

돼지의 수정란이식에 관한 고찰

손 동 수
국립종축원

Studies on Embryo Transfer in Pigs

Dong Soo Son
National Animal Breeding Institute, Sunghwan

Summary

The possibility of embryo transfer technique in pigs to introduce a new genetic material into closed herds for disease control was investigated.

The results investigated were as follows:

1. The exhibiting rate of estrus on the administration of altrenogest and PMSG ranged from 83.3 to 100% and the estrus exhibited within 4.0 - 5.3 days after the administration of altrenogest..
2. The average number of ovulation points per pig by the injection of PMSG and HCG were 14.0 - 30.7.
3. The average number of recovered embryos per pig was 15.7, and 72.8% of embryos were recovered.
4. The pregnancy rate of recipients was 63.6% and the survival rate of transferred embryos were 21%.
5. When the 1-cell embryos were cultured for 24hrs, they were all developed.

Therefore it is possible to recover and preserve the embryos from the donor pigs which have high genetic ability, and to transfer embryos to recipient pigs which are separated from donor pigs in Korea.

서 론

돼지의 수정란이식은 Kvansnik(1951)가 처음으로 성공한 이래 1962~1970년 초까지는 수정란의 발생능력, 발생동기화와 과배란유기, 황체수와 수정란의 관계, 수정란의 자궁내 이동등 대부분의 돼지의 번식생리와 수정란이식 방법에 대한 연구가 이루어져 왔다(Hancock와 Hovell, 1962; Dziuk 등, 1964b; Vincent 등, 1964; Hunter, 1966; Baker와 Coggins, 1968; Christenson 등, 1970; Webel 등, 1970; Guthrie 등, 1974). 그러나 Curnock 등(1976)이 specific-pathogen-free (SPF)豚군에 유전자 도입방법으로 수정란이식을 이용한 후 최근에는 수정란 조작을 통한 질병예방 측면에서 많은 연구가 이루어지고 있다(Bolin 등, 1983; James, 1983; Bolin과 Bolin, 1984; Kruff 등, 1984). 한편 Martin(1983)의 보고에 의하면 미국에서 돼지 수정란이식을 하는 이유는 SPF豚군 또는 폐쇄豚군의 종돈 보충을 위한

수단으로 대부분 활용된다고 하였는데 이는 궁극적으로 질병예방을 위한 목적으로 볼 수 있다. 따라서 국내에서도 돼지의 질병예방 측면에서 수정란이식 기술의 활용이 검토되어야 할 것으로 사료되어 돼지의 수정란이식에 대한 연구결과를 고찰코자 한다.

발정동기화 및 과배란유기

수정란이식 성공에 영향을 주는 가장 중요한 요인들 중의 하나가 공란축과 수란축의 발정동기화라는 것은 이미 잘 알려져 있는 사실이다. 돼지 수정란이식에 대한 초기의 연구들에서는 methallibure이 발정동기화에 가장 효과적인 물질로 과배란 유기를 위하여 생식선자극 호르몬들과 함께 사용되었다(Polge 등, 1968). 그러나 이 methallibure가 태아기 형발생물질로 밝혀져 새로운 발정동기화의 방법이 추구되기 시작하였다. Prostaglandin F_{2α}는 발정주

기 12~13일 이전에 돼지에게 처리했을 경우 황체 퇴행을 유기할 수가 없어(Guthrie와 Polge, 1976), 이 물질로는 발정주기중의 어느 시기에든지 발정을 동기화시킬 수 없다는 것이 밝혀졌다. 그리하여 발정동기화를 간단하고 효과적인 방법으로 유기할 수 있는 progesterone물질인 altrenogest를 경구적으로 투여하는 방법이 개발되어 졌다(Webel, 1978). 한편 돼지의 과배란을 유기하기 위하여는 PMSG와 HCG가 주로 사용되는 데 결과에서 차이가 많다는 것이 문제점으로 지적된다(Polge, 1981).

