

소의 多排卵誘起 및 受精卵移植에 關한 研究

金熙錫 · 吳成宗 · 梁甫錫 · 柳承煥 · 金種國 · 白舜龍 · 李根常
畜産試驗場

Studies on Induction of Superovulation and Embryo Transfer in Cattle

H. S. Kim, S. J. Oh, B. S. Yang, S. H. Yoo, J. G. Kim, S. Y. Baig and K. S. Lee
Livestock Experiment Station, R. D. A.

Summary

These studies were carried out to investigate the induction of superovulation, the synchronization and the effect of the number of embryos transferred, the developmental stage of embryos and the donor-recipient synchrony on pregnancy rate in cattle.

The results obtained in these studies were as follows:

1. The number of corpus leuteum(CL) and the embryos recovered were higher in FSH treated animals than in PMSG treated (9.4 vs 8.1 and 6.1 vs 4.5) and showed the same trend in recovery rate (64.9% vs 55.6%).
2. Two shots of cloprostenol at 11 days showed significantly high no. of animals in estrus in order of cross-bred, Holstein and Korean native cattle. No significant differences were noted in the second shots groups. And the interval to estrus and response were shorter and better in second shot group than that in first shot group.
3. The pregnancy rate when additional one embryo was transferred after AI at estrus (52.8%) was higher than the group transferred one (32.8%) or two (36.9%) embryos.
4. The pregnancy rate of embryo in morula stage was better than that in blastocyst stage (39.3% vs 32.5%).
5. The pregnancy rate in the recipients exhibited estrus later than the donor (66.7%) was the higher than those exhibited estrus (40.3%) or exhibited estrus before the donor (37.5%).

緒 論

家畜의 能力을 改良하는 方法으로 과거에는 주로 人工授精을 利用하여 왔다. 그러나 最近 10여년간 受精卵 移植 技術이 發達함에 따라 高能力 遺傳形質을 가진 암컷을 같이 利用하여 能力改良을 促進하기에 이르러 여러 畜産 先進國에서는 専門적인 受精卵 移植 會社들이 設立되었다. 受精卵 移植 技術이 家畜 改良이나 송아지 生産 增進에 이바지하기 위해서는 多排卵 誘起 뿐만 아니라 受精卵 移植 技術의 成功率를 높이는 것이 必須的이라 하겠다.

소에서 多排卵 誘起를 위하여 卵胞刺戟호르몬(FSH) 또는 姓馬血清性 性腺刺戟호르몬(PMSG)이 使用되고 있으며(Foote와 Onuma, 1970) 이들의 投

與量은 PMSG의 경우는 2,000~4,000IU(McGaugh 등, 1974; Greve 등, 1979) 그리고 FSH의 경우는 28~50mg(Looney 등, 1981; Chupin과 Procureur, 1982; Donaldson, 1984)을 投與한다. 受卵牛의 發情 同期化를 위하여 prostaglandin(PG) F_{2α} 또는 그 類似體를 投與하는 方法과 自然發情 同期化된 個體를 利用한다(Copper, 1974; Sreenan, 1975; Eddy, 1977; Wright, 1981). 또한 受精卵 移植時 受胎率을 左右하는 要因으로 移植 受精卵의 數(Sreenan, 1978; Heyman, 1985) 受精卵의 發育段階(Shea, 1981; Wright, 1981, 1985; Pettit, 1985) 그리고 供卵牛와 受卵牛의 發情同期化(Schneider 등, 1980; Wright, 1981; Linder와 Wright, 1983) 등이 있다. 우리나라에서도 受精卵 移植에 關한 研究 結果

를 다소 報告한 바 있으나(鄭等, 1983; 任等, 1983; 石等, 1984; Kim等, 1985) 많은 頭數를 가지고 綜合的으로 수행한 報告는 거의 없는 實情이다.

따라서 本 研究는 受精卵 移植時 隨伴되는 多排卵 誘起, 發情同期化 및 受精卵의 移植 等を 綜合的으로 調査하기 위하여 實施하였다.

