

애완견에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상

I. 태아 및 태아외구조물의 최초 관찰시기

강병규 · 최한선 · 손창호^{1,*} · 신창록 · 서동호 · 박인철
전남대학교 수의과대학, 호르몬연구센터*

Ultrasonographic Appearance of the Gestational Structures throughout Pregnancy in Pet Dogs

I. Time of Initial Detection of the Fetal and Extra-fetal Structures

Byong-kyu Kang, Han-sun Choi, Chang-ho Son^{1,*},

Chang-rok Shin, Dong-ho Seo and In-chul Park

College of Veterinary Medicine, *Hormone Research Center,
Chonnam National University, Kwangju, 500-757, Korea

ABSTRACT : Serial ultrasonographic examinations were daily performed on 8 bitches (5 Maltese and 3 Yorkshire terrier) from day 15 until parturition to determine the time of first detection and ultrasonographic appearance of the fetal and extra-fetal structures. Gestational age was timed from the day of ovulation (day 0), which was estimated to occur when plasma progesterone concentration was first increased above 4.0 ng/ml. The gestational length in 8 bitches was 61.5 (range: 60~64) days. The initial detection time of fetal and extra-fetal structures were: gestational sac at days 20.5 (18~23); zonyary placenta in the uterine wall at days 25.4 (24~30); yolk sac membrane at days 25.5 (23~27); amniotic membrane at days 28.7 (25~32); embryo initial detection at days 23.3 (20~26); fetal heartbeat at days 23.9 (21~27); fetal movement at days 31.3 (26~34); limb buds at days 32.1 (29~35); stomach at days 35.3 (32~40); urinary bladder at days 35.6 (33~39); skeleton at days 37.8 (37~40) and kidney at days 45.3 (41~49), respectively.

Key words : ultrasonography, pregnancy diagnosis, gestational structure, progesterone, pet-dogs

서 론

개에서 임신진단은 임신기중에 예방접종 또는 약물 치료 지침의 수립, 임신과 자궁질환의 감별진단 그리고 분만시 난산의 처치 등과 관련하여 소동물 임상분야에서 중요한 번식관리지표중 하나이다^{14,17}. 특히 조기임신진단은 조기태아사와 착상부전을 서로 구별하고 또한 자궁점액중, 자궁수종, 자궁축농증 등과 같은 자궁질환과 임신을 서로 감별해 줌으로써 질병상태의 조기진단과 예방적 처치에 매우 중요하다¹⁷.

Taverne 등²²은 개에서 복부촉진법과 초음파검사로

조기임신진단을 실시한 결과, 초음파검사에 의한 조기임신진단이 숙련된 수의사에 의한 복부촉진법보다 더 정확한 방법이었으며, 초음파검사가 태아의 발육과 생사에 대한 정보를 보다 상세하게 얻을 수 있다고 하였다. 한편 Yeager 등²⁷과 강 등²⁸은 각각 beagle견과 진도견을 대상으로 초음파검사에 의한 임신구조물의 최초 관찰시기를 검사한 결과, Yeager 등²⁷은 30가지의 임신구조물중 24가지 임신구조물에서, 강 등²⁸은 19가지의 임신구조물중 19가지 임신구조물 모두에서 최초 관찰시기의 범위가 5일 이내로서 초음파검사는 임신구조물의 발육 및 임신일령을 평가하는데 유용하다고 보고하였다.

그러나 현재까지 초음파검사를 통해 조기임신진단 및 임신구조물의 최초 관찰시기의 확립에 이용된 실험견종은 대부분 중·대형견종들 뿐이었으며^{2,10,21-23,26-28},

본 연구는 한국과학재단의 호르몬연구센터 연구비(과제번호: HRC-97-0401)지원에 의하여 수행되었음

¹Corresponding author.

소형 애완견종만을 대상으로 한 연구는 아직까지 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 소형 애완견들중 우리나라에서 많이 사육되고 있는 말티스와 요크셔테리어 2가지 견종을 대상으로 초음파검사에 의한 조기임신 진단 가능성 및 임신구조물의 최초 관찰시기를 판정한 후, 이 결과를 실제 소동물임상에서 애완견의 임신진단 및 임신일령의 평가에 응용하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

대상동물

말티스 5두(체중: 2.7~4.0 kg; 연령: 2~5년)와 요크셔테리어 3두(체중: 1.7~2.2 kg; 연령: 3~5년)를 대상으로 하였으며 모든 실험견은 실험개시전에 구충 및 예방접종(Canine distemper, canine hepatitis, canine parvovirus, canine parainfluenza, canine leptospira combined vaccine)을 실시하였다. 사료는 제한급여 하였고 물은 자유 음수토록 하였으며 1두씩 격리하여 사육하였다. 한편 임신구조물의 최초 관찰시기 및 발육과정은 말티스 모견 5두에서 평균 3(범위: 2~4)두의 태아 그리고 요크셔테리어 모견 3두에서 평균 2(1~3)두의 태아를 대상으로 하였다.

