韓國家畜繁殖學會誌 13(3) : 149~156(1989)
Korean J. Anim. Reprod.

Milk Progesterone Test(EIA)에 의한 소의 妊娠早期診斷 正確度 向上에 관한 硏究

金貞宇

檀國大學校 農科大學

Studies on the Improvement of Precision in Early Pregnancy Diagnosis by Milk Progesterone Test(EIA) in Dairy Cows

Kim, J.W.

College of Agriculture, Dan-Kook University

SUMMARY

These experiment was carried out to improve the precision of early pregnancy diagnosis in dairy cattle. Changes in progesterone concentration of milk were measured by Enzyme Immunoassay (EIA) in 73 cows up to 21 days after insemination. The average concentration of progesterone in milk was 1.9 ng/ml at estrus ; it increased to 17.8 ng/ml on day 14, and thereafter it declined to 4.3 ng/ml on day 21 in nonpregnant cows. Whereas in pregnant animals, it was maintained and elevated further to 22.2 ng/ml on day 21. The accuracy of the pregnancy diagnosis for animals classified as positive (pregnant ; over 10 ng/ml and decreasing rate <1.5) and negative (non-pregnant ; under 7 ng/ml and decreasing rate >1.5) were 95% and 100% respectively. The samples ranging between 7 ng/ml and 10 ng/ml were classified as positive (decreasing rate <1.5) and negative (>1.5), which accuracy was 54.5% and 100% respectively. However this range appears to be of the most interest for the veterinary practitioner since cows in proestrus or early interestrus tend to have milk progesterone levels within this value. Causes for the insufficient precision of false pregnancy diagnosis are discussed

Ⅰ. 緖 論

가축의 繁殖障害는 家畜康汰의 가장 직접적인 요인이며 酪農家에 있어서 가장 큰 損失을 초래한다(Frey 등, 1983 ; Lotthammer, 1984). 국내의 경우 그 損失額이 추정된 바는 없으나 獨逸의 경우에 있어서 그 손실액은 년간 약 7억 5천 마르크에서 15억 마르크 정도로 推算되며 그 피해 정도는 해를 거듭할수록 上昇하고 있다(Arnstadt 등, 1982).

繁殖障害 중 不妊의 주원인은 發情期의 잘못 포착, 人工授精 適期조작의 미숙, 排卵의 遲延과 卵巢機能의 障害 등으로 구분될 수 있다. 人工授精의 잘못된 실시로 인한 不妊率은 유럽의 경우 약 27%를 차지하고 있으며, 이중 12% 는 發情徵候를 誤判한 경우이며 15%는 人工授精適期의 잘못된 판단으로 인하여 不妊되었다고 보고되었다(Rattenberger 등, 1983). 특히

국내의 경우, 1회 人工授精에 대한 不妊率은 50%로서 受胎當 인공수정 회수는 1.9회로 보고되었으며, 繁殖障害의 發生率은 5.2%~31.1%로 조사되었다(김 등, 1979).

이와 같은 제반 繁殖障害 要因을 미연에 豫防할 수 있는 方法의 開發을 위하여 이미 歐美諸國에서는 소의 血清 및 牛乳 중 progesterone의 濃度를 RIA 및 EIA 방법에 의하여 측정함으로써 卵巢機能의 診斷과 妊娠與否를 조기에 예측하려는 研究가 활발히 진행되어 왔다. 최근에는 산업화의 활용에 많은 難點을 가지고 있는 RIA 법을 보완하여 EIA 법이 개발됨으로써 酪農産業에의 應用이 可能하게 되었다.

Anrnstadt 등(1985), Claus 등(1982)과 Fischer 등(1982)은 EIA 법에 의하여 牛乳 중 progesterone의 농도 수준에 따른 소의 發情時期 포착에 대하여 보고하였으며 Laing 등(1971), Penington 등(1976), Heap 등(1976), Hoffman 등(1976), Dopson 등(1976)과 Thun 등(1980)은 임신 조기진단의 정확도에 대한 연구결과를 보고하였다.

