days after the onset of oestrus were  $4.67 \pm 0.67 \text{ ng/ml}$  and  $0.55 \pm 0.04 \text{ ng/ml}$  for mares becoming pregnant and not pregnant after the estrus, respectively, and there was a significant difference ( $P < 0.01$ ) between the two groups.

Progesterone concentration of pregnant mares gradually increased in 30 days and reached a peak ( $10.3 \text{ ng/ml}$ ) during the third month of gestation. However, the concentration decreased to the base line ( $1.11 \text{ ng/ml}$ ) at 7 months and gradually increased again as foaling approached ( $5.9 \text{ ng/ml}$ ).

Early pregnancy diagnosis of Cheju mares by progesterone level at 20~23 days after onset of oestrus was accurately 88% accurate when  $4.6 \text{ ng/ml}$  was used to classify mares as pregnancy and below  $1.3 \text{ ng/ml}$  was used to determine nonpregnant mares. However, the accuracy of the pregnancy diagnosis was improved to 96% when a progesterone level of above  $2 \text{ ng/ml}$  was used to classify mares as pregnancy.

Pregnant diagnosis was accurately 69.6% when mares were classified as pregnant by horse owners during breeding season.

Non-breeding season progesterone levels of pregnant and non-pregnant mares varied greatly among individual animals. Plasma progesterone levels of pregnant animals ranged from  $3.5 \text{ ng/ml}$  to above  $6.2 \text{ ng/ml}$  whereas similar values were observed in non-pregnant animals.

Radioimmunoassay techniques can be applied for early pregnancy diagnosis of Cheju native mares when progesterone levels are measured during the early gestation period (18~23 days after onset of oestrus). However, progesterone concentration of mares in non-breeding season is not considered as an indicator of pregnancy diagnosis.

---

\* 제주전문대학 교수

(본 연구는 제주대학교 부설방사능이용연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었다.)

## I. 序 論

濟州 在來馬는 근간에 이르러 競馬 및 乘馬의 이용 등에 따라 말의 需要는 급격히 增加되는 한편, 1990년 6월말 現在 도내에서 飼育되고 있는 마필수는 2,000여두에 불과하여 濟州馬의 增殖을 위한 繁殖效率의 향상은 무엇보다 중요한 科題로 대두되고 있다. 그러나 濟州馬의 繁殖成績은 극히 低調하여 平均 60.9%(김과 장, 1988)에 이르고 있으며 在來馬 價格의 低下에 따라 繁殖率은 더욱 저하되고 있는 실정에 있다.

Radioimmunoassay는 家畜繁殖生理의 研究를 위한 手段으로 廣範圍하게 이용되어 각종 內分泌 hormone의 測定을 위해 이용되고 있으며 家畜의 경우 血漿과 유집의 progesterone 水準을 測定하여 妊娠 早期診斷, 黃體의 機能, 수정적기의 判斷 등에 活用되고 있으며 卵巢疾患에 의한 繁殖障礙 家畜의 發見手段으로 응용되고 있다(Stabenfeldt 등, 1972 ; Heap 등, 1973 ; Lamming 과 Bulman, 1976).

馬의 hormone 測定에서 Gunther 등(1978)은 progesterone 濃度は 유즙과 혈장 사이에 차이가 없었으며 progesterone 水準 測定으로 早期妊娠診斷과 이상발정의 감별을 보고한 바 있다. 또한 Gunther 등(1980)은 正確한 早期 妊娠진단을 위해 혈장 progesterone의 測定時期는 발정종료 18~19일이 가장 適切하다고 보고하였다. progesterone 水準에 따른 早期妊娠감정에서 Vries 와 Holst (1983)는 排卵 후 18일에 혈장 progesterone농도가 2ng/ml 이상의 것을 妊娠으로 判定했을 때 正確度는 妊娠이 78%, 非妊娠이 100%였다고 한 반면, Busch 등(1986)은 妊娠마의 경우도 progesterone水準이 0.5~0.8ng/ml의 것이 있어 妊娠에 대한 正確度는 68%라고 보고한 바 있다.

濟州馬에 대한 성성숙과 繁殖 成績調查에서 장(1990)은 혈장 progesterone 水準을 測定하였으며, RIA(radioimmunoassay)에 의한 早期妊娠 감정에 대한 可能性을 제시한바 있으나 濟州馬의 繁殖率 향상을 위한 早期 妊娠진단을 위한 RIA는 이제 까지 시도된 바 없다.

