

우수 한우의 수정란 생산 및 이식

손동수^{*} · 한만희¹ · 최창용 · 최선호 · 조상래 · 김현중 · 류일선¹ · 최성복¹ · 이승수 · 김영근 ·
김삼기² · 김상희³ · 신권희⁴ · 김일화⁵
농촌진흥청 축산연구소 가축유전자원시험장

Embryo Production in Superior Hanwoo Donors and Embryo Transfer

D. S. Son[†], M. H. Han¹, C. Y. Choe, S. H. Choi, S. R. Cho, H. J. Kim, I. S. Ryu¹,
S. B. Choi¹, S. S. Lee, Y. K. Kim, S. K. Kim³, S. H. Kim³, K. H. Shin⁴ and I. H. Kim⁵

Animal Genetic Resources Station, National Livestock Research Institute, RDA

SUMMARY

The objective of this study was to supply excellent genetic resources to livestock farms by transferring embryos produced by genetically superior Korean cows (Hanwoo). Eighty Hanwoo donors were superovulated with gonadotropin (Folltrpin[®] or Antorin[®]) for 4 days combined with or without progesterone releasing intravaginal device (CIDR) insertion. The collected fresh or frozen-thawed embryos were transferred to 226 farm recipients. In this study, the effect of CIDR insertion in combination with gonadotropin (Folltrpin[®]) treatments initiated at the random stage of estrous cycle on embryo production was evaluated and compared to conventional superovulation protocol. Moreover, the effect of gonadotropin (Antorin[®]) dose in CIDR-treated Hanwoo donors on the embryo yield was determined. In addition, the effects of embryos (fresh vs. frozen-thawed), embryo transfer person, seasons and farms on the pregnancy rate were evaluated. In Hanwoo donors, CIDR insertion in combination with Folltrpin[®] treatments regardless of estrous detection resulted in increased numbers of total ova (6.5 vs. 5.8) and transferable embryos (3.9 vs. 3.2) compared to the conventional superovulation protocol ($p < 0.01$). In CIDR-treated Hanwoo donors, the higher dose of Antorin[®] (36 vs. 28 mg) resulted in the increased number of transferable embryos (8.3 vs. 5.4, $p < 0.05$). The embryos (fresh 43.9% vs. frozen-thawed 23.1%) and embryo transfer person (53.9 vs. 0~16.7%) significantly affected the pregnancy rate after embryo transfer ($p < 0.01$). These results suggest that CIDR-based superovulation protocol may be effectively used for production of superior Hanwoo embryos and, multiple ovulation and embryo transfer in Hanwoo might be effectively applied for livestock improvement if pregnancy rate with frozen-thawed embryos and embryo transfer skill would

¹ 농촌진흥청 축산연구소 축산기술지원과(Technology Application Division, RDA)

² 금암가축인공수정소(Keumam Livestock Artificial Insemination Center)

³ 농민가축인공수정소(Nongmin Livestock Artificial Insemination Center)

⁴ 은진가축인공수정소(Eunjin Livestock Artificial Insemination Center)

⁵ 충북대학교 수의과대학(College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University)

^{*} Correspondence : E-mail: sonds@rda.go.kr

be improved.

(Key words : superior Hanwoo, CIDR, embryo production, embryo transfer, pregnancy rate)

서 론

국내 한우 사육에 있어 능력 개량과 번식 효율의 증대는 생산성 향상과 경쟁력 있는 사육 기반 조성을 위하여 해결해야 할 중요한 과제이다. 이를 위한 효율적 방안의 하나는 수정란 이식 기술을 이용하는 것이다. 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 단시간내에 생산이 가능하므로 가축의 능력 개량에 매우 유용하게 이용할 수 있다(Christensen, 1991; Smith, 1984). 소의 수정란 이식에 있어 elite cows의 생산을 통한 가축의 개량에 활용하고자 다배란 및 수정란 이식(multiple ovulation and embryo transfer: MOET) 기법이 이용되고 있다(손 등, 2000; Smith, 1988; Lohuis, 1997; Seidel, 1981). MOET 기법의 성공적인 수행을 위해서는 우수한 공란우를 선정하여 과배란 처리에 의해 양질의 수정란을 많이 회수하고, 발정이 동기화된 수란우에 이식하여 높은 수태율을 얻는 것이 중요하다.

수정란 회수에 영향을 주는 요인들은 매우 많으며, 그 중에서 과배란을 유기하기 위해 투여하는 성선 자극 호르몬의 종류(Boland 등, 1991), 투여량(Lerner 등, 1986), 투여 방법(Donaldson, 1984) 및 발정 주기중 투여 시기(Bellows 등, 1991) 등이 중요한 역할을 한다. 한편, 기존의 과배란 처리 방법에서는 발정 주기의 황체기(발정 후 8~13일)에 성선 자극 호르몬을 투여가 필수적이었으며 따라서 공란우의 발정 관찰이 요구되었다. 그러나 최근에는 발정 주기에 구애받지 않고 임의의 시기에 progesterone 방출 기구를 자궁내 삽입하고 성선 자극 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 기간내 능력이 우수한 공란

우의 활용을 극대화시키므로써 수정란의 생산 비용을 낮출 수 있을 것이다(손 등, 2005).

