

한우 정상 자궁의 초음파적 관찰

박철호, 김재홍, 문병권, 김희수, 김방실, 이주환, 박인철¹, 김종택¹, 서국현, 오기석, 손창호*
전남대학교 수의과대학, ¹강원대학교 수의(학부)대학

The Ultrasonographic Images of Normal Uterus in Korean Native Cow

Chul-Ho Park, Jae-Hong Kim, Byeong-Gwon Mun, Hee-Su Kim, Bang-Sil Kim, Ju-Hwan Lee,
In-Chul Park¹, Jong-Taek Kim¹, Guk-Hyun Suh, Ki-Seok Oh and Chang-Ho Son*

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

¹School of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chuncheon 201-100, Korea

ABSTRACT

Ultrasonographic examination was performed to observe the ultrasonographic image of Korean native cows' normal uterus in condition of *in vitro* and *in vivo*.

The experiment was done 28 slaughtered cows' uterus using immersed in water *in vitro*, and 41 healthy breeding cows taken rectal ultrasonography *in vivo*. Ultrasonographic examination of uterine was taken on the reference of cross section of intercornual ligaments' cranial.

Each uterus on the experiments was compared by estrous cycle and ultrasonographic frequency.

The uterine structure using ultrasonography was 5 layers of uterine horn *in vivo* as well as *in vitro*. Uterine horn was observed to be distinguished from inside to outside as endometrium to inner echogenic layer, circular muscle layer to slightly echogenic elliptical layer, stratum vasculare to central echogenic layer, longitudinal muscle layer to slightly echogenic arched layer, and perimetrium to outer echogenic layer, respectively.

According to the observation of uterus related to estrous cycle and ultrasonographic examination, uterine endometrium *in vitro* was constantly founded irrespective of estrous cycle and ultrasonographic frequency. On the low frequency, endometrium and circular muscle layer in estrus were prone to distinguished than in diestrus. On the high frequency, endometrium and circular muscle layer were always distinguished regardless of estrous cycle.

In vivo, uterine endometrium and circular muscle layer were observed regardless of estrus and ultrasonographic frequency. On the low frequency, stratum vasculare and longitudinal muscle layer were not likely to be distinguished in diestrus, but estrus. On the high frequency, stratum vasculare and longitudinal muscle layer were observed regardless of estrous cycle.

Also, every uterine structure was easily distinguished on high frequency than low frequency owing to precision of distinction in layers.

The difference of results followed by the experiments conditions between *in vitro* and *in vivo* was that uterine endometrium and circular muscle layer in diestrus *in vitro* were difficult to be distinguished and uterine lumen was observed during whole estrous cycle. *In vivo*, It was founded that the distinction of stratum vasculare and longitudinal muscle layer in diestrus was complicated and uterine lumen was observed during only estrus.

In view of the result so far achieved, normal uterine structure divided in 5 layers on ultrasonography was accorded with microscopic organization, uterine structure was likely to be observed during estrus than diestrus, high frequency checkup than low frequency, and uterine endometrium, circular muscle, stratum vasculare was easily observed regardless of estrous cycle and ultrasonographic frequency.

(Key words : uterine horn, ultrasonographic frequency, estrous cycle, Korean native cow)

서 론

소를 대상으로 하는 대동물 수의 산과학 분야에 있어서 초

음파 검사는 난소 구조물의 정상 및 병적 상태의 검사(Edmondson 등, 1986; Perry 등, 1991), 난포의 성장 및 퇴행 과정의

* Correspondence : E-mail : chson@chonnam.ac.kr

모니터링(Pierson과 Ginther, 1987), 난소 질환의 치료 효과 판정(Jeffcoate와 Ayliffe, 1995), 자궁의 병적 상태 검사(Fissore 등, 1986), 조기 임신 진단(Kastelic 등, 1988; Badtram 등, 1991), 양수 및 요막수 검사(Garcia와 Salaheddine, 1997), 태아 계속(Wright 등, 1988; Kähn, 1989), 성 감별(Curran과 Ginther, 1991), 분만 후 자궁수복 상태 확인(Okano와 Tomizuka, 1987; Izaike 등, 1989; Kamimura 등, 1993), 고환 및 부생식선의 상태 확인(Weber 등, 1988), 수정란 이식(Izaike 등, 1991) 등에 광범위하게 응용되고 있다.

