

## 한우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포 크기 및 발달 과정에 따른 발정 증상의 발현

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

### The Estrus Manifestation according to the Follicle Size and the Growth Phase after PGF<sub>2α</sub> Injection 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 operated to establish induction using ultrasonography by estimating the relation of follicle size and estrus manifestation. Clinical estrus symptoms were observed 97.4% in cows and 87.5% in heifers when overall 55 cows were induced to estrus in a single dose of PGF<sub>2α</sub> after verifying CL through ultrasonography, which means estrus hours among those 52 cows showing the clinical estrus symptoms were estimated 2.39 days on cows and for 2.37 days on heifers which showed no differences ( $p>0.05$ ).

The estrus manifestation hours according to the follicle size in cows didn't have any significance each other ( $p>0.05$ ), though estrus hours was 54 hours (the shortest) with follicle size bigger than 10 mm and were made up within 69 hours.

The estrus manifestation hours according to the follicle size in heifers didn't have any significance each other ( $p>0.05$ ) and took around 42 hours (the shortest) with follicle size of 5mm (the smallest) and were made up within 66 hours.

Follicles after PGF<sub>2α</sub> injection were ovulated and assigned to many phases as follows; Group 1 (growing phase) - continuously growing into ovulation, Group 2 (growing and static phase) - delaying in growth after the growth of follicles, Group 3 (static and growing phase) - growing after growth delay, Group 4 (regressing and new growing phase) - the follicle is closed and a new follicle grows. In addition, the process of follicle development and estrus hours had no significance each other ( $p>0.05$ ), though estrus manifestation hours in Group 1 and 2 was relatively short, and in Group 3 and 4 for a relatively long time.

In the result of all above, the estrus manifestation hours after PGF<sub>2α</sub> injection has no differences according to the follicle size in cows and heifers.

Therefore, High pregnancy rate is obtained when practicing artificial insemination within 3 days in estrus or TAI in 72 to 80 hours after administering PGF<sub>2α</sub>.

(Key words : estrus induction, PGF<sub>2α</sub>, follicle size, estrus manifestation)

#### 서 론

소에서 PGF<sub>2α</sub>의 투여는 황체를 퇴행시켜 혈중 progesterone 농도를 저하시키고, 이후 시상하부에서 성선 자극호르몬의 방출을 증가시켜 난포가 발육하여 발정 증상을 나타내며, LH 방출을 유도하여 배란이 일어난다(Lopez-Gatius 등, 2004). 발정 증상의 발현은 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 보고자에 따라 각각 6일 이

내에 82%, 7일 이내에 66.8%, 10일 이내에 91~93%가 관찰 되어 높은 발정발현율을 보였고(Macmillan과 Henderson, 1983; Macmillan 등, 1980; Eddy, 1977), Martin(1987)과 Turnera 등 (1987)은 육우에서 cloprostenol을 1회 투여하였을 때 74%와 66.6%의 발정발현율을 보였다고 보고하였다. 또한 Stevenson 등(1999)은 11일 간격으로 PGF<sub>2α</sub>를 2회 투여하였을 때 74.8%의 발정발현율을 보였다고 보고하였다.

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

그러나 발정 유도 후 발정 증상이 발현되기까지의 기간은 매우 다양하고, PGF<sub>2α</sub>를 투여할 때 발정 주기의 상태와 상관 관계가 있다(Savio 등, 1990; Macmillan과 Henderson, 1983). 특히 PGF<sub>2α</sub>를 투여할 때 follicle wave의 상태에 의존적인데, functional dominant follicle (DF)은 황체 퇴행 후 2~3일안에 발정 증상을 보이는 반면, pre-dominant follicle은 DF로 성숙되는데 2~4일이 소요되어 발정이 발현되기까지의 시간은 늘어난다고 하였다(Savio 등, 1990). Stevenson 등(1984)은 PGF<sub>2α</sub> 투여를 발정주기 중 초기(발정 주기 5~8일)에 실시했을 때 49.5±6시간에 발정이 발현되었고, 중기(발정 주기 14~16일)에 실시했을 때는 60.6±8시간에 발정이 발현되어 차이가 있다고 하였다. 또한 Tanabe와 Hann(1984)은 미경산 젖소에서 발정주기 중 7, 11, 15일에 PGF<sub>2α</sub>를 투여하였을 때 43.9±8.2, 71.5±14.3, 53±12.2시간에 각각 발정 증상이 발현되었다고 보고하였다.