교배적기 및 배란시기의 판정

질세포 검사, 교배적기의 판정 및 교배: 교배적기의 판정을 위하여 발정전기 개시일부터 발정후기 개시일까지 매일 질세포검사를 실시하였다. 질세포검사는 Schutte¹⁶의 방법에 준하여 실시하였으며, 교배적기의 판정은 손 등³⁰의 기술에 준하여 질세포상에서 conification index가 90% 이상을 나타내거나 eosinophilic index가 68% 이상을 나타낸 때를 교배적기로 판정한 후 동일 견종의 수컷과 자연교배를 실시하였다.

혈중 progesterone 농도 측정 및 배란시기의 판정: 발정전기 개시일부터 발정후기 개시일까지 매일 요추

피정맥에서 1.5 ml를 채혈하여 3000 g에서 10분 동안 원심한 후 혈장을 분리하였다. 분리한 혈장은 progesterone 농도를 측정할 때까지 -20°C에 보관하였다. Progesterone 농도 측정은 손 등²⁹의 기술에 준하여 progesterone kit (Direct progesterone, ICN Biochemicals, Inc, US)를 이용하여 Gamma counter (CRYSTAL™ II, PACKARD Co)로 측정하였다. 배란일의 판정은 강 등²⁸의 기술에 준하여 발정출혈 개시후 혈중 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날로 하였으며 이 날을 임신 첫날(day 0)로 하였다.

초음파검사 및 임신구조물의 관찰

임신 15일부터 분만일까지 매일 초음파검사를 실시하였으며 초음파검사 전에 전모만 실시하였고, 진정이나 마취는 실시하지 않았다. 실험견을 앙와위로 보정한 후 acoustic gel을 복부에 바르고 탐촉자를 피부에 밀착시켜 상복부와 하복부 사이를 이동하면서 초음파검사를 실시하였다.

초음파검사에는 5.0 MHz, 6.5 MHz 및 7.5 MHz 탐촉자가 장착된 Sonoace 1500 (Medison Co. Korea)과 3.5 MHz, 5.0 MHz, 6.5 MHz 및 7.5 MHz 탐촉자가 장착된 Sonoace 4800HD (Medison Co. Korea)를 이용하였으며 임신 15일부터 태낭, 태반, 태막, 태아배, 태아심박, 사지, 태아운동성, 태아골격 및 태아복부장기가 최초로 관찰되는 시기 및 이들의 초음파 소견을 기록하였다.

결 과

애완견 8두의 임신기간은 평균 61.5(범위: 60~64)일이었으며, 평균 산자수는 말티스 3(범위: 2~4)두, 요크셔테리어 2(1~3)두 이었다. 태아외구조물의 최초 관찰시기와 이때의 초음파상은 Table 1과 Fig 1에 나타내었으며 태아구조물은 Table 2와 Fig 2에 각각 나타내었다.

Table 1. Mean and range of gestational age at first ultrasonographic detection of extra-fetal structures in 8 bitches

| Pregnancy features | Days after ovulation | | |
|--------------------|----------------------|-------------------|--------------|
| | Maltese | Yorkshire terrier | Total |
| Gestational sac | 21.0* (18~23)** | 19.7 (18~22) | 20.5 (18~23) |
| Zonary placenta | 26.0 (24~30) | 24.5 (24~26) | 25.4 (24~30) |
| Yolk sac membrane | 25.3 (23~27) | 26.0 (25~27) | 25.5 (23~27) |
| Amniotic membrane | 28.8 (25~32) | 28.5 (28~29) | 28.7 (25~32) |