Izaike 등(1989)은 *in vitro*에서 수침법을 이용하여 초음파 검사 하였을 때 자궁의 횡단면은 자궁 내막층, 혈관층, 자궁 외막층의 3층으로 구별된다고 보고하였고, Saito 등(2001)은 자궁 내막층, 윤상근층, 혈관층, 종주근층, 자궁 외막층의 5층으로 구별 가능하다고 보고하였다. Fissore 등(1986)은 *in vivo*에서 자궁의 횡단면은 자궁 내막층과 자궁 근층으로 구별 가능하다고 하였으며, Okano와 Tomizuka (1987)는 자궁 근층과 자궁 외막은 뚜렷이 구별되지 않음을 보고하였다. 또한 Kamimura 등(1993)은 초음파 검사를 통해 자궁 횡단면은 자궁 내막층과 혈관층의 2층으로 구별된다고 보고하였다. 이와 같이 정상 자궁 구조물의 특징에 관한 연구들은 *in vitro*, *in vivo*에서 다양하게 수행되었으나, 자궁각의 조직학적 구조와 초음파 영상이 일치한다는 보고는 *in vitro*에서의 Saito 등(2001)의 연구외에는 보고된 바 없다.

소에서 자궁내막염, 자궁점액증, 자궁축농증과 같은 생식기 질환은 번식 효율 저하의 주된 원인이 되므로 초음파 진단기를 통한 질병의 정확한 진단을 위해 정상 자궁과 병적 자궁의 초음파 영상 차이를 정확히 수립하는 것이 필요하다.

또한 최근에는 초음파 진단기의 기능 발달로 고주파 탐촉자를 이용하여 자궁 구조물을 비교할 수 있게 되었으나, 아직까지 초음파 탐촉자의 주파수에 따라 비교한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 *in vitro*, *in vivo*에서 1) 도축우의 자궁을 수침법을 이용하여 발정 주기와 초음파 주파수에 따른 자궁 구조물의 특징을 비교하고, 2) 정상 번식우를 직장 초음파 검사법을 이용하여 발정 주기와 주파수에 따른 자궁 구조물의 특징을 비교하여 정상 자궁의 초음파적 특징을 확립하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

1. 수침법을 이용한 자궁의 초음파 검사(*In Vitro*)

1) 실험 동물

광주, 전남 지역에서 도축된 한우 28마리의 자궁을 이용하였고 적출된 자궁과 난소는 육안검사를 통해 정상적인 생식

기만을 이용하였다. 수집된 자궁은 상온에서 실험실로 옮겨져 실험에 이용하였다.

도축된 자궁은 Ireland 등(1980)의 구분법에 따라 발정 주기를 4단계로 구분하였다. 발정 주기는 황체의 모양 및 난포에 따라 1기는 배란 후 1~4일, 2기는 배란 후 5~10일, 3기는 배란 후 11~17일, 4기는 배란 후 18~20일로 구분하였다. 실험에 사용된 한우 28마리의 자궁은 1기 5마리, 2기 5마리, 3기 7마리, 4기 11마리가 사용되었다.

2) 초음파 검사

초음파 검사는 자궁을 물속에 넣고 물속의 기포와 다중 반사 허상이 발생되지 않도록 관찰하였고, 초음파 탐촉자의 주파수는 편의상 5 MHz 탐촉자는 저주파, 10 MHz 탐촉자는 고주파로 구분하였고, 초음파 기기는 5 MHz 직장용 탐촉자가 장착된 초음파 진단기(EUREKA SA-600, Medison Co, Korea)와 10 MHz Probe가 장착된 초음파 진단기(LOGIQ 7, GE Medical System Co, USA)를 사용하였다. 자궁의 검사는 자궁사이인대 앞쪽 자궁각의 횡단면상을 검사하여 자궁 구조물을 관찰하였다. 자궁의 구조물은 Saito 등(2001)의 보고와 같이 5층으로 구분하여 각 층의 관찰 여부를 판별하고, 각각의 자궁 구조물은 선명하게 관찰되었을 때 화면을 정지시켜 흑백 열전사 printer (SONY, UP-870MD, Japan)를 이용하여 화상을 출력하였다.

2. 직장검사법을 이용한 자궁의 초음파 검사(*In Vivo*)

1) 실험 동물

전남 지역에서 사육 두수 50마리 이상 규모의 2개의 한우 농장에서 번식 기록, 일반 임상 검사 및 초음파 검사 결과 정상으로 확인된 초임 및 경산우 41마리를 대상으로 하였으며, 이들의 연령은 1~5(평균 2.5)년, 분만력은 0~3(평균 2.1)산이었다.

발정 주기는 발정 행동 및 외음부의 모양 관찰과 난소 및 자궁의 초음파 검사 후 PGF_{2α} 제제(Estrophan®, Biobeta Co.)의 투여로 발정 유도 후 농장을 방문하여 발정 주기를 구분하고, 초음파 검사를 실시하였다.

