

Shih-tzu견에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상 I. 태아 및 태아외구조물의 최초 관찰시기

고진성 · 김방실 · 이순애 · 조양택 · 김재풍 · 오기석 · 김성호 · 김종택* · 박인철* · 김영홍** · 손창호¹

전남대학교 수의과대학

*강원대학교 수의학과, **경북대학교 수의과대학

Ultrasonographic Appearance of the Gestational Structures Throughout Pregnancy in Shih-tzu bitches

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

Jin-sung Ko, Bang-sil Kim, Sun-ae Lee, Yang-tak Cho, Jae-pung Kim, Ki-seok Oh, Sung-ho Kim,
Jong-taek Kim*, In-chul Park*, Young-hong Kim** and Chang-ho Son¹

College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

*Department of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

**College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract : Serial ultrasonographic examinations were daily performed on 12 Shih-tzu bitches from 15 days after ovulation until parturition to determine the time of first detection and ultrasonographic appearance of the fetal and extra-fetal structures and to determine the size of gestational 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 12 Shih-tzu bitches was 62.1 (range:60-64) days. The initial detection of the fetal and extra-fetal structures were: gestational sac at days 19.2 (16-21); zonary placenta in the uterine wall at days 25.9 (24-28); yolk sac membrane at days 24.1 (22-26); amniotic membrane at days 26.6 (24-28); embryo initial detection at days 22.3 (21-24); heartbeat at days 23.8 (23-25); limb buds at days 29.3 (27-31); fetal movement at days 32.3 (31-34); stomach at days 32.6 (29-34); urinary bladder at days 33.1 (29-35); skeleton at days 35.9 (34-38) and kidney at days 45.8 (45-48).

Key words : gestational age, Shih-tzu bitches, ultrasonography, pregnancy

서 론

개에서 초음파를 이용한 조기 임신진단 및 임신일령의 정확한 판정은 임신기 중에 예방접종 또는 약물치료 지침의 수립, 임신과 자궁질환의 감별진단 그리고 분만시 난산의 처치 등과 관련하여 소동물 임상분야에서 중요한 번식관리 지표 중 하나^{9,11,13,25}이며 나아가 분만일의 예시에 응용되어 난산의 처치나 제왕절개술의 판정에 큰 도움을 줄 수 있고, 특히 여러 번 교배했거나 교배일을 알지 못하는 개에서는 매우 중요하다^{9,10,19}.

소동물 산과학 분야에서 초음파 진단기는 임신 진단^{5-7,11,14}, 산자수의 예시^{11,13}, 태아성장 및 생사의 monitoring^{7,12,15,25,27}, 분만 후 자궁의 검사^{24,28}, 생식기 질병의 검사^{18,19} 그리고 난포 및 황체발육의 상황에 따른 배란시기의 확인^{2,5,8} 등에 이용되어지고 있으며 최근에는 임신구조물 측정을 통한 임신일령의 평가 및 분만일의 예시^{10,12,15,22} 등에 유용하게 사용되고 있다.

한편 Yeager 등²²은 30가지의 임신구조물 중 24가지 임신구조물에서, 손 등²⁹은 19가지의 임신구조물중 19가지 임신구조물 모두에서 최초 관찰시기의 범위가 5일 이내로서 초음파검사는 임신구조물의 발육 및 임신일령을 평가하는데 유용하다고 보고하였다. 또한 임신일령별 태아와 태아외구조물의 발육과정을 관찰하여 분만 예시일을 공식화함으로써 실제 분만일과 분만 예시일 사이에 높은 상관관계가 성립한다고 보고하였다^{11,15,22,27,29}.

