

말에서 조기 임신진단을 위한 초음파영상 이용 방법에 관한 연구

김용준¹ · 서세현 · 김명철* · 최종복**
전북대학교 수의과대학
*충남대학교 수의과대학, **한국마사회

Studies on the Ultrasonographic Images for the Early Pregnancy Diagnosis in Horses

Yong-Jun Kim¹, Se-Hyeon Seo, Myung-Cheol Kim* and Jong-Bok Choi**
College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University
*College of Veterinary Medicine, Chungnam National University
**Equine Health Department of Korea Racing Association

ABSTRACT : To investigate the estrual changes of ovaries, appropriate time of mating, diagnosis of early pregnancy after mating, and diagnosis of twin fetuses, ultrasonography was performed in 61 thorough-bred mares (5~12 years old) which had been raised in Cheju island. The followings are the results obtained: 1. The average size of a follicle of mares was 3.2×2.8 cm at the beginning of estrus and 4.2×3.5 cm from the middle of estrus to ovulation, respectively, and the average size of a follicle and a corpus luteum was 1.8×1.4 cm and 3.1×2.3 cm in the middle of diestrus, respectively. 2. In the result of pregnancy according to mating time after ultrasonographic examination of follicle size, the mares having a follicle of 4.6~5.0 cm (diameter) were mated on the day of ultrasonographic examination or the next day and all were conceived (3 mares) and another mares having a follicle of 4.1~4.5 cm (diameter) on the 1st or 2nd day after examination and all were conceived (4 mares). 3. By ultrasonography, early pregnancy in the mares was diagnosed from 12 days of pregnancy and the equine fetus was directly detectable from 23 days of pregnancy, whereas the heartbeat of a fetus was detectable from 28 days of pregnancy. 4. Diagnosis of early pregnancy of twin was possible from 16 days of pregnancy. These results indicated that ultrasonography is applicable in mares to diagnose the estrual changes of ovaries and the time of ovulation or mating, and to diagnose early pregnancy from 12 days of pregnancy and early pregnancy of twin fetuses.

Key words : ultrasonography, early pregnancy diagnosis, follicle, mating time, equine fetus

서 론

현재 국내에서 말 번식은 마사회 종빈장과 마사회 경주마 공급을 위한 말 사육농가 그리고 국내에 산재해 있는 승마용 말 사육농가를 중심으로 이루어지고 있다.

특히 과거 수입에만 의존했던 마사회 경주마는 현재 적지 않은 농가에서 사육되고 있는 말을 마사회가 흡수함으로써 국내 사육농가의 커다란 소득원이 되어

사육농가가 확대되어 가는 추세에 있다.

따라서 말 사육농가에서 말의 수태율 감소는 막대한 경제적 손실이 되며, 말은 1년에 한번 번식 계절에만 번식하므로 말의 수태여부는 사육농가에 가장 커다란 관심사가 아닐 수 없다.

현재까지 말에서는 수태를 높이기 위한 번식장애진단 및 임신진단 방법을 전적으로 직장검사에만 의존해 왔는데 직장검사는 오진율이 상당히 있어 그에 따른 경제적 손실이 크다.

말에서 분만후 공태기간을 줄이기 위해서는 직장검사에 의한 초기 임신진단시기인 임신 40일 전후^{18,21}보다 더 조기에 임신진단이 이루어져야만 임신이 안된

본 연구는 한국 과학재단의 1996년도 특정연구과제 연구비로 수행되었음(KOSEF: 96-0402-03-01-1)

¹Corresponding author.

말에 대하여 번식기간중 수태를 이루게하기 위한 조치를 취할 수 있다.

또한 쌍태 임신시 분만율이 매우 저조하므로 농가에서 기피하는 쌍태임신을 조기에 진단하여 단태로 유도처리할 필요가 있다.

