

인공수정 후 외인성 Progesterone과 Estradiol 병용 투여 및 Progesterone 단독 투여가 젖소의 번식 성적에 미치는 영향

백광수[†] · 이왕식 · 손준규 · 박수봉 · 박성재 · 김현섭 · 이현준 · 강석진 · 정경용 · 전병순 · 안병석
농촌진흥청 축산과학원 낙농과

Reproductive Performance of Holstein Cattle Treated with Progesterone and Combination of Progesterone and Estradiol

K. S. Baek[†], W. S. Lee, J. K. Son, S. B. Park, S. J. Park, H. S. Kim, H. J. Lee, S. J. Kang, G. Y. Jeong, B. S. Jeon and B. S. Ahn

National Institute of Animal Science, R.D.A.

SUMMARY

This study was carried out to investigate the effects of hormones (progesterone, and combination of progesterone and estradiol) on the reproductive performance of dairy cattle. The intravaginal CIDR was inserted in the vagina of cow on day 14 post-insemination to stimulate progesterone secretion with and without estradiol. The CIDR was removed on the day of next expected estrus. The cows for control group were not treated with CIDR or hormones. Conception rate, estrus interval, estrus intensity and serum progesterone were measured. Conception rates in control, CIDR without estradiol and CIDR treated cows were 15.4, 38.9 and 60%, respectively. Estrus interval in cows treated with CIDR was 26.5 days compared with 37.1 and 48.5 days in control and CIDR without estradiol treated cows. Estrus signs were more intense in cows treated with CIDR compared with control and CIDR without estradiol treated cows. Pregnant cows treated with CIDR showed higher serum progesterone concentration than pregnant and non-pregnant cows in control group. Particularly, serum progesterone was significantly higher in CIDR treated pregnant cows compared to non-pregnant cows at days 1, 2 and 6 of gestation. It may be concluded from present results that CIDR treatment is better than CIDR without estradiol to improve conception rate in dairy cattle.

(Key words : Holstein, progesterone, estradiol, CIDR, conception rate, estrus interval)

서 론

황체의 존재와 황체로부터 정상적인 progesterone(P4)의 분비 능력은 소의 임신 유지를 위해서 필수적이다(Hansel과 Convey, 1983). 황체는 배란 후 형성되어 발정 후 6일경에 혈중 P4 농도가 증가하게 되며, 초기 단계의 수태산물과 배아의 발달 기간 동안에 자궁을 안전하게 보호하게 된다. 임신 초기에는 충분한 양의 P4 농도가 필요하다고 알려져 있는데, 이는 P4 농도가 불충분하게 되면 비정상적인 배아의 발달이나 조기배사멸의 원인이 될 수 있다(Sreenan과 Diskin, 1983). 특히 인공수정 후 P4 농도가 낮거나 서서히 상승하게 되면 저수태우가 될 가능성이 많다는데 주안점을 두고 저수태우에 인공수정 후 5~19일 사이에 PRID(progesterone-releasing intravaginal device)를 사용하여 수태율을 향상시키고자 하는 연구가 시도되었다(Villaruel 등, 2004; Bage 등, 2002; Starbuck 등, 1999;

Shelton 등, 1990). 한편, hCG(Thatcher 등, 1987; McDermott 등, 1986)나 GnRH(Macmillan 등, 1985a; Macmillan 등, 1985b)와 같은 성선 자극 호르몬을 투여하여 황체로부터 내인성 P4 분비를 촉진함으로써 수태율을 향상시키고자 하는 연구가 수행되었으나, 그 결과에 대해서는 연구자들 간에 다소 다른 견해를 나타내고 있다. 또한, 소에 인공수정을 실시한 후 성선 자극 호르몬의 투여량이나 투여 방법을 달리하여 적용하였을 때에 수태율을 향상시킬 수 있다는 보고(Kunkel 등, 1977)와 효과를 나타내지 않는다는 상반된 보고(Sreenan과 Diskin, 1983)가 있다. 최근에 보고된 연구 결과에서는 소에 PRID를 삽입하는 경우에 7일 이상 P4가 서서히 방출되면서 P4를 공급하기 때문에(Robinson 등, 1989; Walton과 King, 1984) 인공수정 후 PRID와 같은 외인성 P4를 투여함으로써 수태율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라(Robinson 등, 1989) 공태 기간도 19일 정도 단축시킬 수 있다는 보고(Stevenson과 Mee, 1991)가 있는

