

## 한우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여에 의한 발정유도 후 난소 구조물 및 호르몬의 변화와 수태율

박철호<sup>1</sup>, 류재선<sup>1</sup>, 유대중<sup>2</sup>, 박인철<sup>3</sup>, 김종택<sup>3</sup>, 서국현<sup>1</sup>, 오기석<sup>1</sup>, 손창호<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>전남대학교 수의과대학, <sup>2</sup>전라남도 농업기술원 축산연구소, <sup>3</sup>강원대학교 수의(학부)대학

## Ovarian Structure and Hormonal Changes, and Conception Rate after Estrus Induction using PGF<sub>2α</sub> in Korean Native Cows

Chul-Ho Park<sup>1</sup>, Jae-Sun Ryu<sup>1</sup>, Dae-Jung Yu<sup>2</sup>, In-Chul Park<sup>3</sup>, Jong-Taek Kim<sup>3</sup>, Guk-Hyun Suh<sup>1</sup>, Ki-Seok Oh<sup>1</sup> and Chang-Ho Son<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

<sup>2</sup>Livestock Research Institute, JARES, Gangjin 527-822, Korea

<sup>3</sup>School of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chuncheon 201-100, Korea

### ABSTRACT

This study was carried out to develop the useful inducing method of estrus for Korean native cows. Under the condition of estrus induction by administering PGF<sub>2α</sub> for the cows in which corpus luteum (CL) in ovaries was detected by ultrasonography, ovarian responses and the changes of progesterone (P<sub>4</sub>) concentration against PGF<sub>2α</sub> compared with conception rate were observed in cows and heifers. In inducing estrus administering PGF<sub>2α</sub> to the cows which has corpus luteum in ovaries, ovarian responses, the changes of progesterone concentration, and conception rate were identified and compared.

The results attained from the studies were as follows.

Significant decreases of CL in size over time after PGF<sub>2α</sub> administration were detected in both cow and heifer groups ( $p < 0.001$ ), but not different between groups in the CL regression rate ( $p > 0.05$ ). In addition, the percentage changes relative to the plasma P<sub>4</sub> concentration on day 1 after PGF<sub>2α</sub> treatment were decreased to below 1ng/ml.

The growth rate of follicle was observed as 31% on day 1 and 42% on day 2 in cows, and 34% on day 1 and 97% on day 2 in heifers, resulting that growth of heifers are faster than that of cows ( $p < 0.05$ ).

The conception rate after PGF<sub>2α</sub> treatment were 60.5% and 64.2% in cows and heifers, respectively. It also indicated that the conception rate after estrus observation with PGF<sub>2α</sub> injection was as high as 66.6% while that with timed-artificial insemination (TAI) regardless of the estrus observation was 56%, which means the pregnancy rate of artificial insemination after estrus observation was higher than that of TAI ( $p < 0.05$ ).

In the result of all above, there were significant decreases in CL size and the plasma P<sub>4</sub> concentration by days but rapid growth in follicles, which has no differences in cows and heifers. The conception rate was commonly high after estrus observation and more than 50% under TAI.

(Key words : estrus induction, PGF<sub>2α</sub>, corpus luteum, follicle size, conception rate)

### 서 론

소에서 계획번식의 목적은 다수의 암소를 개체적 또는 집단적으로 발정을 유도함으로써 번식효율을 향상시키는데 있다 (Kiracofe, 1988; Kesler와 Favero, 1997).

발정유도나 발정동기화는 여러 마리의 소가 발정이 동시에 발현되기 때문에 발정 관찰율과 수태율을 향상시키고 분만간

격을 짧게 할 수 있으며, 동시적인 인공수정과 송아지 생산의 편리성을 가져와 번식효율을 향상시킨다(Sprecher 등, 1989; Martinez 등, 1997; Lamb 등, 2010).

발정 동기화 또는 발정을 유도시키는 방법으로는 황체 기능을 연장(Walsh 등, 2007; Cavalieri 등, 2008; Stevenson 등, 2008; Bartolome 등, 2009; Leitman 등, 2009; Sa Filho 등, 2009)시키거나 황체 기능을 단축(Chebel 등, 2007; Souza 등,

