

## 한우 공란우 과배란 처리 후 난소 주기 재개에 관한 연구

손준규\*, 최창용, 조상래, 연성흠, 최선호, 김남태, 정진우, 김성재, 정연섭, 복난희, 유용희, 손동수<sup>1</sup>  
농촌진흥청 국립축산과학원 가축유전자원시험장, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원 기술지원과

### Resumption of Ovarian Cyclicity after Superovulation Treatment to Donor Cow in Hanwoo

Jun-Kyu Son\*, Chang-Yong Choe, Sang-Rae Cho, Seong-Heum Yeon, Sun-Ho Choi, Nam-Tae Kim, Jin-Woo Jung, Sung-Jae Kim, Yeon-Sub Jung, Nan-Hee Bok, Yong-Hee You and Dong-Soo Son<sup>1</sup>

Animal Genetic Resources Station, National Institute of Animal Science, RDA, NamWon 590-832, Korea

<sup>1</sup>Technology Services Division, National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of abnormal ovarian cycles after superovulation treatment of Hanwoo donors. Thirty six, at random stages of the estrous cycle, received a CIDR. Four days later, the animals were superovulated with a total of 28AU FSH (Antorin, 2AU=1 ml) administered twice daily in constant doses over 4 days. On the 3th administration of FSH, CIDR was withdrawn and 25 mg PGF<sub>2</sub>α was administered. Cows were artificially inseminated twice after estrous detection at 12 hr intervals. The cows received 100 μg GnRH at the time of 1nd insemination. Embryos were recovered 7 or 8 days after the 1st insemination. The cows were considered to have resumed ovarian cyclicity on the day of ovulation if followed by regular ovarian cycles. 50.0 percentage of the cows (18/36) had normal resumption of ovarian cyclicity (resumption within 40 days after superovulation), and 50.0% (18/36) had delayed resumption(resumption did not occur until >40 days after superovulation). Delayed resumption Type II (first ovulation did not occur until ≥40 days after superovulation, i.e. delayed first ovulation 33.3%) were the most common types of delayed resumptions. The mean numbers of total ova from < 10 and 10 ≤ of corpora lutea (CL) was 7.3 and 13.9, respectively. The number of transferable embryos differed between < 10 and 10 ≤ CL was 4.2 and 5.1, respectively. 11.1 percentage of the cows (4/36) did not resumption their ovarian cyclicity until 60 days after superovulation treatment.

(Key words : Hanwoo donors, *in vivo* embryo, ovarian cyclicity, superovulation)

#### 서론

국내 한우 사육에 있어 능력 개량과 번식 효율의 증대는 생산성 향상과 경쟁력 있는 사육 기반 조성을 위하여 해결해야 할 중요한 과제이다. 최근 이용되고 있는 소의 수정란 이식 기술은 우리나라 축산 여건상 우수 종축의 기반 구축과 증식의 소요 기간을 단기화할 수 있는 동시에 우수한 종축의 유전 능력을 신속히 확대 보급할 수 있기 때문에 이러한 목표에 접근하는데 매우 적절한 방법으로 인식되고 있다. 수정란 이식은 우수 유전 형질을 보유하고 있는 암가축으로부터 다수의 수정란을 회수하여 다른 개체에 이식 후 자축을 생산함으로써 우수한 유전 형질을 가진 개체를 효과적으로 증식시킬 수 있고, 형질이 동일한 다수의 자축을 단시간 내에 생산이 가능하므로 가축의 능력 개량에 매우 유용하게 이용할 수 있다

(Christensen, 1991; Smith, 1984). 소의 수정란 이식에 있어 우수한 소의 생산을 통한 가축의 개량에 활용하고자 과배란 및 수정란이식(multiple ovulation and embryo transfer: MOTE) 기법이 이용되고 있다(손 등, 2000; Smith, 1988; Seidel, 1981). 1980년대 초 국내에 수정란이식 기술이 도입된 이래 수정란 이식 기술의 효율이 크게 향상되었으나, 산업적으로 이용함에 있어서는 아직 해결해야 할 문제점이 많이 남아 있다. 과배란 및 수정란 이식 기법의 성공적인 수행을 위해서는 우수한 공란우를 선정하여 과배란 처리에 의해 양질의 수정란을 많이 회수하는 것이 무엇보다 중요하다.