그러나 현재까지 초음파검사를 통해 조기임신진단과 임신구조물의 최초 관찰시기의 확립 및 임신기 중의 태아성장과정을 통한 임신일령의 평가는 대부분 중·대형 견종^{7,12,22,31}들을 대상으로 하였다. 따라서 본 연구는 소형 애완견들 중 우리나라에서 많이 사육되고 있는 애견 중 하나인 Shih-tzu견을 대상으로 초음파 검사에 의한 조기 임신진단 가능시기, 임신구조물의 최초 관찰시기를 확인하고, 또한 실제 소동물 임상에서 애완견의 임신진단 및 임신일령의 평가에 응용하기 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

¹Corresponding author.
E-mail : chson@chonnam.ac.kr

재료 및 방법

대상 동물

무발정기 Shih-tzu견 12두(체중: 4.1~5.8 kg; 연령: 1~3년; 산차: 1.5산)를 대상으로 하였으며 모든 실험건은 실험개시 전에 구충 및 예방접종(Canine distemper, canine hepatitis, canine parvovirus, canine leptospira combined vaccine)을 실시하였다. 사료는 제한급여 하였고, 물은 자유 음수도록 하였으며 1두씩 격리하여 사육하였다.

발정개시 예정 2개월 전부터 매일 2회 발정 출혈 및 외음부 종대여부, 그리고 발정출혈 개시일부터 발정이 종료될 때까지는 매일 출혈색, 출혈량 및 점도와 응건에 대한 허용여부를 육안적으로 관찰하였다. 발정출혈 개시일을 발정전기의 개시일로 그리고 응건의 첫 허용일을 발정기의 개시일로 하였다. 동종의 응건에 의한 자연교배를 실시하여 실험견 12두 모두 임신되었으며 임신구조물의 최초 관찰시기 및 발육과정은 Shih-tzu 모견 12두에서 총 산자수 46두, 평균 산자수 3.8(범위: 2-4)두의 태아를 대상으로 하였다.

교배적기 및 배란시기의 판정

1) 질세포 검사, 교배적기의 판정 및 교배

교배적기의 판정을 위하여 발정전기 개시일부터 발정후기 개시일까지 매일 질세포 검사를 실시하였다. 질세포 검사는 Schutte¹⁶의 방법에 준하여 실시하였으며, 교배적기의 판정은 손 등³⁰의 기술에 준하여 질세포상에서 conification index가 90% 이상을 나타낸 때를 교배적기로 판정한 후 동일 건종의 수컷과 자연교배를 실시하였다.

2) 혈중 progesterone 농도의 측정 및 배란시기의 판정

발정전기 개시일부터 발정후기 개시일까지 매일 요추피징 맥에서 1.5 ml를 채혈하여 3000 rpm에서 10분 동안 원심한 후 혈장을 분리하였다. 분리한 혈장은 progesterone 농도를 측정할 때까지 -20°C에 보관하였다. Progesterone 농도 측정은 손 등³⁰의 기술에 준하여 progesterone kit(Direct progesterone, ICN Biochemicals, Inc, US)를 이용하여 Gamma counter (CRYSTALTM II, PACKARD Co)로 측정하였다. 배란일 판정은 강 등²⁶의 기술에 준하여 발정출혈 개시 후 혈중 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날로 하였으며 이 날을 임신 첫날 (day 0)로 하였다.

초음파검사

임신 15일부터 분만일까지 매일 초음파검사를 실시하였으며 초음파검사 전에 전모만 실시하였으며 마취는 실시하지 않았다. 실험건을 양위위로 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 4800HD (Medison Co. Korea)를 이용하였으며 임신견 12마리로부터 46두의 태아를 대상으로 태아 및 태아외구조물의 최초 관찰시기 조사는 임신 15일부터 태낭,

태반, 태막, 태아배, 태아심박, 사지, 태아운동성, 태아골격 및 태아복부장기가 최초로 관찰되는 시기 및 이들의 초음파 소견을 기록하였다.

결 과

Shih-tzu견 12두의 임신기간은 평균 62.1(범위: 60~64)일이었으며, 총 산자수는 46두로 평균 산자수는 3.8두로 나타났다.

태아외구조물의 최초 관찰 시기와 이때의 초음파상은 Table 1과 Fig 1에 나타내었으며 태아구조물은 Table 2와 Fig 2에 각각 나타내었다.