\* Correspondence : E-mail : chson@chonnam.ac.kr

2008; Lima 등, 2009; Rantala 등, 2009)시키는 방법이 있다. 현재 육우에서 응용되고 있는 발정 유도법은 다음과 같다(Roche와 Mihm, 1996). 첫째, Two-shot PGF<sub>2α</sub> 방법은 11일 간격으로 PGF<sub>2α</sub>를 2회 주사한 다음, 수정시키는 방법으로 주사와 수정을 2회 해야 하고 수태율이 낮다는 단점이 있다. 둘째, MGA + PGF<sub>2α</sub> 방법은 progesterone 제제인 Melengestrol acetate (MGA)를 14일 동안 먹인 후 MGA를 제거한 후 17일에서 19일에 PGF<sub>2α</sub>를 투여하는 방법으로 약물 투여가 쉽고 조작이 쉬운 장점이 있으나 발정유도 기간이 길다는 단점이 있다. 셋째, 7-11 Synch 방법은 MGA fed 방법을 변형한 방법으로 7일간 MGA를 먹인 후 마지막 날 PGF<sub>2α</sub>를 투여하고 4일 후 GnRH를 투여, MGA 투여 중지 11일째에 다시 PGF<sub>2α</sub>를 투여하는 방법으로 수태율은 비교적 높으나, 발정유도 기간이 길고 여러 번 호르몬제를 투여해야 한다는 단점이 있다. 넷째, Ovsynch는 GnRH 투여 후 7일째에 PGF<sub>2α</sub>를 투여, 이후 2일째에 GnRH 투여, 그리고 0~24시간(PGF<sub>2α</sub> 투여 후 72시간) 후에 무조건 수정을 시키는 방법으로 현재 사용되고 있는 방법 중에서 비교적 간단하고 수태율이 높은 방법 중 하나이나, 호르몬제를 여러 번 투여해야 한다는 단점이 있다(Zemjanis, 1962; Twagiramungu 등, 1992; Souza 등, 2008). 이 중 황체 기능 퇴행법은 대부분이 외인성 PGF<sub>2α</sub> 제제나 PGF<sub>2α</sub> 유도체를 사용하여(손 등, 1995; Vasconcelos 등, 1999) 황체를 퇴행시켜 혈중 progesterone 농도를 저하시키고, 이후 시상하부에서 성선 자극 호르몬의 방출을 증가시켜 난소에서 난포가 발육하여 발정 증상을 나타내며, LH 방출을 유도하여 배란이 일어나 발정을 유도한다(Lopez-Gatiús 등, 2004).

한편, Repasi 등(2005)은 PGF<sub>2α</sub>를 이용한 발정 유도법의 성공은 기능성 황체의 존재 여부에 따라 결정된다고 하였다. PGF<sub>2α</sub>를 투여하여 발정 유도가 가능한 기능성 황체의 판별 방법으로 현재까지는 직장 검사를 통한 방법이 주로 이용되고 있으나, 직장 검사법은 검사자의 능력에 의존적이고, 진단 정확성 또한 떨어진다고 하였다(Ott 등, 1986; Archbald 등, 1994).

손 등(1996)은 기능성 황체의 존재 유무에 대한 진단 정확성을 확인하기 위해 직장 검사와 초음파 검사를 비교하였을 때 초음파 검사가 직장 검사보다 진단 정확성이 높아 무발정우를 대상으로 황체의 기능 상태를 평가하는데 유용하다고 하였다.

따라서 우리나라의 한우 사육 환경과 조건을 고려하여 발정유도 기간을 단축하고 비용을 절감하며 높은 수태율을 유지할 수 있는 난소의 초음파와 검사를 통한 발정 유도법이 개발되어야 할 것으로 사료된다.

본 연구는 PGF<sub>2α</sub> 투여에 의한 발정유도법을 확립하기 위해 난소를 초음파로 검사한 후, PGF<sub>2α</sub> 투여 전후의 황체 크기, 난포 크기, 호르몬의 농도 변화 및 수태율을 확인하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 대상동물

전라남도 축산연구소에 소재하는 비임신 한우 중 초음파 번식 검진을 통해 생식기에 이상이 없으면서 황체기인 한우 55두를 대상으로 하였다. 이 중 경산우는 39두로 평균 2.8산(Range: 1~4산)이었고, 미경산우는 16두로 평균 연령은 14개월(Range: 13~16개월, 평균 체중 250 kg 이상)이었다. 대상동물의 BCS는 Edmonson 등(1989)의 기준에 준하여 5단계(1: 마름부터 5: 비만)로 0.25 단위씩 구분하여 평가하였을 때 평균 3.0(Range: 2.75~4.0)이었다.

### 2. 발정유도, 인공수정 및 임신진단

초음파 검진을 통해 비임신이면서 생식기관에 이상이 없는 정상적인 소들을 대상으로 Fig. 1과 같이 PGF<sub>2α</sub> 제제인 cloprostenol (OESTROPHAN®, LECIVA, Czech Republic) 500 μg을 1회 근육 주사하여 발정을 유도하였다.