材料 및 方法

1. 供試 動物

1982년부터 1985년까지 農村振興廳 畜産試驗場 및 인근 大規模 牧場에서 飼育되고 있는 韓牛, Holstein과 交雜種을 供試하여 實施하였다.

2. 多排卵 誘起

正常 發情週期가 反復되는 소에 發情週期 9~14日째에 PMSG(Peamex, 三共社, 日本 및 Folligon, Intervet, Holland) 2,000 또는 3,000IU를 1回 注射하거나 FSH(Amour Pharmaceutical Comp., 美國) 28 또는 35mg을 4~5日間 1日 2回씩 量을 줄여가며 注射하고 48時間 後에(FSH는 1回 注射後) PGF_{2α}(Luteolyse, 美國) 25~30mg 또는 PGF_{2α} 類似體인 cloprostenol(Estrumate® ICI) 500μg을 注射하여 多排卵을 誘起하였다.

3. 受精卵 回収

多排卵 誘起 發情後 人工授精을 實施하고 7~8日째에 Foley catheter(18ch, Rüsche, 西獨)와 nylon filter(Em, Con, filter)를 利用하여 非外科的으로 子宮體 또는 子宮角에서 受精卵를 回収하였으며 이 때 使用된 灌流液은 modified Dulbecco's PBS (phosphate buffered saline)이었으며 使用前에 0.2μm

의 millipore filter로 濾過시켜 使用하였다.

4. 受卵牛의 發情同期化

直腸檢査에 의해 繁殖機能이 正常이고 發情週期가 正常인 암소에 供卵牛와 同一한 時期에 PGF_{2α} 25mg 또는 PGF_{2α} 類似體인 prosolvin(Intervet, Holland) 15mg 혹은 cloprostenol 500μg을 投與하거나 自然發情 同期化된 個體를 移植에 供用하였다. 또한 投與時 發情發見의 效果를 보기 위하여 發情週期에 관계없이 11日 間隔으로 cloprostenol 500μg을 2回 注射하여 發情을 觀察하였다.

5. 受精卵 移植

1) 受精卵 1個 移植: 黃體가 있는 부위의 子宮角에 受精卵 1個 移植.

2) 種付後 受精卵 1個 追加 移植: 發情時 人工授精을 한 後 受精卵 1個를 黃體가 있는 부위의 반대쪽 子宮角에 移植.

3) 受精卵 2個 移植: 黃體가 있는 부위의 子宮角에 受精卵 2個 移植.

6. 移植後 妊娠診斷

受卵牛는 移植後 每 發情週期에 發情觀察을 하였으며 移植後 60日째에 直腸檢査에 의해 妊娠을 確認하였다.

結果 및 考察

1. 多排卵 誘起

性腺刺戟 호르몬의 種類에 따른 卵巢反應 및 採卵成績은 Table 1에 나타내었다.

Table 1에서 보는 바와 같이 FSH 處理區가 黃體

Table 1. Effect of Hormone Treatment on the Ova Recovery in Superovulated Cow

Treatment	No. of heads	No. of C. L.	No. of ova recovered	Recovery rate (%)
PMSG 2500 IU	65	7.9±2.95	4.2±1.84	53.2
3000 IU	32	8.5±2.83	5.0±2.33	58.8
Subtotal	97	8.1±2.90	4.5±2.05	55.6
FSH 28mg	27	8.6±2.73	5.9±2.65	68.6
35mg	27	10.1±3.12	6.1±3.24	62.4
Subtotal	54	9.4±2.88	6.1±2.97	64.9

數 및 採卵數가 各各 9.4 및 6.1個로 PMSG 處理區의 8.1 및 4.1個보다 좋았으며 PMSG 處理區에서는 3,000IU 投與區가 2,500IU 投與區보다, FSH 處理區에서는 35mg 投與區가 28mg 投與區보다 黃體數와 採卵數가 좋았다. 또한 採卵率도 FSH 處理區가 PMSG 處理區보다 좋았다.

