

초음파검사에 의한 소의 번식장애 감별진단 및 치료법 개발 IV. 발정확인 및 조기 임신진단

손창호^{1*} · 강병규 · 최한선^{**} · 강현구 · 김혁진^{***} · 오기석 · 서국현^{****}
전남대학교 수의과대학, *호르몬연구센터, **효성가톨릭대학교,
무안종합동물병원, *축산기술연구소

Development of Differential Diagnosis and Treatment Method of Reproductive Disorders Using Ultrasonography in Cows IV. Confirmation of Estrus Detection and Early Pregnancy Diagnosis

Chang-ho Son^{1*}, Byong-kyu Kang, Han-sun Choi^{**}, Hyun-gu Kang, Hyeok-jin Kim^{***},
Ki-seok Oh and Guk-hyun Suh^{****}

College of Veterinary Medicine, *Hormone Research Center, Chonnam National University,
^{**}Hyosung Catholic University, ^{***}Muan Animal Clinic, ^{****}National Livestock Research Center

ABSTRACT : Plasma progesterone (P₄) concentrations were measured for confirming the estrus observation and for the early pregnancy diagnosis in 130 cows of small farmers. Ultrasonographic examinations were performed from day 30 after artificial insemination to establish the characteristic ultrasonographic appearances of gestational structures in each pregnant stages. Of the 130 cows inseminated, 111 cows (85.4%) were an ovulatory estrus, 12 cows (9.2%) were an ovulatory estrus, and 7 cows (5.4%) were the error of estrus detection, respectively. The accuracy for early pregnancy diagnosis in 111 ovulatory estrus cows achieved when the discriminatory concentration at day 21 after artificial insemination was placed at 3.0 ng/ml in plasma, was 86.7% for positive diagnosis and 100% for negative diagnosis, respectively. Pregnancy diagnosis by ultrasonography were performed to evaluate gestational structures from day 30 after artificial insemination in 83 cows. Pregnant cows were 72 of 83 cows. The characteristic ultrasonography of gestational structures in each gestational stages was as follows. The embryo proper was observed within anechoic fetal fluid between 28 and 40 days after insemination, and amnion and embryonic heartbeat was also detected in this period. Between days 41 and 50, embryo proper was detected as an discriminated from head and body, and forelimb buds and hindlimb buds were also observed in this period. Between days 51 and 60, an embryo proper was clearly discriminated from head and body, and fetal movement, forelimb buds and hindlimb buds were observed in this period. Between days 61 and 70, fetus was completely developed, and fetal skeleton, organs and cotyledon were observed. After day 71, each organs of fetus were rapidly developed and a fetus was partially observed in screen because fetus was too big and larger. These results indicate that plasma P₄ determination at days 0, 6 and 21 after artificial insemination can be utilized for confirming the estrus observation and for early pregnancy diagnosis. Also, ultrasonography was reliable method for early pregnancy diagnosis at day 30 after artificial insemination.

Key words : estrus detection, pregnancy diagnosis, progesterone, ultrasonography, cow

본 연구는 1997년도 농림기술개발사업(현장으로)과 1998년도 한국과학재단 호르몬연구센터 연구비(과제번호:HRC-98-0301)의 일부에 의하여 수행되었음.

¹Corresponding author.

서론

소에서 번식효율을 최대화시키기 위한 이상적인 분만간격은 12개월이며 이를 달성하기 위해서는 분만 후 첫 수정은 88일 이내, 첫 수정시 수태율은 47% 이상, 수태당 평균 수정횟수는 1.97회 이하여야 한다²⁵. 그러나 대부분의 우군에서 분만간격은 13개월 이상이며, 분만후 발정의 첫 발견일은 60일 이후였다고 보고되고 있다^{22,23}. 이처럼 번식효율을 저하시키는 요인으로는 둔성발정^{11,28}, 발정관찰의 실패 또는 잘못²⁸, 난소질환 및 자궁질환^{23,28,32} 등이 있다.

혈액 및 유즙중 P₄ 농도측정은 가축 번식영역에 있어서 황체기능을 추측하는 유효한 수단으로써 수정적기의 판정^{14,26}, 조기 임신진단^{20,30,31,35,37}, 번식장애 진단^{16,28,32,33}, 그리고 난소질환에 대한 hormone제 치료의 효과판정^{12,16} 등에 응용되고 있다.

특히 Karg 등⁹ 및 강 등^{30,31}은 P₄ 농도측정에 대한 실용성의 검토에서 소위 수정일에 실시하는 'One sample test'(Day 0)는 발정관찰의 정확성을, 'Two sample test'(Days 0, 6)는 배란상태의 확인 또는 난소낭종과 같은 무발정의 원인을 진단할 수 있으며, 그리고 'Three sample test'(Days 0, 6, 21)는 조기 임신진단에 응용할 수 있어 번식에 문제가 있는 牛群의 수태율 향상에 매우 유용하게 응용할 수 있음을 보고한 바 있다.

조기 임신진단은 발정확인에 의한 수정적기의 판정과 더불어 牛의 성공적인 경영에 중요한 요인이 된다¹⁹. 조기 임신진단에 응용되고 있는 방법으로는 직장검사²⁷, 번식호르몬농도측정^{13,17,29,30,31,37}, 초음파검사^{1,2,6} 등이 있는데 직장검사는 임신진단시기가 60일 전후이며 진단정확성은 80% 내외로 진단시기가 늦고 정확성이 낮다고 하였다^{2,6}. 그런데 P₄ 농도측정에 의한 조기 임신진단 시기는 21~24일로 진단시기가 빠르며, 그 정확성에 대해서는 보고자에 따라 차이가 있어 임신양성진단률은 80~97%이고 임신음성진단률은 84.6~100%라 보고^{13,29,31} 되고 있다.

