

## Anti-Inhibin Serum 및 Bovine Follicular Fluid 처리가 한우 난소의 난포 발달과 혈중 호르몬 변화에 미치는 영향

성환후<sup>†</sup> · 양병철 · 황성수 · 박성재 · 고응규 · 노환국<sup>1</sup> · 양보석  
농촌진흥청 축산연구소

## Administration of Anti-Inhibin Serum and Bovine Follicular Fluid on Plasma Hormonal Level and Ovarian Follicular Developments in Hanwoo

H. H. Seong<sup>†</sup>, B. C. Yang, S. S. Hwang, S. J. Park, Y. G. Ko,  
W. K. Rho<sup>1</sup> and B. S. Yang

National Livestock Research Institute, RDA

### SUMMARY

This study was performed to investigate the physiological effects of bovine follicular fluid (bFF) or anti-inhibin serum (AI) on follicular development in Hanwoo. Saline (0.95%), bFF or AI (total of 40 ml) were administered into the jugular vein in 9 Hanwoo cows. The plasma inhibin, estradiol-17 $\beta$  (E2), and progesterone (P4) levels were measured using RIA or ELISA kit and the number of ovarian follicles was observed by ultrasonography at 72 hr after ovulation. The plasma inhibin level in bFF treatment group was significantly increased and maintained higher level from 102 hr after ovulation compared to that of saline and AI groups ( $p < 0.05$ ). In plasma E2 level, AI treatment group showed significantly higher level from 36 hr to 108 hr after ovulation than that of saline and bFF groups ( $p < 0.05$ ). After that it showed decreasing tendency. The plasma P4 level was increased in control and AI treatment groups at 68 hr after ovulation. However, it was maintained significantly lower level in bFF group from 84 hr to 180 hr compared to that of saline and AI group ( $p < 0.05$ ). As a result of ultrasonography at 72 hr after ovulation, higher number of follicles was shown in AI treatment group compared to bFF groups, although the difference was not statistically significant. Taken together, it can be postulated that a treatment of synthesized AI inhibits the secretion of inhibin, stimulates FSH secretion inhibited by inhibin, and induces follicular development and estrogen secretion. According to these results, a development of ovarian follicle immediately after ovulation is associated closely with inhibin in Hanwoo heifers.

(Key words : Hanwoo ovary, anti-inhibin serum, estradiol-17 $\beta$ , inhibin, progesterone)

서 론

소 발정 주기 중 난소 내 난포 발육의 특징은 난포기뿐만 아니라 황체기에 있어서도 난포 발육이

<sup>1</sup> 한국농업전문학교 축산학과(Dept. of Animal Science, Korea National Agricultural College)

<sup>†</sup> Correspondence : E-mail : seonghh@rda.go.kr

억제되지 않고 명확하게 성숙 난포를 1~2회 확인할 수 있다(Fortune 등, 1991; Hansel과 Convey, 1983). 이와 같은 현상은 소의 경우 난포기뿐만 아니라 황체기에도 난포 발달이 지속적으로 이루어지고 있음을 나타낸다 하겠다. 즉, 소의 난소에는 황체와 배란 가능한 난포가 병존하고 있어, 황체가 퇴행하게 되면 단시간 내에 배란, 교미 및 임신 가능한 상태로 변하게 되는 생리적인 기능이 있다(Ooc 등, 1997; Turzillo와 Fortune, 1990).

난포(여포)자극 호르몬(follicle stimulating hormone, FSH)의 분비는 시상하부에서 분비되는 성선 자극 호르몬 방출 호르몬(gonadotropin releasing hormone, GnRH)의 촉진 작용에 의해 성선에서 분비되며, inhibin에 의해 조절되는 것으로 알려져 있다(Taponen 등, 1999; Turzillo과 Fortune, 1990; Quirk과 Fortune, 1986). 이렇게 분비된 FSH는 난포 발달을 유도함과 동시에 estrogen(E2) 분비를 촉진시킨다. 분비된 E2는 뇌하수체의 황체 형성 호르몬(luteinizing hormone, LH) 분비를 촉진하여 LH surge(급증)를 유도하여 배란을 유도하게 된다. 이때 난포세포에서 분비하는 E2는 난포액에 존재하는 inhibin에 의해 국소적으로 조절되어, 성숙 단계에 있는 난포를 보호하며 배란 시기를 유도하게 되는 생리적인 특성을 가지고 있다.