MOET를 이용한 가축의 개량 사업을 위해서는 생산된 우수 수정란의 수태율을 높이는 것이 매우 중요하다. 소의 수정란 이식 후 수태율에 미치는 영향으로는 수정란의 정상(Heyman, 1985), 시술 기관(Hasler, 2001), 이식 계절(Bastidas과 Randel, 1987), 수란우 사육 환경(Thibier와 Nibart, 1992), 발정 동기화 방법(King 등, 1986) 등의 많은 요인들이 관계가 있는 것으로 보고되었다.

본 연구에서는 공란우에서 임의의 발정 시기에 CIDR를 자궁내 삽입 후 과배란 처리를 개시하였을 때와 기존의 발정 관찰 후의 과배란 처리 방법과의 수정란 생산 성적의 비교와 CIDR 처리한 공란우에서 성선 자극 호르몬의 용량이 수정란 생산에 미치는 영향에 대하여 검토함으로써 우수한 한우의 수정란 생산 효율 증대 방안을 모색하였다. 또한 생산된 우수 수정란을 농가의 소에 이식함으로써 엘리트 암소를 보유하지 못한 농가에 우수한 유전 자원을 확산시켜 한우 번식우의 기반 조성에 기여함과 동시에 수정란 이식 후 수태율에 영향을 주는 요인과 이식 후 태어난 송아지의 특성에 대해서도 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시축

본 연구는 2002~2005년(4년) 동안 실시되었다. 공란우는 축산연구소 가축유전자원시험장 및 농가의 보유축 중에서 형질이 우수한 엘리트 암소로 선발된 한우 경산우 80두를 공시하였다.

수란우는 한우 번식 농가에서 사육중인 소로서 직장 검사에 의해 건강한 생식기를 갖고 있는 한우를 선발하여 호흡기 질환 혼합 백신(소 전염성 비기관염+소 바이러스성 설사병+파라인플루엔자 3) 및 아까바네병 등의 예방 접종을 실시한 후 226두를 본 시험에 공하였다.

2. 공란우의 과배란 처리 및 인공 수정

2002년에서 2003년까지 발정 주기 중 황체기에 성선 자극 호르몬을 투여하는 기존의 과배란 처리 방법과 임의의 발정 주기에 CIDR를 자궁내 삽입 후 성선 자극 호르몬의 투여로 과배란 처리를 하는 방법에 따른 수정란 생산 성적을 비교하였다. 기존의 과배란 처리 방법에서는 발정 관찰 후 공란우의 발정 주기 9~13일째부터 FSH(Folltropin[®]-V, Vetrepharm, Canada) 400 mg을 80/80, 60/60, 40/40 및 20/20 mg씩 나누어 12시간 간격으로 4일간의 감량법으로 근육 주사하였으며(Conventional group, n=16), 대조군으로 간주하였다. 시험군은 공란우의 발정 주기와 관계없이 progesterone releasing intravaginal device(CIDR-plus, InterAg, New Zealand)를 질내 삽입하고 5일째부터 Folltropin[®]-V 400 mg을 50 mg씩 균등하게 나누어 4일간 12시간 간격의 동량법으로 근육 주사하였으며, Folltropin[®]-V 투여 5회째와 6회째에 각각 PGF₂α 제제인 dinoprost(Lutalyse[™], Pharmacia & Upjohn, Belgium) 25 mg과 15 mg을 근육 주사하였다. Folltropin[®]-V 투여 7회째에 CIDR를 제거하였다. 인공 수정은 PGF₂α 주사 후 48시간 전후에 발정을 확인하고 12시간 간격으로 정액 2스트로씩을 3회 실시하였으며, 1차 인공 수정 후 100 μg Gonadolein (GnRH, Fertagyl[®], Intervet, Holland)를 근육 주사하였다(CIDR group, n=19).

2004년에서 2005년까지 공란우의 임의의 발정 주기에 CIDR를 자궁내 삽입 후 과배란 처리를 위한 성선 자극 호르몬의 투여 용량에 따른 수정란 성적을 비교하였다. 즉, 공란우의 발정 주기와 관계없이 CIDR를 질내 삽입하고 4~6일째부터 FSH (Antorin[®]R10, Kawasaki, Japan) 28 mg을 5/5, 4/4, 3/3 및 2/2 mg씩 나누어 4일간 12시간 간격의 감량법(28 mg group, n=27) 또는 Antorin[®]R10 36 mg을 6/6, 5/5, 3/3 및 2/2 mg씩 나누어 4일간 12시간 간격의 감량법(36 mg group, n=18)으로 근육 주사하였고, Antorin[®]R10투여 5회째와 6회째에 dinoprost 25 mg과 15 mg을 각각 근육 주사하였으며, Antorin[®]R10투여 7회째에 CIDR를 제거하였다. Antorin[®]R10 최종 투여 후 12시간 전후에 발정을 확인하고 Gonadorelin 200 μg을 근육 주사하였으며,

22시간과 34시간에 각각 2스트로씩 2회 인공 수정을 실시하였다.