*Mean

**Range

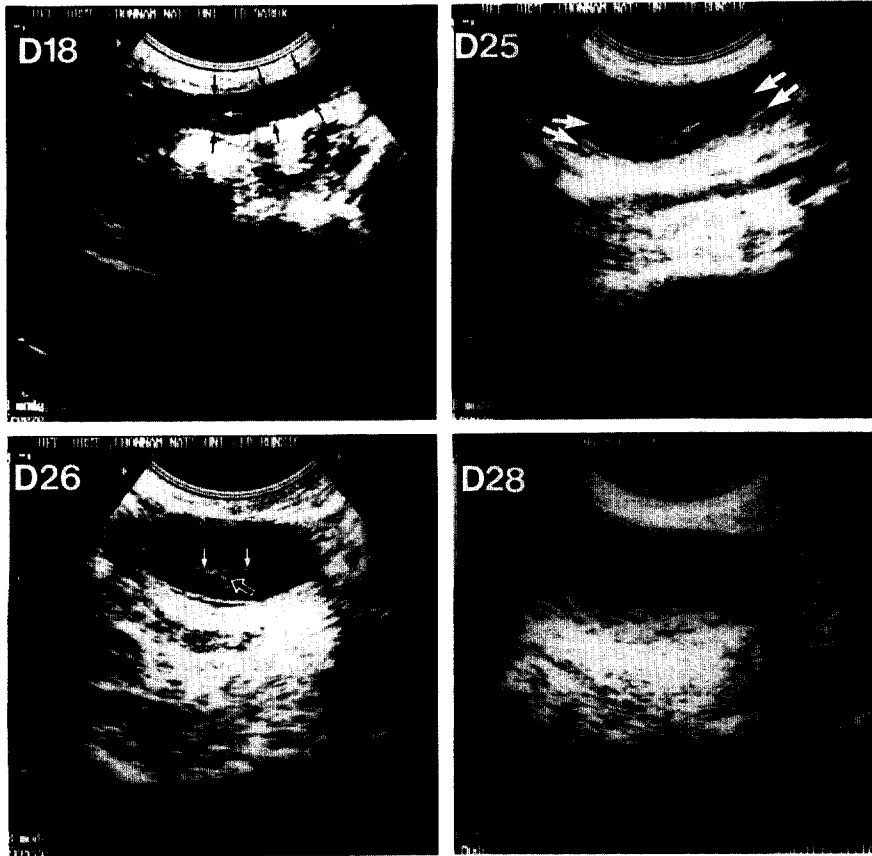


Fig 1. Ultrasonogram of the extra-fetal structures in pregnant bitches. 6.5 MHz convex transducer. **D18:** Longitudinal image of the pregnant uterine horn (black arrows) contained an anechoic gestational sac (white arrow). **D25:** Longitudinal image of gestational sac contained an embryo (small arrow). The zonyary placenta (large arrows), the edges of which were folded inward, appeared as a cylindrical and hypoechoic inner layer of the uterine wall. **D26:** Longitudinal image of gestational sac contained an embryo (hollow arrow) and yolk sac membrane (white arrows). **D28:** Longitudinal image of the gestational sac contained embryo and amniotic membrane (white arrows). In this time, the embryo began to differentiate into the head (H) and the body (B). D=Gestational age (day).

태아외구조물의 최초 관찰시기

Table 1에서 보는 바와 같이 임신 20.5(범위: 18~23)일에 저에코성 자궁내에서 무에코성의 태낭(gestational sac)을 관찰함으로써 최초로 임신을 확인하였다(Fig 1, D18). 태낭을 둘러싸고 있는 태반(placenta)은 임신 25.4(24~30)일에 대상태반(zonyary placenta)으로 발달하였다(Fig 1, D25). 임신 25.5(23~27)일에는 태아배에 영양을 공급하여 주는 고에코의 막성구조물인 난황막(yolk sac membrane)이 최초로 관찰되었으며(Fig 1, D26) 임신 28.7(25~32)일에는 태아배를 둘러싸고 있는 양막(amniotic membrane)이 최초로 관찰되었다(Fig 1, D28).