한편 2차원적 실영상을 제공하는 초음파 진단장치는 1980년대 중반부터 수의임상에 응용되기 시작하여 소의 생식기를 연구하는 새로운 진단기기로 등장하였다^{1,21,36}. 초음파검사에 의한 조기 임신진단과 관련된 보고로는 Pierson과 Ginther²¹는 5.0 MHz 직장용 탐촉자를 이용하여 수정후 12일에서 14일 사이에 자궁내에 anechoic한 태포를 확인할 수 있다고 보고하였으며, Curran 등⁵은 임신된 쪽 자궁각내에서 태포를 평균 11.7일에, 태아의 심박동은 19일에서 24

일째에 확인하였다고 보고하였다. Boyd 등²은 7.5 MHz 직장용 탐촉자를 이용하여 조기 임신진단을 실시한 결과, 임신일수가 증가할수록 정확성은 높게 나타났으며, 배란후 20일째에는 100%의 임신진단정확성을 나타냈다고 보고하였다. 이와 같이 임신구조물을 육안적으로 직접 확인하면서 진단하는 초음파검사법은 임신진단시기를 보다 조기에 실시하여 번식효율을 극대화시키는데 응용되고 있다.

이상 보아온 바와 같이 현재 우리 나라 乳牛 및 韓牛에 있어서 호르몬농도측정에 의한 발정확인이나 임신진단에 대한 보고는 일부에 지나지 않으며, 이들의 보고는 대단위 목장이나 관리가 잘되고 있는 목장을 대상으로 하였다^{30,31}. 또한 국내에서 초음파검사에 의한 임신진단과 관련된 보고³⁶는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 일반 소규모 축산농가를 대상으로 발정발견의 정확성에 대한 실태를 파악하고 조기 임신진단을 실시하기 위하여 수정일, 수정후 6일 및 21일에 혈중 P₄ 농도를 측정하였으며, 동시에 초음파검사에 의한 조기 임신진단의 실용성 및 임신시기에 따른 특징적인 초음파상을 확립하기 위하여 수정후 30일 이후에 초음파검사를 실시하였다.

재료 및 방법

대상동물

전남 중·서부지역에 위치한 40개의 소규모 일반농가를 대상으로 발정이 관찰되어 인공수정을 의뢰 하였던 소중 육안적소견 및 직장검사 소견상 발정으로 판단되어 인공수정을 실시하였던 초산우 및 경산우 130두를 대상으로 하였다. 한편 이들에 대한 번식 및 관리상황은 Table 1에 나타난 바와 같이 연령은 2.3(범위: 1~8)년, 분만력은 평균 1.5(1~6)산 그리고 분만일에서 수정일까지의 간격은 평균 81.5(37~

Table 1. Baseline characteristics of 130 cows at artificial insemination

Item	
Number of cows	130
Mean age, yrs (range)	2.3±1.3 (1~8)
Mean parity (range)	1.5±0.9 (1~6)
Mean days from calving to artificial insemination (range)	81.5±39.1 (37~320)
Mean number of artificial insemination (range)	1.3±0.6 (1~3)

320)일 이었다.

직장검사 및 인공수정

축주의 품고에 의한 자연발정시 인공수정을 실시하기 전에 자궁의 상태 및 우세난포의 존재유무에 따라 발정상태를 판정하기 위하여 직장검사를 실시하였다. 단 직장검사소견상 자궁의 수축력이 있고 난소에 직경 1.5 cm 이상의 난포가 존재하면 통상적인 방법으로 인공수정을 실시하였으며, 자궁의 수축력이 없고 난소에 직경 1.5 cm 미만의 난포가 존재할 때는 인공수정을 실시하지 않았다.

체혈 및 혈중 progesterone 농도측정

체혈은 수정일, 수정후 6일, 수정후 21일 미정맥에서 실시하여 EDTA병에 넣은 후 4°C에서 3,000 g로 10분 동안 원심하여 혈장을 분리하였다. 분리된 혈장은 P₄를 분석할 때까지 -20°C에 보관하였다.

혈중 P₄ 농도측정은 손 등³⁴의 기술에 준하여 progesterone kit(Directprogesterone, ICN Biochemical, Inc, USA)를 이용하여 Gamma counter(CRYSTAL™ II, PACKARD Co. USA)로 측정하였으며, 혈중 P₄ 농도 측정에 있어서 변이계수(coefficient of variation)인 intra-assay는 5.7%, inter-assay는 8.5% 이었다.

혈중 progesterone 농도측정에 의한 발정확인 및 조기 임신진단

발정상태는 Karg 등⁹, Sato 등²⁴ 및 강 등^{30,31}의 방법에 준하여 Table 2와 같이 분류하였다. 즉 수정일에 혈중 P₄ 농도가 1.0 ng/ml 이하였던 것이 수정후 6일에 1.0 ng/ml 이상으로 상승하면 배란성 발정, 수

정일에 1.0 ng/ml 이하였던 것이 수정후 6일에도 1.0 ng/ml 이하이면 무배란성 발정, 그리고 수정일에 1.0 ng/ml 이상이면 발정발견의 잘못 등 3종류로 분류하여 인공수정시 발정상태를 확인하였다. 한편 조기 임신진단은 배란성 발정인 경우, 수정후 21일에 혈중 P₄ 농도가 3.0 ng/ml 이상인 경우를 임신으로 판정하였다.

초음파검사에 의한 임신진단

임신진단을 위한 초음파검사는 초음파 진단장치(EUREKA SA-600, Medison Co, Korea)에 부착된 5.0 MHz 직장용 탐촉자로 자궁을 관찰하였다. 자궁의 관찰은 양쪽 자궁을 선단부에서 자궁체 부위까지 여러 방향에서 scanning하면서 태아구조물을 관찰하였으며, 각 시기별 특징적인 태아구조물이 선명하게 관찰되었을 때 화면을 정지시켜 흑백 열전사 printer(SONY, UP-870MD, Japan)를 이용하여 화상을 출력하였다. 단 임신진단을 위한 초음파검사는 인공수정후 30일 이후부터 실시하였다.

결 과

혈중 progesterone 농도측정에 의한 발정상태의 확인

발정발현시 인공수정을 실시하였던 소 130두를 대상으로 발정상태를 확인하기 위하여 수정일과 수정후 6일에 혈중 P₄ 농도를 측정한 후 발정상태를 배란성 발정, 무배란성 발정 및 발정발견의 잘못 등으로 구분하여 검토한 결과는 Table 3과 같다.