3. 수정란 회수 및 검사

공란우를 인공 수정 후 6~8일에 2% lidocaine (리도카인[®], 제일제약) 5 ml로 경막의 마취 후 fetal bovine serum(FBS, Gibco)가 2% 또는 polyvinyl alcohol(PVA, Sigma)가 0.1% 첨가된 Dulbecco's phosphate-buffered salines(D-PBS, Gibco)으로 자궁을 관류하여 수정란을 채란하고, 14~84배율의 실체 현미경(Olympus, Japan)하에서 수정란을 회수하였다.

회수된 수정란은 Manual of the International Embryo Transfer Society(Stringfellow과 Seidel, 1998)의 기준에 따라 code 1(excellent or good)과 code 2(fair)로 평가된 수정란은 이식 가능 수정란, code 3(poor)과 code 4(dead or degenerating)로 평가된 수정란은 이식 불가능 수정란으로 구분하였다.

4. 수정란의 동결 및 융해

회수된 수정란은 1.8M ethylene glycol이 함유되어 있는 동결 배지(IFP, Peptide Co., Japan)에서 10분간 평형후 0.25 ml 스트로에 장착하였다. 수정란의 동결은 프로그램 자동 동결기(CL863, Cryogenic, Australia)를 이용하였으며, 실온(18℃)에서 -7℃까지 분당 -1℃씩 하강시키고, -7℃에서 10분간 정지하면서 식빙하고 -33℃까지는 분당 -0.3℃씩 하강시켜 최종 액체 질소에 침지하여 동결하였다.

동결 수정란의 융해는 스트로를 액체 질소에서 꺼내어 공기중에 약 10초간 노출시킨 후 37℃의 향온 수조에서 20초간 융해하였다.

5. 수란우의 발정 동기화

본 시험에 공시된 수란우는 수정란과 발정 주기가 동기화된 자연 발정우나 CIDR를 질내 7일간 삽입하고 제거하는 당일 PGF₂α 25 mg을 투여하는 방법(CIDR+PG법) 또는 Gonadorelin 100 ug을 투여하고 7일후 PGF₂α 25 mg을 투여한 후 2일후에 GnRH 100 ug을 투여하는 방법(Ovsynch 법)으로 발정을 동기화하였다.

6. 수정란 이식

결과 및 고찰

수란우는 발정 발현 6~8일에 직장 검사를 통하여 뚜렷한 황체가 있는 개체를 선발하고 2% lidocaine 5 ml로 경막의 마취를 실시한 후 황체가 있는 자궁각에 이식하였다. 수정란 이식은 11개 농가 (KMK, KHK, KHH, STK, LJI, JJH, CBM, CBJ, HDS, HGH, PJG)에서 이식되었으며, 농가의 인근 지역에서 수정란 이식을 실시하는 4명의 시술자 (A, B, C, D)에 의해 이식되었다.

7. 임신 진단

수정란 이식 후 2~3개월에 직장 검사법에 의하여 임신 여부를 최종 확정하였다.

8. 임신 기간 및 송아지 체중 조사

임신 기간은 수정란 이식일부터 분만일까지를 계산하였으며, 분만된 송아지의 생시 체중과 이우 시 체중을 조사하고 일당 증체량을 산출하였다.

9. 통계 처리

본 연구의 자료에 대한 통계 분석은 SAS program(SAS, 1999)을 이용하여 실시하였다. 과배란 처리 방법 및 성선 자극 호르몬의 용량에 대한 수정란의 회수 성적의 비교는 student's *t*-test를 사용하였으며, 수태율에 대한 수정란의 상태, 이식 시술자, 이식 계절, 농가 및 발정 동기화 방법의 효과에 대한 비교는 Chi-square test 또는 Fisher's exact test를 이용하여 분석하였다. 이외의 자료에 대한 분석은 MINITAB® Release14의 ANOVA 옵션을 이용하여 일원 분산 분석과 피셔의 LSD 검정을 실시하였다.

1. 기존 과배란 처리법과 CIDR를 이용한 과배란 처리법에 따른 수정란 생산 성적 비교

한우 공란우에서 발정 주기의 황체기(9~13일)에 Folltropin®-V를 투여한 기존의 과배란 처리법과 임의의 발정 주기에 자궁에 CIDR를 삽입 후 Folltropin®-V으로서 과배란 유기 후의 수정란 회수 결과는 Table 1과 같다.

수정란 회수가 가능한 공란우는 73.7~75.0%로 자연 발정 관찰 후 과배란 처리한 공란우나 임의의 발정 주기에 CIDR를 이용하여 과배란 처리한 공란우간의 차이는 없었다. 본 연구의 성적은 한우에서 과배란 처리 후 수정란을 회수한 공란우의 비율이 78.8~83.0%라고 보고한 김 등(1997)과 비슷하였으나, 99%가 육우인 공란우 3,908두를 과배란 처리하여 수정란의 회수가 가능한 공란우는 89.0%라고 보고한 Putney 등(1988), 한우 공란우에서 김 등(2002)이 보고한 72.3~100%의 회수율 및 김 등(2004)의 83.3%에 비해서는 다소 낮은 결과를 나타내었다. 이러한 성적의 차이는 명확하지 않으나 공란우의 사육 조건 및 영양 상태, 사용한 성선 자극 호르몬의 종류와 용량 등 많은 요인들이 관련되는 것으로 보인다. 한편, 김 등(1997)은 수정란 회수 성공률은 공란우의 차이와 채란 시술자의 숙련 정도와 관련된다고 하였다.