본 研究는 濟州馬의 발정기 및 妊娠기의 proges-

terone 水準을 규명하고 이를 이용한 早期 妊娠診斷基準을 정립시켜 濟州馬의 繁殖率 향상을 위한 起草資料를 提供시키고자 遂行하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1) 供試馬

濟州道内에서 飼育중인 경산 및 미경산 재래마 226두를 對象으로 調査하였다. 발정기간중의 progesterone 水準을 調査하기 위하여 12두를 公示하였으며, 早期妊娠診斷을 위해 50두의 自然交配 完了마를 利用 발정후 21~23일에 혈장 progesterone 水準을 測定하였다. 아울러 農家에서 飼育중인 繁殖馬의 妊娠을 위해 158두를 對象을 調査하였으며 妊娠與否는 측주를 통해 確認하였다.

### 2) 採 血

발정주기중의 hormone의 變化를 調査하기 위해 발정후 0~2, 5~7, 10~12, 15~17과 20~23일에 동일마로부터 血液을 採血하였고 조 早期妊娠감별을 위해 50두의 말을 利用 발정후 20~23일에 각각 1회씩 채혈하였다. 農家에서 飼育중인 繁殖馬의 妊娠 감정을 위해 158두에 대하여 繁殖季節과 非繁殖季節에 各各 1회씩 채혈 progesterone 測定에 利用하였다. 血液은 靜정맥으로부터 채혈하였으며 EDTA vial에 保存, 3,000r. p. m. 에서 10분간 원심분리 후 혈장은 hormone 測定시까지  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 保存하였다.

### 3) 혈장 progesterone 測定

progesterone은 RIA kit( Coat-A-Coat Progesterone kit, American Diagnosis)를 이용하여 測定하였다. 0, 0.5, 2.0, 10, 20 그리고 40ng/ml의 progesterone이 들어 있는 standard solution 과 실온에서 자연용해한 혈장을 anti-progesterone coated tube에 각각 100ul 분주하였으며 각 tube에 buffered 125-progesterone溶液을 添加하고 vortex mixer로 均一하게 混合하였다. 시료는 실온에서 3시간 靜치한 후 內容物을 완전히 除去하고 建造시킨후 Gammmer counter(Berthold)에 의해 放射能을 측측

하였다.

### III. 結果 및 考察

發情週期 期間중 妊娠馬와 非妊娠馬의 血漿 progesterone 水準은 Table 1과 같다.

發情期 (0~2)의 progesterone 水準은 妊娠 및 非妊娠馬 모두에서 1ng/ml이하였으나 黃體成長期 (5~7일)에는 各各 2.74ng/ml, 2.55ng/ml로 增加하였으며 황체성장 및 유지기 까지 妊娠 및 非妊娠馬 모두 增加하고 있었다. 그러나 15~17일에 이르러 progesterone 水準은 妊娠 및 非妊娠馬에서 모두

Table 1. Plasma progesterone levels in pregnant and non-pregnant Cheju native mares during oestrus cycle.

Days of oestrus cycle	No. of mares	Progesterone levels (ng/ml)		
		Pregnancy	No.	Nonpregnancy
0 ~ 2	8	0.25 ± 0.07	5	0.36 ± 0.08
5 ~ 7	8	2.74 ± 0.41	5	2.55 ± 1.54
10 ~ 12	8	7.89 ± 1.08	5	8.59 ± 1.42
15 ~ 17	8	7.11 ± 1.24	5	7.71 ± 1.48
20 ~ 23	8	4.67 ± 0.67	5	0.55 ± 0.44 **

\*\* P < 0.01

減少 되었으며 황체 退行期 인 20~23일에는 妊娠馬 4.67ng/ml인데 비해 非妊娠馬는 0.55ng/ml로서 妊娠馬와 非妊娠馬의 progesterone 水準은 유의적인 (P<0.01)차이를 나타내었다. 이와같은 結果는 發情期의 progesterone 水準을 發情期 3.7ng/ml, 休止期 10.7ng/ml이라고 보고한 Bodylev등 (1986)의 結果와는 差異를 나타내었으나 Nett(1976)의 發情期 1 ng/ml, 발정휴기에는 4~10ng/ml로 增加한 후 20 일에는 급격히 감소하였다는 結果와는 유사한 傾向을 나타내고 있었다. 妊娠馬의 경우 Terblance 와 Maree(1981)는 progesterone 水準이 排卵 후 21일에는 5~9ng/ml이라고 보고하였으며 Sato등(1975)은 배란후 21~25일에는 4.8~5.9ng/ml로서 발정휴지기에 비해 水準이 낮았다고 보고하여 본 實驗結果와 유사하였다.