검사두수 130두중 수정일에 혈중 P₄ 농도가 1.0

Table 2. Classification of estrus condition by plasma P₄ concentrations at 0 and 6 days after artificial insemination in cows

Estrus condition*	Plasma progesterone concentrations (ng/ml)	
	Day 0	Day 6
Ovulatory estrus	< 1.0	≥ 1.0
Unovulatory estrus	< 1.0	< 1.0
Error of estrus detection	≥ 1.0	≥ or < 1.0

* An ovulatory estrus is expressed by plasma P₄ concentrations < 1.0 ng/ml on day 0 (day of artificial insemination) and ≥ 1.0 ng/ml on day 6, whereas plasma P₄ concentrations < 1.0 ng/ml in both days indicate an unovulatory estrus. Error of estrus detection is indicated by plasma P₄ concentrations ≥ 1.0 ng/ml on day 0.

Table 3. Confirmation of the estrus condition by plasma P₄ concentrations at days 0 and 6 after artificial insemination in 130 cows

	No. of cows (%)	No. of pregnant cows
Ovulatory estrus	111 (85.4)	72
Unovulatory estrus	12 (9.2)	0
Error of estrus detection	7 (5.4)	0
Total	130 (100)	72

* An ovulatory estrus is expressed by plasma P₄ concentrations < 1.0 ng/ml on day 0 (day of artificial insemination) and ≥ 1.0 ng/ml on day 6, whereas plasma P₄ concentrations < 1.0 ng/ml in both days indicate an unovulatory estrus. Error of estrus detection is indicated by plasma P₄ concentrations ≥ 1.0 ng/ml on day 0.

ng/ml 미만이었다던 것이 수정후 6일에 1.0 ng/ml 이상으로 상승한 배란성 발정은 111두로 85.4%이었으며, 이중 72두가 임신이 되었다. 나머지 19두중에서 수정일과 수정후 6일에 혈중 P₄ 농도가 각각 1.0 ng/ml 미만으로 낮게 나타난 무배란성 발정은 12두로서 9.2%이었고, 수정시 혈중 P₄ 농도가 1.0 ng/ml 이상인 발정발견의 잘못된 7두로 5.4% 이었으며 이들 19두는 모두 불임으로 확인되었다.

혈중 progesterone 농도측정에 의한 조기 임신 진단

Table 3의 결과에서 자연발정시 인공수정을 실시하였던 130두중 배란성 발정으로 판정되었던 111두를 대상으로 수정일과 수정후 6일에 혈중 P₄ 농도를 측정하여 이들의 발정상태를 확인하고 이어서 수정후 21일에 혈중 P₄ 농도가 3.0 ng/ml를 기준으로 하여 조기 임신진단을 실시한 결과는 Table 4와 같다.

수정일에 혈중 P₄ 농도는 비임신군 및 임신군 모두에서 0.4 ng/ml 이하였지만 수정후 6일에는 양군 모두에서 1.0 ng/ml 이상으로 상승되어 배란성 발정으로 확인되었다. 수정후 21일에 혈중 P₄ 농도는 비임신군이 1.0±1.1 ng/ml(mean±SD), 임신군이 8.0±2.1 ng/ml로 양군에서 유의성 있는(p<0.05) 차이가 나타나 임신진단이 가능하였다.

Table 4. Early pregnancy diagnosis by plasma P₄ concentrations (mean±SD) at days 0, 6 and 21 after artificial insemination in 111 cow

Days after artificial insemination	Plasma progesterone concentrations (ng/ml)	
	Non-pregnancy (n = 28)	Pregnancy (n = 83)
0	0.4 ± 0.3	0.3 ± 0.2
6	3.2 ± 1.3	3.5 ± 1.5
21	1.0 ± 1.1	8.0 ± 2.1*

* Significantly higher than the non-pregnancy (p<0.05).

혈중 progesterone 농도측정에 의한 조기 임신진단의 정확성

수정후 21일에 혈중 P₄ 농도를 측정하여 조기 임신진단을 실시한 다음, 이 결과의 정확성을 검토하기 위하여 수정후 30일 이후에 초음파검사로 임신여부를 확인한 결과는 Table 5와 같다.

수정후 21일에 혈중 P₄ 농도가 3.0 ng/ml 이상으로 나타나 임신으로 판정되었던 83두를 대상으로 수정후 30일 이후에 초음파검사를 실시한 결과 72두가 임신으로 확인되어 임신양성진단률은 86.7% 이었다. 한편 수정후 21일에 혈중 P₄ 농도가 3.0 ng/ml 이하로 낮게 나타나 비임신으로 판정하였던 28두는 초음파검사에 의해서 모두 불임으로 판정되어 임신음성진단률은 100% 이었다.

초음파검사에 의한 임신진단

임신 일령별 특징적인 초음파검사 소견은 Fig 1과 같다.

임신 28일: 상부 자궁각에는 태수를 확인할 수 없으나 하부 자궁각은 태수로 가득차 anechoic하게 관찰되어 임신이 확인되었다(Fig 1, Day 28).

임신 30일: 태수로 가득찬 anechoic한 자궁내에 hyperechoic한 태아배가 관찰되지만 두부와 체부가 아직 구분되지 않았다(Fig 1, Day 30).

임신 35일: 자궁을 종단면상으로 scanning한 것으로 임신 30일보다 더욱 팽만된 자궁을 볼 수 있으며, 태아배 주위를 하얗게 둘러싸고 있는 양막이 관찰되었다(Fig 1, Day 35).

임신 39일: 상부 자궁각에 소량의 태수가 관찰되며 하부 자궁각에는 양막에 둘러싸인 태아배가 보였다. 일반적으로 30일 이후에 자궁을 scanning하면서 태아배를 유심히 관찰하면 불빛과 같은 심장박동을 관찰할 수 있다(Fig 1, Day 39).

임신 41일: 두부와 체부가 구분되어 있으며, 또한 前·後肢의 芽肢가 관찰되었다(Fig 1, Day 41).

임신 46일: 태아를 측면상으로 scanning한 것으로

Table 5. Accuracy of pregnancy diagnosis by plasma P₄ concentration at day 21 after artificial insemination in 111 cows

Diagnosis based on plasma progesterone	Diagnosis by ultrasonography			
	Pregnancy		Non-pregnancy	
	No.	Accuracy (%)	No.	Accuracy (%)
Pregnancy* : 83	72	86.7	-	-
Non-pregnancy** : 28	-	-	28	100

* Plasma P₄ concentration of ≥3.0 ng/ml.