회수 총 난자수와 이식 가능 수정란 수는 CIDR를 이용한 과배란 처리군이 6.5개, 3.9개로서 기존 과배란 처리군의 5.8개, 3.2개에 비해 많이 회수되었다($p < 0.01$). 그러나 Gouveia Nogueira 등(2002)

Table 1. Comparison of embryo yield in Hanwoo donors using a conventional superovulation protocol and CIDR-based superovulation protocol

Treatment	No. donors treated	No. donors flushed (%)	Embryo yield		
			No. total ova	No. transferable embryos	% transferable embryos/total ova
Conventional group	16	12 (75.0)	5.8±2.2 ^a	3.2±2.1 ^a	55.2
CIDR group	19	14 (73.7)	6.5±5.4 ^b	3.9±3.3 ^b	60.0

Values are Means±S.D.

^{a,b} Values with different superscripts within the same column significantly differ ($p < 0.01$).

은 CIDR와 Folltropin[®]-V의 감량법으로 처리된 공란우의 회수 난자수는 10.5~12.6개였으며 CIDR를 사용하지 않고 GnRH와 Folltropin[®]-V 처리에서 회수 난자수는 10.3개였고, 이식 가능 수정란수도 각각 7.4~9.6개와 6.8개로 과배란 처리중 CIDR의 이용이 수정란의 생산에 영향을 미치지 않았다고 하였다. 또한 Lafri 등(2002)과 Andrade 등(2003)도 Nelore 공란우의 과배란처리에서 CIDR를 이용한 공란우가 자연 발정우에서 얻은 회수 난자 및 이식 가능 수정란수의 차이가 없었다고 하였다. 본 연구의 결과와 위에서 인용한 연구자들의 결과를 고려할 때 발정 확인 후 과배란 처리를 시작하는 기존의 과배란 치료법에 비해 공란우의 발정의 확인이 없이도 CIDR를 이용하는 과배란 치료법으로 수정란을 생산함으로써 단기간내 수정란의 생산을 극대화할 수 있어, 우수 공란우의 수정란 생산에 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 보인다.

2. CIDR 처리한 공란우에서 성선 자극 호르몬의 용량에 따른 수정란 생산 성적 비교

CIDR 처리한 한우 공란우에 성선 자극 호르몬 Antorin[®]R10을 28 mg 또는 36 mg을 4일간 분할 처리하여 과배란을 유도한 결과는 Table 2와 같다. 과배란처리 공란우에서 수정란 회수가 가능한 공란우는 Antorin[®]R10 36mg를 처리한 공란우에서는 100%였으며, 28 mg를 처리한 공란우는 92.6%였다. 총회수 난자수는 용량의 차이에 따른 난자 회수의 차이가 없었으나, 이식 가능 수정란수는 36 mg 투여군에서 8.3개로 28 mg 투여군의 5.4개에 비해 유의적으로 많은 수정란이 회수되었다($p < 0.05$). 淺

田 등(2004)은 화우 흑모화종 경산우에 Antorin[®]R10을 20AU와 28AU로 과배란처리한 결과 회수 난자수는 각각 8.8개와 6.9개였으며, 이식 가능 수정란수는 각각 4.4개와 3.7개였으나 투여량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 미수정란의 회수율이 20 AU투여에서 유의적으로 많았다고 했다. 한편, Donaldson(1984)은 FSH를 24~60 mg을 투여한 결과 투여량이 50 mg 이상일 때에 회수 난자수와 이식 가능 수정란의 수가 감소하였다고 했으며, Lauria 등(1983)은 FSH를 31~62 mg투여하였을 때에 46.5 mg 이상을 투여한 경우가 수정란회수 성적이 좋았다고 했다. 이러한 결과는 각 연구자들이 이용한 공란우의 품종, 투여 성선 자극 호르몬의 종류 및 용량 정도에 따라 다양한 결과를 보여주고 있다. 본 연구의 결과로 보아 CIDR 처리 한우 공란우에서 성선 자극 호르몬(Antorin[®]R10)의 농도가 다소 증가되었을 때 이식 가능 수정란의 수가 증가되었음을 확인할 수 있었다. 그러나 한우에서 공란우에 대한 적절한 투여량을 결정하기 위해서는 더 많은 연구가 이루어져야할 것으로 생각된다.

3. 수정란이식 수태율

수정란의 성상, 수정란 이식 연도별, 시술자별, 이식 계절별, 농가별 및 발정 동기화 처리 방법별 수태율은 Table 3~7과 같다.