태아구조물의 최초 관찰시기

Table 2에서 보는 바와 같이 임신 23.3(20~26)일에 무에코성 태낭내에서 고에코를 나타내는 태아배가 태낭벽에 부착되어 있음을 확인하였다(Fig 2A, D22). 임신 23.9(21~27)일에는 태아의 심박동이 최초로 관찰되었는데 태아의 심박동은 태아배가 처음 나타났던 당일이나 그 다음날 마치 불빛이 깜박거리는 모양으로 관찰되었다(Fig 2A, D25). 임신 31.3(26~34)일에는 태아의 운동성을 관찰할 수 있었는데 태아의 운동성은 개체에 따라 최초 관찰시기가 8일의 차이를 보였다. 태아의 아지(limb bud)는 태아의 운동성이 관찰된지 약 하루후인 임신 32.1(29~35)일에 나타났으며(Fig 2A,

Table 2. Mean and range of gestational age at first ultrasonographic detection of fetal structures in 8 bitches

| Pregnancy features | Days after ovulation | | |
|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------|
| | Maltese | Yorkshire terrier | Total |
| Embryo initial detection | 23.2* (20~26)** | 23.3 (23~24) | 23.3 (20~26) |
| Heartbeat | 23.8 (21~27) | 24.0 (23~25) | 23.9 (21~27) |
| Movement | 31.0 (26~34) | 33.0 (31~34) | 31.3 (26~34) |
| Limb buds | 32.0 (29~35) | 32.7 (32~33) | 32.1 (29~35) |
| Stomach | 34.0 (32~35) | 37.0 (34~40) | 35.3 (32~40) |
| Urinary bladder | 34.5 (33~36) | 37.0 (35~39) | 35.6 (33~39) |
| Skeleton | 38.3 (37~40) | 37.3 (37~38) | 37.8 (37~40) |
| Kidney | 47.5 (46~49) | 42.0 (41~43) | 45.3 (41~49) |

*Mean

**Range

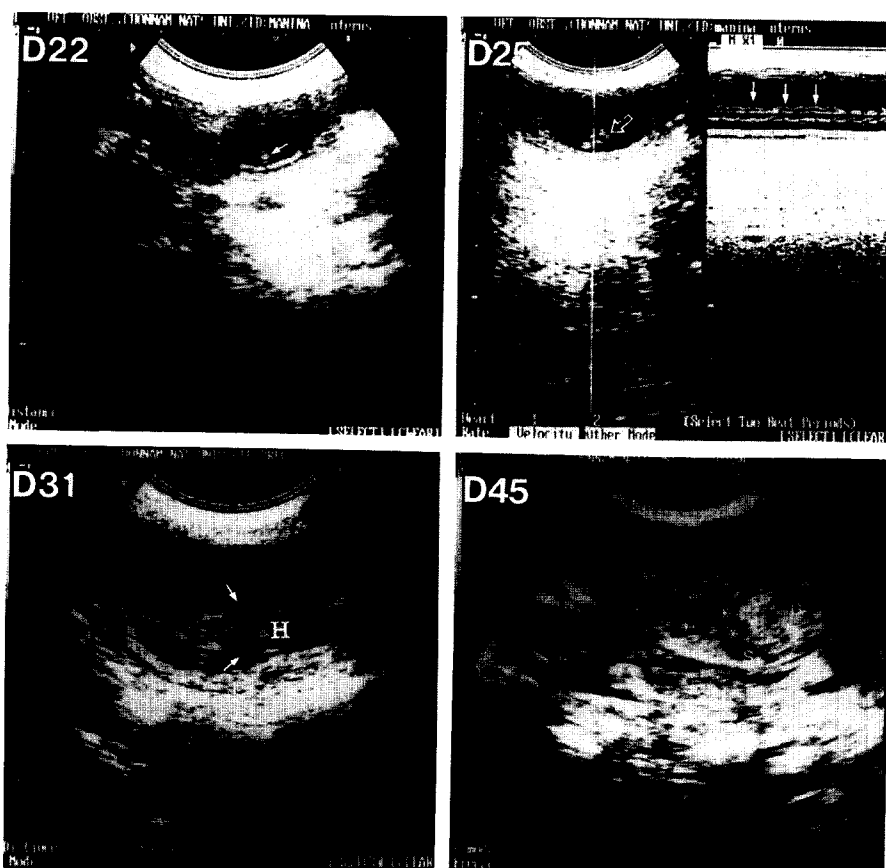


Fig 2A. Ultrasonogram of the fetal structures in pregnant bitches. 6.5 MHz convex transducer. **D22:** Longitudinal image of gestational sac contained an embryo (white arrow) which was attached to dorsal part of the uterus. **D25:** B and M mode ultrasonogram. Longitudinal image of the gestational sac contained an embryo (hollow arrow). The M-line of B-mode in left side was in the position of the embryonic heart and the M-mode in right side represented the embryonic heartbeat (white arrows). **D31:** Longitudinal image of an embryo with the fore-limb bud (white arrows). The embryo that were differentiated into the head (H) and the body (B) could be observed. **D45:** Longitudinal image of a fetus in which whole abdominal organs have formed already. The fetal heart (H), liver (*), stomach (S) and urinary bladder (B) were observed. D=Gestational age (day)