수정란이식 기술의 중요한 요인은 우선 유전적으로 능력이 우수한 공란우로부터 이식 가능한 정상 수정란을 많이 생산하는 것인데, 과배란 처리에 대한 난소 반응은 개체에 따라 투여 호르몬에 대한 차이가 크며, 수정란 생산에 영향을 미치

\* Correspondence : E-mail : junkyuson@korea.kr

는 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하기 때문에 정상 수정란 생산의 안정적인 체계는 거의 개선되지 못하고 있는 실정이다(Armstrong, 1993). 과배란 처리에 영향을 미치는 요인은 공란우 개체에 따른 난소 반응의 차이(Shea 등, 1984), 성선자극 호르몬의 종류(Staigmiller 등, 1992; Goulding 등, 1991; Elsdon 등, 1978), 호르몬 투여량(Pawlyshyn 등, 1986; Donaldson, 1984), 과배란 처리 방법(임 등, 1998; Yamamoto 등, 1994; Takedomi 등, 1992), 공란우의 연령(Hasler 등, 1981, Donaldson, 1984), 번식 경력(Isogai 등, 1993), 반복 과배란 처리(Almeida, 1987; Warfeld 등, 1986; Donoidson과 Perry, 1983), 계절(Bastidas와 Randel, 1987; Shea 등, 1984) 등이 관계된다고 하였다. 국내에서도 소에서 과배란 처리에 대한 보고(손 등, 2006; 임 등, 1998; 김 등, 1997; 손 등, 1997; 양, 1994)가 되고 있다.

기존의 과배란 처리 방법에서는 발정 주기의 황체기(발정 후 8~13일)에 성선자극 호르몬의 투여가 필수적이었으며, 공란우의 발정 관찰이 요구되었다. 그러나 최근에는 발정 주기에 구애받지 않고 임의의 시기에 progesterone(P<sub>4</sub>) 방출 기구를 자궁 내 삽입하고 성선자극 호르몬으로 과배란 처리를 하는 방법으로도 기존의 과배란 처리 방법과 유사한 수정란 생산 성적을 나타내고 있다(Andrade 등, 2003). 이러한 새로운 과배란 처리 방법이 우수 수정란 생산 사업에 활용시에는 짧은 기간 내 능력이 우수한 공란우의 활용을 극대화 시키므로서 수정란의 생산 비용을 낮출 수 있을 것이다(손 등, 2005).

우수 공란우로부터 다량의 수정란을 생산하기 위하여 다배란 처리의 반복 수행이 불가피하므로 효과적인 반복처리 또한 중요한 요인이 되고 있다. 호르몬 반복처리에서 난소 반응이 저하됨이 보고되고 있으며(이 등, 1987; 정 등, 1983), Almeida(1987)는 과배란 처리의 반복으로 혈청 내 성선자극 호르몬에 대한 항체가 생성되기 때문에 과배란 처리의 반복에 따라 난소 반응이 감소하는 경향이 있다고 보고하였다. 그러나 Donaldson과 Perry(1983)는 과배란 처리를 10회까지 반복하여도 이식 가능 수정란 수에 차이가 없다고 보고하였으며, 과배란의 반복 처리에서 차이가 없다는 보고도 있다(양, 1994; 양 등, 1988; Moor 등, 1984).

이식 가능 수정란을 안정적으로 다수 생산하는 것은 수정란 이식 기술의 실용화를 위한 가장 기초적이며, 매우 중요한 과제라 할 수 있다. 따라서 본 연구는 국립축산과학원 가축 유전자원시험장에서 실시한 성적 자료를 분석하여 한우의 효율적인 수정란 생산체계를 정립하고자 과배란 처리 후 난소 주기 재개를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시우

본 연구의 자료는 국립축산과학원 가축유전자원시험장에

서 보유하고 있는 형질이 우수한 엘리트 암소로 선발된 한우 경산우 36두를 공시하였다.