신선 수정란 이식의 수태율은 평균 43.9%였고, 동결 수정란 이식의 수태율은 23.1%로 동결 수정란의 수태율이 매우 저조했다. 김 등(1998a)도 한우 수정란 이식 수태율에서 신선란은 63.5%, 동결란은 21.4%로 신선란이 수태율이 높았다고 하여

Table 2. Comparison of embryo yield according to gonadotropin dose for superovulation in CIDR-treated Hanwoo donors

Gonadotropin dose	No. donors treated	No. donors flushed (%)	Embryo yield		
			No. total ova	No. transferable embryos	% transferable embryos/total ova
28 mg	27	25 (92.6)	12.0±8.0	5.4±4.5 ^a	45.0
36 mg	18	18 (100.0)	14.1±7.6	8.3±7.2 ^b	67.4

Values are Means± S.D.

^{a,b} Values with different superscripts within the same column significantly differ ($p < 0.05$).

본 연구의 결과와 일치하였다. Heyman(1985)은 신선란이 동결란보다 수태율이 높은 이유는 동결용해로 수정란 세포의 10~40%가 손상을 입기 때문이라고 했다.

년도별 수태율은 신선 수정란은 2002년부터 매

Table 3. Conception rate according to embryo (fresh vs. frozen-thawed) and transfer year

Embryo	Year	No. of recipients	No. of recipients pregnant	Conception rate (%)
Fresh	2002	17	6	35.3
	2003	47	22	46.8
	2004	31	18	58.1
	2005	53	19	35.8
	Subtotal	148	65	43.9 ^a
Frozen-thawed	2003	12	3	25.0
	2004	34	7	20.6
	2005	32	8	25.0
	Subtotal	78	18	23.1 ^b

^{a,b} Values with different superscripts within the same column significantly differ ($p < 0.01$).

Table 4. Conception rate according to embryo transfer person

Embryo	Person	No. of recipients	No. of recipients pregnant	Conception rate (%)
Fresh	A	12	5	41.7 ^{ab}
	B	102	55	53.9 ^a
	C	30	5	16.7 ^b
	D	4	0	0.0 ^b
	Frozen-thawed	B	59	13
	C	19	5	26.3

^{a,b} Values with different superscripts within the same column significantly differ ($p < 0.01$).

년 증가하는 추세였다가 2005년에 감소하였다. 이것은 수정란 이식 시술자의 변경(수란우 30두 이식 후의 수태율 16.7%)에 따른 것으로 보인다. 그리고 동결 수정란의 수태율이 저조한 것에 대하여는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Schneider 등(1980)은 수정란이식 시술자에 따른 수태율은 28~53%로 시술자간에 유의적인 차이가 나타난다고 하였다. 본 연구에서도 수정란 이식을 시술한 4명의 수태율은 개인별로 차이가 많이 나타났으며($p < 0.01$), 시술자 B는 가장 많은 두수를 이식하여 53.9%의 높은 수태율을 나타내었다. 따라서 수정란이식 농가에서 높은 수태율을 얻기 위해서는 많은 경험이 있고 좋은 성적을 보유하고 있는 시술자가 이식을 하여야 할 것으로 생각된다.

이식 수정란의 계절별 수태율은 신선란에서는 봄, 가을 및 겨울에 50.0~52.5%를 나타내었으나 여름에는 23.8%의 저조한 수태율을 나타내었다($p < 0.05$). 김 등(2004)은 다른 계절보다 여름철이 수태율이 낮게 나타났고 하여 본 연구와 일치하였다. 그러나 김 등(1998b)은 봄이 다른 계절보다 신선 수정란의 수태율이 높았으나 유의성은 인정되지 않았다고 하였으며, Hasler 등(1987)과 Putney 등(1988)도 수정란 이식 계절이 수태율에는 영향

Table 5. Conception rate according to season

Embryo	Season	No. of recipients	No. of recipients pregnant	Conception rate (%)
Fresh	Spring	24	12	50.0 ^a
	Summer	42	10	23.8 ^b
	Autumn	61	32	52.5 ^a
	Winter	21	11	52.4 ^a
Frozen-thawed	Spring	6	1	16.7
	Summer	22	6	27.3
	Autumn	46	9	19.6
	Winter	4	2	50.0

^{a,b} Values with different superscripts within the same column significantly differ ($p < 0.05$).

을 미치지 않는다고 하였다.

농가별 수정란 이식 수태율은 이식 농가에 따라 많은 차이가 있었으며, 신선란에서 수태율이 64.3%인 농가가 있는 반면에 0.0%의 매우 저조한 농가도 있었다. 수정란 이식 농가 중에서 수란우 1두당 1일 농후 사료와 조사료의 급여량은 KMK 농가 3.0 kg과 4.0 kg, KHK 농가 4.5 kg과 6.6 kg, KHH 농가 3.0 kg과 5.0 kg, LJI 농가 2.0 kg과 6.0 kg, STK 농가는 2.5 kg과 3.0 kg에 청초를 추가 급여하는 농가이었으며, 농후 사료 급여량이 4.5 kg인 농가에서 수태율이 저조하였고, 농후 사료 급여량이 2.0 kg인 농가가 수태율이 가장 높았다. 양(1994)도 수란우의 사육 농장에 따라 수태율이 차이가 있으며,

양질의 목건초를 급여하는 농가가 벗짚 위주의 저질 사료를 중심으로 계류 사육하고 있는 농가보다 수태율이 높았다고 했다. 김 등(2003)도 수란우의 사육 환경 및 사양 조건에 따라 수정란 이식의 수태율이 달라질 수 있다고 하였다. 따라서, 우수 한 우 수정란을 농가에 보급하기 위해서는 이식 대상 농가의 사양 관리 상태를 감안하여 이식하는 것이 수태율 향상에 중요한 것으로 보인다.