태아외구조물의 최초 관찰시기

Table 1에서 보는 바와 같이 임신 19.2(범위: 16~21)일에 저에코성 자궁내에서 무에코성의 태낭(gestational sac)을 관

Table 1. Mean and range of gestational age at first ultrasonographic detection of extra-fetal structures in 12 Shih-tzu bitches

Pregnancy features	Day after ovulation	
	Mean	Range
Gestational sac	19.2	16~21
Zonary placenta	25.9	24~28
Fetal membranes		
-Yolk sac membrane	24.1	22~26
-Yolk sac tubular shape	26.4	24~28
-Amnionic membrane	26.6	24~28

Table 2. Mean and range of gestational age at first ultrasonographic detection of fetal structures in 12 Shih-tzu bitches

Pregnancy features (Embryo and fetus)	Day after ovulation	
	Mean	Range
-Initial detection		
Embryo	22.3	21~24
Heartbeat	23.8	23~25
Bipolar shape	27.5	25~29
Fetal movement	32.3	31~34
Limb buds	29.3	27~31
Anechoic area in head	30.5	28~32
Stomach	32.6	29~34
Urinary bladder	33.1	29~35
Skeleton	35.9	34~38
Lung hyperechoic vs liver	40.4	38~42
Liver hypoechoic vs abdomen	40.4	38~42
Kidney	45.8	45~48
-Parturition	62.1	60~64

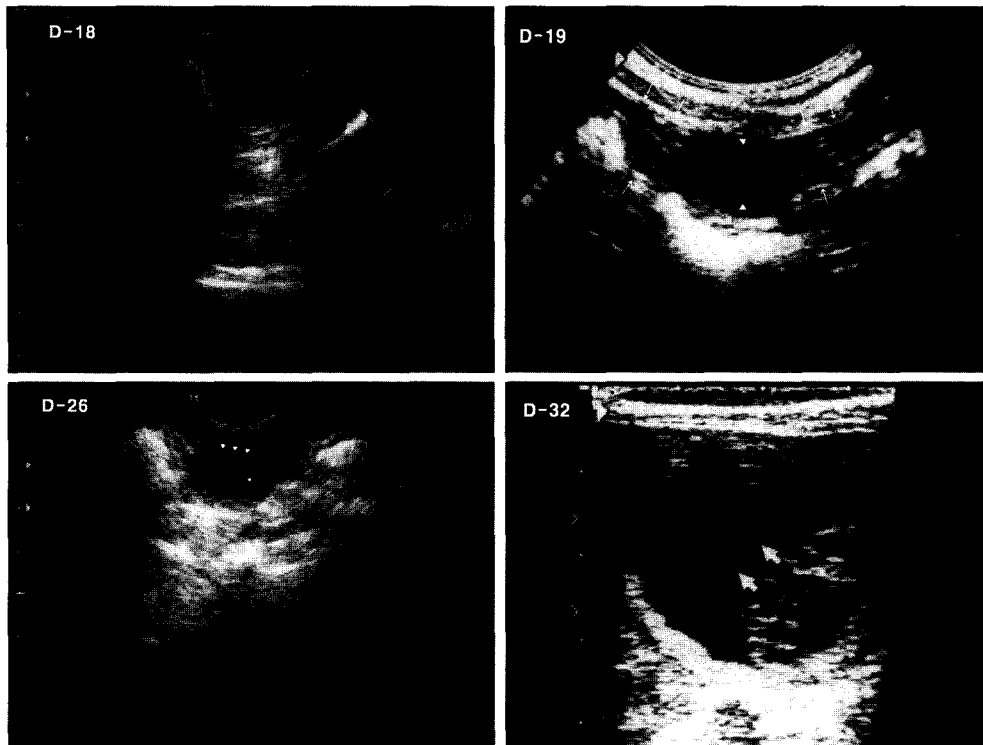


Fig 1. Ultrasonogram of extra-fetal structures in pregnant Shih-tzu bitches. 6.5 MHz convex and 7.5 MHz linear transducer. D-18: Transversal image of the pregnant uterine horn contained an anechoic gestational sac. D-19: Longitudinal image of the pregnant uterine horn (white arrows) contained an anechoic gestational sac (white arrow heads). D-26: Transversal image of gestational sac contained an embryo (*) and yolk sac membrane (white arrow heads). D-32: Longitudinal image of gestational sac contained an embryo and amniotic membrane (white arrows). In this time, the embryo began to differentiate into head and the body. D=Gestational age (day).