### 2. 공란우 과배란 처리 및 인공수정

시험군은 공란우의 발정 주기와 관계없이 progesterone releasing intravaginal device(CIDR-plus, InterAg, New Zealand)를 질내 삽입하고 4일째부터 FSH(Antorin, 2AU=1 ml, Kawasaki Mitaka, Japan)를 4일에 걸쳐 28AU 근육주사하였으며, CIDR 삽입 후 7일째 PGF<sub>2</sub>α(Lutalyse™, Phamacia Co., Belgium)를 오전 25 mg, 오후 15 mg을 12시간 간격으로 근육 주사하였으며, CIDR를 제거하였다. 인공수정은 PGF<sub>2</sub>α 주사 후 48시간 전후 발정을 확인하고 12시간 간격으로 정액 2스트로우씩 2회 실시하였으며, 1차 인공수정 후 100 μg Gonadolein (GnRH, Fertagyl®, Intervet, Holland)를 근육주사하였다.

### 3. 수정란 회수, 평가 및 초음파 검사

인공 수정 후 7일째에 수정란을 회수하였으며, 회수를 위한 관류액은 Embryo Collection Medium(Agtech, Biolife™, USA)를 이용하여 비외과적인 방법으로 회수하였다. 회수된 수정란은 Manual of the International Embryo Transfer Society (Stringfellow와 Seidel, 1998)의 기준에 따라 code 1(excellent or good)과 code 2(fair)로 평가된 수정란은 이식가능 수정란, code 3 (poor)과 code 4(dead or degenerating)로 평가된 수정란은 이식 불가능 수정란으로 구분하였으며, 과배란 처리한 공란우의 황체수를 파악하기 위한 난소 초음파(Sonoace 600 with a 5.0 MHz linear array transducer; Medison Co., Led., Seoul, Korea) 검사를 실시하였다.

### 4. 채혈 및 호르몬 분석

호르몬 분석을 위해 한우 공란우 36두를 공시하여 CIDR 삽입하는 날부터 일주일에 2회, 수정 후 100일까지 채혈하여 호르몬을 분석하였다. 채혈 방법은 오전 10~11시 사이 heparin 처리된 15 ml vacutainer를 사용하여 경정맥에서 약 10 ml를 채혈하여 곧바로 실험실로 운반하였고, 3시간 이내에 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 후 혈청을 분리하여 분석시까지 냉동 보존(-20℃)하였다. 혈중 P<sub>4</sub> 농도는 의료용 면역흡광측정장치(Immulite 1000, DPC CIRRUSS, Inc, USA)를 이용하여 측정하였다.

### 5. 다양한 난소 주기형의 정의 및 번식지표별 계산법

적어도 2번의 연속적으로 채혈된 혈액에서 P<sub>4</sub> 수준이 ≥ 1 ng/ml일 경우에 황체활성을 가지고 있다고 간주하였다. 배란은 P<sub>4</sub> 수준이 ≥ 1 ng/ml로 증가되기 5일전에 일어난 것으로 분류하였다(Shrestha 등, 2004). 난소 주기의 재개는 약 2주의 황체기와 약 1주의 난포기를 보여주는 정상적인 주기가 따르

면 배란으로 정의하였다. P<sub>4</sub> 수준 변화 특성에 따라 분류하였다(Table 1).

6. 통계 분석

한우 공란우 과배란 처리 후 난소 주기 재개와 관련한 유의성 분석은 SAS program의 Chi-square를 이용하였고, p<0.05 이하의 경우 유의한 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

공란우 36두 중 황체수가 10 이하와 10 이상인 공란우의 과배란 처리하여 수정란을 회수한 결과는 Table 2와 같다. 10 이하와 10 이상인 공란우의 총 회수된 난자 수는 각각 7.3개와 13.9개였으며, 이식가능 수정란 수는 황체수가 10 이하인 경우 4.2개, 10 이상인 경우 5.1개로 나타났다. Greve 등(1983)은 다배란 처리시 황체수가 9개, 총 회수란 수가 7개, 이식 가능 수정란수가 4개 정도라고 보고하였고, 양(1994)은 한우에 있어서 황체수가 10개, 총 회수란 수는 7개, 이식 가능 수정란 수는 4개라고 보고한 것보다는 본 연구에서 다소 많은 황체수를 나타냈다. 이는 과배란 처리 방법에 의한 차이이지만 전체적으로는 유사한 결과를 보였다.

