

수란우의 초음파진단에 의한 난소 상태 및 혈청 Progesterone
농도가 수정란이식 후 수태율에 미치는 영향

김일화* · 류일선 · 서국현 · 이동원 · 박수봉** · 김현종 · 연성흠 ·
박성재 · 허태영 · 이충섭 · 최선호 · 손동수[†]
축산기술연구소

**Investigation on Ultrasonographic Observation of
Recipient Ovaries, Serum Progesterone Level Measurement
and Their Relationship with Pregnancy Rate**

I. H. Kim*, I. S. Ryu, G. H. Suh, D. W. Lee, S. B. Park, H. J. Kim,
S. H. Yeon, S. J. Park, T. Y. Hur, C. S. Lee, S. H. Choi and D. S. Son[†]**
National Livestock Research Institute, Cheonan, Chungnam, 330-800, Republic of Korea

SUMMARY

The ovaries of 178 Holstein heifers or cows (heifer; 41, 1 parity; 72, 2 ≤ parity; 65) on Day 6 or 7 (Day 0=day of estrus) were examined by transrectal ultrasonography. Diameter of corpus luteum (CL) and large follicle (≥10 mm), and luteal tissue area were determined by ultrasound system with a 5 MHz rectal probe. Blood samples were taken to progesterone analysis. After selection of recipients, frozen Holstein embryos were thawed and directly transferred to recipients non-surgically.

The diameter of CL and luteal tissue area was greater ($P<0.01$) on Day 7 than on Day 6 in heifers, 1 parity or 2 ≤ parity cows, respectively, although progesterone concentrations were not different. The presence of fluid-filled luteal cavities or multiple CL (2 or more) did not affect serum progesterone concentration. A large follicles were observed in 67.4% of heifers or cows and the average diameter was 14.1 mm. Greater luteal tissue area attributed higher pregnancy in heifers, but not in cows, although there were no difference on pregnancy rate according to progesterone concentration in heifers or cows. The pregnancy rate of recipients contained a large follicle at embryo transfer was lower than that of recipients not contained. These results show ultrasonic assessment of ovaries in Holstein recipients is a reliable tool to determine the follicle and CL for recipient selection.

(Key words : ultrasonography, corpus luteum, progesterone, large follicle, pregnancy rate)

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 농림기술개발과제 연구지원비에 의하여 수행되었음.

*충북대학교 수의과대학(College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University)

**농촌진흥청(Rural Development Administration of Korea)

[†]Correspondence

서 론

가축, 특히 소의 개량을 위해서 수정란이식은 국제적으로 널리 이용되고 있으나 수태율의 향상에 있어서는 괄목할 만한 성과를 얻고 있지는 못하고 있는 실정이다. 수태율의 향상을 위해서는 수정란의 성상(Humblot 등, 1987), 공란우와 수란우의 발정동기화 정도(Looney 등, 1984), 수란우의 영양(Mapletoft 등, 1986)은 이식시 필수적으로 고려해야 할 내용이며 이 외에도 매우 많은 요인이 관련된다. 수태율의 향상을 위해 progesterone 투여(Walton 등, 1986), hCG 투여(Sianangama와 Rajamahendran, 1992), GnRH 투여(Ellington 등, 1991) 또는 intravaginal progesterone releasing device (CIDR)와 estradiol benzoate의 적용(Looney 등, 1999) 등의 여러 방법들이 시도되었으나 수태율을 높이기 위한 확실한 protocol의 제시는 매우 어려운 상황이며, 실제적으로 수정란이식의 효율성을 높이기 위해서 적절한 수란우의 선발의 중요성이 강조되고 있다. 수란우의 선발을 위하여 혈액내의 α -tocopherol, cholesterol, β -carotene, Ca/P ratio, GOT 농도의 활용 가능성에 연구가 이루어지고 있으며(Nishimura 등, 1997) 또한 초음파진단기의 번식분야에 응용으로 생식기의 정확한 진단이 가능하게 되어 수란우의 선발에 이용이 시도되었다. Garcia와 Salaheddine(1998)은 초음파진단기를 이용하여 수란우의 난소를 검사한 결과 황체 내강의 존재 및 크기가 수태율에 영향을 미치지 않았다고 보고한 바 있다. 초음파진단기의 이용으로 황체 및 난포의 변화 상태의 확인과 번식 관련 내분비호르몬의 측정을 통하여 보다 객관적인 생식기 상태의 확인이 가능하게 되었지만(Ribadu 등, 1994; Assey 등, 1993) 수란우의 검사 또는 선발에 관한 보고는 드문 상태이다. 따라서 본 연구에서는 초음파진단기를 수란우의 선발에 활용코자 수정란 이식일(발정 6일 또는 7일 후)에 초음파진단기로서 황체의 크기(직경 및 단면적), 대난포(10mm 이상)의 존재를 확인하고 황체 상태에 따른 혈청 progesterone 농도를 비교하였으며 또한 황체 크기와 progesterone 농도 및 대난포의 존재가 수정란 이식 후