이와같이 말의 수태율 향상을 위해 조기 임신진단 방법으로 최근 대두되고 있는 방법은 초음파를 이용한 진단법^{10,16,17}이며, 현재 선진국에서는 초음파기기를 이용하여 대동물에서 조기 임신진단^{2,3,7,8,10,16-18,20,21}, 난소의 이상과 난소질환의 진단^{4,5,9,12}, 난포의 변화와 황체형태의 판정^{13,15}, 자궁질환의 진단^{6,9,11,14,19}, 쌍태와 태아사의 확인¹⁷ 등 많은 진단영역에 이용이 되고 있으나, 현재 국내에서는 말에서 초음파를 이용한 연구가 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 말에서 수태율 향상을 위해 초음파기기를 이용하여 조기 임신진단이 가능한지를 알아보고자 하며, 이에 따라 성주기중의 난소의 변화 및 난포의 변화에 따른 교배적기의 판정, 교배후 임신 자궁의 진단을 통한 태아낭, 태아의 크기 진단 그리고 쌍태의 조기 진단에 대하여 초음파를 이용한 진단방법을 제시하고자 이 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

실험동물

실험에 사용된 종번마는 제주도 일반목장에서 사육되는 Thorough-bred 품종으로서 5세~12세의 경산마 61두를 대상으로 하였다.

초음파 진단기

실험에 이용된 초음파 진단기 본체는 gray-scale, B-mode, real time 초음파 진단기(Aloka SSD-500)이었으며, 사용된 탐촉자(probe)는 5.0 MHz의 대동물 직장용 linear transducer이었다.

초음파 진단 방법

직장을 통한 생식기 진단은 먼저 직장검사를 통해 난소, 자궁각, 자궁경을 촉진한 후 transducer에 ultrasonic gel을 바르고 직장검사용 글로브중 한 손가락 부위에 탐촉자를 넣어 진단하고자 하는 생식기 위에 올려 놓아 스캔하였다.

실험동물의 구분

초음파 진단은 실험군을 3개 군으로 구별하여 조사하였다.

성주기중 난소의 변화 및 교배적기 측정군: 성주기중에 있는 말 45두중 26두의 빈마에 대하여 난포의 크기 변화, 황체의 크기 변화, 발정시 자궁각의 상태 등에 대한 초음파 진단을 하였으며, 발정기 중에 있는 19두에 대하여는 난포의 크기에 따라 교배적기 판정 후 교배시기에 따른 수태율을 조사하였다.

교배후 조기 임신진단군: 교배시기 판정후 종부를 시킨 빈마 14두에 대하여 임신 12일부터 50일까지 초음파 진단하여 embryonic vesicle의 존재여부 및 크기 그리고 태아의 존재 여부 및 크기에 대한 진단을 하였으며, 최종 임신진단은 임신 3개월령 직장검사에 의해 확진하였다.

쌍태 조기 진단군: 쌍태를 임신한 말 2두에 대해 초음파를 이용하여 조기임신 진단여부를 확인하였다.

결 과

정상 성주기중에 있는 빈마 26두에 대하여 난포 및 황체의 크기 변화를 초음파 진단기로 검사하여 성주기에 따른 평균치를 구한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1에서와 같이 발정초기의 난포의 평균길이는 3.21 ± 0.47 cm 폭은 2.80 ± 0.36 cm이었고, 발정 중기 이후 배란전 난포의 평균길이는 4.24 ± 0.39 cm 폭은 3.52 ± 0.29 cm이었다.

또한 발정휴지기는 중기이후 난포의 평균길이는 1.84 ± 0.50 cm 폭은 1.44 ± 0.47 cm, 황체의 길이는 3.13 ± 0.86 cm 폭은 2.33 ± 0.68 cm이었다. 또한 성주기중에 따른 난포 및 황체의 크기 변화 그리고 자궁 및 자궁경에 대한 초음파 검사소견은 Fig 1~Fig 7과 같다.

발정기중에 있는 빈마 19두에 대하여 난포크기 측정 후 종부시기에 따른 수태결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서와 같이 난포의 직경이 4.6~5.0 cm인 빈마의 경우는 진단 당일 또는 그 다음날 종부시킨 3두 모두에서 수태가 되었으나, 4일후 종부시킨 2두에서는 수태가 되지 않았다.

난포의 직경이 4.1~4.5 cm인 빈마에서는 진단 1일 후 또는 2일후 종부시킨 4두 모두에서 수태가 되었다.

난포의 직경이 3.6~4.0 cm인 빈마의 경우에도 진단 후 1일에는 2두중 1두가 그리고 2일에 종부시킨 말 2두는 모두 수태가 일어났다.

난포의 직경이 3.1~3.5 cm인 빈마의 경우에는 진단 후 2일, 3일, 4일에 종부시킨 4두 모두에서 수태가 일어났으나 진단 당일에 종부시킨 2두에서는 수태가 일어나지 않았다.