Fig. 1에 분만 후 난소 주기 재개의 몇 가지 형을 P<sub>4</sub> 수준 변화로 나타내었다. 총 36두의 공란우 중 18두(50.0%)만이 정상적인 난소 주기 재개를 보였으며, 나머지 공란우(50.0%)들은 난소 주기 재개의 지연을 보여주었다(Fig. 2). 후자의 공란우에서 2두(5.6%)는 황체기의 연장을 보여주는 난소 주기 재개 지연 I형, 12두(33.3%)는 과배란 처리 후 배란이 지연되는 난소 주기 재개 지연 II형, 4두(11.1%)는 난소 주기가 없어지는 난소 주기의 재개 지연 III형이었다. 약 50%의 공란우가 과배란 처리 후 난소 주기의 재개가 지연됨을 보여주었다. 공란우 과배란 처리 후 그 지연의 정도에 대한 보고는 되어 있지 않지만, 젖소가 분만 후 지연의 사례를 보고한 초기 연구 결

과(Opsomer 등, 1998; Lamming과 Darwash, 1998)보다는 더 심했으나, 최근의 Shrestha 등(2004a)의 연구 결과보다는 적었다. 하지만 젖소의 분만 후 황체기가 연장되는 난소 주기의 재개 지연 I형(Delayed resumption Type I)의 발생이 심화되는 반면, 공란우 과배란 처리 후에는 황체기가 연장되는 난소 주기의 재개 지연 I형(Delayed resumption Type I)의 발생은 적었다. 과배란 처리 후 첫 배란이 지연되는 난소 주기의 재개 지연 II형(Delayed resumption Type II)은 기존 보고의 결과와 비슷한 수준이었다. 본 연구와 다른 연구(Opsomer 등, 1998; Shrestha 등, 2004a)에서는 난소 주기가 정지하는 난소 주기의 재개 지연 III형(Delayed resumption Type III)의 발생률이 5% 이하에 불과하지만 Lamming과 Darwash(1998)은 10% 이상으로 빈도가 높다는 보고와는 비슷하였다. 난소 주기 재개의 이상률이 높은 Shrestha 등(2004a)의 연구는 고능력우만을 대상으로 연구한 결과이다. Shrestha 등(2004b)은 황체기의 연장을 보여주는 난소 주기의 재개 지연 I형의 개체는 자궁 오염과 자궁 회복 지연과 같은 비정상적인 자궁 환경과 관련이 있음을 지적하였고, 자궁의 오염을 가진 개체들은 더 낮은 수태율을 보여준다(Opsomer 등, 1998; Opsomer 등, 2000). 그러므로 자궁 오염에 의해 황체기가 연장되어지는 이상이 발생하고, 그로 인해 수태율이 저하되었다고 사료된다.

총 36두의 공란우 중 6두(16.7%)는 분만 후 20일 이내에 난소 주기가 재개되었지만, 4두(11.1%)는 분만 후 60일까지도

Table 2. Effect of number of corpora lutea (CL) on embryo production

No. CL	Cows (n)	Embryo yield	
		No. total ova	No. transferable embryos
< 10	17	7.3±1.4	4.2±1.1
≥ 10	19	13.9±2.2	5.1±2.7

Table 1. Defining of different types of resumption of ovarian cycles after superovulation treatment in Hanwoo donors using P<sub>4</sub> levels

Type of resumption of ovarian cyclicity	Definition
Normal resumption of ovarian cyclicity	Ovulation occurred ≤ 40 days after superovulation, followed by regular ovarian cycles
Delayed resumption of ovarian cyclicity	Ovulation followed by regular ovarian cycles did not occur until > 40 days after superovulation treatment
Delayed resumption Type I	One or more ovarian cycles with luteal activity > 20 days (prolonged luteal phase)
Delayed resumption Type II	First ovulation did not occur until > 40 days after superovulation treatment (delayed first ovulation)
Delayed resumption Type III	Absence of luteal activity for at least 14 days between the first and second luteal phase (cessation of cyclicity)