발정유도 후 매일 발정증상을 1일 2회씩(아침, 저녁) 육안으로 관찰하여, 72시간 이내에 발정이 관찰된 개체에 대해서는 am-pm rule에 따라 인공수정을 실시하였고, 발정이 관찰되지 않은 모든 개체에 대해서는 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 72~80시간에 무조건 인공수정을 실시하였다(timed artificial insemination, TAI).

인공수정을 시킨 모든 개체에 대해서는 수정 후 30~40일 사이에 초음파 검사로 임신 진단을 실시하였다.

### 3. 초음파 검사

직장 검사 후 초음파 진단 장치(EUREKA SA-600, Medison Co, Korea)에 부착된 5.0 MHz 또는 7.5 MHz 직장용 탐촉자로 난소 및 자궁을 관찰하였다. 초음파 검사 방법은 손 등(1995) 및 Edmondson 등(1986)의 방법에 준하여 직장으로부터 분변을 제거한 후 난소 및 자궁의 위치를 확인한 다음 탐촉자를 삽입하였다. 난소의 검사는 난소를 여러 방향으로 scanning하여 기능황체, 난포 그리고 기타 병적 구조물의 존재 유무를 판정하였으며, 자궁의 검사는 자궁 내강의 구조물 존재 유무

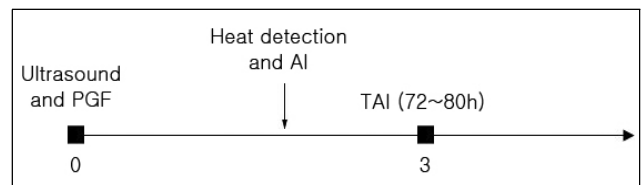


Fig. 1. Estrus synchronization program using a PGF<sub>2α</sub> 25 mg. PGF<sub>2α</sub> was administered on Day 0. Following the PGF<sub>2α</sub> injection, cows were inseminated based on detected estrus within 72 hours, or in the absence of estrus, one TAI (timed artificial insemination) was performed at 72-80 hours.

및 자궁벽과 자궁내막의 비후 정도를 판정하여 정상 유무를 판정하였다.

한편, 발정유도 때 황체의 크기 및 난포의 크기와 발정발현율, 수태율과의 관계를 규명하기 위하여 난소에 황체와 난포가 존재하는 소를 대상으로 황체 및 난포의 크기를 초음파 검사로 측정하였다. 측정 방법은 일반적인 직장 검사법에 준하여 직장으로부터 분변을 제거한 후 난소의 위치를 확인하면서 탐촉자로 난소를 여러 방향에서 scanning하여 황체 및 난포가 가장 크게 나타날 때를 freeze한 다음, 초음파 진단 장치에 내장된 electronic caliper를 이용하여 이들의 길이(a)와 폭(b)을 측정하였다. 황체와 난포의 크기는 Kastelic 등(1990a)과 손 등(1995)의 기술에 준하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Area} = a/2 \times b/2 \times \pi (3.14)$$

#### 4. 혈중 progesterone 농도측정

발정 유도 시 황체의 기능 상태와 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 호르몬 변화를 규명하기 위하여 발정유도 대상우를 대상으로 PGF<sub>2α</sub> 투여 직전과 직후 3일간 경정맥에서 채혈, 혈장을 분리한 후 혈중 progesterone 농도를 분석할 때까지 -20℃에서 보관하였다. 혈중 progesterone 농도 측정은 손 등(1995)의 방법에 준하여 progesterone kit (Direct progesterone, ICN Biochemical, Inc, USA)를 이용하여 gamma counter(CRYSTAL™ II, PACKARD Co. USA)로 측정하였으며, 혈중 progesterone 농도 측정에 있어서 변이계수(coefficient of variation)인 intra-assay는 5.5%, inter-assay는 8.3%이었다.

한편, 강 등(1995)의 기술에 준하여 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이상인 경우를 기능성 황체가 존재하는 것으로 판정하였다.

#### 5. 통계분석

PGF<sub>2α</sub> 투여 전후의 황체 크기, 난포 크기 및 P<sub>4</sub> 농도 변화는 PGF<sub>2α</sub> 투여시 처음 측정된 크기와 비교하여 백분율(%)로

산출하였고, 각 그룹의 황체 크기, 난포 크기 및 P<sub>4</sub> 농도 변화의 비교는 SAS의 General Linear Model(GLM) procedure를 이용하였으며, 각 그룹별 비교는 Student *t*-test를 이용하였다. 모든 통계분석의 유의성은  $p < 0.05$ 일 때로 하였다.