교배를 시킨 말 14두를 대상으로 조기 임신진단을

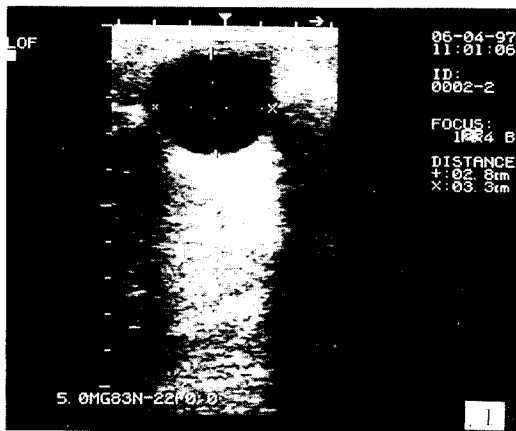
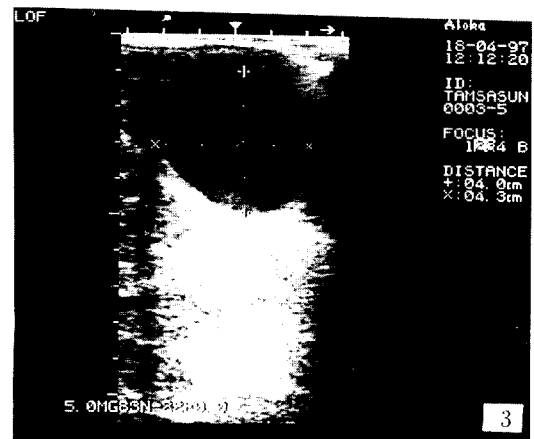
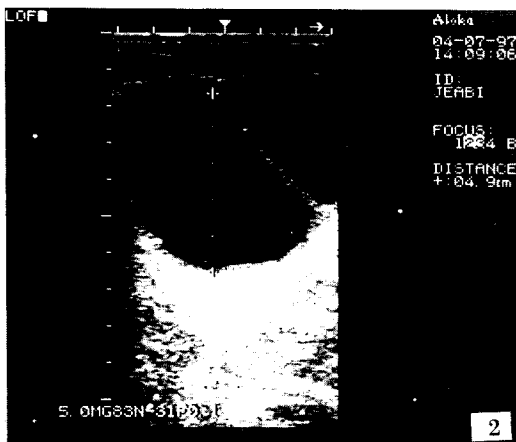
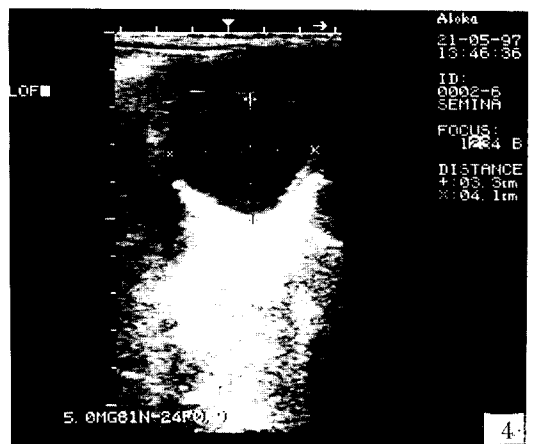
Table 1. Mean size of follicles and corpora lutea examined by ultrasonography for the thorough-bred horses in normal estrus cycle (Mean \pm SD)

Estrual Stage	No. of Mare	Mean Size (cm)				
		Follicle		Corpus Luteum		
		Length (range)	Width (range)	Length (range)	Width (range)	
Estrus	Early*	7	3.21 \pm 0.47 (2.6~3.8)	2.80 \pm 0.36 (2.4~3.3)		
	Preovulatory**	12	4.24 \pm 0.39 (3.5~4.9)	3.52 \pm 0.29 (3.2~4.5)		
Diestrus***	Mid	7	1.84 \pm 0.50 (1.4~2.8)	1.44 \pm 0.47 (1.0~2.4)	3.13 \pm 0.86 (2.2~4.4)	2.33 \pm 0.68 (1.7~3.4)

* : Examined at the beginning of accepting a teaser

** : Examined from the 3rd day after the onset of estrus

*** : Examined between the 7th and 10th day after ovulation

**Fig 1.** A follicle at the beginning of estrus.**Fig 3.** A Graafian follicle before ovulation. Note the echogenic nodule attached to the bottom which is presumed to be the cumulus oophorus (arrow).**Fig 2.** Two Graafian follicles on the 5th day after the onset of estrus. Those are presumed to be double ovulation.**Fig 4.** A preovulatory follicle about 30 min. before ovulation.