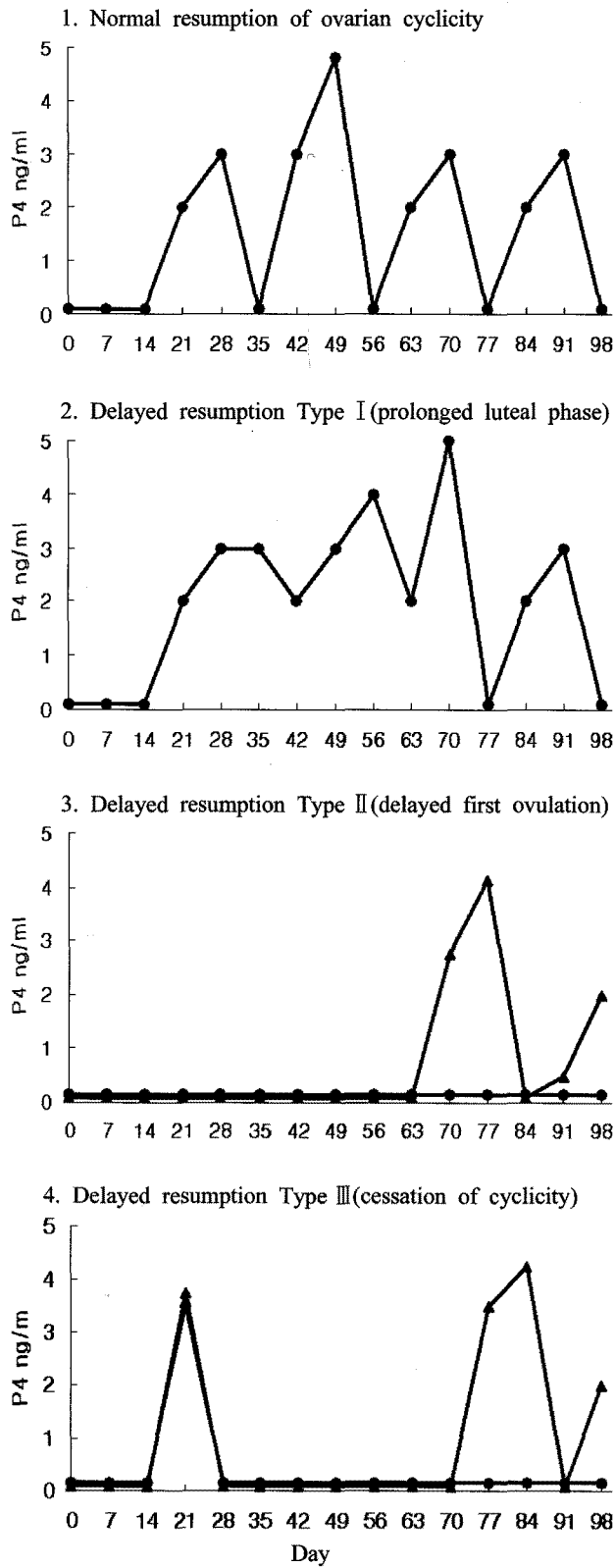


Fig. 1. Different types of resumption of ovarian cyclicity after superovulation treatment in Hanwoo donors with representative progesterone profiles in Hanwoo.

난소 주기가 재개되지 않았다. 단지 50.0%와 22.2%의 공란우가 과배란 처리 후 21과 40일 사이 및 41일에서 60일 사이에 난소 주기가 각각 재개되었다(Fig. 3). 국내에서 사육되는 젖소군에서도 분만 후 비정상적인 난소 주기를 가진 개체의 발생 빈도가 높고 특히 황체 기간 연장과 무 배란이 난소 주기 이상의 대표적 형태이다. 아직 많은 연구가 이루어지지 않았지만 공란우의 과배란 처리 후 비정상적인 난소 주기를 가진 개체의 발생 빈도도 높아질 수 있었으며, 기전과 요인에 대해서 명확하지 않지만, 이러한 난소 주기의 이상에 의해 난자 회수율 및 이식 가능 수정란 수의 저하가 초래할 것으로 생각된다. 과배란 처리 방법의 다각적인 연구와 적절한 영양 관리에 의해 난소 주기 이상의 발생을 예방하여 공란우의 활용 가치를 높인다면 우수한 한우 수정란의 생산에 효과적으로 이용될 것이며, 수정란 이식 기술의 향상을 가져올 것으로 사료된다.