실제로 소(Kaneko 등, 2002; Bleach 등, 2001) 또는 말(Yamanouchi 등, 1997; 1995)에서 inhibin은 성숙한 난포의 난포액과 뇌하수체에서 분비하는 FSH를 억제하는 생리적 기능을 갖고 있다고 보고되었다.

난소 내 inhibin의 역할에 관한 연구는 과립막세포에서 FSH 또는 E2의 생산을 억제하는 효과가 있다고 보고되고 있으나(Jamenez-Krassel 등, 2003; Webb 등, 1994; O'Shea 등, 1994; Taya 등, 1991), 아직까지 그 조절 기전 등에 대하여는 알려진 바가 별로 없다. 성 등(2001)의 보고에 의하면 소 난소 내 inhibin의 조직 특이성을 분석한 결과 미성숙 난포내 과립막세포(granulosa cell, GC)와 황체 조직에서 검출되지 않았으나, 성숙 난포의 GC에서는 존재하고 있음을 보고하였다. 이러한 연구 결과는 inhibin이 GC의 스테로이드 호르몬 합성 조절 기전에 매우 중요한 역할을 하고 있음을 시사하고

있다.

따라서 본 연구는 배란 직후 한우에 saline, bFF 또는 anti-inhibin serum 처리가 혈중 스테로이드 호르몬 변화 및 난소 내 난포 발달에 미치는 영향을 살펴보고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. Anti-inhibin Serum(AI) 생산

Anti-inhibin serum 생산은 성 등(2001)의 방법을 사용하여 실시하였다. 간단히 설명하면, antigen peptide는 porcine inhibin- $\alpha$ -subunit fragment 19~32(Asp-Ser-Glu-Gly-His-Arg-Thr-Ala-Pra-Tyr-Val-Met-Lys- Ile-Leu- Phe)를 합성하여 앙고라종 토끼 5두(평균 체중 2.5 kg)에 carrier protein으로서 1두당 2 mg의 human- $\alpha$ -globulin(HAG)을 주 1회 피하 주사하였다. 항원은 2주 간격으로 피하 주사로 8회 접종한 후 항혈청 역가를 확인하였다. 항혈청의 역가는 ELISA 법으로 확인하였는데 사용된 항원은 10  $\mu$ g/ml의 inhibin- $\alpha$ -subunit 19-32를 사용하였으며, 2차 항체로서는 anti-rabbit-IgG-POD(Cappel)을 500배 희석하여 사용하였다.

### 2. 난포액(Bovine Follicular Fluid; bFF) 준비

도축장에서 도축되는 한우 암소에서 난소를 회수하여 8~10 mm 이하의 난포로부터 bFF를 회수하였다. 회수된 bFF내에 존재하고 있는 스테로이드 호르몬을 완전히 제거하기 위해 Turzillo와 Fortune(1990)의 방법에 준하여 처리하였다. Charcoal solution(50 mg/ml, Norrit-A, Fisher Scientific, USA)을 bFF에 10% 첨가하여 4°C에서 45분간 배양 후 12,000 g에서 30분간 원심 분리 방법으로 부유물을 제거한 bFF를 0.2  $\mu$ m filter로 멸균 처리하여 경정맥 주사용으로 사용하였다.

### 3. 한우 처리(Saline, bFF or AI)

한우의 처리는 배란 후부터 first wave가 일어나는 동안에 각 처리구별로 처리하였다(Adams, 1994; Ginther 등, 1989a; b). 1산후 정상적으로 발정이 반복되는 한우 9두의 난소에 존재하는 황체를 확인하여 PGF<sub>2 $\alpha$</sub> (Lutalyse) 5 ml를 근육 주사하여 발

정을 유기시킨 다음, 배란 직후 saline, bFF 또는 AI를 각각 5 ml씩 1일 2회 4일간 각 3두씩에 마리당 총 40 ml를 경정맥으로 주사하였다(Fig. 1).