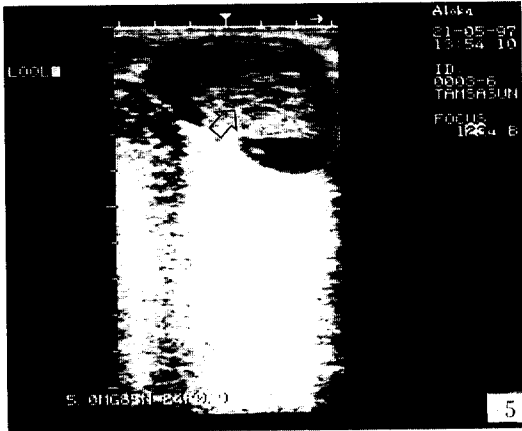


Fig 5. A uniformly echogenic CL on day 15 of estrous cycle (arrow).

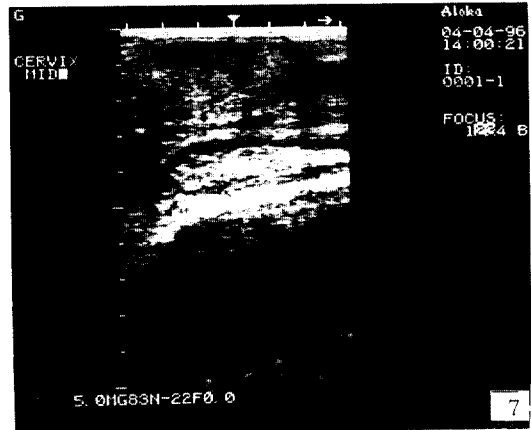


Fig 7. A uterine cervix in estrus. Note that the cervix is slightly open.

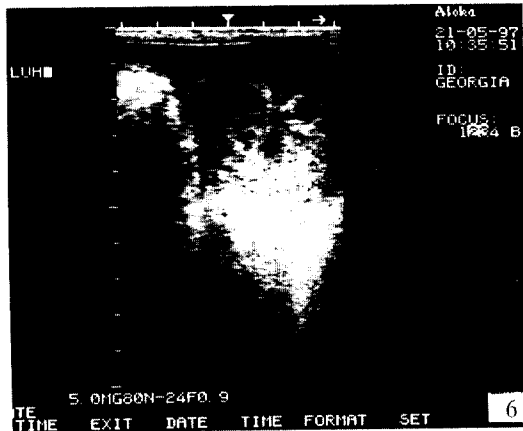


Fig 6. A uterine horn from a mare in estrus. Presence of endometrial folds in this image is not an indication of endometritis.

위하여 교배후 12일부터 50일까지 임신진단을 한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서와 같이 임신 12일의 태아낭(embryonic vesicle)의 평균길이는 1.00 ± 0.14 cm 폭은 0.75 ± 0.01 cm 이었고, 임신 15~20일령의 태아낭의 평균길이는 2.77 ± 0.15 cm 폭은 2.17 ± 0.15 cm 이었으며, 임신 25~30일령의 태아낭의 평균길이는 3.83 ± 0.09 cm 폭은 2.68 ± 0.21 cm 태아의 직경은 0.80 ± 0.08 cm 이었다. 또한 임신 31~40일령의 태아낭의 평균길이는 6.75 ± 0.07 cm 폭은 3.50 ± 0.14 cm 태아의 직경은 1.70 ± 0.14 cm 이었고, 임신 41~50일령의 태아낭 평균길이는 7.77 ± 0.21 cm 폭은 5.77 ± 0.25 cm 태아의 직경은 2.87 ± 0.15 cm 이었다.