** Plasma P₄ concentration of <3.0 ng/ml.

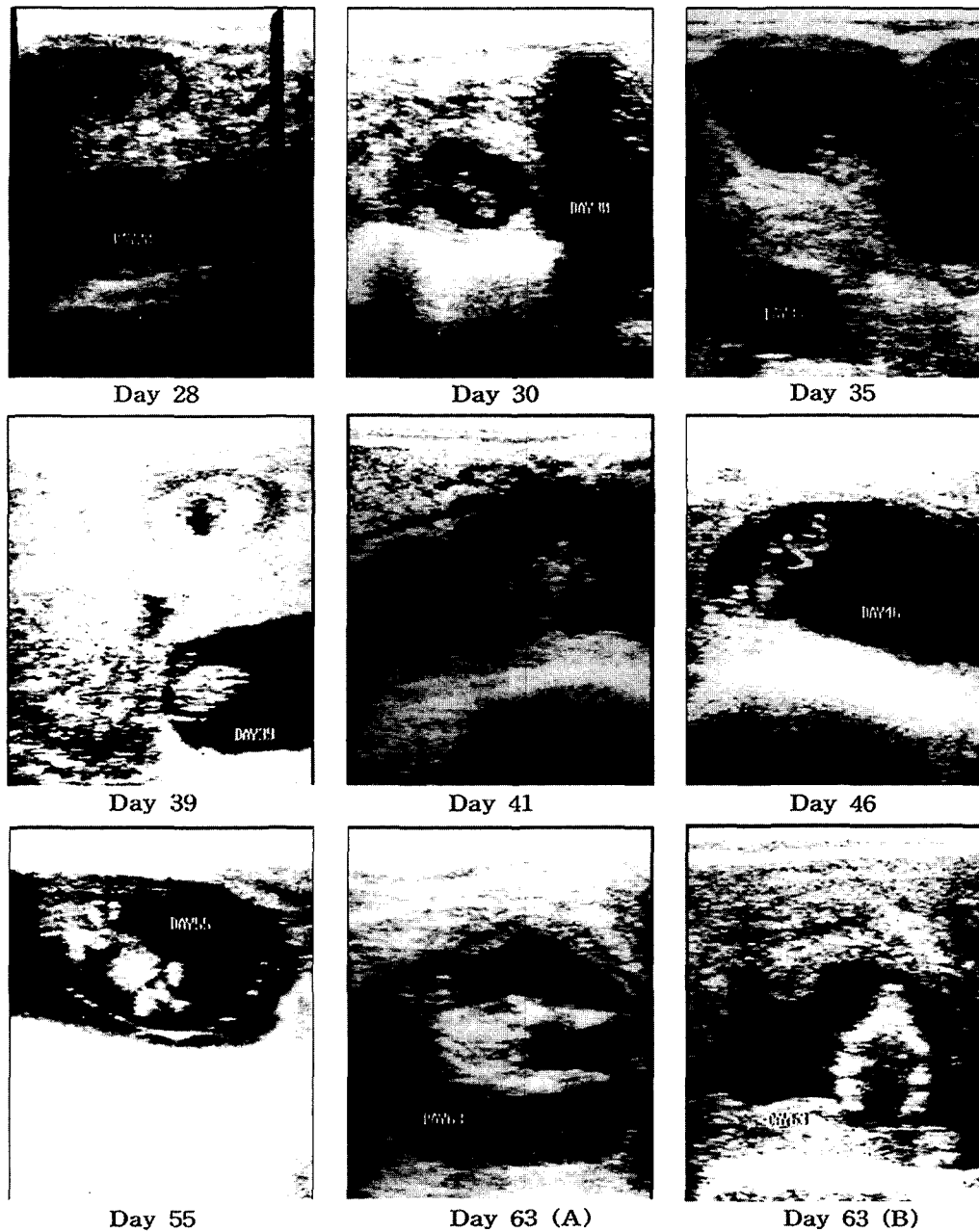


Fig 1. The ultrasound images of the bovine conceptus during gestation (Day 0 = the day of insemination). Day 28: The uterus was in cross and sagittal section. The fetal fluid occupied the horn ipsilateral to the corpus luteum but any structure could not be detected in the contralateral horn. Day 30: The embryo was in longitudinal section. The embryo was seen as an area of increased echogenicity and could not be discriminated as fetal head and body. Day 35: Embryo was 17 mm long and the amnion was visible as an echogenic line roughly encircling the embryo. Day 39: An embryo in midsagittal section. The amnion was visible as an echogenic line partially encircling the embryo. Day 41: A 23 mm embryo in longitudinal section. Fetal head and body were seen clearly, and tail, forelimb buds and hindlimb buds were prominent. Day 46: The embryo was 27 mm long. Day 55: The embryo was 51 mm long. Forelimb buds, hindlimb buds and tail were more prominent. The amnion was visible. Day 63: A) Cross section image of hindlimb buds. B) Cross section image of the fetal head.