우유중 progesterone 정량에 의한 발정시기 조사에 관한 연구에서 Arnstadt 등(1985)은 EIA 법을 이용하여 실시한 결과 progesterone 수준이 授精當日(day 0)에 5 ng/m*l* 이하, day 7 에는 5 ng/m*l* 이상이고 day 19 에도 5 ng/m*l* 이상일 경우에는 妊娠될 가능성이 80% 이상이며, 만일 day 19 에 5 ng/m*l* 이하로 저하될 경우에는 不妊될 가능성이 100%라고 하였다. 그는 이 연구에서 day 0 에 progesterone 의 농도가 5 ng/m*l* 이하일 경우에는 授精時期를 옳바로 선택했음이 확실하다고 보고하였다. 또한 day 19 의 농도가 8~19 ng/m*l* 인 경우와 15~16 ng/m*l* 의 경우에서 이들이 再發情 되는 比率은 각각 80% 와 50% 미만으로 나타났다. 한편 Pennington 등(1976)은 수정후 21 일에서 18.5 ng/m*l* 을 妊娠牛로 3 ng/m*l* 이하를 非妊娠牛로 볼경우 각각 76%와 98%의 正確度를 얻을 수 있었으며, Heap 등(1976)은 수정후 24 일에 임신우는 7.5 ng/m*l*, 비임신우는 4.2 ng/m*l* 이었으며 6.4 ng/m*l* 을 判斷의 境界濃度로 하였을 때 임신진단의 정확도가 각각 82%와 100%로서 비임신우에서 더 높다고 보고하였다. 또한 Hoffmann 등(1976)은 수정후 20 일에서 11 ng/m*l* 이상을 임신우, 2 ng/m*l* 이하를 비임신우로 할때의 정확도가 각각 78% 와 100% 였다. Dopson 등(1976)은 수정후 19~23 일경에 7 ng/m*l* 이상을 임신우, 5 ng/m*l* 이하를 비임신우로 할 경우 판단의 정확도가 각 81%와 91%였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 非妊娠牛에서 診斷의 正確度가 특히 높은 것은 사실이나 妊娠牛의 경우에서는 70%~80% 수준으로 현저히 낮은 실정이다. 따라서 妊娠의 早期診斷法이 實用化되기에 앞서 과연 어느 수준에서 妊娠 또는 非妊娠으로 판정하느냐의 문제와 임신 판정의 정확도를 비임신의 정확도 수준까지 향상시킬 수 있는 연구가 선행되어야 한다.

따라서 본 연구는 소의 人工授精 當日부터 21 일경까지의 우유중 progesterone 濃度의 變化樣相을 測定하여 이들 濃度의 增減이 임신과 비임신의 진단에 미치는 관계를 조사함으로써 妊娠早期診斷의 正確度를 改善할 목적으로 實施하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試動物

공시동물로는 獨逸 酪農家에서 사육중인 搾乳牛 173 두를 대상으로 2 년간 실시하였으며 이들의 産次數는 1 산차부터 9 산차로 분포되었다. 人工授精 時期는 주로 9 월부터 翌年 7 월까지 실시되었다.

2. 우유의 채취 및 progesterone 의 양적측정

牛乳의 採取는 각 供試로부터 착유 직후(後搾乳)의 우유를 1 일 2 회씩(오전과 오후)채취하였으며, 채취기간은 인공수정 당일부터 22 일간 실시하였다. 妊娠鑑定은 수정후 40 일 경에 直腸觸診法에 의하여 실시하였으나 이는 授精의 再實施 與否를 조사할 목적으로 이용하였으며, 실질적인 妊娠의 성공여부는 分娩有無의 결과를 이용하여 統計處理에 이용하였다.

우유중 progesterone 의 量的測定은 Arnstadt 등(1983)이 EIA 법을 이용하여 개발한 방법으로 현재 제품으로 공급되고 있는 HORMONOST ®Progesteron(Biolab GmbH, West-Germany)을 이용하여 실시하였다.