수란우의 발정 동기화 방법에 따른 수태율은 CIDR+PG를 처리한 수란우가 Ovsynch 방법으로 처리한 수란우보다 수태율이 높은 경향을 나타내었다. 이는 동일한 시술자에 의해서 수정란 이식한 결과를 조사한 성적이다. 김 등(1988b)은 PGF₂α를 사용하여 발정을 동기화한 수란우가 자연 발정 동기화된 수란우보다 수태율이 높았다고 했다. Halser 등(1987)은 수정란 이식 수태율에 영향을 주는 요인 중에는 수란우의 발정 동기화 방법도 관여한다고 했다. Bó 등(2002)은 Ovsynch 방법에 의해 발정이 동기화된 수란우에 동결 수정란 이식으로 65.0%의 수태율을 나타내어 PGF₂α 투여 수란우보다 다소 높은 수태율을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다고 하였으며, Baruselli 등(2001)은 CIDR를 이용한 fixed-time 동결 수정란 이식에서 CIDR 장착 5일 후 eCG를 투여시 eCG를 투여하지 않은

Table 6. Conception rate according to livestock farms

Embryo	Farms	No. of recipients	No. of recipients pregnant	Conception rate (%)
Fresh	KMK	32	17	53.1
	KHK	21	7	33.3
	KHH	7	4	57.1
	STK	12	6	50.0
	LJI	28	18	64.3
	JJH	4	0	0.0
	CBM	7	3	42.9
	CBJ	5	2	40.0
	HDS	22	3	13.6
Frozen-thawed	HSB	10	5	50.0
	KMK	19	5	26.3
	KHK	4	0	0.0
	KHH	8	2	25.0
	PJG	3	1	33.3
	STK	9	0	0.0
	LJI	22	7	31.8
	HDS	9	2	22.2
	HSB	4	1	25.0

Table 7. Conception rate according to synchronization method

Embryo	Synchronization	No. of recipients	No. of recipients pregnant	Conception rate (%)
Fresh	CIDR+PG	17	11	64.7
	Ovsynch	37	21	56.8
	Subtotal	54	32	59.3
Frozen-thawed	CIDR+PG	5	2	40.0
	Ovsynch	39	7	17.9
	Subtotal	44	9	20.5

* CIDR+PG: CIDR for 7 days and PGF₂α at the time of CIDR removal; Ovsynch: GnRH-PGF₂α -GnRH.

대조군에 비해 수태율이 증가하였다고 했다. 발정 동기화 방법에 따른 수태 성적은 연구자들 간에 다양하나, 본 연구의 결과로 보아 CIDR+PG 투여 방법이 한우 수정란 이식시 수태율 향상을 위한 효과적인 방법으로 여겨진다.

4. 수정란 이식에 의해 생산된 한우 송아지의 특성

우수한 한우 공란우로부터 채란한 수정란을 한우 수란우에 이식하여 태어난 한우 송아지의 임신 기간과 생시 체중은 Table 8과 같다. 수정란 이식 일로부터 분만일까지의 임신 기간은 평균 274.7일이었으며, 암송아지가 수송아지보다 2.2일이 길었고, 생시 체중은 평균 25.5일로 수송아지가 암송아지보다 3.6 kg이 무거웠다. 손 등(1997)은 한우 수정란을 한우 수란우에 이식하였을 때 수란우의 발정일로부터 분만일까지 임신 기간은 287.5일이고, 생시 체중은 22.75 kg이라고 하였다. 본 연구에서 생시 체중이 무거운 것은 우수한 한우에서 생산된 수정란을 이식하였기 때문인 것으로 추정된다.

Table 8. Gestation length and birth weight of calves produced by embryo transfer

Sex	No. of calves	Gestation length (days)*	Birth weight (kg)
Male	18	273.6±4.5	27.4±3.5 ^a
Female	21	275.8±4.9	23.8±1.8 ^b
Total	39	274.7±4.8	25.5±3.3

* Gestation length : from the day of embryo transfer until parturition day.

^{a,b} Values with different superscripts within the same column significantly differ ($p < 0.01$).

수정란 이식으로 태어난 한우 송아지의 포유 기간 동안 증체율을 조사한 성적은 Table 9와 같다. 수란우에 포유를 평균 104.8일 동안 하였을 때 이 유시 체중은 110.6 kg으로 일당 증체량은 0.820 kg이었다. 김 (2004)은 수정란이식과 인공수정으로 태어난 송아지에 대하여 생시 및 이유시 체중을 조사한 결과는 차이가 없었으나 그 이후의 발육성 적은 수정란 이식으로 태어난 송아지가 좋은 결과를 나타내었다고 하였다.