#### 4. 채혈 및 호르몬 분석

채혈은 PGF<sub>2α</sub> 주사시기부터(배란 전 48시간) 매 6시간 간격으로 배란 후 192시간까지 실시하였다. 채취된 혈액은 2,500 rpm에서 30분간 원심 분리한 다음 혈청부분만을 회수하여 -80℃ 냉동고에 보관하였다. 혈청 P4 농도는 radioimmunoassay(RIA) kit(DPC, USA)를 이용하여 정량 분석 실시하였고, E2와 inhibin은 ELISA kit(Peninsula Lab)를 이용하여 정량 분석을 실시하였다. 혈청 중의 peptide 추출 작업을 분석 전에 실시하였다(C18 sep column, 60% Acetonitrile solution).

#### 5. 초음파 검사

처리에 따른 난소 내 난포의 발달 여부를 확인하기 위한 초음파 검사는 초음파 진단 장치(SONOACE 4800HD, Medison Co., KOREA)에 부착된 7.5~10.0 MHz 탐촉자를 이용하여 검사하였다. 난소를 여러 방향에서 측정하여 난포의 크기를 측정하였다. 초음파 상에서 5~10 mm 크기의 난포만을 측정하였다.

#### 6. 통계 처리

본 연구의 결과 얻어진 자료에 대한 통계 분석은

SAS package를 이용하여 Duncan의 다중 검정법으로 유의차를 검정하였으며,  $p < 0.05$  이하의 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

### 결과 및 고찰

Saline, bFF 또는 AI 등을 직접 소에 주사하여 혈중 inhibin 농도 변화에 미치는 영향을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. Saline 처리구의 경우에는 배란 전·후에는 다소 높은 수준으로 유지되었으나 배란 후 72시간째부터 점차 감소되어 이후 낮은 수준으로 유지되는 경향을 보였다. 또한 AI 처리구에서는 배란 전·후부터 지속적으로 혈중 inhibin 농도가 낮은 수준으로 유지되는 경향을 보였다. 하지만 170시간 이후부터는 saline 처리구와 AI 처리구에서 inhibin 농도가 다른 양상을 나타내었다. 즉, saline 처리구의 경우, 170시간 이후부터 inhibin 농도가 증가되기 시작하였으나 AI 처리구의 경우 여전히 낮은 농도로 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 한편, bFF 처리구에서는 배란 전·후 72시간까지는 saline 처리구와 큰 차이가 없었으나 102시간 이후에는 혈중 inhibin 농도가 saline 또는 AI 처리구에 비하여 통계적으로 유의하게 높은 수준을 유지한다는 것을 확인할 수 있었다( $p < 0.05$ ).

Anti-inhibin serum과 bFF 처리가 혈중 E2 농도에 미치는 영향을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. Anti-inhibin serum 처리구에서 배란 후 36시간부

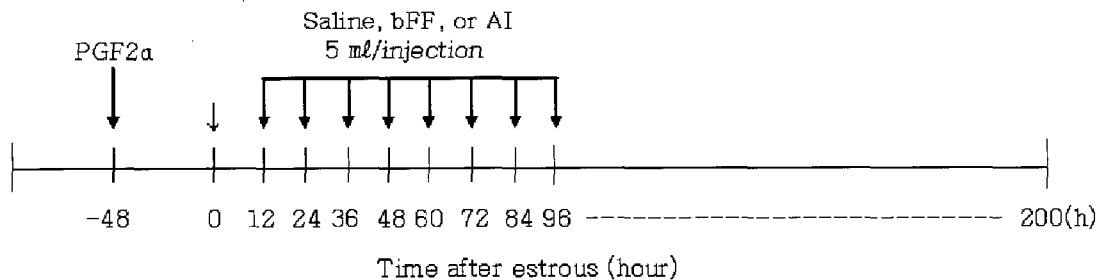


Fig. 1. Time schedule of saline, bFF or AI administration in Hanwoo cows. Nine Hanwoo cows were equally divided into three treatment groups: 0.95% saline; bovine follicular fluid (bFF); anti-inhibin serum (AI). After ovulation, the cows were administered with 40 ml of saline, bFF or AI into the jugular vein for 8 times (5 ml/ injection), respectively.

Arrow: the day of estrus (0 hr).