Table 1은 분만 후 46~56일이 경과된 포유중인 모돈 27두를 이유시켜 이유당일 또는 그 다음날부터 altrenogest를 1두당 1일 20mg씩을 사료에 혼합하여 4~7일간 투여하고 altrenogest를 마지막 투여한 24시간후에 PMSG 1200~1500IU를 피하 주사하였고, 미경산돈 3두는 정상적인 발정주기 12~16일부터 altrenogest를 1두당 1일 20mg씩을 9일간 투여하고 altrenogest를 마지막 투여한 24시간 후에 PMSG 1200IU를 피하주사하여 발정동기화 및 과배란을 유기하였으며, 발정주기에 관계없이 미경산돈 3두에 대하여는 altrenogest를 1두당 1일 20mg씩을 18일간 투여하고 altrenogest를 마지막 투

여한 24시간후에 PMSG 750IU를 피하주사하여 발정동기화를 유기한 성적이다.

이유모돈의 발정발현율은 83.3~100%였고 altrenogest투여 종료후 4.0~5.2일에 발정이 발현되었는데 이는 동일한 방법으로 이유모돈에 처리하였을 때 발정발현율은 66.7~100%, 발정발현일은 5.0~6.0일 이라는菅原등(1988)의 보고와 유사하였다. 미경산돈은 처리군 전체에서 발정이 발현되었고 발정발현일은 4.8~5.3일로 경산돈의 발정발현일과 거의 같았으나 동일한 방법으로 처리된 미경산돈이 5.1~6.3일에 60~100%의 발정이 발현되었다는菅原등(1988)의 보고, altrenogest를 단독 투여하였을 때 투여 종료후 평균 5.6일에 97%의 발정이 발현되었다는 Pursel등(1981)의 보고보다는 발정발현일이 약간 빨랐고, 3일이내 100%가 발정이 발현되었다는 Mauleon등(1979)의 보고보다 늦었다.

Table 2는 altrenogest와 PMSG를 투여하여 발정이 발현된 Table 1의 공시축에 PMSG투여후 72~96시간에 HCG 500~750IU를 근육 주사하여 과배란을 유기시킨 결과이다. 배란점의 수는 PMSG 1200IU와 HCG 750IU를 투여한 경산돈이 19.1개, PMSG 1500IU와 HCG 750IU를 투여한 경산돈이

Table 1. Effects of Altrenogest and PMSG Administration on the Estrus Synchronization

Parity	Period ^a (days)	Dosage of PMSG (IU)	No. of treated pigs	No. of exhibiting estrus (%)	Day of onset of estrus ^b (Mean±S. D)
Sow	4	1200	5	5(100.0)	4.0
Sow	6	1200	8	7(87.5)	4.5±0.5
Sow	7	1200	8	8(100.0)	5.2±0.5
Sow	7	1500	6	5(83.3)	4.4±0.2
Gilt	9	1200	3	3(100.0)	4.8±0.3
Gilt	18	750	3	3(100.0)	5.3±0.8

^aPeriod of the administration of altrenogest

^bDays of last feeding of altrenogest = 0

Table 2. Effects of Superovulation Following PMSG and HCG Administration in Pigs

Parity	Dosage (IU) of		No. of pigs	Average ovulation point per pig (Mean±S. D)
	PMSG	HCG		
Sow	1200	750	16	19.1±4.9
Sow	1500	500	5	21.6±7.1
Gilt	1200	500	3	30.7±1.5
Gilt	750	500	3	14.0±2.6