찰함으로써 최초로 임신진단을 하였다(Fig 1, D18). 또한 태낭을 둘러싸고 있는 한층의 고에코성 태반(placenta)은 임신 25.9(24~28)일에 초음파 종단상에서 원통형으로 가장자리가 내번되어 있는 상태로 관찰되었으며, 임신 24.1(22~26)일에는 태아배에 영양을 공급하여 주는 고에코성의 막성구조물인 난황막(yolk sac membrane)이 최초로 관찰되었고(Fig 1, D26), 임신 26.6(24~28)일에는 태아를 직접 둘러싸고 있는 양막(amnionic membrane)이 관찰되었다(Fig 1, D32). 양막이 관찰되는 시기와 거의 비슷하게 한 층의 막성 구조물인 난황막은 원형을 띄기 시작하는 tubular shape로 나타나기 시작하였다.

태아구조물의 최초 관찰시기

Table 2에서 보는 바와 같이 임신 22.3(21~24)일에 무에코성 태낭내에서 고에코를 나타내는 태아배가 태낭벽에 부착되어 있음을 확인하였다(Fig 2, D22). 이 후 태아배는 임신 27.5(25~29)일에는 양단형(bipolar shape)으로 관찰되었다(Fig 2, D31). 또한 태아 생존성 여부의 지표가 되는 태아 심박동은 임신 23.8(23~25)일에 태아배의 관찰시기와 동시에 혹은 다음날에 최초로 관찰되었으며 초음파상에서 마치 불빛이 깜박거리는 것처럼 관찰되었다(Fig 2, D27). 태아의

아지는 29.3(27~31)일에 최초 관찰되었으며 태아의 운동성은 32.3(31~34)일에 최초로 관찰되었다(Fig 2, D31).

태아두부내에 무에코성의 부분(anechoic area in head)은 임신 30.5(28~32)일에 관찰되었으며(Fig 2, D31), 태아 복부 장기로서는 최초로 위가 32.6(29~34)일과 방광이 33.1(29~35)일에 동시에 혹은 방광이 하루 늦게 액체로 가득 차 있는 무에코성의 형태로 관찰되었다. 방사선 진단 최소 가능치인 태아 골격은 35.9(34~38)일에 고에코를 나타내며 관찰되었으며, 임신 40.4(38~42)일에는 폐와 간이 관찰되며 복부와 흉부가 구분되기 시작한다(Fig 2, D35). 이 때 폐는 간에 비하여 hyperechoic하게 관찰되었고 간은 복강의 다른 부분에 비해 hypoechoic하게 관찰되었다. 그리고 태아 내부 장기로는 신장이 가장 늦은 임신 45.8(45~48)일에 관찰되었다.

고 찰

개에서 임신일령을 평가하는 방법들로는 교배일을 기준으로 하는 방법^{17,21}, LH surge일을 기준으로 하는 방법^{22,23}, 배란일을 기준으로 하는 방법^{26,30} 등이 응용되고 있다. 이 중 교배일을 기준으로 임신일령을 평가할 경우 개는 발정기간