[†] Correspondence : E-mail : bks@rda.go.kr

바, 본 연구는 젖소에서 인공수정을 시킨 후 14~21일 사이에 P4를 함유하고 있는 CIDR(controlled internal drug-releasing)와 estradiol을 병용 투여하거나 CIDR을 단독 삽입한 경우 젖소의 수태율에 미치는 효과를 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시 동물

2005년부터 2006년까지 2년간에 걸쳐 축산과학원 낙농과 시험우사 및 전문 경영체농장에서 사육중인 홀스타인 착유우를 사용하여 대조군 13두, progesterone과 estradiol 병용 투여군(P4+E2군) 10두 및 progesterone 단독 투여군(P4군) 18두 총 41두를 공시하여 시험을 수행하였다.

2. 호르몬 처리

Progesterone(1.9 g)과 estradiol(10 mg) 병용 투여한 P4+E2군은 CIDR에서 estradiol 캡슐을 부착시켜서 질내에 삽입하였고 progesterone을 단독 투여한 P4군은 CIDR에서 estradiol 캡슐을 제거한 상태에서 질내에 삽입하였다. 처리 방법에 있어서는 인공수정 후 14일째에 각 투여군에 따른 CIDR을 질내에 삽입하였고 삽입한 날로부터 7일째에 제거하여 수태된 개체에 대해서는 수태율을 분석하였고, 수태되지 않은 개체에 대해서는 수태될 때까지 실험을 실시하여 수정 후 수태까지의 일수, 수태당 증부 횟수, 수태가 되지 않은 경우의 차기 발정에 따른 발정 강도를 분석하였다. 그리고 혈중 P4 농도를 분석하기 위한 혈액은 CIDR의 삽입 기간 및 제거 후에 채취하여 혈장을 분리한 다음 분석에 사용하였다.

3. 발정 관찰 및 인공수정

CIDR를 제거한 후 매일 3회에 걸쳐 발정을 관찰하였고, 발정 관찰 보조 수단으로는 kamar 또는 tail paint를 사용하였다. 발정 강도는 kamar heatmount detector(Kamar Inc., Steamboat Springs, Co)가 변색되거나 tail paint(BOVI · VET™, Denmark)가 지워질 경우 (+), kamar가 변색되거나 tail paint가 지워지면서 발정 관찰 시나 인공수정 시에 질점액이 나오는 경우 (++)로 표시하였다.

4. 호르몬 분석

발정 주기의 경과에 따라 대조군 및 처리군의 P4 농도 측정을 위해 대조군 7두(임신우 3두 및 비임신우 4두) 및 P4+E2군 중 수태된 4두에 대하여 발정 주기의 14일째, 15일째, 17일째, 20일째, 1일째, 2일째, 3일째 및 6일째에 채혈하여 호르몬을 분석하였다. 혈중 P4 농도는 progesterone kit(DELFLIA Progesterone kit, Inc., USA)를 이용하여 호르몬 분석기(WAL-

LAC DELFLIA FLUOROMETER)로 분석하였다.

5. 통계 처리

본 연구에서 얻어진 실험 자료의 통계 처리는 MINITAB™을 이용하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

P4+E2군 및 P4군에 따른 수태율에 있어서는 Table 1에서 보는 바와 같이 대조군의 경우 15.4%였고, P4+E2군의 경우 60.0% 및 P4군 38.9%로 P4+E2군의 수태율이 가장 높은 경향을 나타내었다. Robinson 등(1989)은 인공수정 후 5~17일에 PRID(P4 단독)를 처리한 결과, 수태율이 60%로 대조군의 30%에 비하여 유의적($p < 0.01$)으로 높았다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 P4 단독 투여군의 수태율이 38.9%로 대조군의 15.4%에 비하여 높은 결과를 나타내었으며, P4+E2군의 경우는 대조군이나 P4 단독 투여군의 경우보다 더 높은 수태율을 나타내었다. 그러나 Stevenson과 Mee(1991)는 인공수정 후 5~21일에 PRID(P4 단독)를 삽입하여 수태율을 조사한 결과, 처리군 및 대조군이 각각 44% 및 42%로 처리군 간에 비슷한 수태율을 나타내어 인공수정 후 PRID의 삽입이 첫 수정 시 수태율에 영향을 미치지 않을 수도 있다고 하여 본 연구 결과와는 다소 차이를 나타내었다.