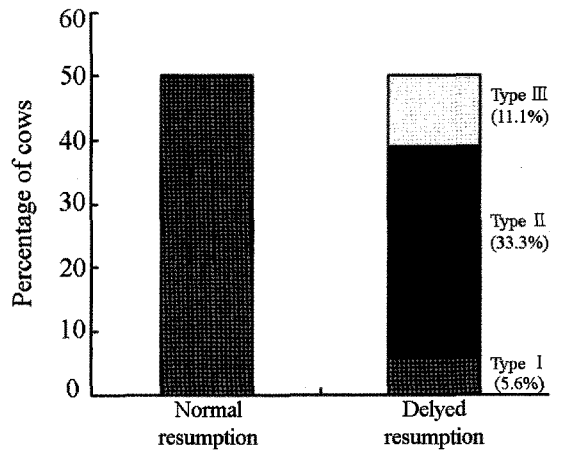


Fig. 2. Normal and delayed (with different type) resumption of ovarian cyclicity after superovulation treatment in Hanwoo.

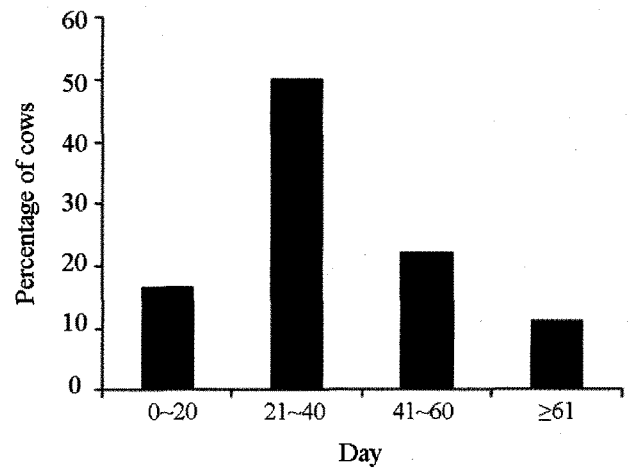


Fig. 3. Percentage of cows that resumed ovarian cyclicity after superovulation treatment in Hanwoo.

## 결론

본 연구는 한우 공란우의 과배란 처리 후 난소 주기 재개 이상이 미치는 영향을 구명하기 위해 수행하였다. 한우 36두에 대하여 발정 주기에 관계없이 CIDR를 질 내에 삽입 후 4일째부터 성선자극 호르몬(안토린) 28AU를 4일간 12시간 간격으로 근육주사하였다. 투여 3일째 CIDR를 제거하였으며, 동시에 PGF<sub>2a</sub> 25 mg을 근육 주사하여 과배란을 유지하였다. 공란우의 인공수정은 PGF<sub>2a</sub> 투여 후 발정을 확인하고 12시간 간격으로 2회 인공수정하였으며, 1회 인공수정 전 GnRH 100 µg을 근육 주사하였다. 수정란 회수는 1차 인공수정 후 7~8일째에 비외과적 방법으로 채란하였다. 정상적인 난소 주기가 진행이 되면 배란된 날에 난소 주기가 재개된 것으로 간주하였다. 공시우의 50.0%(18/36)가 정상적인 난소 주기의 재개를 하였고, 50.0%(18/36)의 소에서 난소 주기의 재개가 지연되었다. 과배란 처리 후 40일 이전에 첫 배란이 나타나지 않는 난소 주기의 재개 지연 II형(12두, 33.3%)이 난소 주기 재개 지연의 일반적인 형태였다. 공란우 36두 중 황체수가 10 이하와 10이상인 공란우의 과배란 처리하여 수정란을 회수한 결과, 10 이하와 10 이상인 공란우의 총 회수된 난자 수는 각각 7.3개와 13.9개였으며, 이식가능 수정란 수는 황체수가 10 이하인 경우 4.2개, 10 이상인 경우 5.1개로 나타났다. 공시우의 11.1%(4/36)는 과배란 처리 후 60일이 경과되어도 난소 주기가 재개되지 않았다.