수태율에 미치는 영향에 대해서도 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시축 및 수정란

빈우는 축산기술연구소에서 사육중인 젖소 미경산우 41두, 초산우 72두 및 2산 이상 경산우 65두(총 178두)를 공시하였다. 빈우의 사양관리는 NRC 사양표준과 축산기술연구소의 사양기준에 준하였으며 1일 2회 발정을 관찰하였다.

수란우에 이식한 수정란은 TPI 기준 캐나다 상위 1% 이내의 Holstein 젖소 종모우와 상위 1% 이내의 Holstein 젖소 공란우에서 생산되어 국내 도입된 고능력 동결 수정란이었다.

2. 초음파진단에 의한 황체 및 대난포의 측정

자연 발정 또는 CIDR PLUS(InterAg, Newzealand)를 이용하여 발정 유기된 빈우의 발정 6일 또는 7일에 5.0MHz linear array 탐촉자가 장착된 초음파진단기(Sonoace 1500, Medison)를 이용하여 난소에 존재하는 황체와 대난포(≥ 10 mm)의 크기를 Kastelic 등(1990)의 방법에 준하여 측정하였다. 즉 초음파상에서 황체 또는 난포의 크기가 최대일 때 이미지를 고정하여 황체 또는 난포의 높이와 너비를 측정하여 더한 값을 이분하여 직경치(mm)로 하였으며, 황체 단면적(mm^2)은 높이 $1/2 \times$ 너비 $1/2 \times \pi$ 공식으로 계산하였다. 황체에 액체가 차 있는 내강이 존재하는 황체 단면적은 전체 황체 단면적에서 내강 단면적을 감하여 계산하였다.

3. 혈청 progesterone 농도 측정

빈우의 미정맥으로부터 채혈하여 혈청을 분리 -20°C에 보관한 후 형광면역분석법(1232Delfia, Wallac Inc., Finland)을 이용 progesterone 농도를 측정하였으며, intra-assay 및 inter-assay 변이계수(coefficient of variation)는 각각 4.2%, 8.1%였다.

4. 동결 수정란 용해 및 수정란이식

동결수정란의 용해는 수정란 공급회사가 권장하는 방법에 준하여 20~38°C의 온수에서 15~30초간 용해하였다.

수정란이식은 수란우를 2% lidocaine 5~6 ml로 경막외마취를 하고 용해한 수정란이 들어있는 수정란이식기(IMV, France)를 황체가 존재하는 자궁 각 선단부에 삽입하여 이식하였다. 임신진단은 이식 후 60일에 직장검사 및 초음파진단기를 이용하여 진단하였다.

5. 통계적 분석

미경산, 초산 및 2산 이상의 빈우군에서 발정경과일(6일 또는 7일)에 따른 황체 직경 및 단면적 그리고 progesterone 농도와 수정란이식 후 임신진단 결과 미경산우와 경산우군 내에서 발정경과일에 따른 임신우와 비임신우의 황체 단면적 또는 progesterone 농도는 t-test를 이용하여 분석하였으며, 수정란 이식시 대난포의 존재 또는 부재에 따른 수태율의 비교에서는 chi-square test를 이용하여 분석하였으며, $P < 0.05$ 일 때 유의성이 있다고 판정하였다.