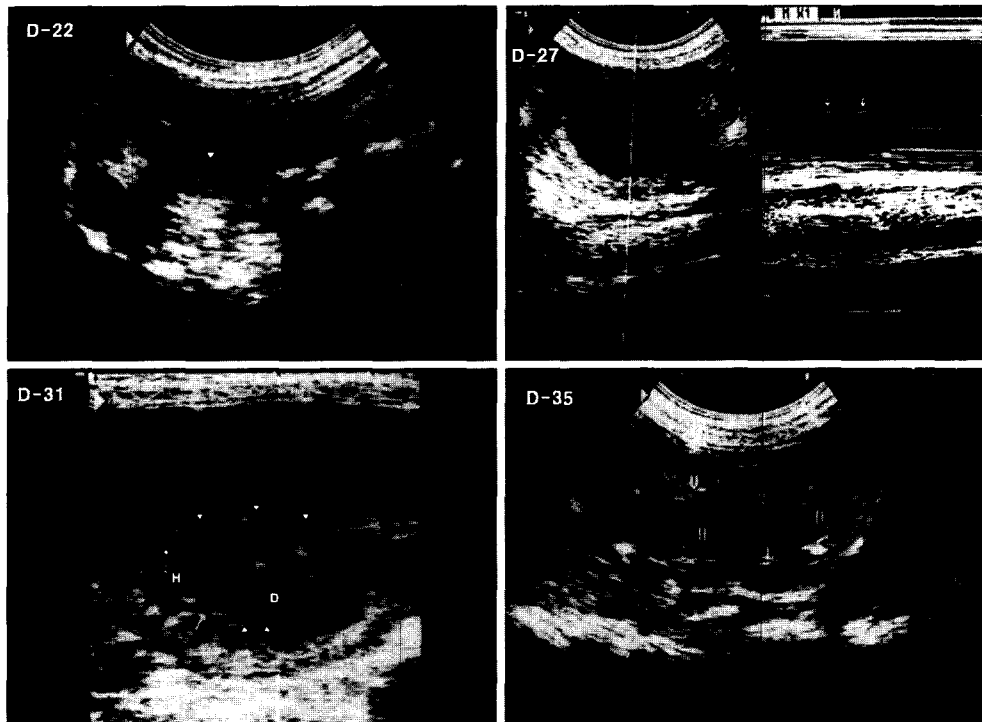


Fig 2. Ultrasonogram of the fetal structures in pregnant Shih-tzu bitches. 6.5 MHz convex and 7.5 MHz linear transducer. D-22: Longitudinal image of gestational sac contained an embryo (white arrow head) which was attached to dorsal part of the uterus. D-27: B and M mode ultrasonogram. Transversal image of gestational sac contained an embryo. The M-line of B-mode in left side was in the position of the embryonic heart and M-mode in right side represented the embryonic heartbeat (white arrows). D-31: Longitudinal image of embryo with the fore-limb bud (thick white arrows). The embryo that were differentiated into the head (H) and the body (D) could be observed. The amniotic membrane (white arrow heads), anechoic area in head (*) and falx cerebri (thin white arrows) were showed. D-35: Longitudinal image of the fetus in which whole abdominal organs have formed already. The fetal heart (H), liver (L), stomach (S) and urinary bladder (U) were observed. D=Gestational age (day)

이 다른 동물에 비해 길어 여러 번 교배가 가능하며 특히 교배일 기준은 임신 기간이 57~72일의 넓은 범위를 나타내기 때문에 교배일은 임신일령을 평가하는데 정확한 기준일이 될 수 없으며, LH surge일을 기준으로 하였을 때에는 임신기간이 64~66일로써 비교적 정확한 기준은 될 수 있으나 실제 임상에서 실용적이지 못하다는 단점을 가지고 있다^{20,22}.

한편, Wallace 등²⁰은 배란은 LH surge 후 24~72시간에 일어나며 그때의 혈중 progesterone 농도는 4.0 ng/ml 이상이었다고 하였으며, Bouchard 등¹은 배란은 LH surge 후 48시간에 일어나며 그때의 혈중 progesterone 농도는 3.4~6.6 ng/ml이었다고 보고하였다. 또한 강 등²⁶은 혈중 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 배란일로 판정 하였을 때 임신전 모두에서 분만은 배란 후 60~62일에 일어났다고 하였다. 따라서 본 연구는 임신기간이 비교적 일정한 강 등²⁶의 방법에 준하여 혈중 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 배란일로 판정하여 실험을 수행한 결과, 분만은 배란 후 62.1일에 이루어졌다. 이 결과는 혈중 progesterone 농도가 6~12 ng/ml 일 때를 배란일로 판정하여 배란 후 62.1일에 분만하였다는 Okkens 등¹⁴의 보

고와 초음파를 이용하여 배란을 확인한 후 61~62일에 분만하였다는 Inaba 등⁸의 보고와 유사하였다.