21.6개였으며 미경산돈에서는 PMSG 1200IU와 PMSG 750IU를 투여하였을 때 각각 30.7개, 14.0개로 PMSG투여량 및 산차에 따라 차이가 있었다. 이러한 결과는 altrenogest와 PMSG 1000IU로 발정 및 과배란을 유지시켰을 때 배란점의 수가 이유모돈이 19.3~25.8개, 미경산돈이 16.0~25.8개라는菅原等(1988)의 보고, 분만후 21~42일에 PMSG 1000IU와 HCG 500IU를 투여했을 때 배란점이 26.7개라는 Christenson과 Teague(1975)의 보고, 분만후 13~32일에 PMSG 1500IU와 HCG 1000IU를 투여했을 때 29.9개, prostaglandin F_{2α} 5mg을 병용하였을 때 35.3개의 배란점이 있었다는 Hausler等(1980)의 보고나 미경산돈에 대하여 발정주기 15일째에 PMSG 1500IU를 투여했을 때 배란점이 16~64개라는 Hunter(1966)의 보고, PMSG 2000IU와 HCG 500IU를 투여했을 때 배란점이 45.8개라는 Baker와 Coggins(1968)의 보고, methallibure을 1일 100mg씩 20일간 투여하고 PMSG 1500IU와 HCG 500IU를 주사하였을 때 28.3개라는 Christenson 등(1973)의 보고와 비교할 때 발정동기와 및 과배란을 유지하는 약품의 종류나 용량이 많은 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 그러나 Krider等(1982)은 돼지의 배란은 연령, 품종, 산차능 많은 유전적 및 환경적 요인에 의해서도 지배된다고 하였다.

수정란의 회수

돼지의 수정란회수는 돼지자궁 및 자궁경의 해부학적 구조상 비외과적 회수가 곤란하여 대부분 개복수술로 자궁과 난소를 노출시켜 수정란을 회수하고 있으나 Stone等(1984)은 도살한 돼지의 자궁에서 수정란을 회수한 후 다른 돼지에 이식하여 성공하였다고 했으며 Altenhof等(1982)은 비외과적 방법으로 수정란을 회수한 바 있으나 실용화되지 못하고 있다.

수정란을 외과적 방법으로 회수하기 위해서는 공란돈을 전신마취를 시켜야 하는데 Dziuk等(1964a)은 돼지의 외과적 수술을 위하여 미경산돈 1두당 atropin sulfate 15~20mg을 피하주사하고 30분후에 체중 Lb당 4.5mg의 pentobarbital sodium을 정맥 주사하여 전신마취 시킨 다음 halothane gas를 흡입시켰을 때 30~200분간 마취가 지속되었다고 하였으며 수정란회수 및 이식을 위한 전신마취시 대부분 이 방법을 이용하고 있다(Curnock等, 1976; Day, 1979; James와 Reeser, 1979; James 등, 1980). 한편 Wall과 Pursel(1985), 菅原榮一等(1988)은 Ketamine의 정맥주사와 halothane의 흡입에 의한 전신마취로 수정란의 회수 및 이식을 하였다고 보고했다.

Table 3은 발정이 동기화된 공란돈을 HCG 주사후 12시간과 24시간에 종모돈으로 종부를 시키고 그후 24~29시간에 acepromazine과 ketamine의 정맥주사에 의한 전신마취하에서 마지막 유두사이의 정중선을 따라 10~15cm 정도 절개하여 난관을 노출시킨후 수정란을 회수한 성적이다. 수정란회수는 난소로부터 배란점을 조사한후 내경 3mm의 cannula로 난관누두부를 통하여 난관팽대부에 삽입하고 20 gauge의 무딘 수사침으로 자궁난관연결부를 천자하여 40ml의 modified Krebs-Ringer bicarbonate(mK-RB)medium을 관류시켜 수정란을 회수하였다. 공란돈 16두에서 배란된 345개의 난자중 회수된 수정란은 251개로 두당 평균 15.7개가 회수되었으며 회수율은 72.8%였다. 이는 배란된 난자의 회수율이 92.0%라는 Perry와 Rowlands(1962)의 보고, 75.3~81.3%라는 Hunter等(1967)의 보고, 87%라는 Pope等(1972)의 보고와 81%라는 Curnock等(1976)의 보고보다 낮은 성적으로 회수방법, 시간, 장소, 그리고 기술등 여러가지 요인에 의한 차이로 추정된다. 회수된 난자의 발육단계는 1세포기가 93.6%, 2세포기가 5.6%, 3세포기 및 4세포기가 각각 0.4%로서 종부후 48시간에 회수된 난자가 1~

Table 3. Recovery and Development Stage of Embryos from Donor Pigs

No. of pigs	No. of ovulation points	No. of embryos recovered(%)	Development stage of recovered embryos (%)			
			1 cell	2 cell	3 cell	4 cell
16	345	251(72.8)	235	14	1	1
Mean±S. D	21.6±6.6	15.7±4.1	(93.6)	(5.6)	(0.4)	(0.4)

2세포기라는 Curnock등(1976)의 보고와 거의 일치하였다.