III. 結果 및 考察

1. 産次數 및 人工授精季節에 따른 受胎當 소요된 人工授精回數

産次數別 및 人工授精 季節에 따른 受胎當 소요된

Table 1. Required number of A.I. per successful pregnancy according to breeding season.

Breeding Season	N	No. of Artificial Insemination(%)				
		1	2	3	4	5
Spring(Mar.－May.)	45	26 (57.8)	14 (31.1)	3 (6.7)	1 (2.2)	1 (2.2)
Summer(Jun.－Aug.)	30	17 (56.7)	7 (23.3)	4 (13.3)	2 (6.7)	0 (0.0)
Autumn(Sep.－Nov.)	3	1 (33.3)	1 (33.3)	0 (0.0)	1 (33.3)	0 (0.0)
Winter(Dec.－Feb.)	40	32 (80.0)	6 (15.0)	2 (5.0)	0 (0.0)	0 (0.0)

Table 2. Required number of A.I. per successful pregnancy according to lactation

Lactation Number	N	No. of Artificial Insemination(%)				
		1	2	3	4	5
1 st. lactation	16	10 (62.5)	4 (25.0)	1 6.3)	1 (6.3)	0 (0.0)
2 nd. lactation	23	15 (65.2)	3 (13.0)	4 (17.4)	1 (4.4)	0 (0.0)
3 rd. lactation	26	15 (57.7)	8 (30.8)	2 7.7)	0 (0.0)	1 (3.9)
4 th. lactation	15	11 (73.3)	4 (26.7)	0 (0.0)	强 0 (0.0)	0 (0.0)
5 th. lactation	20	13 (65.0)	6 (30.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
6 th. lactation	18	12 (66.7)	3 (16.7)	1 (5.6)	2 (11.1)	0 (0.0)

人工授精回收는 表 1 과 表 2 에 나타난 바와 같다.

공시우의 産次數에 따른 分布는 1 산차로부터 6 산차 이상까지 각각 17 두, 24 두, 26 두, 15 두, 20 두 및 18 두로 골고루 분포되었으며, 人工授精時期를 季節別로 봄(3～5 월), 여름(6～7 월), 가을(9～11 월), 겨울(12～2 월)로 구분하면 각각 47 두, 30 두, 3 두, 40 두로서 가을을 제외한 3 계절에 골고루 분포되었다.

受胎當 소요된 人工授精回數는 1 회 수정시 성공된 수태율은 64.4% 이고 2 회 수정에 의한 수태 성공율은 23.7%이며 3 회 이상의 경우에는 11.9%로 나타났으며, 총 2 회 이내의 人工授精에 의한 受胎成功率은 89.1%를 차지하고 있다.

受胎當 인공수정 회수를 繁殖季節別로 고찰해 보면 일반적으로 겨울철과 봄철의 경우가 여름철 및 가을철보다 적은 것으로 나타났으며 1 회 授精에 의한 受胎成功率은 각각 80.0%, 57.8%, 56.7%, 33.3%의 수준을 보였다. 한편 이를 2 회 이내의 수정으로 수태가 성공된 비율을 보면 겨울철(95.0%), 봄철(88.9%), 여름철(80.0%), 가을철(66.6%)의 순서로 나타났다.

이와 같은 결과는 獨逸의 酪農飼育 體系가 겨울 및 봄철에는 畜舍內 飼育으로, 여름 및 가을철에는 放牧形態의 사육으로 수행됨에 따라 겨울철과 봄철에는 축사내에서 個體의 管理가 방목사육 계절보다는 유리하여 發情期의 捕捉이 용이함으로 인하여 나타난 결과로 추측된다.

1 회의 인공수정으로 受胎가 성공된 비율은 初産牛보다 經産牛에서 높게 나타났다. 한편 이를 2 회 이내의 수정으로 수태가 성공된 비율을 산차순으로

고찰해 보면 4産, 5産, 3産, 1産, 6産 이상, 2産의 순서로써 4産次의 경우에서 가장 높았고 2産次에서 가장 낮았으며 이들의 受胎率은 각각 100%, 95%, 88.5%, 87.5%, 83.4% 와 78.2% 의 수준으로 나타났다.