결과 및 고찰

1. 초음파진단에 의한 황체와 대난포의 형태 및 크기와 혈청 progesterone 농도

발정경과일에 따른 황체의 직경과 단면적의 크기는 미경산우, 초산우 및 2산 이상 경산우 각각에서 7일령의 황체가 6일령의 황체에 비해 유의적인 증가가 있었으나($P < 0.01$) progesterone 농도는 각 산차내에서 발정경과일에 따른 차이가 없었다(Ta-

ble 1). 육우 미경산우 8두를 이용한 Tom 등(1998)의 연구에서는 발정주기 6일과 7일 사이에 황체의 직경과 progesterone 농도 모두에서 유의적인 차이가 없었다고 하여 본 연구의 결과와 일치하지 않았다. Ribadu 등(1994)의 주 3회 간격의 초음파 진단 및 progesterone 농도를 측정된 연구에서는 발정주기 중의 황체의 직경과 progesterone 농도에는 높은 상관관계가 있다고 하였는데 이것은 본 연구와 관찰 빈도의 상이로 인한 차이로 보인다. 또한 Battocchio 등(1999)은 황체 직경과 progesterone 농도의 낮은 상관관계를 보였으며, 특히 황체 직경이 20 mm이하에서 더 심하였다고 보고하였다. 따라서 황체 직경에 따른 개체별 progesterone 농도의 높은 변이(Vaca 등, 1983)가 본 연구의 결과에 영향을 주었을 가능성이 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 초음파 진단 소견에서 액체가 차 있는 내강을 포함하는 황체가 관찰되었는데 내강이 작은 경우는 제외하여 즉 10mm 이상의 것을 포함시킨 결과, 이러한 황체 내강(Fig. 1)을 가지는 빈우는 178두 중 22두로 12.4%를 차지하였다. 황체와 내강의 직경 및 황체 단면적은 각각 25.8mm, 12.2mm, 403.0mm²였으며 progesterone 농도는 4.2ng/ml로서(Table 2) 황체의 직경, 황체 단면적 및 progesterone 농도 모두 Table 1의 측정치의 범위 내에 있었다. Kastelic 등(1990)은 80두의 젖소 경산우중 22두(27.5%)에서 직경 10mm 이상의 내강을 갖는 황체가 존재하였다고 하여 본 연구 결과에 비해 다소 많았다. Fralix 등(1996)은 육우 경

Table 1. Diameter of corpus luteum, luteal tissue area and progesterone concentration according to lapsed days since estrus (Mean \pm S.D.)

Parity	Lapsed days since estrus	No. animals	Diameter of CL (mm)	Luteal tissue area (mm ²)	P ₄ concentration (ng/ml)
Heifer	6	13	20.4 \pm 3.8	314.2 \pm 105.6	4.3 \pm 1.7
	7	28	24.0 \pm 2.9*	430.6 \pm 104.8*	5.5 \pm 2.5
1	6	38	22.6 \pm 3.3	416.7 \pm 135.9	4.1 \pm 2.2
	7	34	26.5 \pm 5.2*	531.3 \pm 223.2*	4.0 \pm 1.7
≥ 2	6	28	23.8 \pm 3.4	453.2 \pm 198.5	3.9 \pm 1.9
	7	37	25.6 \pm 3.7*	533.0 \pm 150.0*	4.4 \pm 1.9