본 연구 결과는 배란일을 기준으로 하여 임신 19.2일(범위 : 16~21일)에 자궁내에 무에코성의 태낭이 최초로 관찰되었으며 이를 초음파를 이용한 조기임신진단 가능시기로 판정하였다. 조기임신진단시기 전후 자궁의 초음파상을 살펴보면, 임신 15일 이전까지는 자궁에 어떠한 변화도 관찰할 수 없었으나 최초 태낭이 관찰되기 몇 일전부터 즉 임신 15일 이후에는 자궁 직경이 조금씩 증가하는 것으로 관찰되었으며, 임신 18~19일경에는 태낭과 더불어 placental layer가 초음파상에서 뚜렷이 관찰되면서 조기 임신진단이 가능한 것으로 나타났다. 이는 최후 교배 후 7일째에 자궁의 종대에 의하여 최초 임신진단이 가능했다는 Cartee와 Rowles³의 보고와는 임신일령의 산정 기준일이 다르다는 점을 감안하면 유사할 수 있으나 연구 수행과정에서 자궁 직경의 종대만으로 한 임신 진단은 임신 초기 자궁 직경의 변화 범위가 너무 작아 유의성이 없는 것으로 사료된다. 또한 본 연구의 결과는 LH surge 후 17일까지는 자궁의 어떠한 변화를 관찰할 수 없었다고 한 England와 Yeager⁵의 보고 및 LH surge 후

19~20일째에 태낭이 최초로 관찰되었다고 한 Yeager와 Concannon²⁴의 보고와는 유사한 것으로 나타났다. 이처럼 보고자에 따라 조기임신진단 가능시기가 각기 다른 이유는 강 등²⁶의 지적과 같이 검사에 이용된 탐촉자의 분석능과 임신일령을 산정하는 기준일의 차이에 의한 것으로 사료된다.

태낭을 둘러싸고 있는 태반이 대상태반으로 분화된 시기는 25.9(24~28)일이었으며, 이는 LH surge 후 27~31일에 대상태반이 관찰되었다는 Yeager 등²²의 보고, 배란 후 25~28일에 대상태반이 관찰되었다는 강 등²⁶의 보고와 일치하였다.

무에코성 태낭내에 고에코를 띠는 태아배가 최초로 관찰된 시기는 임신 22.3(21~24)일이었으며, 태아의 심박은 마치 불빛이 깜박거리는 모습으로 태아배가 관찰된 당일이나 그 다음날인 임신 23.8(23~25)일에 관찰되었다. 이로써 초음파상에서 임신을 확실시 할 수 있었다.

태아 운동성은 임신 32.3(31~34)일에 관찰되었으며, 이는 보고자에 따라 Yeager 등²²은 LH surge 후 34~36일에, Cartee와 Rowles³는 임신 28일에 관찰되었다고 하였으며 Tainturier와 Moysan¹⁸은 임신 32일에 관찰되었다고 보고하여 보고자에 따라 각기 달랐다. 본 연구에서는 이전의 소형견에서의 보고¹⁵와는 달리 태아운동성이 다소 늦게 관찰되었다. 이처럼 차이를 보이는 이유는 임신기준일 산정과 탐촉자의 분석능의 차이에 의한 것이라고 지적한 강 등²⁶의 보고 이외에도 태아운동성에 영향을 미칠 수 있는 요인들 중 개체 간 혹은 견종 간의 차이가 있을 수 있다고 생각된다.

태아의 위는 32.6(29~34)일에, 방광은 33.1(29~35)일에 관찰됨으로서 32.6일을 기준으로 위와 방광은 동일한 시기에 관찰되거나, 방광이 하루 늦게 관찰된다. 이는 임신 35~39일에 위와 방광이 관찰되었다는 Yeager 등²²의 결과 그리고 임신 34~37일에 위와 방광이 복부 장기 중에서는 최초로 관찰되었다는 강 등²⁶의 결과와 거의 일치하였다. 특히 위와 방광은 액체로 충만된 장기로서 초음파상에서 무에코를 나타냄으로써 다른 태아 복부구조물들에 비해 훨씬 명확하게 관찰할 수 있었다.