本 研究에서 나타난 PMSG 處理區에서 2,500IU 보다 3,000IU 投與區가 黃體數와 採卵數가 좋았다는 結果는 Greve 等(1979)이 報告한 PMSG 2,000~3,000IU 投與時 3,000IU 投與區에서 가장 많은 受精卵을 回收하였다는 結果와 一致한다. FSH 處理區에서는 35mg이 28mg 投與區보다 좋았는데 이는 Donaldson(1984)이 FSH 24~60mg을 投與한 結果 28mg 投與區가 다른 投與區보다 受精卵이 많았다는 報告와는 一致하지 않는데 이러한 差異는 그가 報告한 FSH 投與時 4日보다는 5日間 投與하는 것이 좋다는 結果로 미루어 볼 때 本 研究에서도 FSH 28mg은 4日間, FSH 35mg은 5日間 投與한 差異로 思料된다. 또한 PMSG보다는 FSH 處理區가 黃體數와 採卵數가 많았는데 이러한 結果는 Monniaux等(1983)과 Greve 等(1983)의 報告와 一致하는 傾向이었다.

本 研究에서 採卵率은 53.2~68.6% 였는데 이는 Elsdon 等(1976)의 71%보다는 多少 떨어지나 Rowe 等(1976)의 54%, 高等(1981)의 65% 및 鄭 等(1983)의 56.7%와는 비슷하였으며 Sreenan 等(1978)의 42%와 任 等(1983)의 34.3%보다는 多少 높았다. 이러한 報告者들 사이의 差異는 施術者의 熟練度에 따른 差異로 思料되며 採卵率이 전반적으로 40~70% 밖에 안되는 理由는 Greve 等(1977)이 報告한 바와 같이 卵管採에 의한 卵子の 收容, 卵子の 退化, 卵管內에서의 卵子の 停滯 및 檢鏡時 卵子の 損矢 때문인 것으로 思料된다.

2. 受卵牛의 發情同期化

Cloprostenol을 11日 間隔으로 投與하였을시 品種에 따른 發情同期化 정도는 Table 2에 나타내었다.

Table 2에서 보는 바와 같이 韓牛, Holstein 및 交雜種에서 1次投與時 發情까지의 時間은 各各 72.9 ± 15.85, 68.3 ± 33.75 및 76.5 ± 31.66時間으로 平均 73.5 ± 27.87時間이었으며 2次投與時는 平均 56.0 ± 12.74時間으로 品種間에는 Holstein이, 投與回數에 있어서는 2次投與時가 投與後 發情까지의 時間이 짧았다. 또한 1次投與時 發情을 보인 比率은 交雜種, Holstein 그리고 韓牛 順으로 낮았으나 2次投與時는 거의 差異가 없었다.

本 研究에서 나타난 1次投與時 Holstein이 投與後 發情까지의 時間이 짧은 것은 이 品種이 發情週期 5~7日에 해당되는 個體들이 많아 Watts와 Fugay(1985)가 報告한 PGF_{2α}의 作用期間인 發情週期 5~7, 8~11 및 12~15日에 PGF_{2α} 25mg을 投與한 경우 發情까지의 時間은 5~7日에 가장 짧았다는 結果와 一致하는 傾向이었다. 또한 1次投與時보다 2次投與時 發情까지의 時間이 짧은 것은 Cooper(1974)의 報告 및 Dobson 等(1975)이 報告한 PGF_{2α} 類似體인 ICI 79939를 10日 間隔으로 投與한 경우 發情現象을 보이기, 하는 estradiol의 增加는 1次投與時는 48~96時間에 2次投與時는 48~55時間으로 1次投與時보다 2次投與時가 짧았다는 結果와 一致하는 傾向이었다. 그리고 1次投與時보다 2次投與時가 發情發現의 比率이 높은 것은 cloprostenol을 發情週期에 관계없이 2回 投與를 하였기 때문에 이 제제의 作用時期인 發情週期 5~16日 사이에 포함되는 個體들이 1次投與時가 적었기 때문이라고 思料된다.