Table 2. Result of conception according to diameter of follicle and the day of mating after ultrasonographic examination for the mares in estrus

Diameter of follicle (cm)	No. of Mare	No. of pregnant mare/ No. of mare examined				
		Day of mating after examination				
		0	1st	2nd	3rd	4th
4.6~5.0	5	2/2	1/1			0/2
4.1~4.5	4		3/3	1/1		
3.6~4.0	4		1/2	2/2		
3.1~3.5	6	0/2		1/1	2/2	1/1

Table 3. Ultrasonographic examination of the size of horse embryonic vesicle and the diameter of embryo in early pregnancy (Mean \pm SD)

Day of Pregnancy	No. of Mare	Mean size (cm)		
		Embryonic Vesicle		Embryo (diameter)
		Length	Width	
12	2	1.00 ± 0.14	0.75 ± 0.01	
15~20	3	2.77 ± 0.15	2.17 ± 0.15	
25~30	4	3.83 ± 0.09	2.68 ± 0.21	0.80 ± 0.08
31~40	2	6.75 ± 0.07	3.50 ± 0.14	1.70 ± 0.14
41~50	3	7.77 ± 0.21	5.77 ± 0.25	2.87 ± 0.15

*: The pregnancy for all the mares examined by ultrasonography was confirmed at 3 months of pregnancy by rectal palpation

Fig 8에서와 같이 임신 12일령에 태아낭이 확인됨으로써 임신 12일부터 임신진단이 이루어졌고, 임신 23일령부터는 태아를 직접 확인할 수 있었다(Fig 10). 태아 심장박동은 임신 28일령부터 확인할 수 있었다

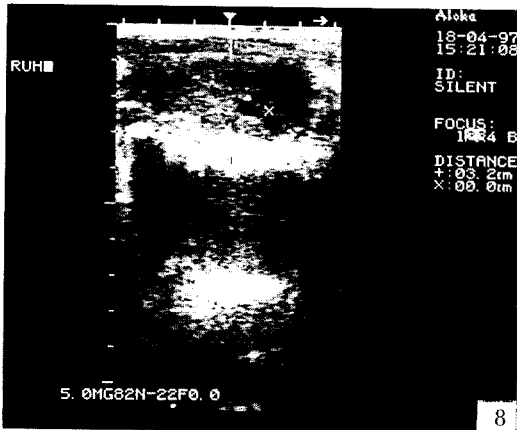


Fig 8. An embryonic vesicle at 12 days of pregnancy which was re-confirmed at 3 months of pregnancy by rectal palpation.

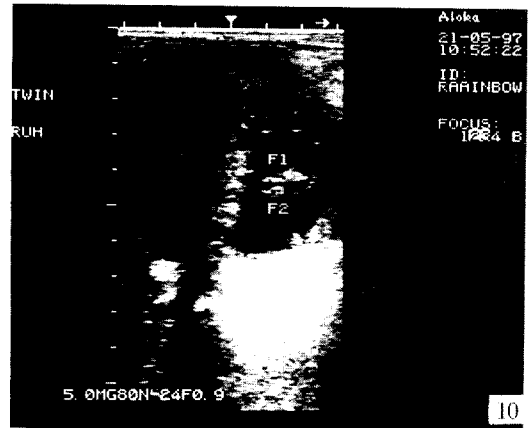


Fig 10. Twin fetuses at 23 days of pregnancy. Note that those fetuses are visible.

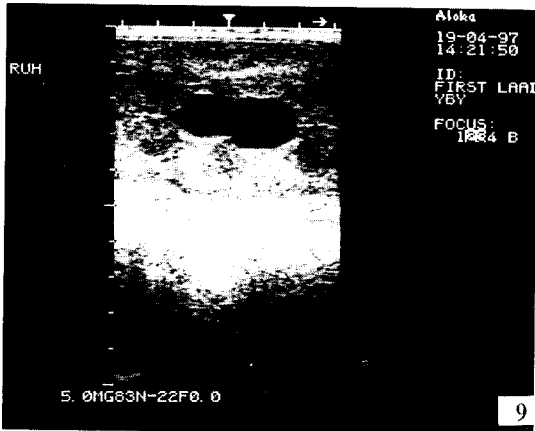


Fig 9. Twin embryonic vesicles at 16 days of pregnancy.



Fig 11. Ultrasonographic image of a 28-day old fetus. The diameter of the fetus is 0.8 cm.

(Fig 12).

Table 3에서와 같이 embryonic vesicle은 임신 12일령부터 임신 50일령까지 점차 커져가고 또한 태아도 그 직경이 임신이 진행됨에 따라 점차 길어지는 경향을 나타내었다.

임신 12일령부터 임신 50일령까지의 임신일령에 따른 초음파 소견은 Fig 8~Fig 16에서와 같다.