## 결 과

### 1. PGF<sub>2α</sub> 투여 후 황체 크기의 변화

전체 55두(경산우: 39두, 미경산우: 16두)를 대상으로 초음파 검사를 실시하여 황체를 확인한 후 PGF<sub>2α</sub>를 1회 투여하여 발정을 유도하였을 때 임상적 발정증상이 관찰되지 않은 3두를 제외한 52두(경산우: 38두, 미경산우: 14두)에서 황체의 퇴행 변화는 Table 1과 같다.

경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 시 황체의 크기는 254.66 mm<sup>2</sup>, 투여 1일 후에는 125.04 mm<sup>2</sup>, 투여 2일 후에는 81.29 mm<sup>2</sup>, 투여 3일 후에는 57.42 mm<sup>2</sup>이었다. 황체의 크기는 투여 후 1일에 51%, 2일에 69%, 3일에 78%로 시간이 지남에 따라 유의성있게 감소하였다( $p < 0.001$ ).

미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 시 황체의 크기는 234.82 mm<sup>2</sup>, 투여 1일 후에는 112.67 mm<sup>2</sup>, 투여 2일 후에는 84.78 mm<sup>2</sup>이었다. 황체의 크기는 1일에 53%, 2일에 64%로 시간이 지남에 따라 유의성 있게 감소하였다( $p < 0.001$ ). 경산우와 미경산우 사이의 황체의 크기와 퇴행율의 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

### 2. PGF<sub>2α</sub> 투여 후 혈장 P<sub>4</sub> 농도의 변화

경산우와 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 혈장 P<sub>4</sub> 농도의 변화는 Table 2와 같다.

경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 시 혈장 P<sub>4</sub> 농도는 3.52 ng/ml, 투여 1일 후에는 0.44 ng/ml, 투여 2일 후에는 0.20 ng/ml, 투여 3일 후에는 0.07 ng/ml이었다. 혈장 P<sub>4</sub> 농도는 투여 후 1일에 88%, 2일에 95%, 3일에 99%로 시간이 지남에 따라 유의성있게 감소하였다( $p < 0.001$ ).

미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 시 혈장 P<sub>4</sub> 농도는 5.69 ng/ml,

Table 1. Effect of PGF<sub>2α</sub> treatment on the change of ovarian luteal size in Hanwoo

Days	Cow <sup>a</sup>					Heifer <sup>b</sup>				
	n	Mean area (mm <sup>2</sup> )	Mean	SD	<i>p</i>	n	Mean area (mm <sup>2</sup> )	Mean	SD	<i>p</i>
0	38	254.66	1			14	234.82	1		
1	34	125.04	0.49	0.48	<0.001	14	112.67	0.47	0.59	<0.0001
2	21	81.29	0.31	0.19	<0.001	1	84.78	0.36		NS
3	7	57.42	0.22	0.23	<0.001					

<sup>a,b</sup>  $p > 0.05$ .

NS: Not significant.

Table 2. Effect of PGF<sub>2α</sub> treatment on the change of progesterone concentration in Hanwoo

Days	Cow <sup>a</sup>					Heifer <sup>b</sup>				
	n	Mean concentration (ng/ml)	Mean	SD	p	n	Mean concentration (ng/ml)	Mean	SD	p
0	38	3.52	1			14	5.69	1		
1	38	0.44	0.12	0.09	p<0.001	14	0.57	0.1	0.1	p<0.001
2	38	0.20	0.05	0.03	p<0.001	14	0.21	0.03	0.05	p<0.001
3	38	0.07	0.01	0.05	p<0.001	14	0.10	0.01	0.02	p<0.001

<sup>a,b</sup>p>0.05.

투여 1일 후에는 0.57 ng/ml, 투여 2일 후에는 0.21 ng/ml, 투여 3일 후에는 0.10 ng/ml이었다. 혈장 P<sub>4</sub> 농도는 투여 후 1일에 90%, 2일에 97%, 3일에 99%로 시간이 지남에 따라 유의성 있게 감소하였다(p<0.001). 경산우와 미경산우 사이의 혈장 P<sub>4</sub> 농도 변화의 차이는 없었다(p>0.05).

### 3. PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포의 성장 변화

경산우와 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포의 성장 변화는 Table 3과 같다.

경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 시 난포의 크기는 57.34 mm<sup>2</sup>, 투여 1일 후에는 75.62 mm<sup>2</sup>, 투여 2일 후에는 81.72 mm<sup>2</sup>, 투여 3일 후에는 104.35 mm<sup>2</sup>이었다. 난포의 성장률은 투여 후 1일에 31%, 2일에 42%, 3일에 82%로 시간이 지남에 따라 유의성 있게 증가하였다(p<0.05).