Table 2. Effect of Breeds on Synchronization with Two Shots of Cloprostenol in Cattle

Breed	No. of heads	First shot		Second shot	
		No. in estrus	Interval to estrus (hr)	No. in estrus	Interval to estrus (hr)
KNC*	21	13 (61.9)	72.9 ± 15.85	17 (81.0)	58.6 ± 7.20
Holstein	78	52 (66.7)	68.3 ± 33.75	65 (83.3)	54.6 ± 14.55
Crossbred	15	12 (80.0)	76.5 ± 31.66	12 (80.0)	60.0 ± 5.12
Total	114	77 (67.5)	73.5 ± 27.87	94 (83.5)	56.0 ± 12.74

*KNC: Korean native cattle, (): %

3. 移植年度

移植年度에 따른 受胎率은 Table 3에 나타내었다.

Table 3에서 보는 바와 같이 移植年度에 따른 受胎率은 1982年度에 12.5%로서 가장 낮았으며 1984年度에 45.8%로 가장 높았다. 또한 移植年度가 増加함에 따라 受胎率이 増加하였으며 總 217頭에 移植을 하여 그 중 80頭가 妊娠되어 36.9%의 受胎率을 얻었다.

本 研究에서 나타난 移植年度가 増加함에 따라 受胎率이 増加한 理由는 Halley 等(1979)과 Schneider 等(1980)이 報告한 施術者의 熟練度에 따라 受胎率에 差異가 있는 것처럼 試驗初期에는 移植技術의 未熟에 의해 受胎率이 낮았으나 移植技術이 熟練됨에 따라 受胎率이 높아진 것으로 思料된다. 또한 本 研究에서 얻은 36.9%의 受胎率은 Brand와 Drost(1977)이 報告한 受胎率 24~68%의 範圍에는 들어가나 多少 낮은 成績이었다.

Table 3. Effect of Transferred Year on Pregnancy Rate

Year	No. of recipients	No. of pregnant	Pregnancy rate (%)
1982	24	3	12.5
1983	37	8	21.6
1984	48	22	45.8
1985	108	47	43.5
Total	217	80	36.9

4. 移植受精卵의 數

移植 受精卵의 數에 따른 受胎率은 Table 4에 나타내었다.

Table 4에서 보는 바와 같이 受胎率은 種付後 受精卵 1個를 追加移植한 경우가 52.8%로서 受精卵 2個 移植의 36.9%와 受精卵 1個 移植의 32.8%보다 높았다.

本 研究에서 나타난 種付後 受精卵 1個를 追加移植한 경우가 다른 處理區보다 受胎率이 높은 結果는 Sreenan과 McDough(1979)가 報告한 種付後 受精卵 1個 追加移植이 受精卵 1個를 移植한 경우보다 受胎率이 높았다는 結果와 一致하나 Sreenan(1978)이 報告한 受精卵 1個 移植의 경우가 種付後 受精卵 1個를 追加移植한 경우보다 受胎率이 多少 높

Table 4. Effect of Transfer Method on Pregnancy Rate in Cattle

Transfer method*	No. of recipients	No. of pregnant	Pregnancy rate (%)
Single	131	43	32.8
AI+Single	36	19	52.8
Twin	50	18	36.0
Total	217	80	36.9

*Single : One embryo was transferred to the uterine horn

AI+single : One embryo was transferred to the uterine horn contralateral to the corpus luteum after AI at estrus.

Twin : Two embryos were transferred to the uterine horn ipsilateral to the corpus luteum.

았다는 結果와는 一致하지 않는다. 이러한 報告者들 간의 差異는 Anderson 等(1979)이 報告한 바와 같이 種付後 受精卵 1個를 追加移植時의 受胎率은 授精時 受胎率의 差異가 移植時 受胎率에 影響을 준다는 結果로 說明될 수 있다. 또한 本 研究에서 나타난 受精卵 2個 移植이 1個 移植의 경우보다 受胎率은 높은 結果는 Sreenan(1978)과 Heyman(1985)의 結果와 一致하는 傾向이었다. 이러한 受精卵의 數가 増加함에 따라 受胎率이 増加되는 것은 受精卵의 數가 増加됨에 따라 受精卵의 生存機會가 높은 것으로 推論할 수 있으므로 더 많은 供試頭數를 가지고 研究해 볼 必要가 있다고 思料된다.