태아의 골격은 임신 35.9(34~38)일에 관찰되었는데, 태아 골격의 골화는 음향음영(acoustic shadow)의 출현으로 확인하였으며, 이는 Concannon과 Rendano⁴가 태아 골화 등급(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.

태아 폐가 태아 간에 비해 고에코성을 띠는 시기와 복부에 비해 태아 간의 초음파상이 저에코성을 띠는 시기는 모두 임신 40.4(38~42)일에 관찰되었으며 이 시기부터 태아 흉부와 복부가 구분되기 시작하는 것으로 나타났다.

태아의 신장은 임신 45.8(45~48)일에 관찰되어 최초 관찰시기가 복부 장기 중 가장 늦게 관찰되었으며 초음파상에서 신장은 다른 장기와 명확하게 구분되지 않으며 태아골격의

골화에 의한 음향음영에 의해 영향을 받기 때문에 관찰시 많은 주의가 필요하다.

이상에서와 같이 Shih-tzu 견에서 초음파검사를 통하여 임신구조물의 최초 관찰시기를 검토한 결과, Shih-tzu 견의 조기임신진단 가능 시기는 임신 19.2일(범위: 16~21일)이며, 관찰된 태아 및 태아외구조물의 최초 인지시기의 범위가 각각 5일 이하로 일률적인 결과가 나타났다는 점에서 임신일령 평가 자료로 활용이 가능하며, 실제 소동물 임상에서 조기임신진단 및 임신일령의 평가에 응용될 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

Shih-tzu 견에서 임신일령에 따른 임신구조물의 최초 관찰시기를 확인한 후, 이를 이용해 조기 임신진단 및 임신일령의 평가에 응용하고자 12두의 Shih-tzu 모견에서 총 태아수 46두를 대상으로 임신 15일부터 분만일까지 매일 초음파검사를 실시하였다.

임신일령의 기준이 되는 배란일의 판정은 혈중 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날로 하였으며, Shih-tzu 견 12두의 임신기간은 평균 62.1(범위: 60~64)일이었다.

임신구조물 중 태아외구조물의 최초 관찰 시기결과는 태낭은 임신 19.2(16~21)일, 대상태반은 임신 25.9(24~28)일, 난황막은 임신 24.1(22~26)일, 양막은 임신 26.6(24~28)일이었다. 태아외구조물의 최초 관찰 시기는 태아배는 임신 22.3(21~24)일, 태아 심박동은 임신 23.8(23~25)일, 태아 아지는 임신 29.3(27~31)일, 태아운동성은 임신 32.3(31~34)일, 두부내의 anechoic area는 임신 30.5(28~32)일, 위는 임신 32.6(29~34)일, 방광은 임신 33.1(29~35)일, 골격은 임신 35.9(34~38)일, 태아의 폐가 간에 비해 hyperechoic 하게 관찰되는 시기와 간이 복부내 다른 부분에 비해 hypoechoic 하게 관찰되는 시기는 임신 40.4(38~42)일, 신장은 임신 45.8(45~48)일로 확인되었다.

참 고 문 헌

1. Bouchard GF, Solorzano N, Concannon PW, Youngquist RS, Bierschwal CJ. Determination of ovulation time in bitches based on testing vaginal cytology, and ELISA for progesterone. *Theriogenology* 1991; 35: 603-611.
2. Boyd JS, Renton JP, Harvey MHA. Problems associated with ultrasonography of the canine ovary around the time of ovulation. *J Reprod Fert (Suppl)* 1993; 47: 101-105.
3. 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.
4. Concannon PW, Rendano V. Radiographic diagnosis of canine pregnancy: Onset of fetal radiopacity in relation to times of bleeding, preovulatory luteinizing hormone release, and parturition. *Am J Vet Res* 1983; 44: 1506-1511.