2. 發情周期 중 牛乳 progesterone 濃度의 水準變化

인공수정 실시후 임신으로 조사된 妊娠牛(n=122)와 非妊娠으로 조사된 非妊娠牛(n=59)의 수정당일부터 수정후 21일까지의 牛乳中 progesterone 濃度의 水準變化는 그림 1에 나타난 바와 같다.

妊娠牛의 경우 授精當日(day 0)의 progesterone 농도는 1.9±0.19 ng/m*l*(Mean±SE)로서 비임신우의 경우(2.8±0.37)보다 낮았으며, 授精後 7일(day 7)에 10.1±0.59 ng/m*l*, 授精後 14일(day 14)에는 17.8±0.88 ng/m*l*로 나타났으며 이 수준은 계속적으로 上昇되어 day 21에는 22.2±0.99 ng/m*l* 水準으로 維持되는 것으로 나타났다. 한편 非妊娠牛의 경우 day 0, day 7, day 14, day 21의 농도는 각각 2.8±0.37 ng/m*l*, 13.0±1.40 ng/m*l*, 15/8±1.05 ng/m*l*, 4.3±0.58 ng/m*l*로서 day 14까지는 急上昇하다가 그 이후부터는 급격히 下降하여 最低의 水準으로 回歸되는 현상을 보였다.

妊娠牛와 非妊娠牛 間의 각 時期別 progesterone 濃度의 差異를 비교하면 day 14 부터 이들간에 有意的인($p<0.05$) 差異를 보이다가 day 16 以後부터는 妊娠牛의 水準이 非妊娠牛보다 현저히 높은 것으로 나타났다($p<0.001$).

3. 妊娠早期診斷의 判定基準과 診斷의 正確度

가. One sample assay(day 20)

인공수정후 20일(day 20)의 우유중 progesterone의 絶對濃度를 이용하여 妊娠의 與否를 판정할 경우, 診斷의 基準値를 7 ng/m*l* 또는 10 ng/m*l* 로 設定하였을 때 진단의 正確道는 <表 3>에 나타난 바와

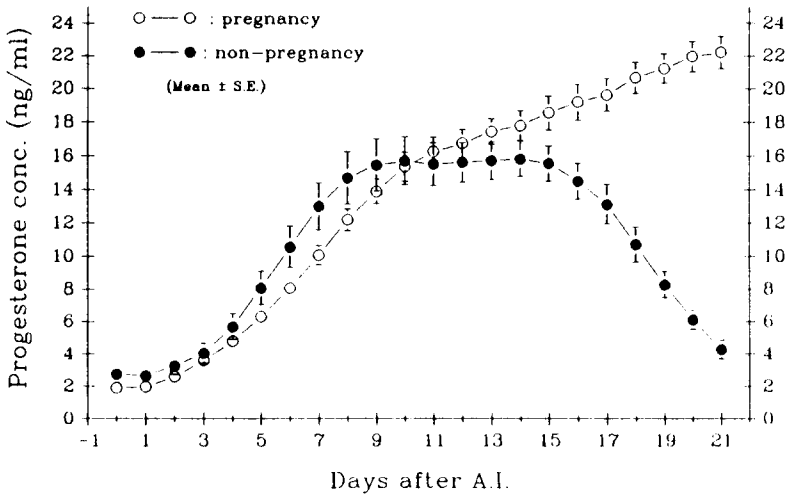

Fig. 1. Milk progesterone concentration in pregnant and non-pregnant cows during the estrous cycle.