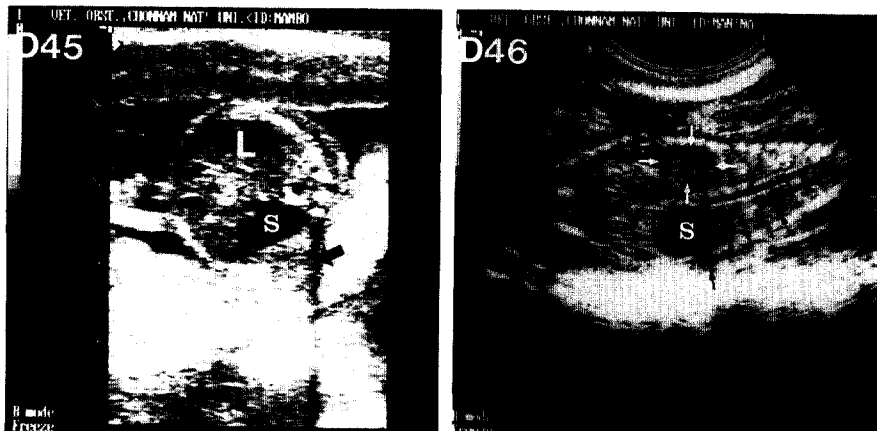


Fig 2B. Ultrasonogram of the fetal structures in pregnant bitches. 7.5 MHz linear and 6.5 MHz convex transducer. **D45:** Transversal image of fetal body. The acoustic shadow (black arrow) which was formed by fetal skeleton was observed. The liver (L) and stomach (S) were observed. **D46:** Longitudinal image of fetal body. The kidney (white arrows), stomach (S) and acoustic shadow (black arrows) were observed. D=Gestational age (day).

D31), 태아의 위는 임신 35.3(32~40)일에 관찰되었고 태아의 방광은 이와 비슷한 시기인 임신 35.6(33~39)일에 관찰되었다(Fig 2A, D45). 한편 태아의 골격은 임신 37.8(37~40)일에 고에코를 나타내는 구조물로 관찰되었고(Fig 2B, D45) 태아의 신장은 제일 마지막인 임신 45.3(41~49)일에 관찰되었다(Fig 2B, D46).

고 찰

개에서 임신일령을 평가하는 방법들로는 교배일을 기준으로 하는 방법^{3,4,9,12,18,19,25}, LH surge일을 기준으로 하는 방법^{5,8,26,27}, 배란일을 기준으로 하는 방법^{28,31} 등이 응용되고 있다. 이 중 교배일을 기준으로 하였을 때는 임신기간이 57~72일의 넓은 범위를 나타내기 때문에 교배일은 임신일령을 평가하는데 정확한 기준일이 될 수 없으며²⁷, LH surge일을 기준으로 하였을 때에는 임신기간이 64~66일로써 LH surge일은 정확한 기준은 될 수 있으나 임상가들이 이용하기에는 실용적이지 못하다는 단점을 가지고 있다^{24,27}. 한편 Bouchard 등¹은 배란은 LH surge 후 48시간에 일어나며 그때의 혈중 progesterone 농도는 3.4~6.6 ng/ml 이었다고 보고하였다. 또한 강 등²⁸은 혈중 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 배란일로 판정하였을 때 임신견 9두 모두에서 분만은 배란후 60~62일에 일어났다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 강 등²⁸의 방법에 준하여 혈중 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 배란일로 판정하여 실험

을 수행한 결과 분만은 배란후 61.5일에 일어났다. 이 결과는 혈중 progesterone 농도가 6~12 ng/ml 일 때를 배란일로 판정하여 배란후 62.1일에 분만하였다는 Okkens 등¹⁵의 보고, 그리고 초음파를 이용하여 배란을 확인한 후 61~62일에 분만하였다는 Inaba 등¹³의 보고와 거의 일치하였다.