돼지의 수정란은 배란후 1~2일까지는 1~4세포기로서 난관내에 존재하지만 3~4일 이후에는 4세포기 이상으로 분열되어 자궁에 하강하므로(Oxenreider와 Day, 1965) 수정란의 회수시기에 따라 회수부위가 달라지는 데 Day(1980)는 수정란의 발달상태 및 체내이동에는 변이가 많으므로 수정란의 회수율을 높이기 위하여는 종부후 1~2일 이내에 난관에서 회수하는 경우 자궁상단도 같이하는 것이 좋다고 하였다. 자궁에서 수정란회수는 일반적으로 Hancock와 Hovell(1962)의 방법에 준하나 최근에는 자궁난관연결부에서 30~50cm 아래부분을 약간 절개하여 2 way foley catheter를 삽입하고 공기를 주입, 관류액이 역류되지 않게 하면서 30~40ml의 관류액으로 2회 회수하는 방법등이 응용되기도 한다(河原, 1985; 相原등, 1988). 돼지 수정란을 회수하는 관류액은 modified Krebs-Ringer bicarbonate medium, Dulbecco's phosphate buffered saline, T-CM199, Tyrode's solution 등이 주로 많이 사용된다.

수정란의 이식

회수된 수정란은 공란돈과 발정이 동기화된 수란돈의 회수와 동일하게 외과적인 방법으로 대부분 이식을 하나 相原등(1988)은 비외과적인 방법으로 자궁각분지부 상단 10cm에 수정란을 이식한 결과 임신율이 42.9%, 수정란 착상율이 55.5%라고 보고했다. 개복수술에 의한 외과적 수정란이식 방법은 이식할 수정란의 발육단계가 1~2세포기 일때는 난관팽대부하부에 이식하며, 4세포기 이상의 수정란은 자궁난관연결부에서 10~15cm아래의 자궁선단을

천자하여 이식하거나 자궁난관연결부를 천자하여 silicone rubber tube를 자궁선단 1.5~2.5cm까지 주입한 후 Pasteur pipette으로 수정란을 silicone rubber tube를 통과시켜 자궁에 이식한다(Day, 1979; Day, 1980; James등, 1980).

Table 4는 회수된 수정란을 발정이 동기화된 수란돈에 수정란회수와 동일한 방법으로 마취 및 개복수술을 하여 난관팽대부하부를 천자한 후 25 μ l micropipette으로 이식하여 분만한 성적이다. 수란돈 11두에 수정란 7~18개씩을 이식하였던 바 7두가 임신이 되어 63.6%의 임신율을 나타내었고 발정동기화에 따른 임신율은 공란돈과 수란돈의 발정발현이 일치하였을 때가 50%로 수란돈의 발정이 공란돈보다 12시간 먼저오거나 24시간 늦게 왔을 때의 임신율과 동일하였으며 수란돈의 발정이 공란돈보다 12시간 늦게 왔을 때에 천두수가 임신이 되었다. 또한 148개의 수정란을 이식한 결과 31두의 자돈이 분만되어 21.0%의 분만율을 보였으며 수란돈의 발정이 공란돈보다 12시간 늦게 왔을 때가 45%의 분만율을 보여 가장 높았다. 이와같은 결과는 임신율과 분만율이 33%와 36%라는 Hancock와 Hovell(1962)의 보고, 78%와 29.1%라는 Herrmann과 Holtz(1985)의 보고보다 낮은 성적이었는 바 수정란의 발육단계, 이식부위, 이식방법과 기술등 여러가지 요인에 의한 차이로 사료된다. 발정동기화에 따른 임신율이 수란돈과 공란돈이 일치하였을 때 71%이고 수란돈의 발정이 공란돈보다 1일 또는 2일 늦게 왔을 때가 각각 78%와 86%이며 수란돈의 발정이 공란돈보다 1일 또는 2일 빨리 왔을 때가 각각 47%와 5%라는 Polge(1982)의 보고로 보면 공란돈과 발정동기화가 일치된 수란돈이나 발정발현이 공란돈보다 1~2일 늦게 온 수란돈에 수정란을 이식하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of Donor-Recipient Synchrony on the Pregnancy Rate and Farrowing Rate in Pigs