Table 3. Classification of all samples by aid of the absolute progesterone value on day 20

Classification for pregnancy diagnosis	N	Verification(n=173)	
		Pregnancy(n=121)	Non-pregnancy(n=52)
I) Over 7 ng/m*l*	143	121(84.6%)	22(15.4%)
Under 7 ng/m*l*	30	0(0.0%)	30(100.0%)
II) Over 10 ng/m*l*	124	115(92.7%)	9(7.3%)
Under 10 ng/m*l*	49	6(8.7%)	43(91.3%)

같다. 진단의 기준치를 7 ng/m*l* 로 설정하여 측정된 sample 의 농도가 7 ng/ml 以上을 妊娠으로, 7 ng/m*l* 以下를 非妊娠으로 판정할 경우 妊娠判定의 正確度는 84.6% 이며 非妊娠 判定의 正確度는 100% 로 나타났다.

한편 診斷의 基準値를 10 ng/m*l* 로 설정하여 10 ng/m*l* 以上을 妊娠으로, 그 以下를 非妊娠으로 판정할 경우 임신판정의 정확도는 92.7% 로서 7 ng/m*l* 를 기준으로 할 경우보다 상승되지만 비임신의 판정정확도는 오히려 감소(91.3%)되는 현상을 보였다.

우유중 progesterone 정량에 의한 발정시기 조사에 관한 연구에서 Arnstadt 등(1985)이 EIA 법을 이용하여 실시한 결과 progesterone 수준이 授精當日(day 0)에 5 ng/m*l* 이하, day 7 에는 5 ng/m*l* 이상이고 day 19 에도 5 ng/m*l* 이상일 경우에는 妊娠될 가능성이 80% 이상이며, 또한 day 19 의 농도가 8~19 ng/m*l* 인 경우와 15~16 ng/m*l* 의 경우에서 이들이 再發情 되는 比率은 각각 80%와 50% 미만으로 나타났다. 한편 Pennington 등(1976)은 수정후 21 일에서 18.5 ng/m*l* 을 妊娠牛로 3 ng/m*l* 이하를 非妊娠牛로 볼 경우 각각 76%와 98%의 正確度를 얻을 수 있었으며, Heap 등(1976)은 수정후 24 일에 임신우는 7.5 ng/m*l*, 비임신우는 4.2 ng/m*l* 이었으며, 6.4 ng/m*l* 을 判斷의 境界濃度로 하였을 때 임신진단의 정확도가 각각 82% 와 100% 로서 비임신우에서 더 높다고 보고하였다.

또한 Hoffmann 등(1976)은 수정후 20 일에서 11 ng/m*l* 이상을 임신우, 2 ng/m*l* 이하를 비임신우로 할 때의 정확도가 각각 78% 와 100% 였다. Dopson 등(1976)등은 수정후 19~23 일경에 7 ng/m*l* 이상을 임신우, 5 ng/m*l* 이하를 비임신우로 할 경우 판단의 정확도가 각각 81% 와 91% 였다. 本 實驗의 結果는 위의 연구자들이 day 19~day 24 기간중의 절대농도를 이용하여 임신진단의 판정정확도에 대한 결과보다 높은 정확도 수준을 보여 주고 있다.

나. Two sample assay (day 14~day 20)

Day 20 의 絶對濃度만을 진단의 基準値로 설정하여 임신여부를 진단할 경우, 진단의 기준치를 上向調整함으로써 임신판정의 정확도는 높일 수 있으나 반면에 비임신판정의 정확도는 낮아진다. 한편, 진단의 기준치를 下向調整할 경우에는 임신과 비임신에 대한 판정의 정확도는 前者의 경우와 相反된 현상을 보인다. 따라서 이와 같은 短點을 보완하기 위하여 우유 sample 을 인공수정 실시후 14 일과 20 일에 각각 채취하여 progesterone 농도를 측정한 후 이들간의 濃度의 增減정도를 아래의 公式을 이용하여 比率로 계산한 다음 이를 day 20 의 절대농도와 함께 고려하면 진단의 정확도는 향상되는 것으로 나타났다. (표 4)

Table 4. Comparison of classification of all samples by aid of both absolute progesterone concentration (day 20) and decreasing rate