P4+E2군 및 P4군 중 수태가 되지 않은 개체들에서 CIDR 제거 후 재발정이 오는 일수는 Table 2에서 보는 바와 같이 대조군의 경우 37.1±18.3일, P4+E2군 26.5±4.0일 및 P4군 48.5±

Table 1. Conception rates in Holstein cows treated with CIDR without estradiol and CIDR

	No. of cows	Pregnant		Non-pregnant	
		n	%	n	%
Control	13	2	15.4	11	84.6
P4+E2	10	6	60.0	4	40.0
P4	18	7	38.9	11	61.1

Table 2. Estrus interval in Holstein cows treated with CIDR without estradiol and CIDR

	No. of cows	Estrus interval (days)
Control	11	37.1±18.3
P4+E2	4	26.5±4.0
P4	11	48.5±21.2

21.2일로 수태가 되지 않을 경우 P4+E2군이 대조군에 비하여 재발정의 기간이 다소 단축되는 경향을 나타내었으나 처리군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았고, P4군에 있어서는 대조군에 비하여 재발정까지의 기간이 늦어지는 경향을 나타내었으나 처리군 간에 유의적인 차이를 나타내지는 않았다($p > 0.05$). Stevenson과 Mee(1991)는 인공수정 후 5~21일에 PRID(P4 단독)를 처리한 결과, 수태되지 않은 개체들에서 첫 번째부터 두 번째 수정까지의 간격이 PRID군 및 대조군의 경우, 각각 62일 및 43일로 PRID군이 대조군에 비하여 2번째 수정까지의 간격이 연장되는 경향을 나타내었다고 보고하였는데, 본 연구 결과에서도 P4군 및 대조군이 각각 48.5일 및 37.1일로 P4군이 대조군에 비하여 첫 번째부터 두 번째 수정까지의 간격이 연장되는 경향을 나타내었으나 P4+E2군의 경우는 대조군에 비하여 단축되는 경향을 나타내었다.

P4+E2군 및 P4군 중 수태가 되지 않은 개체들에서 CIDR를 제거한 후 재발정이 오는 기간별 분포를 보면 대조군의 경우, 25일 이내, 26~50일 및 51일 이상이 각각 36.4%, 36.4% 및 27.3%로 전 기간에 걸쳐 넓게 분포되는 양상을 나타내었고, P4+E2군의 경우, 25일 이내가 50.0% 및 26~50일이 50.0%로 재발정 분포가 다소 집중되는 경향을 나타내었으며, P4군의 경우 25일 이내, 26~50일 및 51일 이상이 각각 36.4%, 18.2% 및 45.5%로 재발정 분포가 다소 넓어지면서 재발정이 늦어지는 양상을 나타내었다(Table 3). Stevenson과 Mee(1991)는 인공수정 후 5~21일에 PRID(P4 단독)를 처리한 후 수태되지 않은 개체들의 재발정까지의 기간 분포를 17~27일, 28~40

일 및 40일 이상으로 구분하여 분석한 결과, PRID군(P4 단독)의 경우 각각 27%, 2% 및 70%였고 대조군의 경우 각각 49%, 11% 및 40%로서 PRID군에서는 40일 이상이 많았고 대조군에서는 17~27일이 많았다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 P4군의 경우 51일 이상이 45.5%로 가장 많았고, 대조군에서는 25일 이내 및 26~50일이 공히 36.4%로 51일 이상의 경우보다 높게 나타났다. 한편, P4+E2군은 25일 이내 및 26~50일이 공히 50.0%로서 P4군과 대조군에 비하여 재발정 기간이 비교적 집중되는 양상을 나타내었다.

각 투여군別に 따라 발정이 발현되었을 때 발정 강도를 분석한 결과, P4+E2군 및 P4군 중 수태가 되지 않은 개체들에서 CIDR 제거 후 재발정이 발현되었을 때의 발정 강도는 Table 4에서 보는 바와 같이 대조군의 경우 ++ 및 +가 각각 72.7% 및 27.3%였고, P4+E2군의 경우 ++ 및 +가 각각 75.0% 및 25.0%였으며, P4군의 경우 ++ 및 +가 각각 54.6% 및 45.5%였다.