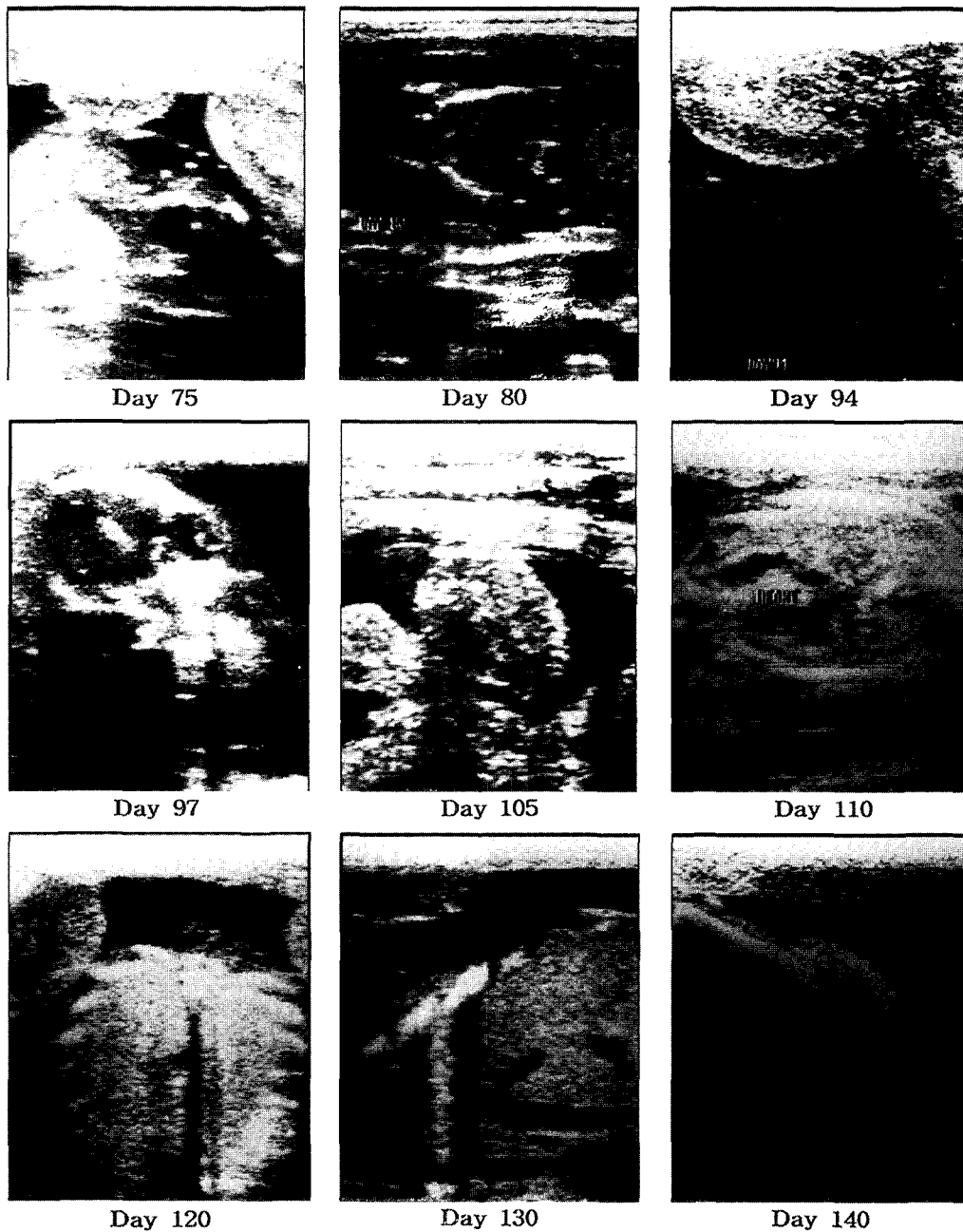


Fig 1.(continue) Day 75: An embryo in longitudinal section. Vertebra, hindlimb bud and tail were prominent. Note umbilical cord attachment to fetal abdomen. Day 80: A longitudinal section image of the fetal head. Orbital fossa was visible. Day 94: Note cotyledon attachment to the uterus. Cotyledon was more larger than Day 75. Day 97: A portion of the head in longitudinal section. Brain and orbital fossa of the embryo were prominent. Day 105: Cross section image of the cotyledon. Day 110: Cross section image of the thorax. Fetal heart was visible. During the ultrasonographic examination, fetal heartbeat was seen. Day 120: Lateral section of the thorax. Fetal liver and ribs that seen hyperechoic were visible. Day 130: A portion of the thorax. Day 140: Femur of the fetus was visible (See the next pages).

두부와 체부의 구분이 더욱 명확하며, 앞다리의 윤곽이 선명하게 보였다(Fig 1, Day 46).

임신 55일: 前·後芽肢가 확실하게 발육되어 있으며 체부의 흉부에서는 심장 박동이 확인되고, 태이를 둘러싸고 있는 양수의 양도 증가되었다. 일반적으로 임신 50일 이후에는 태아의 운동성을 쉽게 관찰할 수 있다(Fig 1, Day 55).

임신 63일: 임신 60일 이후에는 태아가 성장하여서 한 화면에 태아 전체를 scanning 할 수 없었다. Day 63(A)는 태아의 후구를 촬영한 것으로 태아 후구와 뒷다리가 관찰되었다. Day 63(B)는 태아의 두부를 배복방향으로 scanning한 것으로 양 측두골과 상악골이 관찰되었다. 또한 자궁과 태반의 연결부인 궁부가 자궁내막에서 태수내로 돌출되어 관찰되었다.

임신 75일: 태아의 복부와 후구를 측면에서 scanning한 것으로 복부장기와 척추 및 늑골이 선명하게 관찰되었다. 뒷다리는 완전히 형성되었으며 복부에는 제대가 부착되어 있었다. 궁부는 임신 63일에 비해 더욱 커져 있었다(Fig 1, Day 75).

임신 80일: 두부의 사진으로 양 측두골에 안와가 형성되었으며 뇌실은 hypoechoic하게, 그리고 두부 밑에는 경부의 골격이 관찰되었다(Fig 1, Day 80).

임신 94일: Anechoic한 양수의 변연부에 hyperechoic한 궁부가 선명하게 관찰되었으며 태이를 보호하는 양막이 실처럼 보였다(Fig 1, Day 94).

임신 97일: 두개골을 측면에서 촬영한 것으로 안와, 뇌실의 경계선이 관찰되었으며 眼窩 밑에는 acoustic enhancement가 관찰되었다(Fig 1, Day 97).

임신 105일: 궁부만 scanning한 것으로 일반적으로 임신 3개월 이후에는 태아가 복강내로 하수되어 관찰하기 어렵기 때문에 이때는 cotyledone이나 태수의 확인으로 임신진단을 할 수 있었다(Fig 1, Day 105).

임신 110일: 태아의 심장을 scanning한 것으로 심장내에 혈액이 anechoic하게 관찰되었으며 심장중격과 판막 등은 hyperechoic하게 보였다. Scanning하는 도중에는 심장내로 혈액이 유입되고 유출되기 때문에 심장의 운동성을 확인할 수 있었다(Fig 1, Day 110).

임신 120일: 태아의 흉복부 경계면을 scanning한 것으로 상부 중앙에는 검상연골이 관찰되었으며 그 밑에는 acoustic shadow가 형성되었고, 좌우에는 늑골 그리고 중앙에는 간이 선명하게 관찰되었다(Fig 1, Day 120).