血漿 progesterone 水準과 直腸檢査를 통한 妊娠與否에 대한 結果는 Table 2에 제시하였다.

發情週期中 黃體退行期(發情後 20~23일)에 있는 濟州馬 50두를 임의로 選定, 血中 progesterone을 測定하고 발정후 35~40일에 直腸檢査를 施行 妊娠鑑定을 한 結果 妊娠馬의 경우 progesterone 水準은 4.6ng/ml 以上이 24두(80%), 1.4~4.5ng/ml이 5두

(16.7%), 1.3ng/ml이 1두였다. 그러나 非妊娠馬의 경우는 모두 1.3ng/ml 이하였다. 따라서 신뢰한계에 의한 妊娠判定의 正確度는 50두 중 4두의 妊娠與否가 確定되어 progesterone 水準에 의한 조기 妊娠判定의 正確度는 88%로 推定되었다.

progesterone 水準에 의한 妊娠診斷의 正確度에 대하여 Tamasquard와 Benjaminsen(1977)은 改良馬의 경우 종부 후 21일에 94%, Lorin 등(1988)은 排卵后 17~19일에 84.6%라고한 보고와 본 實驗結果에 다소 差異가 있었다. 그러나 Elmere등(1988)은 배란후 18~19일에 progesterone 水準이 2ng/ml 以上을 妊娠馬로 判定하였을 때 正確度는 90%라고한 보고와 본 實驗結果는 유사한 傾向을 나타내고 있었다. 따라서 progesterone 水準을 2ng/ml 以上을 妊娠으로 判定할 경우 正確도는 96%가 되며 제주馬의 조기 妊娠判定을 위해 이 數値가 適用될 수 있을 것으로 思料된다. 또한 妊娠判定의 正確度を 높이기 위한 方案으로서 交配后 10일 間隔으로 2회 血中 progesterone 水準을 測定하는 것이 判定의 正確度を 더욱 높일 수 있을 것으로 생각된다.

妊娠馬의 血中 progesterone 水準은 妊娠중의 유우의 progesterone 水準과 차이를 나타내고 있으며

Table 2. Plasma progesterone concentration in pregnant and non-pregnant mares on 20~30 days which diagnosed by rectal palpation on 35~40 days after onset of oestrus.

Result of rectal palpation	No. of mares	Range of progesterone concentration for pregnant test (ng/ml)		
		1.3 N. P.	1.4~4.5 Doubtful	4.6 P
Pregnancy (%)	30	1 (3.3)	5 (16.5)	24 (80)
Non pregnancy (%)	20	20 (100)	—	—
Total	50	21	5	24

P : Pregnancy N : Non-pregnancy

(Fig. 1. 참조) 濟州馬의 경우 妊娠초기에 7.79~10.31ng/ml 였으나 妊娠기간이 經過되면서 5개월부터는 progesterone 水準이 점차 낮아지고 妊娠 7個月齡에 이르러서는 1.11ng/ml로 最低値를 나타내고 있었다. 그러나 妊娠말기인 11개월에 5.09ng/ml로 다소 增加되는 傾向을 나타내었다. Holtan 등(1975)은 改良馬에서 progesterone 水準이 妊娠 28일에 4.8ng/ml로 되었다. 2개월에 15.2ng/ml, 6~10개월에는 1~2ng/ml, 11개월에는 4.4ng/ml라고 發表하여 본 實驗結果를 뒷받침 하고 있다.

이에 반해 유우의 경우 妊娠前期間에 걸쳐 proge-

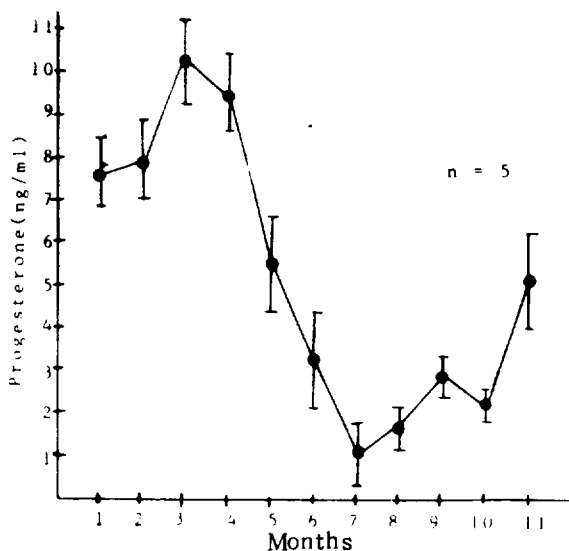


Fig. 1. Concentration of mean plasma progesterone in 5 pregnant mares from pregnancy to 11 months.