한편, 초음파 검사는 난소의 난포와 황체 크기 변화를 관찰할 수 있는 방법으로 Pierson과 Ginther(1987)는 초음파 검사를 이용하여 난포의 크기를 측정하여 실제 난포의 크기와 비교하였을 때 둘 사이에는 높은 상관관계를 보여 난포의 크기를 효과적으로 측정할 수 있다고 하였다. Sirois와 Fortune(1988)은 발정 유도시 DF 크기와 LH surge가 일어나는 시간 사이에는 음의 상관관계가 있어 발정 유도 시 난포의 크기에 따른 발정발현 간격을 알 수 있다고 하였다. Kastelic 등(1990)은 황체에 PGF<sub>2α</sub>를 투여하였을 때 가장 최근에 성장한 주석 난포가 배란이 되고, 작은 난포는 성장 과정을 거쳐 배란 난포화 되기 때문에 배란 시간은 발정을 유도할 때 난포의 크기에 의존적이라고 하였다. 즉, 주석 난포가 존재할 때 PGF<sub>2α</sub>를 투여하면 3일 만에 배란이 일어나지만, 새로 성장한 난포는 배란까지 기간이 4.5±0.3일이 소요된다고 하였다.

이상에서 본 바와 같이 난소 초음파 검사는 현재 광범위하게 이용되고 있으나, 한번의 초음파 검사로는 소의 발정주기를 명확히 구분하기 어렵고, 때문에 초음파 검사를 이용한 발정유도 시 발정 관찰 시간을 예측하는 것은 어려운 일이다.

따라서 본 연구는 한우에서 난소 초음파 검사 후 발정을 유도할 때 난포의 크기와 상태를 평가하여 발정발현 시간을 예측하기 위한 기초 자료를 확보하기 위하여 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 대상 동물

전라남도 축산시험장에 소재하는 비임신 한우 중 초음파 변식 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. 대상 동물의 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 및 발정 관찰

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

발정 유도 후 매일 발정 증상을 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 자궁내강의 구조물 존재 유무 및 자궁벽과 자궁 내막의 비후 정도를 판정하여 정상 유무를 판정하였다.

한편, 발정 유도 때 난포의 크기와 발정발현율, 수태율과의 관계를 규명하기 위하여 난포의 크기를 초음파 검사로 측정하였다. 측정 방법은 일반적인 직장검사법에 준하여 직장으로부터 분변을 제거한 후 난소의 위치를 확인하면서 탐촉자로 난소를 여러 방향에서 scanning하여 난포가 가장 크게 나타날 때를 freeze한 다음 초음파 진단 장치에 내장된 electronic caliper를 이용하여 이들의 길이(a)와 폭(b)을 측정하였다. 난포의

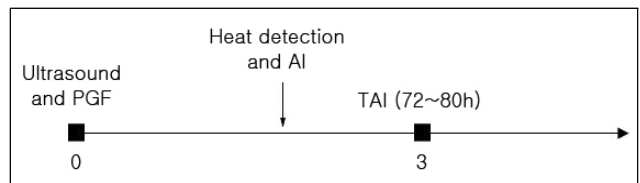


Fig. 1. Estrus synchronization program using a PGF<sub>2α</sub> 25 mg. PGF<sub>2α</sub> was administered on Day 0. Following the PGF<sub>2α</sub> injection, cows were inseminated based on detected estrus within 72 hours, or in the absence of estrus, one TAI (timed artificial insemination) was performed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

크기는 Kastelic 등(1990a)과 Son 등(1995)의 기술에 준하여 다음과 같이 계산하였다.

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

또한 난포의 크기는 난포의 크기가 5 mm 이상인 난포를 1 mm 단위로 매일 측정하였다.