Classification for pregnancy diagnosis	N	Verification	
		Pregnancy (%)	Non-pregnancy (%)
[Positive] Over 10 ng/m*l* and Dec. < 1.5	121	115 (95.0)	6 (5.0)
[Negative] Under 7 ng/m*l* and Dec. > 1.5	36	0 (0.0)	36 (100.0)
[Questionable] 7-10 ng/m*l* and Dec.[1] < 1.5	11	6 (54.5)	5* (45.5)
7-10 ng/m*l* and Dec. > 1.5	5	0 (0.0)	5 (100.0)

1 : Decreasing rate = (day 14-day 20) / day 20

* : All the cows were inseminated too early

[減少率(Decreasing Rate) = (day 14 − day 20) / day 20]

<표 4>에 나타난 바와 같이, day 20 의 절대농도가 10 ng 이상이고 감소율이 1.5 배 미만일 경우, 임신판정의 정확도는 95% 수준으로 향상되며, 같은 시기의 농도가 7 ng 이하이고 감소율이 1.5 배 이상일 경우에 비임신 판정의 정확도는 100% 로 나타내고 있다. 만일 day 20 의 농도가 境界水準인 7 ng ~10 ng 사이에 존재할 경우, 이들의 감소율이 1.5 배 이상일 때 비임신판정의 정확도는 100% 이며, 감소율이 1.5 배 미만일 때 임신판정의 정확도는 54.5% 로 나타났다. 한편 Thun 등(1980)이 그의 연구에서 10 ng/m*l* 이상을 임신우, 7 ng/m*l* 이하를 비임신우로 설정했을 때 이들의 정확도가 각각 77.5% 와 77.6% 이었으며, 7 ng~10 ng 을 경계수준으로 설정하였을 때 이중 61.8% 가 임신우, 38.2% 가 비임신우에 해당된다고 보고하였다. 本 實驗의 結果는 감소율을 감안한 판단기준을 併用함으로써 Thun등의 결과보다 顯著히 優秀한 것으로 나타났다.

다. 診斷의 誤判에 대한 原因調査

본 실험에서 경계수준을 7 ng/m*l* ~10 ng/m*l* 로 설정하였을 때 감소율이 1.5 미만임에도 불구하고 총 11 두중 5 두가 비임신으로 판명되어 임신판정의 정확도(54.5%)가 낮게 나타났다. 따라서 비정상으로 추정되는 5 두를 個體別로 調査해 보면 <그림 2>에서 나타난 바와 같다. 발정주기중 milk progesterone 농도가 가장 낮은 시기는 發情期로서 이 시기의 progesterone 농도는 거의 0 수준에 가깝다. 그러나 <그림 2>의 경우 모든 소가 인공수정 실시후 3 일 내지 4 일 경에 그 수준이 最低로 나타난 것으로 조사되었다 즉, 비정상으로 추정되는 모든 소는 인공수정을 3~4 일 조기에 실시함으로 인하여 발생되었으며 따라서 임신으로 잘못 判定되는 誤謬를 범한 것으로 판명되었다.

한편 <표 4>의 positive 領域에 해당되는 sample 중에서 非妊娠으로 판명된 6 두의 個體別 濃度變化를 조사해 보면 다음 <그림 3>에 나타난 바와 같다.

Cow 127 과 cow 142 는 조기에 인공수정을 실시한 것으로 나타났으며 cow 535 와 cow 151 은 각각 day 10 과 day 11 및 day 14 의 농도가 6 ng/m*l* 이하로 非正常的인 水準을 보이고 있으며 cow 115 와 cow 218 은 본 실험의 성격상 그 原因이 糾明될 수는 없으나 妊娠 初期에 胚子의 死滅 또는 黃體形成의 未熟 등으로 인하여 誘發된 것으로 사료된다.