본 연구에서 배란일을 기준으로 하여 임신 18~23일에 자궁내에 무에코성의 태낭이 최초로 관찰되었으며 이때를 조기임신진단 시기로 판정하였다. 조기임신진단 시기 전후 자궁의 초음파상을 살펴보았을 때, 임신 17일 이전까지는 자궁에서 어떠한 변화도 관찰할 수 없었으나 임신 18일경에는 자궁의 실질보다 저에코를 나타내는 원형의 구조물인 태낭이 최초로 관찰되었다(Fig 1, D18). 이는 LH surge 후 17일까지는 자궁의 어떠한 변화를 관찰할 수 없었다고 한 England와 Yeager¹¹의 보고 및 LH surge 후 19~20일째에 태낭이 최초로 관찰되었다고 한 Yeager와 Concannon²⁶의 보고와 유사하였으나, 최후 교배후 7일째에 자궁의 종대에 의하여 최초 임신진단이 가능했다는 Cartee와 Rowles²의 보고와는 서로 차이를 나타내었다. 이와 같이 보고자에 따라 조기임신진단 가능시기가 각기 다른 이유는 강 등²⁸의 지적과 같이 검사에 이용된 탐촉자의 분석능과 임신일령을 산정하는 기준일의 차이에 의한 것으로 사료된다.

태낭을 둘러싸고 있는 태반이 대상태반으로 분화된 시기는 24~30일 이었는데(Table 1; Fig 1, D25), 이는 LH surge 후 27~31일에 대상태반이 관찰되었다는

Yeager 등²⁷의 보고 그리고 배란후 25~28일에 대상태반이 관찰되었다는 강 등²⁸의 보고와 거의 일치하였다. 한편 무에코성 태낭내에 고에코를 띠는 태아배가 최초로 관찰된 시기는 임신 20~26일 이었으며(Table 2; Fig 2A, D22), 태아의 심박은 마치 불빛이 깜박거리는 모습으로 태아배가 관찰된 날이나 그 다음날인 임신 21~27일에 관찰되었다(Table 2; Fig 2A, D25). 견종간에 비교하여 보았을 때, 말티스에서는 20~26일에 관찰되어 최초 관찰시기의 범위가 넓은 반면, 요크셔테리어에서는 23~24일로서 좁은 범위를 나타내었는데, 이는 견종간 혹은 개체간의 차이에 의한 것이라 여겨지나 이에 대하여는 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

태아운동성은 임신 26~34일에 관찰되었는데(Table 2), 이 결과는 LH surge 후 34~36일에 관찰되었다는 Yeager 등²⁷, 임신 28일에 관찰되었다는 Cartee와 Rowles² 그리고 Tainturier와 Moysan²⁰은 임신 32일에 관찰되었다고 보고하여 보고자에 따라 각기 달랐다. 이처럼 차이를 보이는 이유는 임신기준일 산정과 탐촉자 분석능의 차이에 의한 것이라고 지적한 강 등²⁸의 보고 이외에도 태아운동성에 영향을 끼칠 수 있는 요인들중 개체간 혹은 견종간의 차이가 있을 수 있다고 생각된다. 또한 태아운동성은 다른 구조물과는 달리 간헐적으로 움직이는 특성 때문에 오랫동안 관찰을 하지 않으면 태아의 움직임을 관찰하지 못할 가능성이 높다는 점도 고려해야 될 것으로 사료된다.

태아의 위는 32~40일에, 방광은 33~39일에 관찰되었는데, 대부분 동일한 날에 관찰되었거나 위가 약간 먼저 관찰되었다(Table 2; Fig 2A, D45). 이는 임신 35~39일에 위와 방광이 관찰되었다는 Yeager 등²⁷의 결과 그리고 임신 34~37일에 위와 방광이 복부장기중에서는 최초로 관찰되었다는 강 등²⁸의 결과와 거의 일치하였다. 즉 태아의 위와 방광은 액체로 충만된 장기이므로 초음파상에서 무에코를 나타냄으로써 다른 태아 복부구조물들에 비하여 훨씬 명확하게 관찰할 수 있었다.

태아의 골격은 임신 37~40일에 관찰되었는데(Table 2), 이 결과는 Concannon과 Rendano⁷가 태아골화등급(fetal skeletal score)을 태아골격의 X선 비투과성 정도(radiopacity degree)에 따라 5등급으로 나누었을 때, 태아골화등급이 분만전 22~21일 때에 최소진단치(minimal diagnostic value)인 1내지 2등급을 보였다는 결과와 거의 일치하였다. 또한 초음파검사에 의해 LH surge 후 33~39일에 골격이 관찰되었다는 Yeager 등²⁷의 결과 그리고 진도견에서 배란후 36~39일에 태아골

격의 골화에 의한 음향음영이 관찰되었다는 강 등²⁸의 보고와도 거의 유사한 결과를 나타내었다.