초음파진단을 통해 임신초기의 상태를 확인할 수 있었다(Fig 9: 임신16일, Fig 10: 임신23일).

고 찰

본 연구에서 정상 성주기중에 있는 빈마에 대하여 난포 및 황체의 크기 변화를 초음파 진단기로 조사한

결과 발정기 초기의 난포의 평균길이는 3.21 ± 0.47 cm 폭은 2.80 ± 0.36 cm, 발정 중기이후 배란전 난포의 평균길이는 4.24 ± 0.39 cm 폭은 3.52 ± 0.29 cm이었는데, 이 결과는 Arthur 등¹이 발정기 첫날의 난포의 직경이 2.5~3.5 cm 그리고 성숙된 난포의 직경이 3~7 cm라고 한 보고와, Roberts¹⁴가 성숙난포의 직경이 2~10 cm라고 한 보고와 유사한 결과로 사료된다.

또한 발정휴지기 중기이후 난포의 평균길이는 1.84 ± 0.50 cm 폭은 1.44 ± 0.47 cm, 황체의 길이는 3.13 ± 0.86 cm 폭은 2.33 ± 0.68 cm로 관찰되었는데 이 결과는 Arthur 등¹이 말의 발정전 난포의 직경이 1~3 cm라고 한 것과 Roberts¹⁴가 말 황체의 직경이 1~2.5 cm에 달한다고 한 것과 유사한 것으로서 상기 연구자들의 보고는 직접 육안적으로 측정한 결과임을 감안할 때

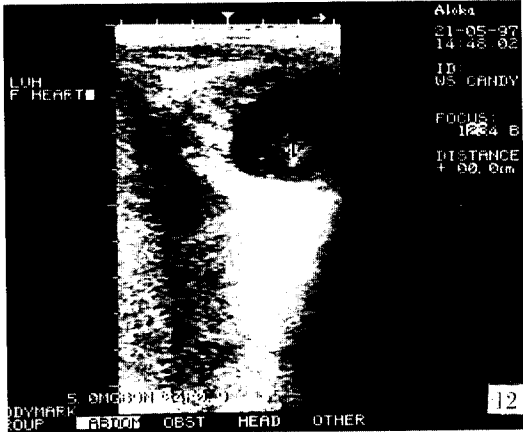


Fig 12. Ultrasonographic image of a 28-day old fetus. Note the site of heart beat (cross mark).



Fig 15. Ultrasonographic image of a 42-day old fetus. Note the site of heart beat (cross mark).

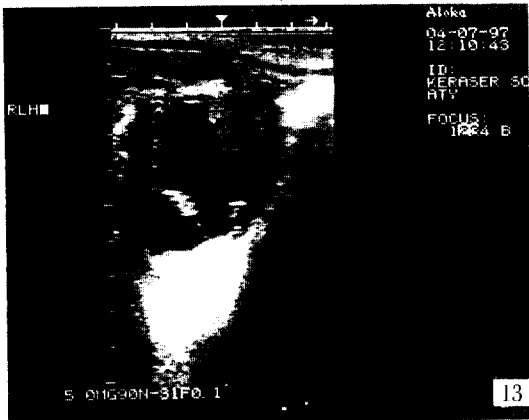


Fig 13. Ultrasonographic image of a 30-day old fetus.



Fig 16. Ultrasonographic image of a 47-day old fetus. Note the developing umbilical cord (arrow).

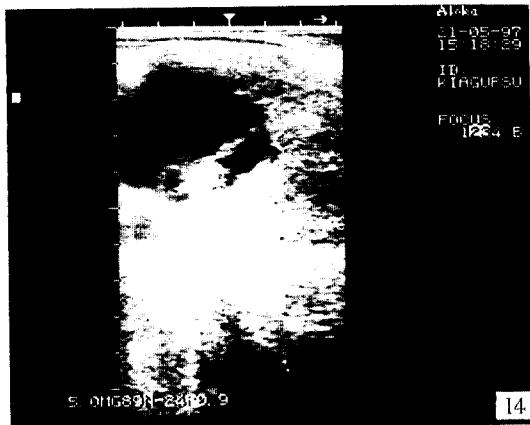


Fig 14. Ultrasonographic image of a 35-day old fetus.