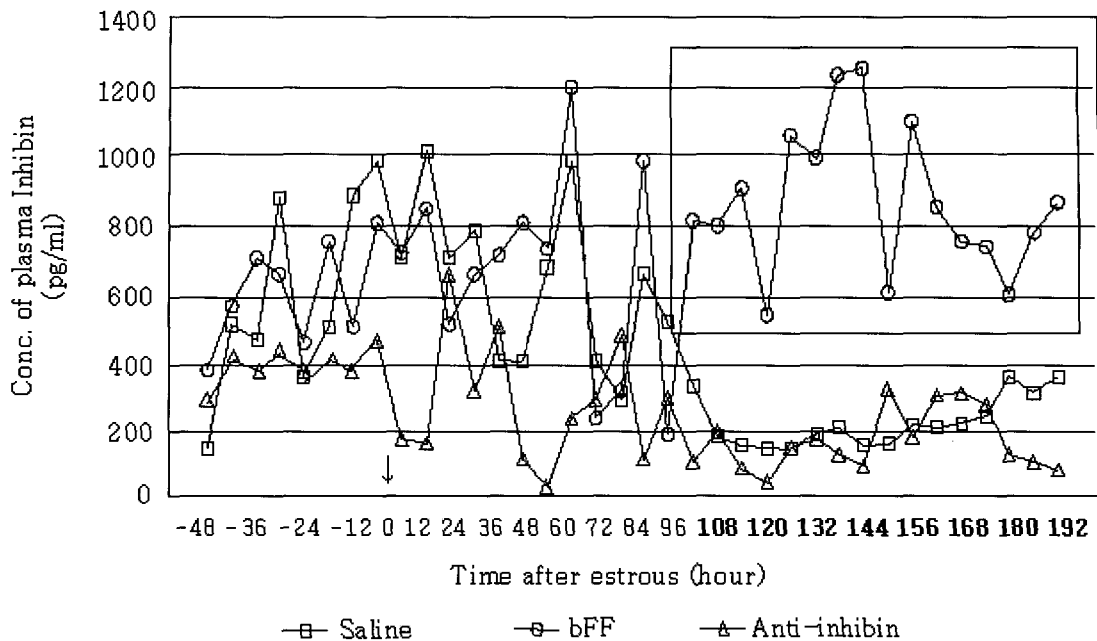


Fig. 2. The effects of saline, bFF or AI administration on plasma inhibin level in Hanwoo cows. Arrow: the day of estrus (0 hr). The differences were statistically significant during bald strokes period in rectangular ( $p < 0.05$ ).

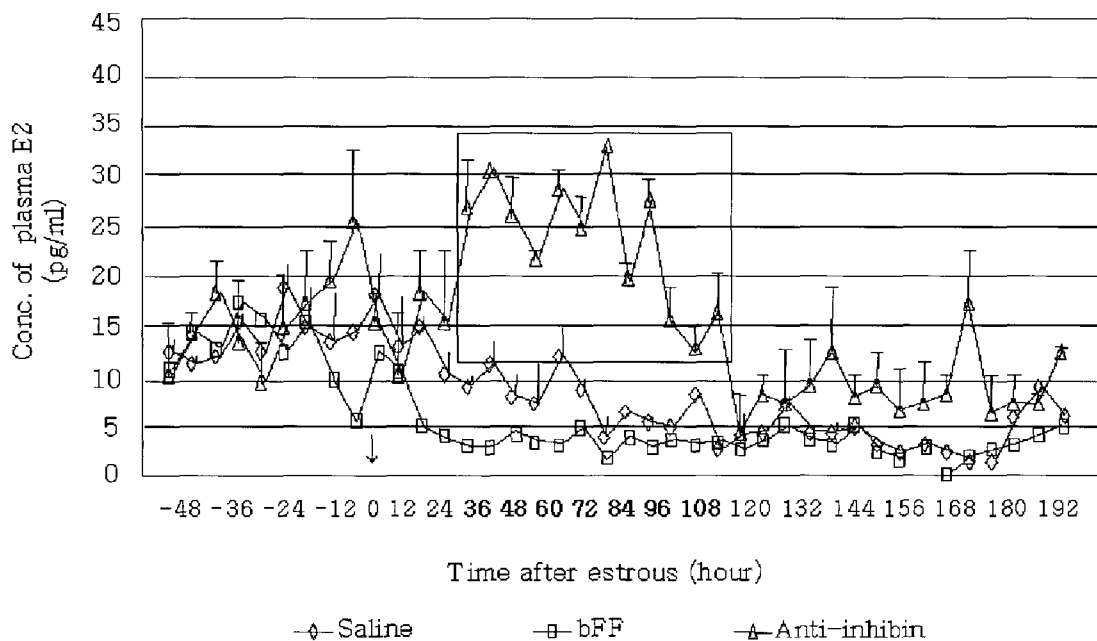


Fig. 3. The effects of saline, bFF or AI administration on plasma estradiol- $17\beta$  level in Hanwoo cows. Arrow: the day of estrus (0 hr). The differences were statistically significant during bald strokes period in rectangular ( $p < 0.05$ ).