sterone 水準은 큰 變化없이 維持되었으며 혈중 progesterone 濃度 역시 馬에 비해 높게 나타나 있었다. 이와 같은 결과는 濟州의 妊娠기간중 progesterone 水準을 11.2~16.4ng/ml로 보고한 Randel과 Erb(1971)이 보고와 유사 하였으나 濟州馬의 경우와는 progesterone 水準에 큰 差異를 보이고 있었다. 이와같은 傾向을 토대로 볼때 濟州의 경우 progesterone 水準에 따라 早期臨時중반기의 妊娠期間중에 妊娠確證이 可能할 것으로 보이나 말의 경우는 妊娠중반기의 progesterone 水準의 低下로 이기간중의 妊娠判定은 直腸檢査, 분뇨 중의 estrogen 水準을 測定 補完하고 있다.(Lorin 등, 1986).

濟州馬 飼育農家を 對象으로 調査된 妊娠馬와 非妊娠馬의 혈중 progesterone 水準과 妊娠判定의 結果는 Table 3에 소개하였다.

總 106두의 農家 飼育 繁殖馬 중 24個月齡의 牝馬는 41두였으며 그중 妊娠으로 農家가 判定한 것은 불과 3두에 지나지 않았으나 progesterone 水準은 4.6ng/ml 이상이 1두, 1.4~4.5ng/ml이 1두였으며 1.3ng/ml 이하가 1두였다. 그러나 3~4세의 繁殖馬 45두 중 妊娠으로 간주되고 있는 말은 15두로서 4.6ng/ml 이상(8두), 1.4~4.5ng/ml(2두), 1.3ng/ml 이하(1두)의 分布를 나타내었다. 5세 이상의 繁殖馬 중 妊娠으로 간주되고 있는 牝馬 5두의 progesterone 水準은 1.4ng/ml 이상이 4두, 1.3ng/ml 이하가 1두로서 progesterone 水準 1.4ng/ml 이상을 妊娠으로 判定한다면(Table 1. 참조) 農家에서 推定한 妊

Table 3. Plasma progesterone levels during presumed pregnant period of Cheju native mares which were classified as pregnant mares by horse owner.

Ages (year)	No. of mares	Range of progesterone concentration (ng/ml)					
		<1.3		1.4~4.5		>4.6	
		P	N	P	N	P	N
2	41	1	26	1	5	1	7
2-4	47	5	12	1	5	8	15
Over 5	18	1	7	2	4	2	2
Total	106	7	45	5	14	11	24

P : Pregnancy ,N : Non-pregnancy

妊娠馬 23두 중 16두만이 妊娠으로 判定될 수 있어 正確度는 69.6%로 비교적 낮은 數值였다.

非妊娠 推定馬의 血中 progesterone 水準을 기초로 볼때 1.3ng/ml 이하인 繁殖馬는 52두(49.1%)였으며 대부분 황체 퇴행기로 추정되며 1.4ng/ml의 繁殖馬 38두(35.8%)는 繁殖季節에 黃體成長期 내지는 유지기에 있었던 말들로서 卵巢活動이 활발해진 結果로 생각된다. 김과 장(1988)이 濟州馬의 복질 發情율이 45.2%라고한 보고와 본 實驗에서의 血中 progesterone 水準과를 비교해 보면 제주마의 發情과 妊娠의 4, 5월과 초여름인 6, 7월 까지도 계속되며 다음해 4~5월에 集中的으로 分娩이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

非繁殖 季節에 있어서 妊娠馬와 非妊娠馬의 血中 progesterone 水準과 다음해 分娩確認에 따른 妊娠 診斷 成績은 Table 4와 같다.

調査對象 繁殖馬 52두 중 다음해 分娩이 確認된 濟州馬는 21두였으며 나머지 31두는 非妊娠馬였다. 妊娠馬의 progesterone 水準은 平均 7.45ng/ml인 반면 非妊娠馬는 2.35ng/ml였으나 妊娠馬와 非妊娠馬의 progesterone 수준은 個體에 따라 큰 차이를 나타내고 있었다. 妊娠馬의 경우 6.2ng/ml 이상은 12두, 3.6~6.1ng/ml은 1두 및 3.5ng/ml이하가 8두로서 이들 모두가 다음에 분만하였으나 非妊娠馬의 경우도 progesterone 水準은 6.2~3.5ng/ml의 것들이 있어 非繁殖期間의 血中 progesterone 水準 測定으로 妊娠判定의 正確도는 63.4%에 불과하였다.