## 참고문헌

- Almeida AP. 1987. Superovulatory response in dairy cows repeatedly treated with PMSG. *Theriogenology* 27:205.
- Andrade JC, Oliveira MA, Lima PF, Guido SI, Bartolomeu CC, Tenorio Filho F, Pina VM, Iunes-Souza TC, Paula NR and Freitas JC. 2003. The use of steroid hormones in superovulation of Nelore donors at different stages of estrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 77:117-125.
- Armstrong DT. 1993. Recent advances in superovulation of cattle. *Theriogenology* 28:531-540.
- Bastidas P and Randel RD. 1987. Seasonal effects on embryo transfer results in Brahman cows. *Theriogenology* 28:531-540.
- Christensen LG. 1991. Use of embryo transfer in future cattle breeding schemes. *Theriogenology* 35:141-149.
- Donaldson LE and Perry B. 1983. Embryo production by repeated superovulation of commercial donor cows. *Theriogenology* 20:163-168.
- Donaldson LE. 1984. Effect of age of donor cows on embryo production. *Theriogenology* 21:963-967.
- Elsden RP, Nelson LD and Seidel GE, Jr. 1978. Superovulating cows with follicle stimulating hormone and pregnant mare's serum gonadotrophin. *Theriogenology* 9:17-26.
- Goulding D, Williams DH, Roche JF and Boland MP. 1991. Superovulation in heifers using pregnant mare's serum gonadotropin or follicle stimulating hormone during the mid luteal stage of the estrus cycle. *Theriogenology* 36:949-958.
- Greve T, Callesen H and Hyttel P. 1983. Endocrine profiles and egg quality in the superovulated cow. *Nord. Vet. Med.* 35:408-421.
- Hasler JF, Brooke GP and McCauley AD. 1981. The relationship between age and response to superovulation in Holstein cows and heifers. *Theriogenology* 15:109.
- Isogai T, Shimohira I and Kimura K. 1993. Factors affecting embryo production following repeated superovulation treatment in Holstein donors. *J Reprod. Dev.* 39:79-84.
- Lamming GE and Darwash AO. 1998. The use of milk progesterone profiles to characterize components of subfertility in milked dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 52:175-190.
- Moor RM, Kruip Th AM and Green D. 1984. Intraovarian control of folliculogenesis: Limits to superovulation. *Theriogenology* 21:103-116.
- Opsomer G, Coryn M and Kruif A. 1998. An analysis of ovarian dysfunction in high yielding dairy cows after calving based on progesterone profiles. *Reprod. Dom. Anim.* 33:193-204.
- Opsomer G, Grohn YT, Hertl J, Coryn M, Deluyker H and Kruif A. 2000. Risk factors for postpartum ovarian dysfunctions in high producing dairy cows in Belgium: A field study. *Theriogenology* 53:841-857.
- Pawlyshyn V, Lindsell CE, Braithwaite M and Mapletoft RJ. 1986. Superovulation of beef cows with FSH-P: A dose-response trial. *Theriogenology* 25:179.
- Seidel GE. 1981. Superovulation and embryo transfer in cattle. *Science* 211:351-358.
- Shea BF, Janzen RE and McDermand DP. 1984. Seasonal variation in response to stimulation and related embryo transfer procedures in Alberta over a nine year period. *Theriogenology* 21:186-195.
- Shrestha HK, Nakao T, Higaki T, Suzuki T and Akita M. 2004a. Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows. *Theriogenology* 61:637-649.
- Shrestha HK, Nakao T, Suzuki T, Higaki T and Akita M. 2004b. Effects of abnormal ovarian cycles during pre-service pe-