터 108시간 때까지 혈중 E2 농도가 saline이나 bFF 처리구에 비하여 유의적으로 높게 유지되었으나 ( $p < 0.05$ ), 이후 bFF와 saline 처리구와 비슷한 수준으로 낮아져 이후 지속적으로 낮게 유지되는 것을 확인할 수 있었다.

Inhibin의 경우, 번식 주기에서 FSH의 분비에 직접적으로 관여하는 것으로 보고되었다(Shi 등, 1999; Kaneko 등, 1993). 특히, Shi 등(1999)은 guinea pig에서 inhibin의 주요 분비 기관으로는 난소 내 건강한 1~2 개의 우성난포의 과립막세포이며, 생리 주기 중 FSH의 분비에 직접적으로 역할을 한다고 하였다. 또한 쥐의 모델에서 과발현된 inhibin이 FSH와 E2의 혈중 농도를 감소시켜, 그 결과 follicular cyst가 형성된다고 보고하기도 하였다(McMullen 등, 2001; Cho 등, 2001).

이와 같은 결과는 AI 처리가 난소 내 난포 발달을 조절하는 기능이 있는 inhibin의 기능을 억제하고, 이로 인해 억제되어 있던 FSH 분비를 촉진시켜 난포의 발달을 유도하고 결과적으로 난포 내 E2 분비를 촉진시키는 것으로 추론할 수 있겠다.

Saline 처리구의 경우, AI 처리구와 같이 inhibin의 억제 효과가 있는 것으로 본 실험 결과 관찰되었으나, 이러한 현상이 E2의 농도 상승과 연관성이 없는 것으로 보아 saline 처리에 의한 난포 발달 촉진 효과는 없는 것으로 사료된다. 또한 saline 처리구와 AI 처리구가 낮은 농도의 inhibin 수준을 유지하는 것과 달리 bFF 처리에 의해 inhibin의 농도가 높게 유지되는 것은 투여한 bFF 내에 inhibin이 일정 수준 존재하며, 이것이 혈중 inhibin의 농도에 영향을 미쳤을 것으로 추론된다. Charcoal 처리를 통하여 bFF내에 존재하는 스테로이드 호르몬은 완전 제거된다고 하였으나, 펩타이드성 호르몬의 경우는 제거가 되지 않으므로 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다.

한편, 각 처리에 따른 혈중 P4 농도 변화를 나타낸 것은 Fig. 4와 같다. Saline 및 AI 처리구에서는 혈중 P4 농도가 배란 후 72시간 이후부터 꾸준히 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 bFF 처리구는 배란 후 84시간부터 180시간까지 혈중 P4 농도가 saline이나 AI 처리구에 비하여 유의적으로