미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 시 난포의 크기는 40.13 mm<sup>2</sup>, 투여 1일 후에는 54.01 mm<sup>2</sup>, 투여 2일 후에는 79.23 mm<sup>2</sup>, 투여 3일 후에는 87.44 mm<sup>2</sup> 이었다. 난포의 성장률은 1일에 34%, 2일에 97%, 3일에 117%로 시간이 지남에 따라 유의성 있게 증가하였다(p<0.01). 경산우와 미경산우 사이의 난포의 성장률은

미경산우에서 보다 빠르게 성장하였다(p<0.05).

### 4. PGF<sub>2α</sub> 투여 후 인공수정 방법과 수태율

PGF<sub>2α</sub> 투여 후 발정발현과 수태율의 관계는 Table 4와 같다. 경산우에서 임상적 발정 증상이 관찰되어 인공수정을 시킨 경우는 1일에 6마리, 2일에 11마리였고, 3일 이후 발정 관찰과 관계없이 시간에 맞춰 수정을 시킨 경우는 21마리였다. 이 중 1일과 2일에 발정 관찰 후 수정시켰을 때 수태율은 각각 83.3%, 63.6%이었고, 발정 관찰과 관계없이 시간에 맞춰 수정시켰을 때 수태율은 52.3%로 관찰되었다.

또한 미경산우에서는 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 1일에는 발정이 관찰되지 않았고, 2일에 10마리, 3일 이후에 4마리가 관찰되었고, 이 중 발정 관찰 후 수정시켰을 때 수태율은 60%이었고, 발정 관찰과 관계없이 시간에 맞춰 수정시켰을 때 수태율은 75%로 관찰되었다.

경산우와 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 발정 관찰 후 인공수정했을 때 수태율은 66.6%이었고, 발정 관찰과 관계없이 시간에 맞춰 수정했을 때 수태율은 56%로 관찰되어 발정 관찰 후 수정을 실시하였을 때 수태율이 높았다(p<0.05).

Table 3. Effect of PGF<sub>2α</sub> treatment on the change of ovarian follicles in Hanwoo

Days	Cow <sup>a</sup>					Heifer <sup>b</sup>				
	n	Mean area (mm <sup>2</sup> )	Mean	SD	p	n	Mean area (mm <sup>2</sup> )	Mean	SD	p
0	38	57.34	1			14	40.13	1		
1	38	75.62	1.31	1.32	<0.05	14	54.01	1.34	0.9	NS
2	32	81.72	1.42	1.03	<0.01	14	79.23	1.97	1.07	<0.001
3	21	104.35	1.82	1.08	<0.01	4	87.44	2.17	0.85	<0.01

\* Some cows had two follicles with similar size and of them were involved in the calculation.

<sup>a,b</sup>p>0.05

NS: Not significant.

Table 4. The conception rate according to the incidence of estrus after PGF<sub>2α</sub> treatment

Interval from treatment to oestus	Cow			Heifer			Total		
	n	Pregnant		n	Pregnant		n	Pregnant	
		n	%		n	%		n	%
1 (AI)*	6	5	83.3	0	0		6	5	83.3 <sup>a</sup>
2 (AI)*	11	7	63.6	10	6	60.0	21	13	61.9 <sup>a</sup>
3 (TAI)**	21	11	52.3	4	3	75.0	25	14	56 <sup>b</sup>
Total	38	23	60.5	14	9	64.2	52	32	61.5

\* AI=Artificial insemination.

\*\* TAI=inseminated at 72~80 hours after injection of PGF<sub>2α</sub>.

Differences were significant between AI and TAI (<sup>a,b</sup>*p*<0.05).

### 고찰

본 연구는 우리나라 현실에 유용한 한우의 발정 유도법을 개발하기 위하여 초음파 검사를 통해 난소와 자궁이 정상이면서 난소에 황체가 존재하는 한우를 대상으로 PGF<sub>2α</sub>를 투여하여 발정을 유도할 때, 경산우와 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub>에 대한 난소 구조물의 반응과 P<sub>4</sub> 농도의 변화를 알아보고, 이들의 수태율을 비교하였다.

경산우와 미경산우의 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 황체 및 난포 크기, P<sub>4</sub> 농도의 시간에 따른 상대적 변화를 비교하였을 때 황체 크기와 P<sub>4</sub> 농도는 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 경과 일수에 따라 감소한 반면, 난포의 크기는 경과 일수에 따라 증가함을 관찰할 수 있었다(*p*<0.001).