Synchrony* (hr)	No. of recipients	No. of pregnant recipients (%)	No. of embryos transferred	No. of pigs born (%)
-12	2	1 (50)	30	6 (20.0)
0	4	2 (50)	47	9 (19.2)
+12	3	3 (100)	40	18 (45.0)
+24	2	1 (50)	31	0
Total	11	7 (63.6)	148	31 (21.0)

*Estrus in recipients exhibited times after(+) or before(-) donor

수정란의 보존 및 배양

수정란을 회수하여 이식하기전까지 보존 또는 배양을 하게되는데 돼지의 수정란은 다른 동물의 수정란과 달리 서온에 민감하여 15°C 이하의 저온에 접하게 되면 사멸하므로 (Polge, 1982; Wilmult, 1972) 일반적으로 35~37°C에서 보관한다.

Table 5. Development Stage of 1-cell Pig Embryos after 12 Hour and 24 Hour in vitro Culture

Time of culture (hr)	Development stage after culture			
	1 cell	2 cell	3 cell	4 cell
12	3	5		2
24		4	2	4

Table 5는 조직배양 polystyrene petridish에 m-KRB medium을 넣고 액체 paraffin으로 덮은 다음 회수된 1 세포의 수정란을 넣어 37°C, 5% CO₂, 95% 공기 및 습도가 포화상태인 CO₂ 부랑기에서 12시간 및 24시간 배양한 수정란의 발육상태이다. 1 세포기의 수정란 10개를 12시간 배양하였을 때 2 세포기와 4 세포기로 발달된 것이 각각 5개와 2개였으며 24시간후에는 2 세포기 4개, 3 세포기 2개, 4 세포기 4개로 모두가 분화되었다. 이러한 성적은 Pope과 Day(1977)가 1 세포기 수정란을 24시간 배양하였을 때 4 세포기로 발달되었다는 보고보다 수정란의 분화시간이 늦었는 바 배란후 수정란회수 시간 차이에 기인된 것으로 사료된다.

돼지 수정란을 보존 또는 배양후 이식하여 생존율을 조사한 연구보고로 Rundell과 Vincent(1968)은 돼지 수정란의 배양에 가장 좋은 배지는 modified Brinster's medium(pH7.4, Osmolarity 331) 이라고 하였으며, Pope과 Day(1977)는 1~4 세포기의 수정란을 Brinster's medium에서 24시간 배양하였던 바 2 세포기의 수정란 94%가 4 세포기로 발달하였으며 24시간 배양된 4~8 세포기 수정란을 수란돈에 이식하여 83%가 임신되었고 26~33일후에 도살하였을 때 임신돈에서 생존수정란은 63%였다고 했다. 또한 1~4 세포기의 수정란을 48시간 배양하였던 바 4 세포기가 34%, 6 세포기가 42%였고 48시간 배양된 4~8 세포기 이상의 수정란을 수란돈에 이식하