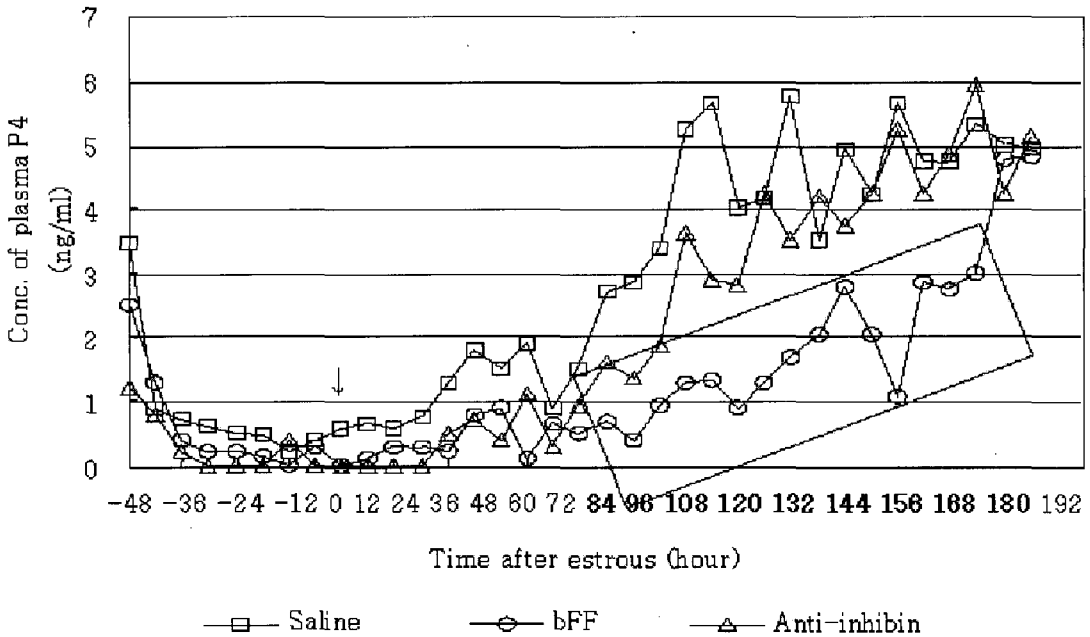


Fig. 4. The effects of control, bFF or AI administration on plasma progesterone level in Hanwoo cows. Arrow: the day of estrus (0 hr). The differences were statistically significant during bald strokes period in rectangular ( $p < 0.05$ ).

억제되다가( $p < 0.05$ ), 이후 saline 처리구 및 AI 처리구와 유사한 농도로 증가하는 것을 확인하였다.

본 연구에서 saline 처리가 P4 농도를 증가시킨 것은 흥미로운 결과라 하겠다. Anti-inhibin serum 처리구의 경우 inhibin의 억제에 따른 난포의 발달과 혈중 E2 농도의 증가는 예상 가능한 부분이라 할 수 있지만(Jamenez-Krassel 등, 2003), saline 처리구의 경우 inhibin의 억제는 하면서도 난포의 발달이나 E2 농도 변화에는 영향을 미치지 않는다는 것을 확인하였다. 한가지 추론해 볼 수 있는 것은 inhibin의 억제가 난소 내 난포의 발달과 배란 전까지 시기에는 영향을 미칠 수 있으나, 그 이후에는 별다른 영향을 미치지 않는다는 것으로 생각해 볼 수 있다. 하지만 saline 처리와 P4 농도 상승에 대한 부분은 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

Bovine follicular fluid 처리구의 혈중 P4 농도의 감소는 bFF내에 존재하는 어떤 특정물질이 P4 분비 억제 기능을 하는 것으로 사료된다. Turzillo와 Fortune(1990)은 charcoal 용액을 사용하여 난포액 내에 존재하는 스테로이드 성분을 완전히 제거할 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서 사용한 bFF도 추출 후 charcoal을 처리하였기 때문에 bFF내에 존재하는 E2나 P4에 의한 영향은 거의 없었을 것으로 사료된다. 따라서 bFF 내에는 P4의 합성 및 분비를 억제하는 특정 물질이 있을 것으로 사료되며, 이 물질에 대한 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

한편 bFF 또는 AI 처리가 난포의 발달에 미치는 영향을 확인하여 보고자 초음파를 이용하여 난소를 검사하였다. 초음파 검사 결과 AI를 처리한 난소에서 다수의 난포가 발달하는 것을 확인할 수 있었으나, saline 또는 bFF를 처리한 한우의 난소에서는 소수의 4~6 mm 정도 크기의 난포만이 발달한다는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 5).

본 실험을 통하여, 초음파 실험 결과가 호르몬의 분비 양상과 일치하는 결과를 얻을 수 있었다. 즉, AI를 처리할 경우 inhibin의 분비가 억제되어, inhibin에 억제되어 있던 FSH의 분비 촉진에 일어나고 이러한 현상으로 인해 난포의 발달을 유발하여 결과적으로 과립막 세포로부터 E2가 합성 및 분비되는 결과를 나타내었다.