초음파진단을 통해서도 난소중 난포 및 황체의 크기를 거의 정확하게 측정할 수 있음을 알 수 있다.

본 연구에서 발정기중에 있는 빈마에 대하여 초음파 진단기를 이용하여 난포의 직경을 측정한 후 종부시기에 따른 수태결과를 본 결과 난포의 직경이 4.6~5.0 cm인 경우는 진단 당일 또는 그 다음날 종부시킨 빈마 3두에서 모두 수태가 일어났으나 측정후 4일에 종부시킨 2두에서 수태가 일어나지 않은 것은 이러한 크기의 난포인 경우 당일 또는 그 다음날 종부가 추천된다고 보겠다.

난포 직경이 4.1~4.5 cm의 경우 1일후 또는 2일후 종부시 4두에서 모두 수태가 일어난 것은 역시 이 시기가 종부시기로 추천된다고 볼 수 있다. 한편 난포직

경이 3.6~4.0 cm 경우 측정 2일후에는 2두 모두에서 수태가 되었으나 1일후 종부시 2두중 1두가 수태가 된 것은 이 경우 2일후가 바람직한 시기로 보이는 하나 말에서 정자의 생존성이 길다고 하는 점¹⁴ 그리고 이 연구에 이용된 빈마의 sample size가 적은 점으로 보아 확실하게 단정하기는 어려운 점이 있다고 하겠다. 난포 직경이 3.1~3.5 cm의 경우에는 측정 2일후부터 4일까지 각각 수태결과를 나타냈고 한편 당일 교배한 2두에서는 수태가 발생되지 않았다. 이것으로 볼 때 3.1~3.5 cm의 경우 2일 이후 교배가 바람직하고 당일 교배는 좋지 않은 것으로 생각되나 역시 sample size가 너무 적으므로 단정적인 결론을 내리기는 어려울 듯하며 앞으로 이에 대한 보다 밀도깊은 연구가 수행되어야 할 것으로 본다.

교배 시킨 말에 대해 초음파 기기를 이용하여 조기 임신진단을 한 경우 이 연구에서 교배후 12일부터 embryonic vesicle을 확인하여 진단이 가능하였다. 이러한 조기 임신진단은 Roberts¹⁴ 그리고 룰과 III²¹의 보고서에서와 같이 말에서 직장검사에 의한 임신진단 시기를 현저히 앞당길 수 있는 것으로 본다. 이것은 임신 12일령에 진단된 2두 모두가 임신 3개월령에 직장검사로 임신이 확진된 것으로 보아 그 가능성을 확신할 수 있다. 또한 본 연구에서 임신일령에 따른 embryonic vesicle의 크기와 태아의 직경은 Roberts¹⁴가 육안으로 확인한 embryonic vesicle 및 태아의 직경과 또한 Mckinnon과 Carnevale⁹이 초음파 진단한 수치와 유사하였다. 특히 Roberts¹⁴의 결과와 비교할 때 초음파 진단을 통해 상당히 정확한 실제 크기를 측정할 수 있다고 보여진다.

또한 이 연구에서 쌍태의 조기 임신진단은 임신 16일부터 가능하였는데 이 시기는 Roberts¹⁴ 그리고 Mckinnon과 Carnevale⁹의 보고서와 같이 쌍태에서 단태로 유도하기 위한 적절한 시기인 17~30일내에 해당하므로 말에서 초음파 진단기에 의한 쌍태의 조기 임신진단의 가능성 및 중요성을 확인하는 결과로서 이를 통해 쌍태임신한 말의 분만율을 높일 수 있는 방법이 되리라고 본다.

결 론

제주도에서 사육되고 있는 5세~12세의 Thoroughbred 경주마 61두에 대하여 초음파 진단기를 이용하여 성주기중의 난소의 변화 및 교배적기의 판정, 교배후 조기임신의 진단, 쌍태의 조기진단에 대한 개발방법

을 조사한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 발정기 초기의 난포의 평균길이는 3.21 ± 0.47 cm 폭은 2.80 ± 0.36 cm이었고, 발정 중기이후 배란전 난포의 평균길이는 4.24 ± 0.39 cm 폭은 3.52 ± 0.29 cm이었다. 발정휴지기의 중기이후 난포의 평균길이는 1.84 ± 0.50 cm 폭은 1.44 ± 0.47 cm, 황체의 길이는 3.13 ± 0.86 cm 폭은 2.33 ± 0.68 cm이었다.