우유중 progesterone 의 수준에 의한 발정시의 조사연구에서 Arnstadt 등(1985)은 day 0 에 5 ng/m*l* 이하, day 7 에는 5 ng/m*l* 이상, day 19 에도 5 ng/m*l* 이상일 경우에는 임신될 가능성이 80% 이상이며, 만일 day 19 에 5 ng/m*l* 이하일 경우에는 비임신의 가능성이 100% 라고 보고하였다. 또한 day 0 와 day 7 에 5 ng/m*l* 이상이거나 또는 day 0 에는 5

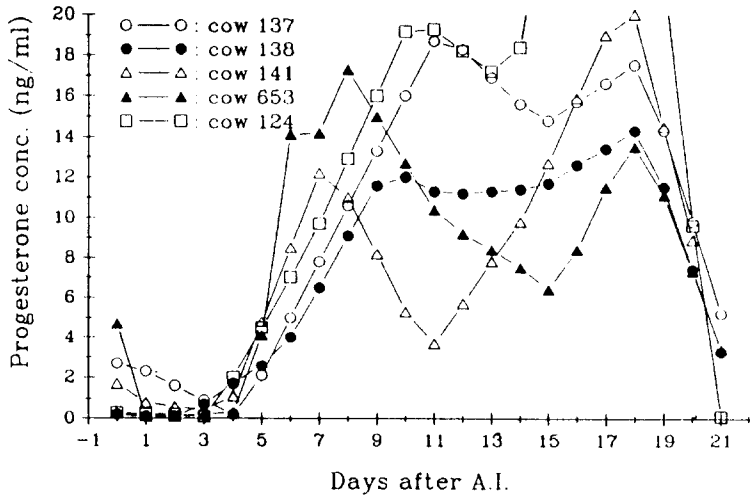

Fig. 2. Progesterone levels in milk of 5 cows during 3 weeks after A.I.

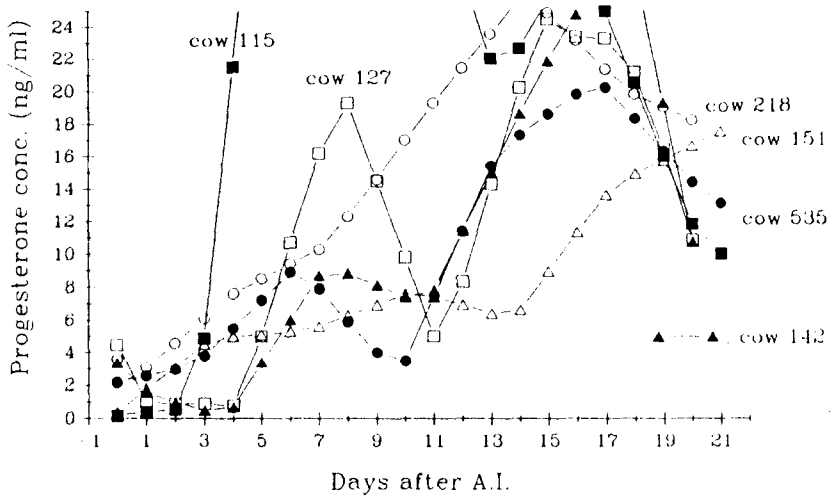

Fig. 3. Progesterone levels in milk of 6 cows during 3 weeks after A.I.

ng/m*l* 이상이고 day 7 에는 5 ng/m*l* 이하일 경우에는 授精適期가 아닌 시기에 人工授精을 실시하였음을 뜻하며, 특히 day 0 와 day 7 에는 5 ng/m*l* 이하를 유지하다가 day 14 에서 5 ng/m*l* 이상으로 상승되거나 그 이하로 계속 유지될 경우에는 수정을 早期에 실시하였거나 排卵이 遲延된 경우라고 보고하였다. <그림 2>와 <그림 3>에서 조사된 총 11두의 時期別 水準變化는 Arnstadt 의 결과와 거의 일치하는 것으로 나타났다. 그러므로, day 0 와 day 3 의 progesterone 농도를 추가로 측정하여 인공수정의 성공여부를 조기에 파악할 수 있을 경우, 妊娠診斷의 誤判要因을 좀 더 除去시킬수 있을 것으로 사료된다.