경산우와 미경산우에서 황체의 퇴행 변화를 보면(Table 1) 경산우의 경우 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 황체의 누적 퇴행율은 1일에 51%, 2일에 69%를 보였고, 미경산우의 경우 황체의 누적 퇴행율은 1일에 53%, 2일에 64%를 보여 경산우와 미경산우 사이의 황체 퇴행 비율은 차이가 없었으며(*p*>0.05), 이는 젖소에서 황체의 퇴행율이 1일에 23%, 2일에 34%라고 보고한 Repasi 등(2005)의 보고보다는 높은 황체 퇴행율을 확인할 수 있었다.

또한 혈장 P<sub>4</sub> 농도의 상대적 변화를 보면(Table 2) 경산우와 미경산우 모두 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 1일에 혈장 P<sub>4</sub> 농도는 기저치 이하로 감소하였는데, 이는 혈장 P<sub>4</sub> 농도는 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 몇 시간안에 기저치 이하로 감소한다고 한 Savio 등(1990)의 보고와 일치하였다.

난포의 성장은 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 P<sub>4</sub> 농도의 감소와 함께 LH pulse 빈도가 증가하면서 난포는 배란성 난포로 성장, 성숙되는 과정을 거치는데(Savio 등, 1990), 본 실험에서 경산우와 미경산우에서의 난포의 성장 변화(Table 3)는 시간이 지남에 따라 난포의 크기가 증가함을 확인할 수 있었다(*p*<0.05).

경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 시 난포의 크기는 57.34 mm<sup>2</sup>였고,

미경산우에서 난포의 크기는 40.13 mm<sup>2</sup>로 서로 차이는 없었고(*p*>0.05), 난포의 성장율은 경산우에서 투여 후 1일에 31%, 2일에 42%로 관찰되었고, 미경산우에서 난포의 성장율은 1일에 34%, 2일에 97%로 관찰되어 미경산우의 난포 성장이 경산우보다 빠르게 이루어짐을 확인하였다. 이러한 난포의 성장 속도의 차이는 경산우의 경우 주석 난포가 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 폐쇄 난포화되고 새로운 난포가 자라 배란이 이루어지거나 난포의 성장이 지체되다 성장하여 배란되는 비율이 경산우(15두/38두, 39.4%)가 미경산우(3두/14두, 21.4%)보다 많이 관찰되어 성장 속도에 차이가 있는 것으로 생각되고, 이러한 원인에 대한 연구는 앞으로 더 많이 수행되어야 할 것으로 생각된다.

PGF<sub>2α</sub> 투여 후 수태율은 경산우에서 60.5%이었고, 미경산우에서 64.2%로 확인되었다. 이러한 결과는 Utt 등(2003)이 보고한 경산우에서 CIDR 삽입 후 PGF<sub>2α</sub>를 투여하였을 때 수태율 46.8%보다는 높았고, Stevenson 등(2000)이 보고한 11일 간격으로 PGF<sub>2α</sub>를 2회 투여하였을 때 수태율 61%와는 비슷한 수준으로 관찰되었다. 또한 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 수태율은 52%였다는 Lucy 등(2001)의 보고보다는 높게 관찰되었다.

경산우와 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 발정 관찰에 따른 수정 방법과 수태율의 관계는 1일과 2일에 발정 관찰 후 수정했을 때 수태율은 각각 83.3%, 61.9%로 높았고, 발정 관찰과 관계없이 시간에 맞춰 수정했을 때 수태율은 56%로 낮게 관찰되어 발정 관찰 후 인공수정했을 때 수태율이 TAI 했을 때 수태율보다 높았다(*p*<0.05). 이러한 결과는 발정유도 후 수태율을 비교했을 때 발정 관찰 후 인공수정했을 때가 TAI 했을 때보다 수태율이 높았다는 Tenhagen 등(2004), Stevenson과 Phatak(2005), 박 등(2010)의 보고와 일치하였다.

이상의 결과를 종합하면 한우에서 PGF<sub>2α</sub>를 투여하여 발정을 유도할 때 황체의 크기와 혈장 P<sub>4</sub> 농도는 투여 후 경과일에 따라 크기와 농도가 감소하고, 난포는 투여 후 빠르게 성

장하였으며, 이러한 반응은 경산우와 미경산우 사이에 차이가 없었다.

또한 수태율은 발정 관찰 후 수정하였을 때 높았고, 발정 증상이 관찰되지 않더라도 시간에 맞춰 수정을 실시하면 50% 이상의 수태율을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

## 결 론

우리나라 현실에 유용한 한우의 발정유도법을 개발하기 위하여 초음파 검사를 통해 난소에 황체가 존재하는 한우를 대상으로 PGF<sub>2α</sub>를 투여하여 발정을 유도할 때 경산우와 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub>에 대한 난소 구조물의 반응과 P<sub>4</sub> 농도의 변화를 확인하고, 이들의 수태율을 비교하였다.