2. 난포의 크기 측정후 종부시기에 따른 수태 결과 난포의 직경이 4.6~5.0 cm인 빈마의 경우 당일 또는 그 다음날 종부시킨 3두 모두에서 수태가 일어났다. 난포의 직경이 4.1~4.5 cm인 경우는 진단후 1일 및 2일 종부시킨 4두에서 수태가 일어났다.

3. 초음파 진단기기를 이용하여 말에서는 임신 12일령부터 임신진단이 가능하였고 임신 23일령부터는 태아를 직접 확인할 수 있었다. 그리고 태아심장박동은 임신 28일령부터 확인할 수 있었다.

4. 초음파 진단을 통해 임신초기인 16일령에도 쌍태를 확인할 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 말에서는 초음파 진단기기를 이용하여 성주기의 난소의 변화 진단을 통해 교배시기의 판정이 가능하다는 점, 임신 12일령부터 조기 임신진단이 가능하다는 점, 쌍태에 대한 조기진단이 가능하다는 점을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Arthur DH, Noakes DE, Pearson H. The mare. In : Veterinary reproduction and obstetrics, 6th ed: Baillière Tindall, 1989; 9-14.
2. Curren S, Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 20 through 60. JAVMA 1986; 189: 1295-1302.
3. Edmonson AD, Fissore RA, Pashen RL, Bondurant RH. The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. I. Normal and pathological ovarian structures. Anim Reprod Sci 1986; 12: 157-165.
4. Farin PW, Younggist RS, Parfet JR, Garverick HA. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts by palpation per rectum and linear-array ultrasonography in dairy cows. JAVMA 1992; 200: 1085-1089.
5. Farin PW, Younggist RS, Parfet JR, Garverick HA. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts in dairy cows by sector scan ultrasonography. Theriogenology 1990; 34: 633-642.
6. Izaikae Y, Suzuki O, Shimada K, Kosugiyama M. Ultrasonographic observation of postpartum uterine involution in beef cows. Jpn Anim Reprod 1989; 35:

- 54-59.
7. K hn W. Ultrasonography as a diagnostic tool in female animal reproduction. *Anim. Reprod Sci* 1992; 28: 1-10.
 8. Kastelic JP, Curran S, Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology* 1988; 29: 39-54.
 9. Mckinnon AO, Carnevale E M. Reproductive examination of mare. In : *Equine Reproduction*, Philadelphia, Lomdon : Lea & Febiger 1993: 581-302.
 10. Peter AT, Pierson RA, Jakovijevic S. Use of real-time ultrasonography in bovine and eqine reproduction. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1992; 14: 1116-1124
 11. Pierson R A, Ginther OJ. Ultrasonographic appearance of the bovine uterus during the estrous cycle. *JAVMA* 1987; 190: 995-1001.
 12. Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology* 1984; 21: 495-504.
 13. Pierterse MC, Taverne MAM, Kruip ThAM, Willemse AH. Detection of corpora lutea and follicles in cows: A comparison of transvaginal ultrasonography and rectal palpation. *Vet Rec* 1990; 126: 552-554.
 14. Roberts SJ. Infertility in the mare. In : *Veterinary obstetrics and genital diseases*. Vermont : David and Charles. 1986: 581-635.
 15. Sirois J, Fortune JE, Fortune JE. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biol Reprod* 1988; 39: 308-317.
 16. Straud BK. : Clinical applications of bovine reproductive ultrasonography. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1994; 16: 1085-1097.
 17. White IR, Russel AJF, Wright IA, Whyte TK. Real-time ultrasonic scanning in the diagnosis of pregnancy and the estimation of gestational age in cattle. *Vet Rec* 1985; 117: 5-8
 18. 恩田 燦 : 直腸検査によるウツ卵巢検査の 題査点. 畜産の研究. 1988; 42: 1123-1126
 19. 澤向 豊 : 超音波診断装置の牛妊娠 および 卵巢. 子宮疾患診断への 應用. 家畜殖誌. 1986; 32: 30-37.
 20. 鈴木一男, 小西一之 : 野外における 牛の 早期妊娠 診断 としこの 超音波 診断法の 應用. 畜産の研究 1992; 46: 54-60
 21. 星 修三, 山 内亭 : 家畜臨床繁殖學. 朝倉書店. 東京. 1991; 177-187