적 요

본 연구는 MOET 기법에 의해 우수한 한우로부터 다수의 수정란을 회수하여 농가의 소에 이식하므로서 우수한 유전 자원을 확산시키고자 실시하였다. 80두의 우수 한우 공란우를 선발하여, 발정 확인 후 황체에 성선 자극 호르몬(Folltropin[®]-V)을 투여하는 기존의 과배란 처리법과 임의의 발정 주기에 CIDR를 삽입하고 성선 자극 호르몬을 투여하는 새로운 과배란 처리법에 의한 수정란 생산 비교와 CIDR 삽입한 한우 공란우에서 성선 자극 호르몬(Antorin[®]R10)의 투여 용량의 차이(36 mg vs. 28 mg)에 따른 수정란 생산 성적을 비교하였다. 한편, 우수 공란우로부터 채란된 신선 수정란 또는 동결-용해 수정란을 농가 수란우 226두에 이식하였으며, 이식 결과 수태율에 대한 수정란 상태(신선 vs. 동결-용해), 년도, 이식 시술자, 계절, 농가에 대한 영향을 조사하였다. 한우 공란우에서 기존의 과배란 처리 방법에 비해서 발정의 확인없이 CIDR를 삽입 후 과배란 처리 방법이 보다 많은 총회수 난자(6.5 vs. 5.8)와 이식 가능 수정란(3.9 vs. 3.2)을 회수하였다($p < 0.01$). CIDR 처리 한우 공란우에서 성선 자극 호르몬(Antorin[®]R10) 용량을 36 mg으

Table 9. Daily gain of calves produced by embryo transfer

Sex	No. of calves	Suckling period (days)	Weaning weights (kg)	Daily gain (kg)
Male	8	100.0±17.0	114.8±12.4	0.853±0.077
Female	10	108.6±25.9	107.3±11.4	0.794±0.150
Total	18	104.8±22.2	110.6±12.1	0.820±0.124

로 처리시가 28 mg 처리시 보다 많은 이식 가능 수정란(8.3 vs. 5.4)을 회수하였다($p < 0.05$). 수정란 이식후 수태율은 수정란의 상태(신선 43.9% vs 동결-용해 23.1%) 및 이식 시술자(53.9 vs. 0~16.7%)가 특히 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < 0.01$). 본 연구의 결과는 CIDR를 이용한 과배란 처리 방법은 우수한 한우 수정란의 생산에 효과적으로 이용될 수 있음을 보여 주었으며, 수정란의 능가 수란우에 대한 이식은 동결-용해 수정란의 수태율 증진 및 이식 시술자의 기술이 향상될 때보다 효과적으로 이루어질 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

- 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.
- Baruselli P, Marques MO, Madureira EH, Costa Neto WP, Grandinetti RR and Bo G. 2001. Increased pregnancy rates in embryo recipients treated with CIDR-B devices. *Theriogenology*, 55:355.
- Bastidas P and Randel RD. 1987. Seasonal effects on embryo transfer results in Brahman cows. *Theriogenology*, 28:531-540.
- Bellows RA, Staigmiller RB, Wilson JM, Phelps DA and Darling A. 1991. Use of bovine FSH for superovulation and embryo production in beef heifers. *Theriogenology*, 35:1069-1082.
- Bó GA, Baruselli PS, Moreno D, Cutaia L, Caccia M, Tribulo R, Tribulo H and Mapletoft RJ. 2002. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology*, 57:53-72.
- Boland MP, Goulding D and Roche JF. 1991. Alternative gonadotrophins for superovulation in cattle. *Theriogenology*, 35:5-17.
- Christensen LG. 1991. Use of embryo transfer in future cattle breeding schemes. *Theriogenology*, 35:141-149.
- Donaldson LE. 1984. Dose of FSH-P as a source of variation in embryo production from superovulated cows. *Theriogenology*, 22:205-212.
- Gouveia Nogueira MF, Barros BJP, Teixeira AB, Trinca LA, D'Occhio MJ and Barros CM. 2002. Embryo recovery and pregnancy rates after the delay of ovulation and fixed time insemination in superstimulated beef cows. *Theriogenology*, 57:1625-1634.
- Hasler JF, McCauley AD, Lathrop WF and Foote RH. 1987. Effect of donor-embryo-recipient interactions on pregnancy rate in a large-scale bovine embryo transfer program. *Theriogenology*, 27:139-168.
- Hasler JF. 2001. Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. *Theriogenology*, 56:1401-1415.
- Heyman Y. 1985. Factors affecting the survival of whole and half-embryos transferred in cattle. *Theriogenology*, 23:63-75.
- King ME, Odde KG, LeFever DG, Brown LN and Neubauer CJ. 1986. Synchronization of estrus in embryo transfer recipients receiving demi-embryos with Syncro-Mate B or estrumate. *Theriogenology*, 26:221-229.
- Lafri M, Ponsart C, Nibart M, Durand M, Morel A, Jeanguyot N, Badinand F, De Mari K and Humblot P. 2002. Influence of CIDR treatment during superovulation on embryo production and hormonal patterns in cattle. *Theriogenology*, 58: 1141-1151.
- Lauria A, Oliva O, Genazzani AR, Cremonesi F, Gandolfi F and Barbetti M. 1983. Superovulation of dairy and beef cows using porcine FSH with defined LH content. *Theriogenology*, 20: 675-682.
- Lerner SP, Thayne WV, Baker RD, Henschen T, Meredith S, Inskeep EK, Dailey RA, Lewis PE and Butcher RL. 1986. Age, dose of FSH and other factors affecting superovulation in Hols-