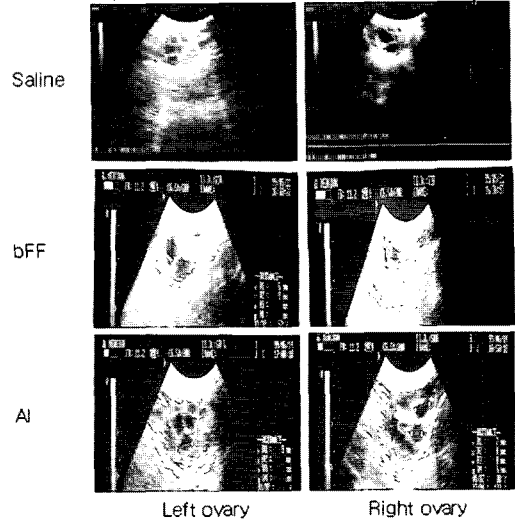


Fig. 5. Ultrasonographic images of the developmental follicles in saline, bFF or AI treatment at 72 hr after ovulation.

이상의 결과를 종합해 보면, 외인성 AI는 한우 난소에서 분비하는 inhibin을 특이하게 억제하여, inhibin에 의해 분비가 억제되어 있던 FSH 분비를 촉진시킴으로써 난포 발달과 estrogen의 분비 증가를 유발하는 것으로 사료된다. 따라서 한우에 있어서 배란 직후 새롭게 발달하는 난포에는 적어도 inhibin이 관여하고 있는 것으로 사료된다.

## 적 요

본 연구는 한우 난소의 난포 발달에 있어서 bFF 또는 anti-inhibin serum(AI)의 생리적 역할을 검토하기 위해 수행하였다. Saline(0.95%, control), bFF 또는 AI를 경정맥 주사 처리한 9마리의 한우 암소에서 채혈하여 혈중 estradiol-17 $\beta$ (E2), inhibin 및 progesterone(P4) 농도를 분석하였으며, 이들 처리에 의한 난포의 발달은 초음파 진단기를 이용하여 관찰하였다. 본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

혈중 inhibin 농도는 bFF 처리구에서 배란 후 102시간부터 유의적으로 증가하여( $p < 0.05$ ) 지속적으로 높은 수준을 유지하였다.

혈중 E2 농도는 saline 처리구의 경우 bFF 처리구와 비슷한 수준으로 배란 후부터 낮은 농도를

유지하였으나, AI 처리구는 배란 후 36시간 이후부터 108시간까지 유의적으로 높은 수준을 유지하다가( $p<0.05$ ) 점차적으로 감소되는 경향을 나타내었다.

혈중 P4 농도는 saline 처리구와 AI 처리구에서 배란 후 68시간째부터 증가하기 시작하였으나, bFF 처리구에서는 배란 후 84시간부터 180시간까지 saline 또는 AI 처리구에 비해 유의적으로 낮은 농도를 나타내었다( $p<0.05$ ).

한편, AI 또는 bFF 처리가 난포 발달에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 초음파 진단기를 이용하여 난소의 난포 발달을 조사한 결과, bFF 처리구에 비해 AI 처리구에서 발달 난포가 많은 것을 확인할 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 외인성 AI는 한우 난소에서 분비하는 inhibin을 특이하게 억제하여, inhibin에 의해 분비가 억제되어 있던 FSH 분비를 촉진시킴으로써 난포 발달과 estrogen의 분비 증가를 유발하는 것으로 사료된다. 따라서 한우에 있어서 배란 직후 새롭게 발달하는 난포에는 적어도 inhibin이 관여하고 있는 것으로 사료된다.

## 참고문헌

Adams GP. 1994. Control of ovarian follicular wave dynamics in cattle: Implications for synchronization & superstimulation. *Theriogenology*, 41:19-24.

Bleach EC, Glencross RG, Feist SA, Groome NP and Knight PG. 2001. Plasma inhibin A in heifers: relationship with follicle dynamics, gonadotropins, and steroids during the estrous cycle and after treatment with bovine follicular fluid. *Biol. Reprod.*, 64:743-752.

Cho B-N, McMullen ML, Pei L, Yates CJ and Mayo K. 2001. Reproductive deficiencies in transgenic mice expressing the rat inhibin  $\alpha$ -subunit gene. *Endocrinology*, 142:4994-5004.

Fortune JE, Sirois J, Turzillo AM and Lavoie M. 1991. Follicle selection in domestic ruminants. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 43:187-198.

Ginther OJ, Knopf L and Kastelic JP. 1989b. Ova-

rian follicular dynamics in heifers during early pregnancy. *Biol. Reprod.*, 41:247-254.

Ginther OJ, Knopf L and Kadtelic JP. 1989a. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J. Reprod. Fertil.*, 87:223-230.