태아의 신장은 임신 41~49일에 관찰되어 최초 관찰시기의 범위가 개체에 따라 많은 차이를 보였다(Table 2; Fig 2B, D46). 이는 8마리의 beagle견을 대상으로 실험한 결과 3마리의 개에서만 LH surge 후 39~47일에 태아의 신장이 최초로 관찰되었다는 Yeager 등²⁷의 결과와 거의 일치하였으며 또한 신장이 임신 43~48일에 관찰되었다는 강 등²⁸의 보고와도 비슷한 결과를 보였다. 이처럼 초음파상에서 신장의 관찰시기가 다양하게 나타나는 이유는 신장이 다른 장기와 명확하게 구분되지 않기 때문에 발견하기가 매우 힘들 뿐만 아니라 태아골격의 골화에 의한 음향음영에 의해서도 영향을 받아서 관찰하기가 곤란하기 때문인 것으로 사료된다.

이상의 결과들을 종합하여 볼 때, 애완견에서 초음파검사를 통하여 임신구조물의 최초 관찰시기를 검토한 결과, 임신구조물의 최초 관찰시기의 범위가 일률적인 결과를 나타냄으로써, 본 연구 결과는 소동물임상에서 애완견들을 대상으로 한 조기임신진단 및 임신일령의 평가에 응용될 수 있을 것으로 생각된다.

결론

애완견에서 임신일령에 따른 임신구조물의 최초 관찰시기를 검사한 후, 이를 조기임신진단 및 임신일령의 평가에 응용하기 위하여 임신 말티스 5두와 요크셔테리어 3두를 대상으로 매일 초음파검사를 실시하였다. 배란일의 판정은 혈중 progesterone농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날로 하였다.

애완견 8두의 임신기간은 평균 61.5(범위: 60~64)일 이었으며, 임신구조물중 태아외구조물이 최초로 관찰된 시기는 태낭은 임신 20.5(18~23)일, 대상태반은 25.4(24~30)일, 난황막은 25.5(23~27)일, 양막은 28.7(25~32)일 이었다. 태아구조물이 최초로 관찰된 시기는 태아배는 23.3(20~26)일, 태아의 심박은 23.9(21~27)일, 태아운동성은 31.3(26~34)일, 태아의 芽肢는 32.1(29~35)일, 태아의 위는 35.3(32~40)일, 태아의 방광은 35.6(33~39)일, 태아의 골격은 37.8(37~40)일 그리고 태아의 신장은 45.3(41~49)일 이었다.