* $P < 0.01$ within columns for respective parity group

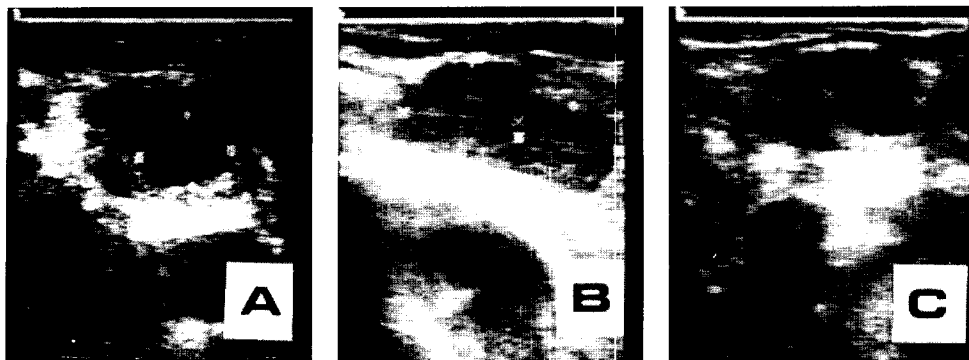


Fig. 1. Ultrasound images of corpus luteum and large follicle. A) CL with fluid-filled central cavity, B) multiple CL (2 CL), C) large follicle. Diameter of CL, central cavity and follicle are indicated by calipered white lines.

Table 2. Diameter of corpus luteum and central cavity, and progesterone concentration in heifers or cows contained fluid-filled cavities (Mean \pm S.D.)

No. of observations	No. animals contained fluid-filled cavities (%)	Diameter of CL(mm)	Diameter of central cavity (mm)	Luteal tissue area (mm ²)	P ₄ concentration (ng/ml)
178	22 (12.4)	25.8 \pm 3.3	12.2 \pm 3.2	403.0 \pm 116.2	4.2 \pm 1.5

산우에서 내강의 크기에 관계없이 모두 포함할 때 74%에서 액체가 차 있는 내강을 관찰하였다고 보고한 바 있다. Tom 등(1998)과 Kastelic 등(1990)의 연구에서, 황체내 내강의 존재 여부와 관계없이 황체의 직경, 황체 단면적 및 progesterone 농도에서 차이가 없다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하는 경향을 보였다.

2개 이상의 황체(Fig. 1)를 가지는 빈우는 178두 중 11두로 6.2%를 차지하였다. 황체 단면적은 723.2 mm²였으며 progesterone 농도는 4.4ng/ml로서(Table 3) 황체 단면적은 1개의 황체를 가지는 빈우에 비해 크게 나타났으나 progesterone 농도는 차이가

없었다. Fralix 등(1996)은 progestogen 제제인 Melengestrol acetate (MGA)를 경산 육우에 경구 투여하여 발정 유기후 초음파진단 장치로 확인 결과 16두중 5두(31.3%)에서 2개 이상의 황체가 관찰되었다고 하여 본 연구에 비해 발생율이 높았는데 이러한 원인은 Patterson 등(1995)이 MGA와 PGF처치 후 쌍태 발생율이 증가되었다고 한 보고와 같이 MGA의 투여에 의한 영향으로 여겨진다. Lopez 등(1996)은 수란우에 황체가 2개 존재시의 progesterone 농도가 5.17 ng/ml로서 1개 존재시의 3.96 ng/ml에 비해 높았다고 하여 본 연구의 결과와는 상이한 결과를 보고하였다.

Table 3. Luteal tissue area and progesterone concentration in heifers or cows contained multiple corpus luteum (Mean \pm S.D.)

No. of observations	No. animals contained multiple CL (%)	Luteal tissue area (mm ²)	P ₄ concentration (ng/ml)
178	11 (6.2)	723.2 \pm 201.9	4.4 \pm 1.2

Table 4. Identification of large follicles (≥ 10 mm) on ovaries in heifers or cows (Mean \pm S.D.)

No. of observations	No. animals contained large follicle (%)	Diameter of large follicle (mm)
178	120 (67.4)	14.1 \pm 2.5

직경 10 mm 이상의 대난포(Fig. 1)가 존재하는 빈우는 178두중 120두로 67.4%를 차지하였으며 평균 난포의 직경은 14.1 mm(Table 4)로서 Ginther 등(1996)과 Ambrose 등(1998)이 보고한 직경의 크기와 비슷하였다.