여 15%가 임신되었고 28~34일후에 도살하였을 때 임신돈에서 생존수정란은 52%였다고 보고했다. James등(1980)은 35°C를 유지할 수 있는 temperature-controlled box의 mKRBmedium에 회수한 수정란을 넣어 국제간 수송을 하여 수정란을 회수한 후 20.5~27시간이 경과되고 나서 수란돈의 자궁에 이식한 결과 임신율은 53%이며 자돈분만율은 26%였다고 했다. 한편 Herrmann과 Holtz(1985)는 공란돈으로부터 회수한 1~4 세포기의 수정란을 토끼의 난관에 보존하였다가 24~48시간후에 토끼를 죽여 난관에서 Dulbecco's medium으로 돼지 수정란을 회수하여 토끼의 난관에서 수정란의 발육상태와 이 수정란을 수란돈에 이식한 결과를 보고하였는데 돼지 수정란을 토끼의 난관에서 24~48시간 보존후 회수율은 66~85%였으며 1 세포기와 3~4 세포기의 발육은 좋지 않았고 2 세포기의 수정란은 95%가 정상적인 발육을 하였다고 했다. 또한 토끼의 난관에서 보존되었던 수정란을 수란돈에 이식한 후 임신율과 태아 생존율은 24시간 보존되었던 것이 50%와 20.7%, 48시간 보존되었던 것이 17%와 6.7%로 공란돈으로부터 수정란을 회수하여 토끼 난관에 보존하지 않고 즉시 이식한 수란돈의 임신율 78%와 태아 생존율 29.1% 보다 낮은 성적이었으나 1~4 세포기의 돼지 수정란을 토끼의 난관에 짧은 기간 동안 보존하여 원거리 이식이 가능함을 보여 주었다.

결 론

국내에서 질병발생을 예방하기 위하여 제한사육하고 있는 돈군에 새로운 유전형질을 도입할 때에 수정란이식의 활용 가능성을 검토코자 실시한 연구 결과를 고찰하였다.

1. Altrenogest와 PMSG투여에 의한 돼지의 발정발현율은 83.3~100%였고 altrenogest투여 종료 후 4.0~5.3일에 발정이 발현되었다.
2. PMSG와 HCG 주사에 의한 배란점은 두당 평균 14.0~30.7개였다.
3. 회수된 수정란은 두당 평균 15.7개였고 회수율은 72.8%였다.
4. 수정란을 이식한 수란돈의 임신율은 63.6%였으며 분만된 자돈은 이식수정란의 21%였다.
5. 1 세포기의 수정란을 24시간 배양하였을 때