5. 受精卵의 發育段階

受精卵의 發育段階에 따른 受胎率은 Table 5에 나타내었다.

Table 5에서 보는 바와 같이 受胎率은 桑實胚가 39.3%로서 胚盤胞期胚의 32.5%보다 높았다. 本 研究에서 나타난 이러한 結果는 Linder와 Wright(1982)와 Pettit(1985)가 報告한 受精卵의 發育段階에 따른 移植後 受胎率에는 有意的인 差異가 認定되지 않는다는 結果와 Shea(1981), Wright(1981, 1985) 그리고 鄭 等(1983)이 報告한 受精卵의 發育段階에 따른 受胎率은 桑實胚보다는 胚盤胞期胚가 좋으며 受精卵의 發育段階가 進行될수록 移植後 受胎率은 높아진다는 結果와도 一致하지 않는다. 本 研究에서 나타난 이러한 差異는 Table 3에서 보는 바와 같이 受胎率이 낮았던 試驗初期에 많은 數의 胚盤胞期胚가 移植되었기 때문에 受胎率이 낮았던 것으로 思料된다.

Table 5. Effect of the Developmental Stages of Embryo on Pregnancy Rate

Stage	No. of recipients	No. of pregnant	Pregnancy rate (%)
Morula	140	55	39.3
Blastocyst*	77	25	32.5
Total	217	80	36.9

*Blastocyst included were the early blastocyst, blastocyst and expanded blastocyst

6. 供卵牛와 受卵牛의 發情同期化

供卵牛와 受卵牛의 發情同期化 程度가 受胎率에 미치는 影響은 Table 6에 나타내었다.

Table 6에서 보는 바와 같이 受胎率은 受卵牛가 供卵牛보다 發情이 늦게 나타난 경우가 66.7%로서 供卵牛와 受卵牛가 發情同期化된 경우의 40.3%와 受卵牛가 供卵牛보다 發情이 일찍 나타난 경우의 37.5%보다 높았다.

Table 6. Effect of Donor-Recipient Synchrony on the Pregnancy Rate

Synchrony* (hr)	No. of recipient	No. of pregnant	Pregnancy rate (%)
+12	15	10	66.7
0	77	31	40.3
-12	16	6	37.5
Total	108	47	43.5

*If the recipient were exhibited estrus after the donor, it referred to "plus", and if they exhibited estrus before the donor, it referred to "minus"

本 研究에서 나타난 結果는 Schneider等(1980)이 報告한 受胎率은 供卵牛와 受卵牛가 發情이 同期化된 경우가 가장 좋았으며 供卵牛가 受卵牛보다 發情이 먼저 온 경우가 늦게 온 경우보다 좋았다는 結果와 Wright(1981)가 報告한 供卵牛가 受卵牛보다 發情이 12時間 먼저 온 경우가 다른 경우보다 좋았다는 結果와는 一致하지는 않으나 Linder와 Wright(1983)가 報告한 受卵牛가 供卵牛보다 發情이 일찍 온 경우가 發情同期化된 경우나 늦게 온 경우보다 좋았다는 結果와는 一致한다. 그러나 위의 報告者들 간에도 多少 差異가 있으며 本 研究에서 供試된 受卵牛의 數가 發情同期化된 경우를 除外하곤 多少 供

試頭數가 적으며, 供卵牛에서 回收된 受精卵은 體外에서 保存溫度와 保存液 等の 環境條件이 子宮內의 條件에 비하여 떨어지므로 受精卵의 發育이 多少 抑制를 받아 供卵牛가 受卵牛보다 發情이 빨리 오는 것이 좋다는 理論을 暗示하는 것으로 좀더 많은 供試頭數를 가지고 調査해 볼 必要가 있다고 思料된다.

結 論

本 研究은 受精卵 移植時 隨伴되는 多排卵 誘起, 發情同期化 및 受精卵 移植時 受胎率에 影響을 미치는 要因 中 移植受精卵의 數, 受精卵의 發育段階 및 供卵牛와 受卵牛의 發情同期化 程度를 綜合的으로 調査하기 위하여 實施하였다.