IV. 摘 要

1. 1 회 授精에 의한 受胎成功率은 初産牛보다 經産牛에서 높았으며 2 회 이내의 수정에 의한 수태성공율은 4 産次(100%)가 가장 높았고 2 産次(78.2%)에서 가장 낮았다,.
2. 妊娠牛와 非妊娠牛의 우유중 progesterone 의 시기별 濃度差異는 day 14 부터($P<0.05$)나타나며 day 16 부터는 임신우의 농도가 비임신우의 경우보다 현저히 높은 것을 나타났다($P<0.001$).
3. Two Sample Assay 법에 의하여 妊娠診斷을 할 경우, day 20 의 농도가 10 ng/m*l* 이상이고 감소율이 1.5 배 미만을 임신우로, 7 ng/m*l* 이하이고 감소율이 1.5 배 이상을 비임신우로 진단할 경우, 判定의 正確度는 각각 95%와 100%로 나타났다. 境界水準(7~10 ng/m*l*)내에 포함되었을 경우 判定의 正確度는 각각 54.5%와 100%로 나타났다.
4. 우유중 progesterone 의 농도가 境界水準 내에 존재하는 경우, 妊娠牛 判定에 대한 正確度가 낮은 원인은 대부분 發情期의 잘못 捕捉으로 授精을 早期에 실시함으로 인하여 유발된 것으로 판명됐다.

V. 引用文獻

1. Arnstadt, K.I. 1983. Steroid determination in milk by enzyme immunoassay(EIA). J.Steroid Biochem. 19 : 423-424.
2. Arnstadt, K.I. und Anne-Rose Fischer-Arnstadt. 1985. Progesteronbestimmung als Hilfsmittel der Brunstkontrolle. 40. Jahrgang/Nr. 5 vom 1 : 391-400.
3. Claus, R., H.Karg, E. Ratterberger and F. Pirchner. 1982. Analyse von Fort Pflanzungsproblemen bei Kuhen mit Hilfe der Progest-

eronbestimmung in Milchfett Zuchthyg. 17 : 203-213.

4. Dobson, H.and R.J.Jitzpatrick. 1976. Clinical applications of the progesterone-in-milk test. Br. Vet.J.132 : 538.
5. Fischer, A. and K.I.Arnstadt. 1982. Direkt Bestimmung von Progesteron in der Milch (EIA) zur Fertilitätskontrolle und Brunstvoraussage bei Kühen. Zuchthyg. 17 : 225.
6. Frey, R. and M. Berchtold. 1983. Analyse Vorzeitiger Ausmerzungen. Zuchthyg. 18 : 203-209.
7. Heap, R.B., R.J.Holdsworth, J.E.Godsby, J.A.Laing and D.E.Walters. 1976. Pregnancy diagnosis in the cow from milk progesterone concentration. Br.Vet.J.132-445.
8. Hoffman, B., O.Gunzler, R.Hamburger and W.Schmidt. 1976. Milk progesterone for fertility control in cattle ; methodological approaches and present status of application in Germany. Br. Vet.J.132 : 469.
9. Laing, J.A. and R.B.Heap. 1971. The concentration of progesterone in the milk of cows during the reproductive cycle. Br. Vet.J.127 : xix.
10. Lotthammer, K.H.1984. Abtlg. C, 14.3.1984, Flensburg ; DLG-Mitteilg. 2/1985(Tier-Produktion), S. 91-94.
11. Pennington, J.A., S.L.Spahr and J.R.Lodge-. 1976. Pregnancy diagnosis in dairy cattle by progesterone concentration in milk. J.Dairy Sci. 59 : 1528-1531.
12. Rattenberger, E. and O.Richter. 1983. Lösung von Fruchtbarkeitsproblemen bei Rindern durch den Milchprogesterontest. Tierzűchter 35(6).
13. Thun, R., E.Eggenberger, K.Zerobin, P. Summermatter, A.Flukiger und C.Gaillard. 1980. Practische Erfahrungen mit dem Milch Progesteron-Test(MPT) zur Brunst- und Non-return-Diagnse beim Rind. Zuchthyg. 15 : 7-14.
14. 김창근. 1979. 유우의 번식실태와 대책. 한국가축번식연구회보 3(1) : 16-256.