#### 4. 혈중 Progesterone 농도 측정

발정유도 시 황체의 기능 상태를 규명하기 위하여 발정유도 대상우를 대상으로 PGF<sub>2α</sub> 투여 직전에 경정맥에서 채혈, 혈장을 분리한 후 혈중 progesterone 농도를 분석할 때까지 -20°C에서 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. 통계 분석

경산우와 미경산우에서 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 발정발현 시간, PGF<sub>2α</sub> 투여 시 난포 크기별 발정발현 시간 그리고 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포 발달 과정에 따른 발정발현 시간의 비교는 각각 Student *t*-test를 이용하였다.

또한 PGF<sub>2α</sub> 투여시 난포의 크기별 발정발현 시간의 비교

그리고 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포의 발달 과정에 따른 그룹별 발정 발현 시간의 비교는 SAS의 General Linear Model(GLM) procedure를 이용하였다. 모든 통계분석의 유의성은  $p < 0.05$ 일 때로 하였다.

## 결 과

### 1. PGF<sub>2α</sub> 투여 후 발정발현 시간

전체 55두(경산우: 39두, 미경산우: 16두)를 대상으로 초음파 검사를 실시하여 황체를 확인한 후 PGF<sub>2α</sub>를 1회 투여하여 발정을 유도하였다. 임상적 발정 증상은 Table 1에서와 같이 경산우에서 97.4%, 미경산우에서 87.5%가 관찰되었다. PGF<sub>2α</sub> 투여 후의 평균 발정발현일은 경산우에서 2.39일, 미경산우에서 2.37일로 두 그룹 사이의 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

### 2. PGF<sub>2α</sub> 투여 후 발정발현율

Table 2에서 보는 바와 같이 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 경과일수 별 누적 발정발현율은 경산우가 제1, 2, 3일에 각각 15.7%, 44.6%, 81.4%이었고, 미경산우는 각각 0%, 71.4%, 100%이었다.

### 3. PGF<sub>2α</sub> 투여시 난포의 크기에 따른 발정발현 시간

경산우와 미경산우 52두에서 PGF<sub>2α</sub> 투여시 초음파 검사를 통해 측정된 난포의 크기에 따른 발정발현 시간은 Table 3과 같다.

경산우에서 6~9 mm 난포가 존재하는 소에서 각 난포의 크기에 따른 발정발현 시간은 서로 유의성은 없었으나( $p > 0.05$ ), 난포의 크기가 10mm 이상으로 큰 경우 54시간으로 가장 짧았고, 발정발현은 최대 69시간 이내에 이루어졌다.

Table 1. Ovarian responses to the PGF<sub>2α</sub> administration during the estrous cycle in cows and heifers

Parameter	Cow	Heifer
Cow (n)	39	16
Corpus luteum (n)	39	16
Follicle (n)*	48	18
Area (mm <sup>2</sup> ) of largest follicle on day 0 (mean ± SD)	57.34 ± 26.48	40.13 ± 26.81
Oestrus and ovulation (n) (%)	38 (97.4)	14 (87.5)
Ovulation but no oestrus	0	0
No oestrus, no ovulation	1 (2.6)	2 (12.5)
Days from treatment to oestrus	2.39 <sup>a</sup>	2.37 <sup>b</sup>
Conception rate (n/n) (%)	23/38 (60.5)	9/14 (64.2)

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

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

Table 2. Estrus interval of first observation following PGF<sub>2α</sub> treatment

Time of estrus (days)	Cow <sup>a</sup>			Heifer <sup>b</sup>		
	No. detection	%	Cumulative (%)	No. detection	%	Cumulative (%)
1	6	15.7	15.7	0	0	0
2	11	28.9	44.6	10	71.4	71.4
3	14	36.8	81.4	4	28.5	100
up to 3	7	18.4	100	0	0	0

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

Table 3. Mean (sem) hours from treatment to estrus for grouped cows with respect to the diameter of the smallest follicle with a diameter  $\geq 5$  mm present on the ovary at PGF<sub>2α</sub> treatment

Mean (sem) hours from treatment to estrus	Diameter (mm) of smallest follicle					
	5	6	7	8	9	10+
Cow <sup>a</sup>	-	60 ± 6.92 (n=4)	64 ± 5.06 (n=6)	61 ± 4.84 (n=9)	69 ± 2.66 (n=9)	54 ± 6 (n=10)
Heifer <sup>b</sup>	42 ± 6 (n=2)	48 (n=2)	48 (n=1)	64 ± 4.8 (n=5)	54 ± 18 (n=2)	66 ± 6 (n=2)

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

미경산우에서 5~10 mm 이상의 난포가 존재하는 소에서 난포의 크기와 발정발현 시간은 서로 유의성이 없었으나( $p > 0.05$ ), 발정발현 시간이 가장 짧은 경우는 난포가 가장 작은 크기인 5 mm에서 42시간으로 관찰되었다. 또한 발정발현 시간은 최대 66시간 이내에 이루어졌다.

4. PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포의 발달 과정에 따른 발정발현 시간 경산우 38두 중 P<sub>4</sub> 농도 1 ng/ml 이하로 황체가 퇴행되어 미기능 상태인 5두를 제외한 33두와 미경산우 14두에서 PGF<sub>2α</sub>를 투여한 후 난포의 발달과정에 따른 발정발현 시간은 Table 4와 같다.

PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포가 배란까지 지속적으로 성장하는 경우(growing phase, group 1), 난포가 성장 후 성장이 지연되는

경우(growing and static phase, group 2), 난포의 성장이 지연되다 성장하는 경우(static and growing phase, group 3), 난포가 폐쇄되고 새로운 난포가 성장하는 경우(regressing and new growing phase, group 4)로 구분하였을 때 경산우에서 난포의 발달과정에 따른 발정발현 시간은 그룹별로 각각 65.6시간, 56시간, 74.6시간, 76시간으로 관찰되었고, 난포의 발달과정과 발정발현 시간은 서로 유의성은 없었다( $p > 0.05$ ). 그러나 난포가 지속적으로 성장(group 1)하거나 성장 후 성장이 지연되는 경우(group 2)에는 발정발현 시간이 비교적 짧은 반면, 난포의 성장이 지연 후 성장하는 경우(group 3)와 기존 난포는 폐쇄되고 새로운 난포가 자라는 경우(group 4)에는 발정발현 시간이 비교적 길게 관찰되었다. 또한 미경산우에서 발정발현 시간은 그룹별로 각각 53.4시간, 48시간, 60시간으로 관찰되

Table 4. Mean (sem) hours from treatment to estrus for grouped cows after PGF<sub>2α</sub> treatment

Mean (sem) hours from treatment to estrus	Follicle status			
	Group 1: growing phase	Group 2: growing and static phase	Group 3: static and growing phase	Group 4: regressing and new growing phase
Cow <sup>a</sup>	65.6 ± 5.47 (n=15)	56 ± 8 (n=3)	74.6 ± 6.25 (n=9)	76 ± 6 (n=6)
Heifer <sup>b</sup>	53.4 ± 3.38 (n=11)	-	48 (n=1)	60 ± 12 (n=2)

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

었고, 난포의 발달 과정과 발정발현 시간 사이의 유의성은 없었으며( $p>0.05$ ) 미경산우에서도 경산우와 비슷한 양상을 보였다.

또한 황체가 퇴행되어 미기능 상태인 5두에서 발정발현 시간은 투여 후 24시간으로 관찰되었고, 기능 황체가 존재하는 47두의 발정발현 시간은 투여 후 64.5시간으로 차이를 보였다( $p<0.05$ ).

### 5. PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포의 발달 과정에 따른 난포 성장률

경산우와 미경산우에서 난포의 발달 과정에 따른 각 그룹 별 난포의 성장률은 Table 5와 같다.

Group 1에서 난포는 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 1일에 61%, 2일에 45%의 성장률을 보였고, group 2에서 난포는 1일에 79%, 2일에 4%의 성장을 보였다. 반면, group 3에서 난포는 1일에 7%, 2일에 22%를 보여 group 1, 2보다 현저히 낮은 난포 성장률을 보였다. Group 4에서 난포는 기존 난포가 폐쇄되고 새로운 난포가 자라는 과정에서 오히려 투여 당일보다 1일과 2일에 난포의 크기가 작게 관찰되었다.

## 고 찰

본 연구는 초음파 검사를 이용한 발정유도법을 확립하기 위해 다양한 난포의 상태와 발정발현일 사이의 관계를 평가하기 위해 수행되었다.