경산우와 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 황체의 크기는 시간이 지남에 따라 유의성 있게 감소하였고( $p < 0.001$ ), 경산우와 미경산우 사이의 황체 퇴행율의 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

혈장 P<sub>4</sub> 농도의 변화는 경산우와 미경산우 모두 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 1일에 1 ng/ml 이하로 감소하였다.

난포의 성장율은 경산우에서 투여 후 1일에 31%, 2일에 42%로 관찰되었고, 미경산우에서는 1일에 34%, 2일에 97%로 관찰되어 미경산우의 난포 성장이 경산우보다 빠르게 성장하였다( $p < 0.001$ ).

PGF<sub>2α</sub> 투여 후 수태율은 경산우에서 60.5%이었고, 미경산우에서 64.2%로 나타났고, PGF<sub>2α</sub> 투여 후 발정 관찰 후 수정했을 때 수태율은 66.6%로 높았고, 발정 관찰과 관계없이 시간에 맞춰 수정했을 때 수태율은 56%로 발정 관찰 후 인공수정했을 때 수태율이 TAI했을 때 수태율보다 높았다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과를 종합하면 한우에서 PGF<sub>2α</sub>를 투여하여 발정을 유도할 때 황체의 크기와 혈장 P<sub>4</sub> 농도는 투여 후 경과일에 따라 크기와 농도가 감소하고, 난포는 투여 후 빠르게 성장하며, 이러한 반응은 경산우와 미경산우 사이에 차이가 없었다. 수태율은 발정 관찰 후 수정하였을 때 높게 나타났지만 발정 증상이 관찰되지 않더라도 시간에 맞춰 수정을 실시하면 50% 이상의 수태율을 나타냈다.

## 참고문헌

Archbald LF, Constant S, Tran T, Risco C, Klapstein E and Elliot J. 1994. Effect of sequential treatment with prostaglandin F<sub>2</sub> alpha and/or oxytocin on estrus and pregnancy rate of lactating dairy cows. *Theriogenology* 42:773-780.

Bartolome JA, van Leeuwen JJ, Thieme M, Sa'filho OG, Melendez P, Archbald LF and Thatcher WW. 2009. Synchronization and resynchronization of inseminations in lactating dairy cows with the CIDR insert and the Ovsynch protocol.

*Theriogenology* 72:869-878.

Cavalieri J, Smart VM, Hepworth G, Ryan M and Macmillan KL. 2008. Ovarian follicular development and hormone concentrations in inseminated dairy cows with resynchronized estrous cycles. *Theriogenology* 70:946-955.

Chebel RC, Santos JE, Rutigliano HM and Cerri RL. 2007. Efficacy of an injection of dinoprost tromethamine when given subcutaneously on luteal regression in lactating Holstein cows. *Theriogenology* 67:590-597.

Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T and Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.

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.

Kesler DJ and Favero RJ. 1997. Needle-less implant delivery of gonadotropin releasing hormone enhances the calving rate of beef cows synchronized with norgestomet and estradiol valerate. *Drug Dev. Ind. Pharm.* 23:607-610.

Kiracofe G. 1988. Estrus synchronization in beef cattle. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 10; 57.

Lamb GC, Dahlen CR, Larson JE, Marquezin G and Stevenson JS. 2010. Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination in beef cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 88:181-192.

Leitman NR, Busch DC, Mallory DA, Wilson DJ, Ellersieck MR, Smith MF and Patterson DJ. 2009. Comparison of long-term CIDR-based protocols to synchronize estrus in beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 114:345-355.

Lima FS, Risco CA, Thatcher MJ, Benzaquen ME, Archbald LF, Santos JE and Thatcher WW. 2009. Comparison of reproductive performance in lactating dairy cows bred by natural service or timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 92:5456-5466.

Lopez-Gatius F, Yaniz JL, Santolaria P, Murugavel K, Guijarro R, Calvo R and Lopez-Bejar M. 2004. Reproductive performance of lactating dairy cows treated with cloprostenol at the time of insemination. *Theriogenology* 62:677-689.

Lucy MC. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end?. *J. Dairy Sci.* 84:1277-1293.

Martinez MF, Bergfelt DR, Adams GP, Kastelic JP and Mpletoft RJ. 1997. Synchronization of follicular wave emergence and its use in an estrus synchronization program. *Theriogenology* 47:146.