임신 130일: 복부를 측면으로 scanning한 것으로 늑골 밑에는 acoustic shadow가 선명하고, 간은 전반

적으로 homogeneous하게 관찰되며 간내의 혈관은 anechoic하게 나타났다. 이때 탐촉자를 이동하면 복부장기를 관찰할 수 있었다(Fig 1, Day 130).

임신 140일: 임신 3개월 이후에는 태아의 운동성이 활발하기 때문에 태아 전체를 scanning하기가 곤란하기 때문에 태아의 일부만을 관찰할 수 있었다. 태수 안에 hyperechoic한 상완골이 선명하게 관찰되었다.

고 찰

혈중 P₄ 농도측정의 임상적 응용성 중 Karg 등⁹이 제시한 “Two sample test” 즉, 수정일과 수정후 6일에 P₄ 농도측정은 인공수정시 발정상태의 분류와 확인에 이용되고 있는데, Karg 등⁹은 배란성 발정이 63%, 무배란성 발정이 23%, 발정발견의 잘못이 14%라 하였으며, Günzler 등⁸은 각각 48%, 25%, 27% 이었다고 보고한 바 있다. 본 실험에서는 Table 3에서 보는 바와 같이 배란성 발정이 85.4%, 무배란성 발정이 9.2%, 발정발견의 잘못이 5.4%로 나타나 위의 보고와 많은 차이를 보였으나 Sato 등²⁴ 및 국내의 강 등³¹이 배란성 발정은 90.4~92.8%, 무배란성 발정이 1.9~3.6%, 발정발견의 잘못이 3.6~7.7% 이었다는 보고와 비슷한 성적이었다. 이처럼 보고자들에 따라 차이를 보이는 것은 Karg 등⁹ 및 Günzler 등⁸은 발정관찰 및 번식에 문제가 있는 牛群을 대상으로 한 반면, 본 연구는 축산농가에서 인공수정을 의뢰한 소중 직장검사를 실시하여 발정기라고 판단되는 소들만을 대상으로 하였기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 만약 축주가 의뢰한 소 전체를 검사한다면 발정발견의 잘못의 비율이 더욱 높아지리라 생각된다.

한편 Karg 등⁹의 “One sample test” 즉, 수정당일에 P₄ 농도측정은 발정관찰 및 수정시기가 정확했는가를 판정하는데 이용되고 있는데, 수정당일에 P₄ 농도가 높게 나타나 발정발견의 잘못으로 확인된 것, 즉 황체기 때에 수정을 시킨 것은 Worsfold 등²⁶과 Laitinen 등¹⁴은 4.6%, McCaughey와 Cooper¹⁵는 7.7%, Oltner와 Edqvist²⁰는 정상적인 축우군에서 4.0%, 강 등³¹은 3.6% 그리고 Claus 등⁴은 관리가 잘되고 있는 목장에서는 5.2%, 문제가 있는 목장에서는 21.3%이었다고 보고하였다. 또한 본 연구에서는 Table 3에서 보는 바와 같이 발정발견의 잘못은 5.4%로 나타나 위의 보고자 중 Claus 등⁴의 보고와 비슷한 결과였으나 다른 보고자들의 결과와는 약간의 차이가 있었다. 이러한 차이는 Oltner와 Edqvist²⁰의 지적

처럼 발정관찰에 대한 집중력 및 사양관리에 따른 차이라고 생각된다.

혈중 P₄ 농도측정에 의한 조기 임신진단시기는 19~24일이며, 이때 임신우의 혈중 P₄ 농도는 3.0 ng/ml 이상이라 하였다^{18,29}. 본 실험에서 수정후 21일에 혈중 P₄ 농도를 측정하여 조기 임신진단을 실시한 다음 이의 정확성을 수정후 30일 전후에 초음파검사로 확인한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같이 임신양성진단률은 86.7%, 임신음성진단률은 100%로 나타났다. 이는 소에서 수정후 19~24일 사이에 P₄ 농도측정에 의한 임신진단의 정확성은 임신양성진단률은 80~97%, 임신음성진단률은 84~100%였다는 보고^{18,19,30,31}와 비슷한 성격이었다.

P₄ 농도측정에 의한 임신음성진단률은 100%이나 임신양성진단률은 100%가 안되는 원인으로서는 발정주기가 18일 이하이거나 24일 이상과 같은 비정상적인 발정주기^{13,17}, 수태후 배의 조기사^{3,13,17} 그리고 생식기관의 병적상태⁷ 등이라고 지적되고 있다. 한편 Bulman과 Lamming³은 배의 조기사가 수정후 31~59일 사이에 12% 정도가 일어나기 때문에 수정후 두 번째 발정주기인 38일과 46일 사이에 P₄ 농도를 한번 더 측정하면 임신양성진단률을 높일 수 있다고 하였다. 본 실험에서도 Table 5에서 보는 바와 같이 수정후 21일에 P₄ 농도측정에 의해 임신으로 진단되었던 83두중 11두가 수정후 30일 이후에 초음파검사에 의해 비임신으로 확인되었는데, 이는 다른 보고서^{3,13,19}의 지적처럼 비정상적인 발정주기이거나 배의 조기사가 그 원인일 것이라 생각된다.

한편 초음파검사에 의한 임신진단과 관련된 보고를 살펴보면 Kastelic 등¹⁰은 태아의 심박동과 태아배가 최초로 인지되는 시기는 수정후 19일에서 27일 사이로 대상우의 연령과 산차에 따라 큰 차이가 있다고 하였다. 또한 Boyd 등²은 7.5 MHz 직장용 탐촉자를 이용하여 배란후 20일째에 100%의 임신진단 정확성을 나타내었다고 하였으며, 탐촉자의 질과 검사자의 숙련도에 따라 조기 임신진단의 정확성에 차이가 있다고 하였다. 본 연구에서는 5.0 MHz 직장용 탐촉자를 이용하여 임신진단을 실시한 결과, 임신 30일째에는 태아배와 심박동이 관찰되어(Fig 1, Day 30) 임신을 확인할 수 있었다. 양막이 초음파상에 최초로 인지되는 시기는 Kastelic 등¹⁰은 배란후 평균 29.5일부터, 태아배의 前·後肢의 芽肢가 관찰되는 시기는 배란후 30일 이후라고 보고하였다. 또한 태아의 운동성은 배란후 45일 이후부터 관찰할 수 있다고 하였는데, 본 연구에서도 30~40일 사이에 태아배

를 둘러싸고 있는 echogenic한 양막을 확인할 수 있었으며(Fig 1, Day 35), 이 시기에 태아의 前·後肢의 芽肢가 반점상으로 관찰되었다(Fig 1, Day 41). 그리고 태아의 운동성은 수정후 51일부터 모든 개체에서 관찰할 수 있었는데 이처럼 Kastelic 등¹⁰의 태아구조물의 최초 인지시기보다 본 연구의 결과가 늦은 것은 본 연구에서는 임신구조물의 최초 인지시기에 대해서는 중점을 두지 않고 임신시기별 초음파검사의 임상적 응용성에 중점을 두었기 때문이라 생각되며 앞으로는 국내 한우에서도 임신구조물의 최초 인지시기에 대한 연구가 더욱 진행되어야 하리라 생각된다.