이와같은 현상은 妊娠중기 부터 progesterone 水準이 점차 감소되는 (Fig. 1 참조)데에도 기인되는 것으로 보여지며 妊娠 3개월 까지 progesterone 水準이 7.5~20.2ng/ml였으나 그후 감소하여 3~5ng/ml로 된다는 Ganini 등(1980)의 보고와는 다소 차

Table 4. Plasma progesterone levels in pregnant or non-pregnant mares confirmed by following foaling.

Results of foaling	No. of mares	Mean ± S. E.	Progesterone concentration ranges for pregnant test (ng/ml)*		
			< 3.5	3.6~6.1	> 6.2
Foaling (%)	21	7.54 ± 1.18	8 (38.1)	1 (4.8)	12 (57.1)
Empty (%)	31	2.35 ± 0.67	22 (71.0)	3 (9.7)	6 (19.4)
Total	52	4.90 ± 0.63	30	4	18

\* P < 0.05

이를 보였으나 Sato 등(1975), Seren 등(1981)이 보고한 妊娠 3개월에서 10~15ng/ml까지 상승하고 그후 2ng/ml로 감소되었다는 결과는 본 實驗에서의 妊娠馬의 progesterone 水準을 뒷받침하고 있다. 非妊娠馬의 높은 progesterone 水準은 발정의 발현(30%)과 그밖의 난소활동 등에 의한 결과로 推定된다.

얻어진 결과를 토대로 濟州馬의 早期妊娠진단을 위해서 발정후 20~23일 (교배후 2~20)에 혈중 progesterone 水準을 測定 妊娠을 判定하는 것이 정확도를 높일 수 있는 방법이 될 것으로 보여진다. 아울러 말의 妊娠率 향상을 위한 효율적인 繁殖技術 開發에 관한 研究가 요구된다.

#### IV. 적 요

Radioimmunoassay 기법을 이용하여 제주재래마의 조기진단방법을 규명하기 위해 혈중 progesterone을 測定하였다. 총 226두의 妊娠 및 非妊娠馬를 繁殖季節과 非繁殖季節을 걸쳐 調査하였다. 발정개시후 20~23일의 平均 혈중 progesterone 水準은 妊娠마가 4.67+0.67ng/ml, 非妊娠마는 0.55+0.04ng/ml로 유의적인( $P<0.01$ )차이를 나타내었다.

妊娠全期間 중의 혈중 progesterone 水準은 妊娠期間이 進行됨에 따라 增加하여 妊娠 3개월에 最高에(10.3ng/ml)에 달하였으나 그후 점차 감소되어 임신 7個月에는 最低 數值를(1.11ng/ml)을 나타내었고 그후 다시 증가하고 있었다.

발정개시후 20~23일의 혈중 progesterone 水準을 중심으로 妊娠診斷을 했을 때 4.6ng/ml 이상을 妊娠으로, 1.3ng/ml을 非妊娠으로 判定한 경우 正確도는 88%였으며 2.0ng/ml을 妊娠으로 하였을 때에는 96%로 정확도는 改善되었다.

繁殖季節의 濟州馬 飼育農家가 推定한 妊娠마와 혈중 progesterone 水準에 의한 妊娠判定의 正確도는 69.6%에 불과하였다.

非繁殖季節에 있어서 妊娠마와 非妊娠마의 혈중 progesterone 水準은 個體에 따라 큰 폭의 변이를 보이고 있으며 妊娠馬는 3.5~6.2ng/ml 範圍인데 반하여 非妊娠마의 progesterone 水準도 그와 큰

차이를 보이고 있지 않았다.

濟州在來馬의 早期妊娠診斷을 위해 radioimmunoassay 技術은 妊娠初期(발정개시후 20~23일)의 progesterone 水準을 測定 함으로서 應用할 수 있으나 비번식계절의 progesterone 水準은 妊娠진단의 方法으로 應用하는데에는 정확도가 떨어지는 것으로 보여진다.