- Ott RS, Bretzlaff KN and Hixon JE. 1986. Comparison of palpable corpora lutea with serum progesterone concentrations in cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 188:1417-1719.
- Rantala MH, Katila T and Taponen J. 2009. Effect of time interval between prostaglandin F(2alpha) and GnRH treatments on occurrence of short estrous cycles in cyclic dairy heifers and cows. *Theriogenology* 71:930-938.
- Repasi A, Beckers JF, Sulon J, Karen A, Reiczigel J and Szenci O. 2005. Effect of type and number of prostaglandin treatments on corpus luteum, the largest follicle and progesterone concentration in dairy cows. *Reprod Dom. Anim.* 40: 436-442.
- Roche JF and Mihm M. 1996. Physiology and practice of induction and control of estrus in cattle. *Proc XIX World Buiatrics Congress, Edinburgh. UK.* 157-163.
- Sá Filho OG, Vilela ER, Geary TW and Vasconcelos JL. 2009. Strategies to improve fertility in postpartum multiparous *Bos indicus* cows submitted to a fixed-time insemination protocol with gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F<sub>2α</sub>. *J. Anim. Sci.* 87:2806-2814.
- Savio JD, Boland MP, Hynes N, Mattiacci MR and Roche JF. 1990. Will the first dominant follicle of the estrous cycle of heifers ovulate following luteolysis on day 7?. *Theriogenology* 33:677-687.
- Souza AH, Ayres H, Ferreira RM and Wiltbank MC. 2008. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 70:208-215.
- Sprecher DJ, Nebel RL and Whitman SS. 1989. The predictive value, sensitivity and specificity of palpation per rectum and transrectal ultrasonography for the determination of corpora lutea status. *Theriogenology* 31:1165-1172.
- Stevenson JL, Dalton JC, Santos JE, Sartori R, Ahmadzadeh A and Chebel RC. 2008. Effect of synchronization protocols on follicular development and estradiol and progesterone concentrations of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 91:3045-3056.
- Stevenson JS and Phatak AP. 2005. Inseminations at estrus induced by presynchronization before application of synchronized estrus and ovulation. *J. Dairy Sci.* 88: 399-405.
- Stevenson JS, Thompson KE, Forbes WL, GC Lamb GC, Grieger DM and Corah LR. 2000. Synchronizing estrus and(or) ovulation in beef cows after combinations of GnRH, norgestomet, and prostaglandin F<sub>2α</sub> with or without timed insemination. *J. Anim. Sci.* 78:1747-1758.
- Tenhagen BA, Drillich M, Surholt R and Heuwieser W. 2004. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to AI at estrus: reproductive and economic considerations. *J. Dairy Sci.* 87:85-94.
- Twagiramungu H, Guilbault LA and Proulx J. 1992. Effects of Synchro Mate B and prostaglandin-F on estrus synchronization and fertility in beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 72:31.
- Utt MD, Johnson III and Beal WE. 2003. The effects of varying the interval from follicular wave emergence to prostestin withdrawal on follicular dynamics and the synchrony of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81:1562-1567.
- Vasconcelos JLM, Silcox RW, Rosa GJM, Pursley JR and Wiltbank MC. 1999. Synchronization rate, size of the ovulation follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrus cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology* 52:1067-1078.
- Walsh RB, Leblanc SJ, Duffield TF, Kelton DF, Walton JS and Leslie KE. 2007. The effect of a progesterone releasing intravaginal device (PRID) on pregnancy risk to fixed-time insemination following diagnosis of non-pregnancy in dairy cows. *Theriogenology* 67:948-956.
- Zemjanis R. 1962. Diagnostic and therapeutic techniques in animal reproduction. 1st ed. The Williams & Wilkins Co, Baltimore: pp. 55-78.
- 강병규, 최한선, 손창호, 오기석, 강현구, 김삼주, 김혁진, 김남기. 1995. Progesterone 농도 측정에 의한 유우의 번식 효율 증진에 관한 연구. V. 혈중 progesterone 농도 측정에 의한 무발정의 감별 진단 및 PGF<sub>2α</sub> 또는 GnRH 치료 효과의 판정. *대한수의학회지* 35:603-613.
- 박철호, 임원호, 서국현, 오기석, 손창호. 2010. 젖소에서 PGF<sub>2α</sub> 투여에 의한 발정 유도 후 수태율과 다른 인자와의 관계. *한국수정란이식학회지* 25:133-139.
- 손창호, 강병규, 최한선. 1995. 젖소에서 발정주기중 초음파 진단장치로 측정된 황체의 크기와 progesterone 농도와의 관계. *대한수의학회지* 35:833-841.
- 손창호, 강병규, 최한선, 강현구, 오기석, 신창록. 1996. 초음파 진단장치를 이용한 축우의 번식효율증진에 관한 연구 1. 무발정 젖소에서 기능성황체를 평가하기 위한 직장 검사와 초음파 검사의 진단정확성. *대한수의학회지* 36:941-948.