이상과 같이 본 연구는 실제 야외에서 소규모 축산농가를 대상으로 육안적 발정관찰의 정확성과 조기 임신진단의 응용성을 검토하기 위하여 혈중 P₄ 농도를 측정한 결과, 수정일과 수정후 6일에 P₄ 농도측정은 수정시에 발정상태를 보다 정확하게 파악할 수 있었으며 또한 수정후 21일에 혈중 P₄ 농도측정은 조기 임신진단에 응용할 수 있었다. 또한 초음파검사에 의한 임신구조물의 특징적인 소견을 확립하기 위하여 수정후 30일 이후부터 초음파검사를 실시한 결과, 모든 임신우에서 수정후 30일째부터 태수로 가득찬 태낭과 태아배를 확인할 수 있었으며, 각 임신시기에 따라 특징적인 초음파상이 확립되어 실제 임상에서 응용할 수 있으리라 사료된다.

결론

일반 소규모 축산농가에서 수정 의뢰한 소중 인공수정을 실시하였던 수정우 130두를 대상으로 혈중 P₄ 농도측정에 의한 인공수정시 발정상태의 확인과 조기 임신진단의 진단정확성을 검토하고, 수정후 30일 이후부터 초음파검사를 실시하여 각 임신시기별 임신구조물의 특징적인 초음파상을 검토한 결과는 다음과 같다.

수정우 130두에서 수정시의 발정상태는 배란성 발정이 111두(85.4%), 무배란성 발정이 12두(9.2%) 그리고 발정발견의 잘못은 7두(5.4%) 이었다.

배란성 발정으로 확인된 111두에서 수정후 21일에 혈중 P₄ 농도 3.0 ng/ml를 기준으로 조기 임신진단을 실시한 결과, 임신양성진단률은 86.7%(72/83), 임신음성진단률은 100%(28/28)로 나타났다.

수정후 21일에 혈중 P₄ 농도측정에 의해 임신으로 진단되었던 83두에서 수정후 30일 이후부터 초음파검사를 실시한 결과, 83두중 72두가 임신으로 확인

되었다. 각 임신 시기별 임신구조물의 특징적인 초음파소견은 다음과 같다. 임신 28일에서 40일 사이에는 anechoic한 태수내에 hyperechoic한 태아배를 확인할 수 있었으며, 태아를 둘러싸고 있는 태낭 및 태아의 심박동을 확인할 수 있었다. 임신 41일에서 50일 사이에는 태아배가 두부와 체부로 구분되었으며, 前·後肢의 芽肢가 관찰되었다. 임신 51일과 60일 사이에는 두부와 체부가 명확하게 구분되었으며, 완전하게 발육된 前·後肢의 芽肢가 관찰되었다. 또한 이 시기에는 태아의 운동성을 확인할 수 있었다. 임신 61일과 70일 사이에는 태아가 완전히 형성되어 관찰되었으며, 태아골격의 형성, 내부장기 및 궁부가 관찰되었다. 임신 71일 이후에는 태아의 내부장기가 완전히 형성되었으며, 태아구조물의 성장을 확인할 수 있었다. 특히 이 시기에는 태아의 성장으로 인해 한 시야에 태아의 전체를 관찰할 수 없었으며, 태아의 일부만이 초음파상에 묘사되었다.

이상과 같이 수정일과 수정후 6일 및 21일에 혈중 P₄ 농도측정은 발정상태의 확인 및 조기 임신진단에 응용할 수 있었다. 또한 초음파검사에 의한 조기 임신진단은 태아를 화상을 통하여 직접 확인할 수 있기 때문에 정확한 방법이며, 적절한 진단시기는 30일 이후에 실시하는 것이 오진률을 최소화시킬 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Baxter SJ, Ward WR. Incidence of fetal loss in dairy cattle after pregnancy diagnosis using an ultrasound scanner. *Vet Rec* 1997; 140: 287-288.
- Boyd JS, Omran SN, Ayliffe TR. Evaluation of real time B-mode ultrasound scanning for detecting early pregnancy in cows. *Vet Rec* 1990; 127: 350-352.
- Bulman DC, Lamming GE. The use of milk progesterone analysis in the study of oestrus detection, herd fertility and embryonic mortality in dairy cows. *Br Vet J* 1979; 135: 559-567.
- Claus R, Karg H, Zwiauer D, Pirchner F, Rattenberger E, von Butler I. Analysis of factors influencing reproductive performance of the dairy cow by progesterone assay in milk-fat. *Br Vet J* 1983; 139: 29-37.
- Curran S, Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20. *JAVMA* 1986; 189: 1289-1294.
- Davis ME, Haibel GK. Use of real-time ultrasound to identify multiple fetuses in beef cattle. *Theriogenology* 1993; 39: 373-382.
- Eastman SAK. Methods of improving the accuracy of positive results from milk progesterone pregnancy tests. *Br Vet J* 1979; 135: 489-490.
- Günzler O, Rattenberger E, Görlach A, Hahn R, Hocke P, Claus R, Karg H. Milk progesterone determination as applied to the confirmation of oestrus, the detection of cycling and as an aid to veterinarian and biotechnical measures in cows. *Br Vet J* 1979; 135: 541-549.
- Karg H, Claus R, Günzler O, Rattenberger E, Hahn R, Hocke P. Milk progesterone assay for assessing cyclicity and ovarian dysfunction in cattle. *Proc 9th Int Cong Anim Reprod & AI* 1980; 2: 119-124.
- Kastelic JP, Curran S, Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology* 1988; 29: 39-54.
- Kelton DF, Leslie KE, Etherington WG, Bonett BN, Walton JS. Accuracy of rectal palpation and of a rapid milk progesterone enzymeimmunoassay for determining the presence of a functional corpus luteum in subestrous dairy cows. *Can Vet J* 1991; 32: 286-291.
- Kesler DJ. Therapeutic uses of gonadotropin-releasing hormone. *Compend Contin Educ Prac Vet (Suppl)* 1997; 19: 1-9.
- Laing JA, Gibbs HA, Eastman SAK. A herd test for pregnancy in cattle based on progesterone levels in milk. *Br Vet J* 1980; 136: 413-415.
- Laitinen J, Remes E, Tenhunen M, Hänninen O, Alanko M. Milk progesterone in Finnish dairy cows: A field study on the control of artificial insemination and early pregnancy. *Br Vet J* 1985; 141: 297-307.
- McCaughy WJ, Cooper RJ. An assessment by progesterone assay of the accuracy of oestrus detection in dairy cows. *Vet Rec* 1980; 29: 508-510.
- Nakao T, Harada A, Kimura M, Takagi H, Kaneko K, Sugiyama S, Saito A, Moriyoshi M, Kawata K. Effect of fenprostalene 14 days after fertirelin treatment on intervals from treatment to conception in cows with follicular cysts diagnosed by milk progesterone test. *J Vet Med Sci* 1993; 55: 207-210.
- Nakao T, Sugihashi A, Kawata K, Saga N, Tsunoda N. Milk progesterone levels in cows with normal or prolonged estrous cycles, referenced to an early pregnancy diagnosis. *Jpn J Vet Sci* 1983; 45: 495-499.
- Noseir MB, Gyawu P, Pope GS. Progesterone concentrations in defatted milk of dairy cows in early pregnancy. *Br Vet J* 1992; 148: 45-53.