2. 황체의 크기와 progesterone 농도 및 대난포의 존재가 수태율에 대한 영향

수정란 이식 후 수태율에 대한 수란우의 황체 단면적 또는 progesterone 농도의 효과를 조사한 결과, 미경산우에서는 progesterone 농도에 따른 효과는 볼 수 없었으나 황체 단면적에 있어서는 두 발정주기일 모두 단면적 크기 증가에 따른 효과를 나타내었으며($P < 0.05$), 경산우에서는 황체 단면적 또는 progesterone 농도에 따른 효과가 나타나지 않았다(Table 5). Niemann 등(1985)은 미경산 임신 수란우와 비임신 수란우 사이에 progesterone 농도의 차이가 없다고 하여 본 연구의 결과와 일치하는 경향을 보였으며, 2~5 ng/ml 수란우군이 2 ng/

ml 미만 또는 5 ng/ml 이상의 수란우군에 비해 수태율이 향상되었다고 하였다. Garcia와 Salaheddine(1998)은 미경산우에 DNA가 주입된 소 체의 수정란을 이식 후 임신우와 비임신우의 황체 단면적과 progesterone 농도를 비교한 결과 차이가 없다고 보고하여 본 연구의 결과와는 다른 경향을 나타내었다. Progesterone 농도가 지나치게 높은 경우 수태율이 저하될 수 있으므로 본 연구에서 미경산우에서 progesterone 농도는 수태율과의 상관관계를 나타내지 못하였다고 여겨지며, 미경산우의 황체 단면적의 증가에 따른 향상된 수태율은 매우 흥미로운 결과를 보였으나 정확한 기전에 대해서는 더 이상의 연구가 필요하리라고 생각된다. 한편 경산우는 미경산우에 비해 자궁의 환경 또는 영양적인 스트레스를 많이 받는다는 점(Broadbent 등, 1991)과 수태율에 대해 보다 다양한 요인들이 관련되는 점이 상관 관계를 나타내지 못하였을 가능성이 있는 것으로 생각된다.

수정란 이식 후 수태율에 대한 수란우의 대난포

Table 5. Luteal tissue area and progesterone concentration in pregnant or non-pregnant recipients (Mean \pm S.D.)

Parity	Lapsed days since estrus	Pregnant or non-pregnant recipients (n)	Luteal tissue area (mm ²)	P ₄ concentration (ng/ml)
Heifer	6	Pregnant (4)	403.3 \pm 113.6*	4.8 \pm 1.8
		Non-pregnant (6)	295.7 \pm 58.6	3.6 \pm 1.8
	7	Pregnant (8)	437.2 \pm 85.0*	4.5 \pm 2.2
		Non-pregnant (9)	358.1 \pm 56.3	5.6 \pm 2.4
Cow	6	Pregnant (8)	431.0 \pm 153.2	4.1 \pm 1.7
		Non-pregnant (18)	450.4 \pm 195.5	4.1 \pm 2.3
	7	Pregnant (10)	533.7 \pm 127.2	4.0 \pm 1.7
		Non-pregnant (19)	550.9 \pm 101.1	4.7 \pm 1.3

* $P < 0.05$; significantly different within columns for lapsed days since estrus in heifers.

Table 6. Effect of large follicle existence in recipients on pregnancy rate

Group	No. recipients	No. pregrant recipients	Pregnancy rate (%)
Large follicle	50	16	32.0 ^a
No large follicle	32	14	43.8 ^b

^{ab} Values with different superscripts within the same column are significantly different ($P < 0.01$).

의 효과를 조사한 결과 대난포가 존재하였던 군이 대난포가 존재하지 않았던 군에 비해서 수태율이 낮았다($P < 0.01$, Table 6). Taylor와 Rajamahendran (1991)은 젖소 경산우에서 대난포의 존재가 임신 자체의 유지에 생리적인 중요성을 가지지 않을 가능성이 있다고 하였으나, Niemann 등(1985)의 보고에 의하면 젖소 미경산우에 수정란을 이식하여 평균 수태율 45.1%를 얻었으나 10~20 mm 난포가 존재시 수태율이 35.3%로 저하되었다고 하여 본 연구와 일치되는 경향을 보였다. 그러나 이러한 결과에 대한 기전은 본 연구와 Niemann 등(1985)의 연구에서 밝혀지지 않았으므로 추후 이에 대한 보다 충분한 연구가 요구된다.