대조군은 수태가 된 경우와 수태가 되지 않은 경우로 나누어 혈청 중 P4 농도를 분석하였다. 처리군은 인공수정 후 14일째에 캡슐이 부착된 CIDR를 질내에 삽입하였고(발정 주기 14일째) 삽입한 날로부터 7일째(발정 주기 21일째)에 제거하였다. 혈청중 P4 농도를 측정을 위하여 처리 후 0일째(발정 주기 14일째), 2일째(발정 주기 15일째), 3일째(발정 주기 17

Table 3. Distribution of estrous interval in Holstein cows treated with CIDR without estradiol and CIDR

	No. of cows	< 25 days	26~50 days	> 51 days
Control	11	4 (36.4%)	4 (36.4%)	3 (27.3%)
P4+E2	4	2 (50.0%)	2 (50.0%)	-
P4	11	4 (36.4%)	2 (18.2%)	5 (45.5%)

Table 4. Estrous intensity in Holstein cows treated with CIDR without estradiol and CIDR

	No. of cows	Estrous intensity	
		++	+
Control	11	8 (72.7%)	3 (27.3%)
P4+E2	4	3 (75.0%)	1 (25.0%)
P4	11	6 (54.6%)	5 (45.5%)

++ : Kamar (Tail paint)+Mucous discharge,
+ : Kamar (Tail paint).

Table 5. Serum progesterone concentration in Holstein cows treated with CIDR without estradiol and CIDR

		Estrous cycle (day)							
		14	15	17	20	1	2	3	6
Control	Non-pregnant	8.3 ^{ff}	8.4	6.4	3.5	1.3 ^a	1.5 ^a	5.1	2.4 ^a
	Pregnant	9.3	8.7	6.9	9.8	9.8 ^{ab}	9.4 ^{ab}	9.7	8.9 ^{ab}
P4+E2	Pregnant	13.9	17.1	16.4	13.8	15.1 ^b	12.6 ^b	10.2	11.7 ^b

^{ff} ng/ml.

^{a,b} Means in a column with different superscripts were significantly different ($p < 0.05$).

일째), 6일째(발정 주기 20일째), 8일째(발정 주기 1일째), 9일째(발정 주기 2일째), 10일째(발정 주기 3일째), 13일째(발정 주기 6일째)에 채혈을 하여 측정된 결과, 수태된 P4+E2구가 전기간에 걸쳐 대조군 비임신군 및 대조군 임신군에 비하여 높은 경향을 나타내었으나, 처리 후 0일째(발정 주기 14일째), 2일째(발정 주기 15일째), 3일째(발정 주기 17일째), 6일째(발정 주기 20일째) 및 10일째(발정 주기 3일째)에는 처리군 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$). 그러나 처리 후 8일째(발정 주기 1일째), 9일째(발정 주기 2일째) 및 13일째(발정 주기 6일째)에는 P4+E2군이 대조군 비임신군 및 대조군 임신군에 비하여 유의적으로 높은 경향을 나타내었다($p<0.05$). Stevenson과 Mee(1991)는 인공수정 후 5~21일에 PRID(P4 단독)를 삽입하여 혈중 P4 농도를 측정된 결과, PRID를 삽입(0일째)한 후 1일째에 4.1 ± 0.2 ng/ml로 가장 높았다가 PRID 제거 시점인 8일째(1.7 ± 0.2 ng/ml)까지 서서히 낮아지는 경향을 나타내었다고 하였는데, 본 연구 결과에서도 P4+E2군의 경우 CIDR 삽입전(0일째)에는 13.9 ng/ml이었으나 삽입 후 1일째에 17.1 ng/ml로 급격히 증가하였다가 서서히 낮아지는 경향을 나타내었다.