모두 분화가 되었던 것으로 보아 국내에서도 우수한 유전력을 가진 공란돈에서 수정란을 회수 및 보존하여 원거리의 수란돈에 이식이 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Altenhof, R.L., Tanksley, T.D. Jr., Knabe, D.A., Harms, P.G., Bowen, M.F. and Kraemer, D.C. (1982). Investigations of nonsurgical embryo collection in swine. *Theriogenology*, 17: 75.
2. Baker, R.D. and Coggins, E.G. (1968). Control of ovulation rate and fertilization in prepuberal gilts. *J. Anim. Sci.*, 27: 1607-1610.
3. Bolin, S.R., Turek, J.J., Runnels, L.J. and Gustafson, D.P. (1983). Pseudorabies virus, porcine parvovirus, and porcine enterovirus interactions with the zona pellucida of the porcine embryo. *Am. J. Vet. Res.*, 44: 1036-1039.
4. Bolin, S.R. and Bolin, C.A. (1984). Pseudorabies virus infection of six- and ten-day-old porcine embryos. *Theriogenology*, 22: 101-107.
5. Christenson, R.K., Pope, C.E., Zimmerman, V.A. and Day, B.N. (1970). Synchronization of ovulation in superovulated gilts. *J. Anim. Sci.*, 31: 219.
6. Christenson, R.K., Pope, C.E., Zimmerman-Pope, V.A. and Day, B.N. (1973). Synchronization of estrus and ovulation in superovulated gilts. *J. Anim. Sci.*, 36: 914-918.
7. Christenson, R.K. and Teague, H.S. (1975). Synchronization of ovulation and artificial insemination of sows after lactation. *J. Anim. Sci.*, 41: 560-563.
8. Curnock, R.M., Day, B.N. and Dziuk, P.J. (1976). Embryo transfer in pigs: A method for introducing genetic materials into primary specific-pathogen-free herds. *Am. J. vet. Res.*, 37: 97-98.
9. Davis, D.L. and Day, B.N. (1978). Cleavage and blastocyst formation by pig eggs in vitro. *J. Anim. Sci.*, 46: 1043-1053.
10. Day, B.N. (1979). Embryo transfer in swine. *Theriogenology*, 11: 27-31.
11. Day, B.N. (1980). Procedures and results obtainable in pigs. In: *Current therapy in theriogenology* (D.A. Morrow, Eds.). W.B. Saunders company. Philadelphia, London, Toronto, pp. 95-100.
12. Dziuk, P.J., Phillips, T.N. and Graber, J.W. (1964a). Halothane closed-circuit anesthesia in the pig. *Am. J. Vet. Res.*, 25: 1773-1775.
13. Dziuk, P.J., Polge, C. and Rowson, L.E.A. (1964b). Intra-uterine migration and mixing of embryos in swine following egg transfer. *J. Anim. Sci.*, 23: 27-42.
14. Guthrie, H.D., Henricks, D.M. and Handlin, D.L. (1974). Plasma hormone levels and fertility in pigs induced to superovulate with PMSG. *J. Reprod. Fert.*, 41: 3610-370.
15. Guthrie, H.D. and Polge, C. (1976). Luteal function and oestrus in gilts treated with a synthetic analogue of prostaglandin F_{2α} (ICI 79, 939) at various times during the oestrus cycle. *J. Reprod. Fert.*, 48: 423-425.
16. Hancock, J.L. and Hovell, G.J.R. (1962). Egg transfer in the sow. *J. Reprod. Fert.*, 4: 195-201.
17. Hausler, C.L., Hodson, Jr. H.H., Kuo, D.C., Kinney, T.J., Rauwolf, V.A. and Strack, L.E. (1980). Induced ovulation and conception in lactating sows. *J. Anim. Sci.*, 50: 773-778.
18. Hermann, H.H. and Holtz, W. (1985). Storage of pig embryos in the ligated rabbit oviduct and its effect on the viability after re-transfer to synchronized gilts. *Anim. Reprod. Sci.*, 8: 159-170.
19. Hunter, R.H.F. (1964). Superovulation and fertility in the pig. *Anim. Prod.*, 6: 189-194.
20. Hunter, R.H.F. (1966). The effect of superovulation on fertilization and embryonic survival in the pig. *Anim. Prod.*, 8: 457-465.
21. Hunter, R.H.F., Polge, C. and Rowson, L.E.A. (1967). The recovery, transfer and survival of blastocysts in pigs. *J. Reprod. Fert.*, 14: 501-502.
22. James, J.E. and Reeser, P.D. (1979). Embryo recovery in swine. *Theriogenology*, 11: 47-50.
23. James, J.E., Reeser, P.D., Davis, D.L., Straiton, E.C. Talbot, A.C. and Polge, C. (1980). Culture and long-distance shipment of swine embryos. *Theriogenology*, 14: 463-469.
24. James, J.E., James, D.M., Martin, P.A., Reed, D.E. and Davis, D.L. (1983). Embryo transfer for