적 요

초음파진단기를 수란우의 선발에 활용코자 수정란이식일(발정 6일 또는 7일 후)에 초음파진단기로서 빈우의 황체의 크기 및 대난포의 존재를 확인하고 progesterone 농도를 측정하였으며, 수정란 이식후 황체 크기와 progesterone 농도 및 대난포의 존재가 수태율에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. 총 178두의 빈우(미경산우 41두, 1산차 72두, 2산 이상 65두)를 발정 후 6일 또는 7일에 5.0 MHz linear array 탐촉자가 장착된 초음파진단기를 이용하여 난소에 존재하는 황체와 대난포의 직경과 황체 단면적을 측정하였으며, 미정맥으로부터 혈청 progesterone 측정을 위하여 채혈하였다. 수란우의 선발 후 젖소 동결 수정란을 융해하여 직접 이식법으로 수란우의 황체가 존재하는 자궁 각 선단부에 이식하였다.

발정경과일에 따른 황체의 직경과 단면적의 크기는 미경산우, 초산 및 2산 이상 경산우 각각에서 7일령의 황체가 6일령에 비해 유의적인 증가가 있

었지만($P < 0.01$), progesterone 농도는 각 산차내에서 발정경과일에 따른 차이가 없었다. 액체가 차 있는 내강을 가지는 황체 또는 2개 이상의 황체의 존재는 progesterone 농도에 영향을 주지 않았으며, 대난포는 67.4%의 빈우에서 확인이 되었고 평균 직경은 14.1 mm였다. 수정란이식 결과를 분석한 결과, 미경산 수란우에서는 큰 황체 단면적에 따른 수태율의 증가가 있었으나($P < 0.05$) progesterone 농도의 효과는 없었으며, 경산 수란우에서는 황체 단면적 및 progesterone 농도 모두에서 효과가 인정되지 않았다. 수정란이식시 대난포가 존재하였던 수란우군의 수태율이 대난포가 존재하지 않았던 군에 비해 낮았다($P < 0.01$). 본 연구의 결과로 보아 초음파진단기를 이용한 난소 진단은 수란우의 선발을 위한 유용한 수단으로 활용될 수 있음을 시사한다.

참고문헌

- Ambrose JD, Pires MFA, Moreira F, Diaz T, Binelli N and Thatcher WW. 1998. Influence of deslorelin (GnRH-agonist) implant on plasma progesterone, first wave dominant follicle and pregnancy in dairy cattle. *Theriogenology*, 50:1157-1170.
- Assey RJ, Purwantara B, Greve T, Hyttel P and Schmidt MH. 1993. Corpus luteum size and plasma progesterone levels in cattle after cloprostenol-induced luteolysis. *Theriogenology*, 39:1321-1330.
- Battocchio M, Gabai G, Mollo A, Veronesi MC, Soldano F, Bono G and Cairoli F. 1999. Agreement between ultrasonographic classification of the CL and plasma progesterone