참고문헌

1. Bouchard GF, Solorzano N, Concannon PW, Youngquist RS, Bierschwal CJ. Determination of ovulation

- time in bitches based on teasing, vaginal cytology, and ELISA for progesterone. *Theriogenology* 1991; 35: 603-611.
2. Cartee RE, Rowles T. Preliminary study of the ultrasonographic diagnosis of pregnancy and fetal development in the dog. *Am J Vet Res* 1984; 45: 1259-1265.
 3. Christiansen Ib J. Pregnancy. In: *Reproduction in the dog and cat*, 1st ed. London: Bailliere Tindall. 1984: 154-170.
 4. Concannon PW, Haensel W, McEntee K. The ovarian cycle of the bitch: Plasma estrogen, LH and progesterone. *Biol Reprod* 1975; 13: 112-121.
 5. Concannon PW, Hansel W. Changes in LH, progesterone and sexual behavior associated with preovulatory luteinization in the bitch. *Biol Reprod* 1977; 17: 604-613.
 6. Concannon PW, McCann JP, Temple M. Biology and endocrinology of ovulation, pregnancy and parturition in the dog. *J Reprod Fert (Suppl)* 1989; 39: 3-25.
 7. Concannon PW, Rendano V. Radiographic diagnosis of canine pregnancy: Onset of fetal skeletal radiopacity in relation to times of bleeding, preovulatory luteinizing hormone release, and parturition. *Am J Vet Res* 1983; 44: 1506-1511.
 8. Concannon PW, Weigand N, Wilson S. Sexual behavior in ovariectomized bitches in response to estrogen and progesterone treatments. *Biol Reprod* 1979; 20: 799-809.
 9. Concannon PW, Whaley S, Lein D, Wissler R. Canine gestation length: Variation related to time of mating and fertile life of sperm. *Am J Vet Res* 1983; 44: 1819-1821.
 10. England GCW, Allen EW, Porter DJ. Studies on canine pregnancy using B-mode ultrasound: Development of the conceptus and determination of gestational age. *J Small Anim Pract* 1990; 31: 324-329.
 11. England GCW, Yeager AE. Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of the bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy. *J Reprod Fert (Suppl)* 1993; 47: 107-117.
 12. Holst PA, Phemister RD. Onset of diestrus in the beagle bitch. Definition and significance. *Am J Vet Res* 1974; 35: 401-406.
 13. Inaba T, Matsui N, Shimizu R, Imori T. Use of echography in bitches for detection of ovulation and pregnancy. *Vet Rec* 1984; 115: 276-277.
 14. Jeanette LF, David KH. Diagnosing, treating, and preventing canine abortion. *Vet Med* 1996; 846-849.
 15. Okkens AC, Hekerman TWM, De Vogel JWA, Haaf ten VB. Influence of litter size and breed on variation in length of gestation in the dog. *Vet Quart* 1993; 13: 160-161.
 16. Schutte AP. Canine vaginal cytology. I. Technique and cytology morphology. *J small Anim Pract* 1967; 8: 301-306.
 17. Shille VM, Gontarek J. The use of ultrasonography for pregnancy diagnosis in the bitch. *JAVMA* 1985; 187: 1021-1025.
 18. Shille VM. Reproductive physiology and endocrinology of the female and male. In: *Textbook of veterinary internal medicine Vol II*, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1989: 1777-1791.
 19. Sokolowski JG. Normal events of gestation in the bitch and methods of pregnancy diagnosis. In: *Current therapy in theriogenology*. 1st ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1980: 590-595.
 20. Tainturier D, Moysan F. Diagnostic de gestation chez la chienne par echotomographie. *Rev Med Vet* 1984; 135: 525-532.
 21. Taverne MAM, Van Oord R. Accuracy of pregnancy diagnosis in dogs by means of linear-array ultrasound scanning. In: *Diagnostic ultrasound and animal reproduction*. 1st ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1989: 105-110.
 22. Taverne MAN, Okkens AC, Van Oord R. Pregnancy diagnosis in the dog: A comparison between abdominal palpation and linear-array real-time echography. *Vet Quart* 1985; 7: 249-255.
 23. Toal RL, Walker MA, Henry GA. A comparison of real-time ultrasound, palpation and radiography in pregnancy detection and litter size determination in the bitch. *Vet Radiol* 1986; 27: 102-108.
 24. Wallace SS, Mahaffey MB, Miller DM, Thompson FN, Chakraborty PK. Ultrasonographic appearance of the ovaries of dogs during the follicular and luteal phases of the estrous cycle. *Am J Vet Res* 1992; 53: 209-215.
 25. Wright PJ. Practical aspects of the estimation of the time of ovulation and of insemination in the bitch. *Aust Vet J* 1991; 68: 10-13.
 26. Yeager AE, Concannon PW. Association between the preovulatory luteinizing hormone surge and the early ultrasonographic detection of pregnancy and fetal heartbeats in Beagle dogs. *Theriogenology* 1990; 34: 655-665.
 27. Yeager AE, Mohammed HO, Meyers-Wallen V, Vannerson L, Concannon PW. Ultrasonographic appearance of the uterus, placenta, fetus, and fetal membranes throughout accurately timed pregnancy in Beagles. *Am J Vet Res* 1992; 53: 342-351.
 28. 강병규, 손창호, 신창록, 최한선, 오기석, 박인철. 진도개에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. I. 태아 및 태아외구조물의 최초 관찰시기. *大韓獸醫學會誌* 1996; 36: 235-245.

29. 손창호, 강병규, 최한선, 오기석, 강현구, 김남기. 젖소에서 prostaglandin $F_2\alpha$ 또는 fenprostalene 투여후 초음파 진단장치로 측정된 황체의 크기와 혈장 progesterone 농도와의 관계. 한국임상수의학회지 1995; 12: 174-185.
30. 손창호, 백인석, 신창록, 최한선, 강병규. 진도개에서 발정주기, 교배적기 및 배란시기 판정을 위한 질세포검사의 이용성. 한국임상수의학회지 1996; 13: 114-122.
31. 손창호, 신창록, 강병규, 최한선. 진도개에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. II. 태아 및 태아외구조물의 측정에 의한 임신일령의 추정. 大韓獸醫學會誌 1996; 36: 247-254.