19. Oltenacu PA, Ferguson JD, Lednor. Economic evaluation of pregnancy diagnosis in dairy cattle: a decision analysis approach. *J Dairy Sci* 1990; 73: 2826-2831.
20. Oltner R, Edqvist LE. Progesterone in defatted milk: its relation to insemination and pregnancy in normal cows as compared with cows on problem farms and individual problem animals. *Br Vet J* 1981; 137: 78-87.
21. Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology* 1984; 21: 495-504.
22. Radostits OM, Leslie KE, Fetrow J. Maintaining reproductive efficiency in dairy cattle. In: *Herd health: Food animal production medicine*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1994: 141-158.
23. Ribadu AY, Dobson H, Ward WR. Ultrasound and progesterone monitoring of ovarian follicular cysts in cows treated with GnRH. *Br Vet J* 1994; 150: 489-497.
24. Sato S, Towita K, Takahashi E. Changes in serum progesterone levels and subsequent fertility in cows after artificial insemination. *Jpn J Vet Med Assoc* 1985; 38: 506-509.
25. Morrow DA. Reproductive management programs for large dairies. In: *Current therapy in theriogenology 2*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1986: 383-389.
26. Worsfold AI, Booth JM, Wells PW, Huddart AC, Stanley CJ. The evaluation of a new rapid milk progesterone test and an aid to improving dairy herd fertility. *Br Vet J* 1987; 143: 83-87.
27. Zemjanis R. Pregnancy diagnosis in cattle. In: *Reproduction in Farm Animals*, 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 1974: 437-443.
28. 강병규, 최한선, 손창호, 오기석, 강현구, 김삼주, 김혁진, 김남기. Progesterone 농도측정에 의한 유우의 번식효율증진에 관한 연구. V. 혈장 progesterone 농도측정에 의한 무발정의 감별진단 및 $\text{PGF}_2\alpha$ 또는 GnRH 치료효과의 판정. *대한수의학회지* 1995; 35: 603-613.
29. 강병규, 최한선, 이정길, 손창호. 한우의 번식효율증진에 관한 연구. -발정주기 및 임신초기의 progesterone 농도변화. *대한수의학회지* 1990; 30: 243-247.
30. 강병규, 최한선, 이정길, 손창호, 서국현. 한우의 번식효율 증진에 관한 연구. -Progesterone 농도측정에 의한 조기임신진단. *대한수의학회지* 1990; 30: 249-253.
31. 강병규, 최한선, 최상공, 손창호. Progesterone 농도측정에 의한 유우의 번식효율증진에 관한 연구. I. 유즙중 progesterone 농도측정에 의한 발정확인 및 조기임신진단. *대한수의학회지* 1994a; 34: 173-180.
32. 강병규, 최한선, 최상공, 손창호, 전홍석. Progesterone 농도측정에 의한 유우의 번식효율증진에 관한 연구. II. 혈액 및 유즙중 progesterone 농도측정에 의한 난소낭종의 감별진단. *대한수의학회지* 1994b; 34: 181-188.
33. 강병규, 최한선, 최상공, 손창호, 오기석, 강현구. Progesterone 농도측정에 의한 유우의 번식효율에 관한 연구. IV. 유즙중 progesterone 농도측정에 의한 분만후 난소기능회복상태의 검토. *대한수의학회지* 1994c; 34: 881-890.
34. 손창호, 강병규, 최한선, 강현구, 김남기. 젖소에서 prostaglandin $\text{F}_2\alpha$ 또는 fenprostalene 투여후 초음파 진단장치로 측정된 황체의 크기와 혈장 progesterone 농도와의 관계. *한국임상수의학회지* 1995; 12: 174-185.
35. 장덕지, 양기천, 김중규, 강병규, 최한선, 손창호. 제주재래마의 혈중 progesterone 농도측정에 의한 임신진단에 관한 연구. *대한수의학회지* 1991; 31: 529-534.
36. 전병준, 윤기영, 이은송, 이우근, 이병천, 황우석. 초음파를 이용한 한우의 조기임신진단에 관한 연구. *한국수정란이식학회지* 1996; 11: 291-300.
37. 최한선, 박영준, 강병규, 박범준, 손창호. 한국재래산양의 발정주기중 혈장 progesterone 농도변화와 조기임신진단에의 응용. *대한수의학회지* 1992; 32: 259-265.