- riod postpartum on subsequent reproductive performance of high-producing Holstein cows. *Theriogenology* 61:1559-1571.
- Smith C. 1984. Application of embryo transfer in animal breeding. *Theriogenology* 29:203-212.
- Smith C. 1984. Genetic improvement of livestock, using nucleus breeding units. *World Animal Review* 65:2-10.
- Staigmiller RB, Bellows RA, Anderson GB, Seidel GE, Foot WD, Menino AR and Wright RW. 1992. Superovulation of cattle with equine pituitary extract and porcine FSH. *Theriogenology* 37:1091-1099.
- Stringfellow DA and Seidel SM. 1998. *Manual of the International Embryo Transfer Society*. 3rd ed., International Embryo Transfer Society Inc., Illinois, pp. 165-170.
- Takedomi T, Aogagi Y, Konish M, Kishi H, Taya K, Watanabe G and Sasamoto S. 1992. Superovulation in Holstein heifers by a single injection of porcine FSH dissolved in polyvinylpyrrolidone. *Theriogenology* 39:327.
- Warfield SJ, Seidel GE Jr and Eldsen RP. 1986. A comparison of two FSH regimens for superovulating cows and heifers. *Theriogenology* 25:213.
- Yamamoto M, Ooe M, Kawaguchi M and Suzuki T. 1994. Superovulation in the cow with a single intramuscular injection of FSH dissolved in polyvinylpyrrolidone. *Theriogenology* 41:747-755.
- 김홍률, 김덕임, 원석, 김창근, 정영채, 이규승, 서길용. 1997. 한우에서 FSH-P와 SUPER-OV에 의한 체내 수정란 생산에 관한 연구. I. 다배란 처리 조건에 따른 체내수정란 생산에 영향을 미치는 요인. *한국수정란이식학회지* 12:37-48.
- 손동수, 김일화, 류일선, 연성흙, 서국현, 이동원, 최선호, 박수봉, 이충섭, 최유림, 안병석, 김준식. 2000. 젖소 MOET Scheme의 추진을 위한 수정란 생산과 이식. *한국수정란이식학회지* 15:57-65.
- 손동수, 김일화, 이호준, 서국현, 이동원, 류일선, 이광원, 전기준, 손삼규, 최상용. 1997. 한우수정란의 동결보존 및 쌍자 생산에 관한 연구. I. 동결수정란의 이식과 자우생산. *한국수정란이식학회지* 12:75-90.
- 손동수, 최창용, 한만희, 최선호, 조상래, 김현중, 김영근, 김일화. 2005. CIDR를 이용한 한우 공란우의 과배란 처리 간격이 회수 난자의 성상에 미치는 영향. 제45회 발생공학국 제신포럼 및 학술대회 초록집. pp. 95.
- 손동수, 한만희, 최창용, 최선호, 조상래, 김현중, 류일선, 최성복, 이승수, 김영근, 김삼기, 김상희, 신권희, 김일화. 2006. 우수 한우의 수정란 생산 및 이식. *한국수정란이식학회지* 21:147-156.
- 양보석, 오성중, 유승환, 김희석, 정연후, 이근상. 1988. 한우에 있어서 다배란의 반복처리 및 동결수정란 이식에 관한 연구. *한국수정란이식연구회지* 3:38-42.
- 양보석. 1994. 체내 및 체외 소 수정란의 임신율에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
- 이정호, 서태광, 박항균. 1987. 공란유우의 과배란 반응에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *한국수정란이식연구회지* 2(1):27-32.
- 임석기, 우제석, 전기준, 장선식, 강수원, 윤상기, 손동수. 1998. 한우에 있어서 PEG에 용해시킨 Folltropin-V의 1회 피하주사에 의한 다배란 유기. *한국수정란이식학회지* 13:207-212.
- 정길생, 박흥대, 노환철, Richard A. Carmichael. 1983. 수정란 이식에 의한 우의 쌍태 유기에 관한 연구. II. 다배란 처리의 반복이 난소 반응과 수정란의 발달에 미치는 영향. *한국축산학회지* 25(4):267-271.

---

(접수: 2010. 8. 13 / 심사: 2010. 8. 19 / 채택: 2010. 8. 26)