1. 多排卵 誘起를 한 結果 FSH 處理區가 黃體數 및 採卵數가 各各 9.4 및 6.1個로서 PMSG 處理區의 8.1 및 4.5個보다 좋았으며 採卵率도 各各 64.9 및 55.6%로서 FSH 處理區가 좋았다.

2. Cloprostenol을 11日 間隔으로 2回 投與를 한 結果 1次投與後 品種別로 發情은 交雜種, Holstein 그리고 韓牛順으로 많았으나 2次投與後는 品種間에 有意差는 없었다. 또한 1次投與보다는 2次投與時에 發情까지의 時間 및 發情發現 比率이 좋았다.

3. 移植受精卵의 數에 따른 受胎率은 種付後 受精卵 1個를 追加移植한 경우가 52.8%로서 受精卵 2個 移植의 36.9%와 受精卵 1個 移植의 32.8%보다 높았다.

4. 受精卵의 發育段階에 따른 受胎率은 桑實胚가 39.3%로서 胚盤胞期胚의 32.5%보다 높았다.

5. 供卵牛와 受卵牛의 發情同期化 程度에 따른 受胎率은 受卵牛가 供卵牛보다 發情이 늦게 나타난 경우가 66.7%로서 發情同期化된 경우의 40.3%와 일찍 나타난 경우의 37.5%보다 높았다.

參 考 文 獻

1. Anderson, G.B., Cupps, P.T. and Drost, M. (1979). Induction of twins in cattle with bilateral and unilateral embryo transfer. *J. Anim. Sci.*, 49: 103-1042.
2. Brand, A. and Drost, M. (1977). Embryo transfer by non-surgical method. In: *Embryo transfer in*