- concentration in dairy cows. *Theriogenology*, 51:1059-1069.
- Broadbent PJ, Stewart M and Dolman DF. 1991. Recipient management and embryo transfer. *Theriogenology*, 35:125-139.
- Ellington JE, Foote RH, Farrell PB, Hasler JF, Webb J, Henderson WB and McGrath AB. 1991. Pregnancy rates after the use of a gonadotropin releasing hormone agonist in bovine embryo transfer recipients. *Theriogenology*, 36: 1035-1042.
- Fralix KD, Patterson DJ, Schillo KK, Stewart RE and Bullock KD. 1996. Change in morphology of corpora lutea, central luteal cavities and steroid secretion patterns of postpartum suckled beef cows after melengestrol acetate with or without prostaglandin $F_{2\alpha}$. *Theriogenology*, 45:1255-1263.
- Garcia A and Salaheddine M. 1998. Ultrasonic morphology of the corpora lutea and central luteal cavities during selection of recipients for embryo transfer. *Theriogenology*, 49:243.
- Ginther OJ, Wilbank MC, Fricke PM, Gibbons JR and Kot K. 1996. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol. Reprod.*, 55:1187-1194.
- Humblot P, Perrin J, Jeanguyot N, Nibart M and Thibier M. 1987. Effect of age and quality of thawed embryos, synchronization and corpus luteum function on pregnancy rates of bovine embryo recipients. *Theriogenology*, 27:240.
- Kastelic JP, Bergfelt DR and Ginther OJ. 1990. Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. *Theriogenology*, 33: 1269-1278.
- Kastelic JP, Pierson RA and Ginther OJ. 1990. Ultrasonic morphology of corpora lutea and central luteal cavities during the estrous cycle and early pregnancy in heifers. *Theriogenology*, 34:487-498.
- Looney CR, Oden AJ, Massey JM, Johnson CA and Godke RA. 1984. Pregnancy rates following HCG administration at the time of transfer in embryo-recipients cattle. *Theriogenology*, 21 :246.
- Looney CR, Roberts JW, Jones M, Day ML, Anderson JC, Hafs HD and Forrest DW. 1999. Synchrony and conception to insemination or embryo transfer in beef females treated with an intravaginal progesterone releasing device with or without an injection of estradiol. *Theriogenology*, 51:266.
- Lopez Da Costa LF, Vaz IM and Robalo Silva J. 1996. Relationship between morphology and function of day seven corpora lutea after norgestomet synchronization of oestrus in cattle. 12e Reunion A.E.T.E.-Lyon, 13-14 Sep. 164.
- Mapletoft RJ, Lindsell CE and Pawlyshyn V. 1986. Effects of clenbuterol, body condition and non-surgical embryo transfer equipment on pregnancy rates in bovine recipients. *Theriogenology*, 25:172.
- Niemann H, Sacher B and Elsaesser F. 1985. Pregnancy rates relative to recipient plasma progesterone levels on the day of nonsurgical transfer of frozen/thawed bovine embryos. *Theriogenology*, 23:631-639.
- Nishimura K, Fujitani Y, Kasai K, Mayanagi A, Tanaka M, Utsumi K and Iritani A. 1997. Do the plasma levels of α -tocopherol, total cholesterol, β -carotene and progesterone indicate the quality of recipient cows? *Theriogenology*, 47:147.
- Patterson DJ, Hall JB, Bradley NW, Schillo KK, Woods BL and Kearnan JM. 1995. Improved synchrony, conception rate, and fecundity in postpartum suckled beef cows fed melengestrol acetate prior to prostaglandin $F_{2\alpha}$. *J. Anim. Sci.*, 73:954-959.
- Ribadu AY, Ward WR and Dobson H. 1994. Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography

- and plasma progesterone concentration. *Vet. Rec.*, 135:452-457.
- Sianangama PC and Rajamahendran R. 1992. Effect of human chorionic gonadotrophin administered at specific times following breeding on milk progesterone and pregnancy in cows. *Theriogenology*, 38:85-96.
- Taylor C and Rajamahendran R. 1991. Follicular dynamics and corpus luteum growth and function in pregnant versus nonpregnant dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 74:115-123.
- Tom JW, Pierson RA and Adams GP. 1998. Quantitative echotexture analysis of bovine corpora lutea. *Theriogenology*, 49:1345-1352.
- Vaca LA, Galina C, Fernandez-Baca S, Escobar J and Ramirez B. 1983. Progesterone levels and relationship with the diagnosis of a corpus luteum by rectal palpation during the estrus cycle in zebu cows. *Theriogenology*, 20:67-76.
- Walton JS, Martineau NA and Stubbings RB. 1986. Pregnancy rates in Holstein embryo transfer recipients: Effect of treatment with progesterone or clenbuterol and of natural versus induced cycles. *Theriogenology*, 26:837-845.
-
- (접수일: 2000. 11. 16 / 채택일: 2000. 12. 15)