- conserving valuable genetic material from swine herds with pseudorabies. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 183: 525-528.
25. Krider, J.L., Conrad, J.H. and Carroll, W.E. (1982). *Swine production*, McGraw Hill Book Co., pp.165-195.
 26. Kruff, B., Distil, O. and Tenhumberg, H. (1984). The use of embryo transfer in swine to repopulate diseased herds and to produce additional offspring from sows with desired genes results and costs under conditions in germany. *Theriogenology*, 21: 244.
 27. Kvansnickii, A.V. (1951). Interbreed ova transplantation. *Sovetsk, Zootech.*, 1: 36-42.
 28. Martin, P.A. (1983). Commerical embryo transfer in swine: Who is interested in it and way. *Theriogenology*, 19: 43-48.
 29. Mauleon, P., Martinat-Botte, F. and Scheid, J.P. (1979). Oestrus control in nulliparous gilts with a progestagen treatment (RU-2267). *J. Anim. Sci.*, 49: 317.
 30. Oxenreider, S.L. and Day, B.N. (1965). Transport and cleavage of ova in swine. *J. Anim. Sci.*, 24: 413-417.
 31. Perry, J.S. and Rowlands, I.W. (1962). Early pregnancy in the pig. *J. Reprod. Fert.*, 4: 175-188.
 32. Polge, C., Day, B.N. and Groves, T.W. (1968). Synchronization of ovulation and artificial insemination in pigs. *Vet. Rec.*, 83: 136-142.
 33. Polge, C. (1981). An assessment of techniques for the control of oestrus and ovulation in pigs. In: *Stierids in Animal Reproduction* (Jasiorowski, Eds.). Warsaw Agricultural University: SGGW-AR, Roussel-Uclaf, Warsaw, pp. 73-84.
 34. Polge, C. (1982). Embryo transplantation and preservation. In: *Control of Pig Reproduction* (Cole, D.J.A. and G.R. Foxcroft, Eds.). London. Butterworths, pp. 277-291.
 35. Pope, C.E., Christenson, R.K., Zimmerman-Pope, V.A. and Day, B.N. (1972). Effect of number of embryos on embryonic survival in recipient gilts. *J. Anim. Sci.*, 35: 805-808.
 36. Pope, C.E. and Day, B.N. (1977). Transfer of preimplantation pig embryos following in vitro culture for 24 or 48 hours. *J. Anim. Sci.*, 44: 1036-1040.
 37. Pursel, V.G., Elliott, D.O. Newman, C.W. and Staigmiller, R.B. (1981). Synchronization of estrus in gilts with allyl trebolone: Fecundity after natural service and insemination with frozen semen. *J. Anim. Sci.*, 52: 130-133.
 38. Rundell, J.W. and Vincent, C.K. (1968). In vitro culture of swine ova. *J. Anim. Sci.*, 27: 1196-1197.
 39. Stone, B.A., Whyte, P.B.D., Pointon, A.M., Quinn, P. and Heap, P.A. (1984). Transfer of pig embryos collected from a sow slaughtered at an abattoir. *Aust. Vet. J.*, 61: 30-31.
 40. Vincent, C.K., Robison, O.W. and Ulberg, L.C. (1964). A technique for reciprocal embryo transfer in swine. *J. Anim. Sci.*, 23: 1084-1088.
 41. Wall, R.J. and Purcel, V.G. (1985). Development of porcine ova that were centrifuged to permit visualization of pronuclei and nuclei. *Biol. Reprod.*, 32: 645-651.
 42. Webel, S.K., Peters, J.B. and Anderson, L.L. (1970). Control of estrus and ovulation in the pig by ICI 33828 and gonadotropins. *J. Anim. Sci.*, 30: 791-794.
 43. Webel, S.K. (1978). Ovulation control in the pig. In: *Control of Ovulation* (Crighton, D.B., N.B. Haynes, G.R. Foxcroft and G.E. Lamming, Eds.). London, Butterworths, pp. 421-434.
 44. Webel, S.K. and Day, B.N. (1982). The control of ovulation. In: *Control of Pig Reproduction* (Cole, D.J.A. and G.R. Foxcroft, Eds.). London. Butterworths, pp. 197-210.
 45. Wilmut, I. (1972). The low temperature preservation of mammalian embryos. *J. Reprod. Fert.*, 31: 513-515.
 46. 河原崎達雄(1985). 豚の受精卵移植の應用. *臨床獸醫*, 3: 60-63.
 47. 菅原七郎, 高木優二, 亀山賢次, 正木淳二, 塩原廣之, 柏崎直巳, 杉本輝夫, 武田光彦(1988). Ru2267, トレボノロン, レゾエメートによる. 豚受精卵移植における發情同期化. *畜産の研究*, 42: 52-54.
 48. 相原榮一, 永福和明, 杉本昌彦, 小林博行, 大谷敏明(1988). 豚の胚(受精卵)移植について. 調査研究報告および, 豚産肉能力檢定成績. *農林水産省 白河種畜牧場 茨城支場*, 21: 47-54.