초음파 검사를 통해 황체가 존재하는 한우를 대상으로 PGF<sub>2α</sub>를 투여하였을 때 3일 이내의 발정발현율은 경산우에서 97.4%로 관찰되었다. 이러한 결과는 육우에서 cloprostenol을 1회 투여하였을 때 74%와 66.6%의 발정발현율을 보였다는 보고(Martin, 1987; Turnera 등, 1987)보다 높게 관찰되었다. 본 실험에서 발정발현율이 높게 관찰된 것은 집중적인 발정 관찰과 난포의 성장을 확인하기 위해 매일 초음파 검사를 하였기 때문에 발정발현율이 높게 나타난 것이라 사료된다.

또한 미경산우에서의 발정발현율은 87.5%로 관찰되었는데, 이러한 결과는 미경산 육우에서 cloprostenol을 1회 투여하였을 때 50.2%의 발정발현율을 보였다는 보고(Turnera 등, 1987)와 11일 간격으로 PGF<sub>2α</sub>를 2회 투여하였을 때 74.8%의 발정발현율을 보였다는 보고(Stevenson 등, 1999)보다 높게 관찰

되었다. 이 또한 경산우에서와 같이 집중적인 발정 관찰과 매일 초음파 검사를 하였기 때문에 발정발현율이 높게 나타난 것이라 사료된다.

PGF<sub>2α</sub> 투여 후 평균 발정발현일은 경산우에서 2.39일, 미경산우에서 2.37일로 서로 차이는 없었으나( $p>0.05$ ), Table 2에서와 같이 미경산우는 발정발현이 2일과 3일에 집중되어 관찰되었고, 경산우는 1일부터 3일까지 발정발현일이 다양하게 관찰되었다. 이는 호르몬 검사 결과, 경산우는 다양한 발정주기 분포를 보인 반면, 미경산우는 발정주기 분포가 황체기였기 때문이라 사료된다.

PGF<sub>2α</sub>를 투여하여 발정을 유도할 때 5~9 mm 이상의 다양한 크기의 난포를 확인한 후 난포의 크기에 따른 발정발현 시간을 확인한 결과(Table 3), 난포의 크기와 발정발현 시간 사이에는 유의성이 없었다( $p>0.05$ ). 이러한 결과는 Smith 등(1998)이 젖소에서 난포의 크기가 커짐에 따라 발정발현 시간은 짧아진다고 한 보고와는 차이를 보였다. 다만, 경산우에서는 난포의 크기가 10 mm 이상으로 큰 난포가 존재할 때 가장 빨리 발정이 발현되었고, 난포 크기와 관계없이 최대 69시간 이내에 발정이 모두 발현되었으며, 미경산우에서는 최대 66시간 이내에 발정이 발현되어 경산우와 큰 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 이러한 결과는 한우를 발정유도할 때 난포의 크기에 관계없이 PGF<sub>2α</sub>를 투여한 후 경산우는 69시간, 미경산우는 66시간 이내에 발정관찰 후 수정시키거나 이 시기를 기준으로 TAI를 실시하면 높은 수태율을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포의 발달과정에 따른 발정발현 시간은 (Table 4) 각 그룹 별로 차이는 없었으나( $p>0.05$ ), 각각 65.6시간, 56시간, 74.6시간, 76시간으로 관찰되었다. 난포가 지속적으로 성장(group 1)하거나 성장 후 성장이 지연되는 경우(group 2)에는 발정발현 시간이 비교적 짧은 반면 난포의 성장이 지연 후 성장하는 경우(group 3)와 기존 난포는 폐쇄되고 새로운 난포가 자라는 경우(group 4)에는 발정발현 시간이 비교적 길게 관찰되었다. 이러한 결과는 미경산우에서도 경산우와 비슷한 양상을 보였다. 이는 PGF<sub>2α</sub>를 투여하여 발정을 유도할 때 발정발현일은 follicular wave의 상태에 따라 다르게 관찰되고 (Diskin 등, 2002), 발정 주기 중 mid stage에서 주석 난포가 성

Table 5. The follicular growth rate on the ratio changes relative to the largest follicles on Day 0 in the cow after PGF<sub>2α</sub> treatment