적 요

본 연구는 젖소에 있어서 인공수정 후 외인성 progesterone과 estradiol을 병용 투여하거나 progesterone을 단독 투여하는 경우에 젖소의 번식 성적에 미치는 영향을 조사하기 위하여 대조군, CIDR에서 estradiol 캡슐을 부착시킨 progesterone과 estradiol 병용 투여군(P4+E2군) 및 CIDR에서 estradiol 캡슐을 제거한 progesterone 단독 투여군(P4군)로 구분하여, 인공수정 후 14일째에 질내에 삽입한 후 삽입한 날로부터 7일째에 제거하였다. 수태된 개체에 대해서는 수태율을 분석하였고, 수태되지 않은 개체에 대해서는 수정 후 수태까지의 일수, 수태당 증부 횟수, 수태가 되지 않은 경우의 차기 발정에 따른 발정강도 및 CIDR 삽입 기간 동안 및 제거한 후의 혈중 progesterone 농도를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. P4+E2군 및 P4군에 따른 수태율에 있어서는 대조군의 경우 15.4%였고, P4+E2군의 경우 60.0% 및 P4군 38.9%로 P4+E2군의 수태율이 가장 높은 경향을 나타내었다.
2. 혈청 중 P4 농도 측정을 위하여 처리 후 0일째(발정 주기 14일째), 2일째(발정 주기 15일째), 3일째(발정 주기 17일째), 6일째(발정 주기 20일째), 8일째(발정 주기 1일째), 9일째(발정 주기 2일째), 10일째(발정 주기 3일째), 13일째(발정 주기 6일째)에 채혈하여 측정된 결과, 처리 후 8일째(발정 주기 1일째), 9일째(발정 주기 2일째) 및 13일째(발정 주기 6일째)에는 P4+E2군이 대조군 비임신군 및 대조군 임신군에 비하여 유의적으로 높은 경향을

나타내었다($p<0.05$).

참고문헌

- Bage R, Gustafsson H, Larsson B, Forsberg M and Rodriguez-Martinez H. 2002. Repeat breeding in dairy heifers : Follicular dynamics and estrous cycle characteristics in relation to sexual hormone patterns. *Theriogenology*, 57:2257-2269.
- Hansel W and Convey EM. 1983. Physiology of the estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, 57(Suppl. 2):404.
- Kunkel RN, Hagele WC and Mills AC. 1977. Effect of recipient progesterone supplementation of morula and blastocyst survival. *J. Anim. Sci.*, 45(Suppl. 1):181(Abstr.).
- Macmillan KL, Day AM, Taufau VK, Gibb M and Pearce MG. 1985a. Effects of an agonist of gonadotrophin-releasing hormone in cattle. I. Hormone concentrations and oestrous cycle length. *Anim. Reprod. Sci.*, 8:203-212.
- Macmillan KL, Day AM, Taufau VK, Peterson AJ and Pearce MG. 1985b. Effects of an agonist of gonadotrophin-releasing hormone in cattle. II. Interactions with injected prostaglandin F_{2α} and unilateral ovariectomy. *Anim. Reprod. Sci.*, 8:213-223.
- McDermott JM, Thatcher WW, Drost M, Martin JM and Putney DJ. 1986. Effects of hCG on cycle length, response to PGF_{2α} and pregnancy rate in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 63 (Suppl. 1.):354(Abstr.).
- Robinson NA, Leslie KE and Walton JS. 1989. Effect of treatment with progesterone on pregnancy rate and plasma concentrations of progesterone in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 72:202-207.
- Shelton K, De Abreu MFG, Hunter MG, Parkinson TJ and Lamming GE. 1990. Luteal inadequacy during the early luteal phase of subfertile cows. *J. Reprod. Fertil.*, 90:1-10.
- Sreenan JM and Diskin MG. 1983. Early embryonic mortality in the cow: its relationship with progesterone concentration. *Vet. Rec.*, 112:517.
- Starbuck GR, Darwash AO, Mann GE and Lamming GE. 1999. The detection and treatment of post insemination progesterone insufficiency in dairy cows. *Proc. BCVA*, 7: 397-399.
- Stevenson JS and Mee MO. 1991. Pregnancy rates of Holstein cows after postinsemination treatment with a progesterone-releasing intravaginal device. *J. Dairy Sci.*, 74:3849-3856.
- Thatcher WW, Larson LE, Drost Jr M and Putney DJ. 1987. HCG-induced alterations in pregnancy rate of lactation dairy

- cows during summer months in South Florida. *J. Dairy Sci.*, 70(Suppl. 1):206(Abstr).
- Villarroel A, Martino A, BonDurant RH, Deletang F and Sicho WM. 2004. Effect of post-insemination supplementation with PRID on pregnancy in repeat-breeder Holstein cows. *Theriogenology*, 61:1513-1520.
- Walton JS and King GJ. 1984. The effect of progesterone pretreatment on estradiol-induced estrus behavior in ovariectomized cows. Abstr. 299 in 10th Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Inscm., Urbang-Champaign. I.L.
-
- (접수일: 2007. 6. 20 / 채택일: 2007. 6. 26)