5. England GCW, Yeager AE. Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy. *J Reprod Fert (Suppl)* 1993; 47: 107-117.
6. England GCW, Allen EW. Studies on canine pregnancy using B-mode ultrasound: Diagnosis of early pregnancy and the number of conceptus. *J Small Anim Pract* 1992; 33: 321-323.
7. 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.
8. Inaba R, Matsui N, Shimizu R, Imori T. Use of echography in bitches for detection of ovulation and pregnancy. *Vet Rec* 1984; 115: 276-277.
9. Jeanette LF, David KH. Diagnosing, treating, and preventing canine abortion. *Vet Med* 1996; 846-849.
10. Kutzler MA, Yeager AE, Mohammed HO, Meyer-Wallen VN. Accuracy of canine parturition date prediction using fetal measurements obtained by ultrasonography. *Theriogenology* 2003; 60: 1309-1317.
11. Luvoni GC, Grioni A. Determination of gestational age in medium and small size bitches using ultrasonographic fetal measurements. *J Small Anim Pract* 2000; 41: 292-294.
12. Moriyashi M, Waki Y, Nakao T, Kacoata K. Observation of the growth process of a Beagle embryo and fetus by ultrasonography. *J Vet Med Sci* 1996; 58: 443-445.
13. Okkens AC, Teunissen JM, Van Oson W, Van Den Brom WE, Kieleman SJ. Influence of litter size and breed on the duration of gestation in dogs. *J Reprod Fert (Suppl)* 2001; 57: 193-197.
14. Okkens AC, Hederman TWM, De Vogel JWA, Haafte VB. Influence of litter size and breed on variation in length of gestation in the dog. *Vet Quart* 1993; 13: 160-161.
15. Son CH, Jeong KA, Kim JH, Park IC, Kim SH, Lee CS. Establishment of the prediction table of parturition day with ultrasonography in small pet dogs. *J Vet Med Sci* 2001; 63: 715-721.
16. Schutte AP. Canine vaginal cytology. I. Technique and cytology morphology. *J small Anim Pract* 1967; 8: 301-306.
17. 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.
18. Tainturtier D, Moysan F. Diagnostic de gestation chez la chienne par echotomographie. *Rev Med Vet* 1984; 135: 525-532.
19. Walett DA, Linde FC. Dystocia in the bitch : A retrospective study of 182 cases. *J Small Anim Pract* 1994; 35: 402-407.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Yeager AE, Concannon PW. Serial ultrasonographic appearance of postpartum involution in beagle dogs. *Theriogenology* 1990; 34: 523-535.
25. Zambelli D, Caneppele B, Bassi S, Paladini C. Ultrasound aspects of fetal and extrafetal structures in pregnant cats. *J Feline Med Surg* 2002; 4: 95-106.
26. 강병규, 손창호, 신창록, 최한선, 오기석, 박인철. 진도개에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. I. 태아 및 태아의 구조물의 최초 관찰 시기. *大韓獸醫學會誌* 1996; 36: 235-245.
27. 강병규, 최한선, 서동호, 신창록, 박인철. 애완견에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. I. 태아 및 태아의 구조물의 최초 관찰 시기. *한국임상수의학회지* 1997; 14: 279-286.
28. 손창호, 김혜령, 김정훈, 정경아, 이주환, 오기석, 박인철, 박상국, 김성호, 김영홍. 소형 애완견에서 분만후 자궁수복의 초음파상. *한국임상수의학회지* 2001; 18: 139-145.
29. 손창호, 강병규, 최한선, 서동호, 신창록, 박인철. 애완견에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. II. 임신구조물의 측정에 의한 임신일령의 판정과 분만일의 예시. *한국임상수의학회지* 1997; 14: 287-296.
30. 손창호, 백인석, 신창록, 최한선, 강병규. 진도개에서 발정주기, 교배적기 및 배란식 판정을 위한 질세포검사의 이용성. *한국임상수의학회지* 1996; 13: 114-122.
31. 손창호, 신창록, 강병규, 최한선. 진도개에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. II. 태아 및 태아의 구조물의 측정에 의한 임신일령의 추정. *大韓獸醫學會誌* 1996; 36: 247-254.