- farm animals. Ed. Betteridge, K.E. Canad. Dep. Agric. Monograph 16, pp.31-35.
3. Chupin, D. and Procureur, M. (1982). Use of pituitary FSH to induced superovulation in cattle: Effect of injection regiemen. *Theriogenology*, 17: 81 (Abstr.).
 4. Cooper, M.J. (1974). Control of oestrous cycle of heifers with a synthetic prostaglandin analogue. *Vet. Rec.*, 95: 200-203.
 5. Dobson, H., Cooper, M.J. and Furn, B.J.A. (1975). Synchronization of oestrus with I.C.I. 79939, an analogue of PGF_{2α} and associated changes in plasma progesterone, oestradiol-17β and LH in heifers. *J. Reprod. Fert.*, 42: 141-144.
 6. Donaldson, L.E. (1984). Dose of FSH-P as a source of variation in embryo production from superovulated cows. *Theriogeneolgy*, 22: 205-212.
 7. Eddy, R.G. (1977). Cloprostenol as a treatment for no visible oestrus and cystic ovarian disease in dairy cows. *Vet. Rec.*, 100: 62-65.
 8. Elsdon, R.P., Hasler, J.F. and Seidel, G.E. Jr. (1976). Nonsurgical recovery of bovine eggs. *Theriogenology*, 6: 523-532.
 9. Foote, R.H. and Onuma, H. (1970). Superovulation, ovum collection, culture and transfer. A review. *J. Dairy Sci.*, 53: 1681-1692.
 10. Greve, T., Lehn-Jensen, H. and Rasbech, N.D. (1979). Non-surgical recovery of bovine embryos. *Theriogenology*, 7: 239-251.
 11. Greve, T., Lehn-Jensen, H. and Rasbech, N.D. Morphological evaluation of bovine embryos recovered non-surgically from superovulated dairy cows on day 6½ to 7½: A field study. *Ann. Bio. Anim. Bioch. Biophys.*, 19: 1599-1611.
 12. Greve, T., Callesen, H. and Hyttel, P. (1983). Endocrine profiles and egg quality in the superovulated cow. *Nord. Vet. Med.*, 35: 408-421.
 13. Halley, S.M., Rhodes, R.C., McKeller, L.D. and Randel, R.D. (1979). Successful superovulation, nonsurgical collection and transfer of embryos from Brahman cows. *Theriogenology*, 12: 97-101.
 14. Heyman, Y. (1985). Factors affecting the survival of whole and half embryos transferred in cattle. *Theriogenology*, 23: 63-75.
 15. Kim, H.S., Oh, S.J., Yang, B.S., Lee, K.S. and Chung, K.S. (1985). Studies on the non-surgical embryo recovery and transfer in cattle. *Korean J. Anim. Sci.*, 27: 206-210.
 16. Linder, G.M. and Wright, R.W. Jr. (1983). Bovine embryo morphology and evaluation. *Theriogenology*, 20: 407-416.
 17. Looney, C.R., Boutte, B.W., Archbald, L.F. and Godkc, R.A. (1981). Comparison of once daily and twice daily FSH injection for superovulation beef cattle. *Theriogenology*, 15: 13-22.
 18. McGaugh, J.D., Olds, D. and Kratzen, D.C. (1974). Ovum recovery in superovulated cows and cleavage rate in the fertilized ova. *Theriogenology*, 1: 213-217.
 19. Monniaux, D., Chupin, D. and Saumande, J. (1983). Superovulatory response of cattle. *Theriogenology*, 19: 55-81.
 20. Pettit, W.H. Jr. (1985). Commercial freezing of bovine embryos in glass ampules. *Theriogenology*, 23: 13-16.
 21. Rowe, R.F., Del Campo, M.R., Eilts, C.L., French, L.R., Winch, R.P. and Ginter, O.J. (1976). A single cannula technique for non-surgical collection of ova from cattle. *Theriogenology*, 6: 471-483.
 22. Schneider, H.J. Jr., Castleberry, R.S. and Griffin, J.L. (1980). Commercial aspects of bovine embryo transfer. *Theriogenology*, 13: 73-85.
 23. Shea, B.F. (1981). Evaluating the bovine embryo. *Theriogenology*, 15: 31-42.
 24. Srteenan, J.M. (1975). Successful non-surgical transfer of fertilized cow eggs. *Vet. Rec.*, 96: 490-491.
 25. Sreenan, J.M. (1978). Non-surgical embryo transfer in the cow. *Theriogenology*, 9: 69-83.
 26. Sreenan, J.M. and McDough, T. (1979). Comparison of the embryos survival rate in heifers following artificial insemination, non-surgical blastocyst transfer or both. *J. Reprod. Fert.*, 56: 281-284.
 27. Watts, T.L. and Fugay, J.W. (1985). Response and fertility of dairy heifers following injection

- with prostaglandin $F_{2\alpha}$ during early, middle or late diestrus. *Theriogenology*, 23: 655-661.
28. Wright, J.M. (1981). Non-surgical embryo transfer in cattle. Embryo-recipient interactions. *Theriogenology*, 15: 43-56.
 29. Wright, J.M. (1985). Commercial freezing of bovine embryos in straw. *Theriogenology*, 23: 17-29.
 30. 高光斗, 鄭吉生, 李基萬, (1981). 韓牛의 受精卵 移植에 關한 研究. 第II報. GTH와 $PGF_{2\alpha}$ 投與에 따른 卵巢反應. 韓畜誌, 23: 322~330.
 31. 石瑚峰, 李光源, 吳成龍, 係東秀, 尹忠根, 金浩重, 趙閔衍, 吳大均, 池高夏, 任京淳, 지미 마혼 (1984). 소의 凍結受精卵이 受胎에 미치는 影響. III. 五段階 浮遊에 의한 그리세롤 除去卵의 外科的 移植의 影響. 韓畜誌, 26: 429~434.
 32. 任京淳, 李用斌, 鄭丘敏 (1983). 소에 있어서 非外科的 方法에 의한 受精卵의 採卵技術 開發에 關한 研究. 韓畜誌, 25: 244~253.
 33. 鄭吉生, 尹種三, 李勳澤, 柳承煥, 金正翊(1983). 受精卵 移植에 의한 牛의 多胎誘起에 關한 研究. IV. 非外科的으로 移植한 新鮮 및 凍結 受精卵의 分娩成績. 韓畜誌, 25: 424~429.