Days	Group 1			Group 2			Group 3			Group 4		
	Cow (n)	Mean	SD	Cow (n)	Mean	SD	Cow (n)	Mean	SD	Cow (n)	Mean	SD
0	26	1		3	1		10	1		8	1	
1	26	1.61	1.66	3	1.79	2.76	10	1.07	0.96	8	0.77	0.90
2	25	2.06	1.39	3	1.83	2.85	10	1.29	0.70	8	0.79	0.59

장하여 배란되는 경우에는 발정발현 기간이 짧고(2~3일), 새로운 난포가 성장하여 배란되는 경우에는 발정발현 기간이 길다(4~5일)는 보고(Odd, 1990; Lucy 등, 1992)와 일치하였다. 또한 Fortune 등(1991)은 난포의 성장이 정지하거나 폐쇄 과정인 경우 배란되지 못하고, 그 결과 다음 난포가 성장, 배란되기까지 시간이 소요되어 발정발현 시간이 길어진다고 한 지적과도 일치하였다.

이상의 결과를 종합하면 PGF<sub>2α</sub>를 투여한 후 경산우와 미경산우의 평균 발정발현일은 서로 차이가 없었고, PGF<sub>2α</sub> 투여시 난포의 크기에 따른 발정발현 시간 또한 차이가 없었다. 즉, 발정유도시 산차 및 난포의 크기에 대한 구별없이 5 mm 이상의 난포가 존재할 때 발정을 유도한 후 3일 이내에 발정 증상을 관찰하여 인공수정을 실시하거나 또는 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 72~80시간에 TAI를 실시하면 50% 이상의 높은 수태율을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

## 결론

초음파 검사를 이용한 발정유도법을 확립하기 위해 난포의 크기를 평가하여 난포의 크기와 발정발현일 사이의 관계를 평가하기 위해 실험을 실시하였다.

전체 55두(경산우: 39두, 미경산우: 16)를 초음파 검사를 통해 황체를 확인한 후 PGF<sub>2α</sub>를 1회 투여하여 발정을 유도하였을 때 임상적 발정 증상은 경산우에서 97.4%, 미경산우에서 87.5%가 관찰되었고, 임상적 발정 증상을 보인 한우 52두를 대상으로 PGF<sub>2α</sub>를 투여한 후 평균 발정발현일은 경산우에서 2.39일, 미경산우에서 2.37일로 관찰되어 두 그룹 사이의 차이는 없었다( $p>0.05$ ).

경산우에서 난포의 크기에 따른 발정발현 시간은 서로 유의성이 없었고( $p>0.05$ ), 난포의 크기가 10 mm 이상으로 큰 경우에 발정발현 시간은 약 54시간으로 가장 짧았으며, 발정발현은 최대 69시간 이내에 이루어졌다.

미경산우에서 난포의 크기에 따른 발정발현 시간은 서로 유의성은 없었고( $p>0.05$ ), 난포의 크기가 가장 작은 5 mm에서 약 42시간으로 발정발현 시간이 가장 짧았으며, 발정발현 시간은 최대 66시간 이내에 이루어졌다.

PGF<sub>2α</sub> 투여 후 난포는 배란까지 지속적으로 성장하는 Group 1 (growing phase), 난포가 성장 후 성장이 지연되는 Group 2 (growing and static phase), 난포의 성장이 지연되다 성장하는 Group 3 (static and growing phase), 난포가 폐쇄되고 새로운 난포가 성장하는 Group 4 (regressing and new growing phase)로 구분되어 성장 후 배란되었다. 또한 난포의 발육과정과 발정발현 시간은 서로 유의성은 없었으나( $p>0.05$ ), Group 1과 Group 2에서는 발정발현 시간이 비교적 짧았고, Group 3과 Group 4에서는 발정발현 시간이 비교적 길게 관찰되었다.