- tein cows. *J. Anim. Sci.*, 63:176-183.
- Lohuis MM. 1997. Strategy for dairy cattle improvement utilizing MOET in Canada. *Anim. Genetic and Breeding*, 1:224-226.
- Putney DJ, Thatcher WW, Drost M, Wright JM and DeLorenzo MA. 1988. Influence of environmental temperature on reproductive performance of bovine embryo donors and recipients in the southwest region of the United States. *Theriogenology*, 30:905-922.
- SAS. 1999. User's Guide: Statistics, Version 8.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schneider HJ, Castleberry Jr. RS and Griffin JL. 1980. Commercial aspects of bovine embryo transfer. *Theriogenology*, 13:73-85.
- Seidel GE. 1981. Superovulation and embryo transfer in cattle. *Science*, 211:351-358.
- Smith C. 1984. Genetic improvement of livestock, using nucleus breeding units. *World Animal Review*, 65:2-10.
- Smith C. 1988. Application of embryo transfer in animal breeding. *Theriogenology*, 29:203-212.
- Stringfellow DA and Seidel SM. 1998. Manual of the International Embryo Transfer Society. 3rd ed., International Embryo Transfer Society Inc., Illinois, pp. 165-170.
- Thibier M and Nibart M. 1992. Clinical aspects of embryo transfer in some domestic farm animals. *Anim. Reprod. Sci.*, 28(1-4):139-148.
- 김덕임, 서상원, 정재경, 이규승, 서길웅, 박창식, 정영채, 박병권. 2002. 한우에 있어서 체내수정란의 생산과 이식에 관한 연구 I. 한우 수정란 생산에 영향을 미치는 요인. *한국수정란이식학회지*, 17:23-32.
- 김소섭, 최석화, 김재명, 이제협, 김재영, 박흥대. 2003. 한우 유래의 체외수정란의 이식후 임신에 관한 연구. *한국수정란이식학회지*, 18:237-242.
- 김용준, 송재용, 서세현, 정구남, 김용수, 이해리, 신동수, 조성우, 김수희. 2004. 한우 및 젖소에서 과배란 처리를 이용한 체내수정란 생산과 신선 및 동결 수정란 이식 결과. *한국수정란이식학회지*, 19:209-218.
- 김홍률, 김덕임, 김진호, 박철진, 이문성, 김창근, 정영채. 1998b. 한우에서 수정란 이식의 효율 증진에 관한 연구 III. 이식 시기의 조건이 수정란 이식 후 수태율에 미치는 영향. *한국수정란이식학회지*, 13:69-76.
- 김홍률, 김덕임, 원유석, 김창근, 정영채, 이규승, 서길웅. 1997. 한우에서 FSH-P[®]와 SUPER-OV[®]에 의한 체내 수정란 생산에 관한 연구 I. 다배란 처리 조건에 따른 체내 수정란 생산에 영향을 미치는 요인. *한국수정란이식학회지*, 12:37-47.
- 김홍률, 김덕임, 원유석, 김창근, 정영채, 이규승, 서길웅, 박창식. 1998a. 한우에서 수정란 이식의 효율 증진에 관한 연구 I. 수정란의 조건이 이식 후 수태율에 미치는 영향. *한국수정란이식학회지*, 13:53-60.
- 손동수, 김일화, 류일선, 연성흠, 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. 한우 수정란의 동결보존 및 쌍자생산에 관한 연구 I. 동결 수정란의 이식과 자우 생산. *한국수정란이식학회지*, 12:75-89.
- 손동수, 최창용, 한만희, 최선호, 조상래, 김현중, 김영근, 김일화. 2005. CIDR를 이용한 한우 공란우의 과배란처리 간격이 회수난자의 성상에 미치는 영향. 제5회 발생공학국제심포엄 및 학술대회 초록집. pp.95.
- 양보석. 1994. 체내 및 체외 소 수정란의 임신율에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
- 淺田正嗣, 橋谷田豊, 福田淳郎, 千葉治男, 佐々木章彦, 木村博也, 鳥谷部浩康, 山口光明, 水尻貴裕, 久保光章, 西野智廣, 小西一之. 2004. 黒毛和種ドナー牛のFSH投与量および父方の系統が過剰排卵成績におよぼす影響. 北海道牛受精卵移植研究會 會報, 22:20-24.

(접수일: 2006. 6. 12/ 채택일: 2006. 6. 20)