Hansel W and Convey EM. 1983. Physiology of the estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, 57:404-424.

Jimenez-Krassel F, Winn ME, Burns D, Ireland JL and Ireland JJ. 2003. Evidence for a negative intrafollicular role for inhibin in regulation of estradiol production by granulosa cells. *Endocrinology*, 144:1876-1886.

Kaneko H, Nakanishi Y, Taya K, Kishi H, Watanabe G, Sasamoto S and Hasegawa Y. 1993. Evidence that inhibin is an important factor in the regulation of FSH secretion during the mid-luteal phase in cows. *J. Endocrinol.*, 136:35-41.

Kaneko H, Noguchi J, Kikuchi K, Todoroki J and Hasegawa Y. 2002. Alterations in peripheral concentrations of inhibin A in cattle studied using a time-resolved immunofluorometric assay: relationship with estradiol and follicle-stimulating hormone in various reproductive conditions. *Biol. Reprod.*, 67:38-45.

McMullen ML, Cho B-N, Yates CJ and Mayo KE. 2001. Gonadal pathologies in transgenic mice expressing the rat inhibin  $\alpha$ -subunit. *Endocrinology*, 142:5005-5014.

O'Shea T, Hillard MA, Anderson ST, Bindon BM, Findlay JK, Tsonis CG and Wilkins JF. 1994. Inhibin immunization for increasing ovulation rate and superovulation. *Theriogenology*, 41:3-17.

Ooe M, Rajamahendran R, Boediono A and Suzuki T. 1997. Ultrasound-guided follicle aspiration and IVF in dairy cows treated with FSH after removal of the dominant follicle at different stages of the estrous cycle. *J. Vet. Med. Sci.*, 59:371-376.

Quirk SM and Fortune JE. 1986. Plasma concentrations of gonadotropins, preovulatory follicular development and luteal function associated with

- bovine follicular fluid-induced delay of oestrus in heifers. *J. Reprod. Fertil.*, 76:609-621.
- Shi F, Ozawa M, Komura H, Yang P, Trewin AL, Hutz RJ, Watanabe G and Taya K. 1999. Secretion of ovarian inhibin and its physiologic roles in the regulation of follicle-stimulating hormone secretion during the estrous cycle of the female guinea pig. *Biol. Reprod.*, 60:78-84.
- Taponen J, Katila T and Rodriguez-Martinez H. 1999. Induction of ovulation with gonadotropin-releasing hormone during proestrus in cattle: influence on subsequent follicular growth and luteal function. *Anim. Reprod. Sci.*, 55:91-105.
- Taya K, Kaneko H, Watanabe G and Sasamoto S. 1991. Inhibin and secretion of FSH in oestrous cycles of cows and pigs. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 43:151-162.
- Turzillo AM and Fortune JE. 1990. Suppression of the secondary FSH surge with bovine follicular fluid is associated with delayed ovarian follicular development in heifers. *J. Reprod. Fertil.*, 89:643-653.
- Webb R, Gong JG and Bramley TA. 1994. Role of growth hormone and intrafollicular peptides in follicle development cattle. *Theriogenology*, 41: 25-30.
- Yamanouchi K, Hirasawa K, Hasegawa T, Ikeda A, Chang KT, Matsuyama S, Nishihara M, Miyazawa K, Sawasaki T, Tojo H, Tachi C and Takahashi M. 1997. Equine inhibin/activin beta A-subunit mRNA is expressed in the endometrial gland, but not in the trophoblast, during pregnancy. *Mol. Reprod. Dev.*, 47:363-369.
- Yamanouchi K, Yoshida S, Hasegawa T, Ikeda A, Chang KT, Matsuyama S, Nishihara M, Miyazawa K and Takahashi M. 1995. Molecular cloning of DNA for inhibin alpha-subunit from equine ovary. *J. Vet. Med. Sci.*, 57:905-909.
- 성환후, 민관식, 양병철, 노환국, 최선호, 임기순, 장유민, 박성재, 장원경. 2001. 한우 난소의 Follicular Fluid의 특징과 과립막 세포의 스테로이드호르몬 분비에 대한 Anti-Inhibin Serum의 첨가효과. *한국가축번식학회지*, 25:119-124.

---

(접수일: 2006. 11. 21 / 채택일: 2006. 12. 19)