이상의 결과를 종합하면 PGF<sub>2α</sub>를 투여한 후 경산우와 미경산우의 평균 발정발현일은 서로 차이가 없고, PGF<sub>2α</sub> 투여시 난포의 크기에 따른 발정발현 시간 또한 차이가 없었다. 따라서 발정 유도시 산차 및 난포의 크기에 대한 구별없이 5 mm 이상의 난포가 존재할 때 발정을 유도한 후 3일 이내에 발정 증상을 관찰하여 인공수정을 실시하거나 PGF<sub>2α</sub> 투여 후 72~80시간에 TAI를 실시하면 높은 수태율을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- Diskin MG, Austin EJ and Roche JF. 2002. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. *Domes. Anim. Endoc.* 23:211-228.
- Eddy RG. 1977. Cloprostenol as a treatment for no visible oestrus and cystic ovarian disease in dairy cows. *Vet. Rec.* 100:62-65.
- Edmondson AJ, Fissore RA, Rashen RL and Bondurant RH. 1986. The use of ultrasonography for the pathological ovarian structure. *Anim. Reprod. Sci.* 2:157-165.
- Edmondson 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.
- Fortune JE, Sirois J, Turzillo AM and Lavoie M. 1991. Follicle selection in domestic ruminants. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 43:187-198.
- Kastelic JP, Bergfelt DR and Ginther OJ. 1990a. Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. *Theriogenology* 33:1269-1278.
- Kastelic JP, Knopf L and Ginther OJ. 1990b. Effect of day of prostaglandin F<sub>2α</sub> treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 23: 169-180.
- 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, Savio JD, De Badinga L, La Sota RL and Thatcher WW. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J. Anim. Sci.* 70:3615-3620.
- MacMillan KL and Henderson HV. 1983. Analyses of the variation in the interval from an injection of prostaglandin F<sub>2α</sub> to oestrus as a method of studying patterns of follicle development during dioestrus in dairy cows. *Anim. Reprod.*

- Sci. 6:245-254.
- MacMillan KL, Day AM and Smith JF. 1980. Onset of oestrus and fertility in lactating dairy cows injected with an analogue of prostaglandin F<sub>2α</sub>, cloprostenol. *Anim. Reprod. Sci.* 3:171-180.
- Martin SW. 1987. The management of drug-induced manipulation of the estrous cycle in normal cows and heifers. *Can. Vet. J.* 28:366-373.
- Odd KG. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.* 68:817-830.
- Pierson RA and Ginther OJ. 1987. Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers. *Theriogenology* 28:929-936.
- 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.
- Sirois I and Fortune JE. 1988. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real time ultrasonography. *Biol. Reprod.* 39:308-317.
- Smith ST, Ward WR and Dobson H. 1998. Use of ultrasonography to help to predict observed oestrus in dairy cows after the administration of prostaglandin F<sub>2</sub> alpha. *Vet. Rec.* 142:271-274.
- Stevenson JS, Lamb GC, Cartmill JA, Hensley BA, El-Zarkouny SZ and Marple TJ. 1999. Synchronizing estrus in replacement beef heifers using GnRH, melengestrol acetate, and PGF<sub>2α</sub>. *J. Anim. Sci.* 77:225.
- Stevenson JS, Schmidt MK and Call EP. 1984. Stage of estrous cycle, time of insemination, and seasonal effects on estrus and fertility of Holstein heifers after prostaglandin F<sub>2α</sub>. *J. Dairy Sci.* 67:1798-1805.
- Tanabe TY and Hann RC. 1984. Synchronized estrus and subsequent conception in dairy heifers treated with prostaglandin F<sub>2α</sub>. Influence of stage of cycle at treatment. *J. Anim. Sci.* 58:805-811.
- Turnera TB, Petersona GA, Davisa ME, Wilsona GR, Irvina KM and Forrya JTT. 1987. Synchronization of estrus in beef cows and heifers with fenprostalene, cloprostenol sodium, and prostaglandin F<sub>2</sub> alpha. *Theriogenology* 28:15-24.
- 강병규, 최한선, 손창호, 오기석, 강현구, 김삼주, 김혁진, 김남기. 1995. Progesterone 농도측정에 의한 유우의 번식효율증진에 관한 연구. V. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 무발정의 감별진단 및 PGF<sub>2α</sub> 또는 GnRH 치료효과에의 관장. *대한수의학회지* 35:603-613.
- 손창호, 강병규, 최한선. 1995. 젖소에서 발정주기중 초음파 진단장치로 측정된 황체의 크기와 progesterone 농도와와의 관계. *대한수의학회지* 35:833-841.

---

(접수: 2012. 8. 16 / 심사: 2012. 8. 17 / 채택: 2012. 8. 30)