#### V. 引用文獻

- Bush, W., D. Schuster and E. Bikelbach. 1986. Blood progesterone concentration in mares during oestrus and early pregnancy. *Anim. Breed. Abstra.*, 54(19) : 754.
- Elmere, R. G., L. H. Kloppe, D. O. Varnor and P. J. Meyers. 1988. Clinical application for progesterone assays in equine practice. *Vet. Med.*, 183(3) : 297~298.
- Gunther, J. D. C. W. Foley, H. A. Gaverick and E. D. Plotka. 1980. Comparison of milk and blood plasma progesterone concentration in cycling and pregnant mares. *J. Anim. Sci.*, 51(5) : 1131~1138.
- Gunther J. D. C. W. Foley and E. D. Plotka. 1978. Pattern of milk and blood plasma progesterone concentrations in cycling and pregnant mares. *J. Anim. Sci.*, 46(Wuppl) : 363.
- Gaiain, R., G. Bono, C. Tamanini and S. Barlozzar. 1980. Hormone variation related to the puerperium and subsequent pregnancy in mare. *Amim. Breed. Abstra.*, 48(4) : 252.
- Heap, R. B., M. Gwyn, J. A. Laing and D. E. Waltern. 1973. Pregnancy diagnosis in cows : Changes in milk progesterone concentration during the estrus cycle and pregnancy measured by rapid radioinnunassay *J. Agr. Sci.*, 81 : 151.
- Holtan, D. W., T. M. Nett and U. L. Estergeen. 1975. Plasma progestagens in pregnant mare.

- J. Reprod. Fert., Suppl. 23 : 419~424.
- 張德支. 1990. 濟州馬에 關한 研究 VI. 濟州馬의 性成熟課程에 있어서 體型과 血中 Steroid hormone 水準變化에 關한 研究. 濟專大論文集. 11 : 365~376.
- 金重柱, 張德支. 1988. 濟州馬의 繁殖狀況과 繁殖障害原因에 關한 研究. 農試論文集. 31 : 373~387.
- Koski, A and A. Bielanski. 1980. Seasonal fluctuation of the plasma progesterone level in mares with similar ovarian morphology. anim. Breed. Abstra, 48(10) : 773.
- Lorin, D., E. Mostl., H. S. Choi., O. Schemehlik and K. Arbeiter 1986. Pregnancy diagnosis in the mare : diagnost : Value and time of application of various direct and indirect methods. Anim. Breed. Abstra., 54(10) : 832.
- Lamming G. E. and D. C. Bulchman. 1976. The use of milk progesterone radioimmunoassay in the diagnosis and treatment of subfertility in dairy cows. Br. Vet. J., 132 : 507~517.
- Nett, T. M., B. W. Pickett, G. E. Siedel and J. L. Voss. 1976. Levels of luteinizing hormone and progesterone during the estrus cycle and early pregnancy in mares. Biol. Reprod., 14(4) : 412~415.
- Parmer, E., J. Thimonier and M. Lemon. 1974. Early pregnancy diagnosis in the mare by estimation of the level of progesterone in the peripheral blood. Livestock prod. Sci., 1 : 197.
- Randel, R. O and R. E. Erb. 1971. Reproductive steroids in the bovine VI. Changes and interrelations from 0 to 260 days of pregnancy. J. Anim. Sci., 33(1) : 115~123.
- Seren, E., C. Tamanini, R. Gaiaian and G. Bono. 1981. Concentrations of progesterone 17 $\alpha$ -hydroxy progesterone and 20 $\alpha$ -hydroxy progesterone in the plasma of mares during pregnancy and at parturition. J. Reprod. Fert., 63 (3) : 443~448.
- Sato, K., M. Miyake, T. Yoshikawa and K. Kam-begawa. 1975. Alternations of serum progesterone level in pregnant and non-pregnant mares. Jap. J. Anim. Reprod., 21(3) : 113~115.
- Stabenfeldt, G. H., J. P. Hughes and J. W. Evans. 1972. Ovarian activity during the estrus cycle of the mare. Endocrin., 90 : 1379~1384.
- Tomasqard, G and E. Benjaminsen. 1979. Plasma progesterone in mares exhibiting estrus during early pregnancy. Anim. Breed. Abstra., 45 (7) : 323.
- Terblanche, H. M and L. Maree. 1981. Plasma progesterone levels in mares during the oestrus cycle and pregnancy. J. S. A. Vet. Ass., 52 (3) : 181~185.
- Vries, P. J. and W. Holst. 1983. Value of measuring blood plasma progesterone around 18days after ovulation for pregnancy diagnosis in the mares. Anim. Breed. Abstra., 51(9) : 667.