발정 유도 후 배란 여부는 채혈 후 혈장 Progesterone(P₄) 농도를 측정하여 판정하였고, 혈장 P₄ 농도의 측정은 손 등(1995)의 기술에 준하여 Progesterone Kit(Progesterone Coat-A-Count, Diagnostic Products Corporation, Los angeles, CA)를 이용하여 Gamma counter(EG & WALLICE, Finland)로 측정하였으며 손 등(1995)의 기술에 준하여 혈장 P₄ 농도가 1.0 ng/ml 이상 일 때를 난소에 기능성 황체가 존재하는 것으로 판정하여 배란을 확인하였다. 발정 유도 후 배란을 판정하기 위한 혈장 P₄ 농도의 분석을 위해 꼬리정맥에서 혈액을 채취한 후 EDTA

병에 각각 분주하여 4℃에서 3,000 g로 10분 동안 원심하여 혈장을 분리한 후 P₄ 농도를 분석할 때까지 -20℃에서 보관하였다.

2) 초음파 검사

초음파 검사는 5 MHz는 저주파, 7.5 MHz는 고주파로 구분하였고, 직장 검사 후 5 MHz, 7.5 MHz 탐촉자가 장착된 직장검사용 초음파 진단기(EUREKA SA-600, Medison Co, Korea)를 이용하여 난소 및 자궁을 관찰하였다. 난소는 탐촉자를 여러 방향으로 scanning하여 황체 및 난포의 존재 유무를 확인하였고, 자궁은 자궁사이인대 앞쪽의 횡단면상을 검사하여 자궁 구조물을 관찰하였다. 자궁의 구조물은 Saito 등(2001)의 보고와 같이 5층으로 구분하여 각 층의 관찰 여부를 판별하고, 각각의 구조물은 선명하게 관찰되었을 때 화면을 정지시켜 흑백 열전사 printer(SONY, UP-870MD, Japan)를 이용하여 화상을 출력하였다.

결 과

1. 수침법을 이용한 자궁의 초음파 검사(In Vitro)

1) 5 MHz(저주파) 탐촉자 검사

정상 자궁 횡단면을 수침법을 통해 초음파 검사한 결과 자궁은 내막층, 윤상근층, 혈관층, 종주근층, 외막층의 5층으로 관찰되었다. 초음파 검사에서 자궁의 내강은 자궁 내막층과 구별되어 내막의 안쪽에 X-자 또는 H-자 모양의 다양한 모양으로 무에코하게 관찰되었다(Fig. 1A).

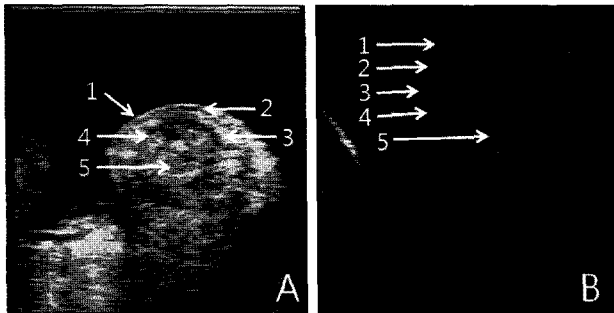


Fig. 1. Ultrasonic images of uterine horn *in vitro* used 5 MHz (A), and 10 MHz (B) probe. Ultrasonic image at position corresponding to that in Fig. 1. Five layers were discernible: 1. outer echogenic layer (perimetrium), 2. slightly echogenic arched layer (longitudinal muscle layer), 3. central echogenic layer (stratum vasculare), 4. slightly echogenic elliptical layer (circular muscle layer), and 5. inner echogenic layer (endometrium). This uterus was classified as stage IV (18~20 days after ovulation).

자궁 구조물 중 inner echogenic layer로 관찰되는 내막층은 echogenic하게 관찰되었다. Slightly echogenic elliptical layer로 관찰되는 윤상근층은 내막층보다 저에코하게 관찰되었고 한계가 명확하였다. Central echogenic layer로 관찰되는 혈관층은 내막층과 비슷한 에코로 관찰되었고, slightly echogenic arched layer로 관찰되는 종주근층은 윤상근층과 비슷한 에코로 관찰되었으며 한계 또한 명확히 관찰되었다. Outer echogenic layer로 관찰되는 외막층은 혈관층과 비슷한 에코로 관찰되었다.

발정 주기 동안 각 자궁 구조물의 초음파적 특징은 Table 1과 같다. 발정 주기 중 황체기(1기, 2기, 3기)때 자궁각의 관찰 결과 자궁의 내강은 17마리 중 6마리(35.2%), 자궁 내막은 17마리 중 16마리(94.1%), 윤상근층은 17마리 중 9마리에서 관찰되었다(52.9%). 그러나 발정 주기 중 발정기(4기) 때 자궁각의 관찰 결과, 자궁 내강은 11마리 중 7마리에서 관찰되었고(63.6%), 자궁 내막은 11마리 중 11마리 모두에서 관찰되었으며(100%), 윤상근층은 11마리 중 10마리에서 관찰되었다(90.9%). 혈관층과 종주근층은 모든 발정 주기에서 쉽게 구별되었다(85.7%). 육안적 검사에서 종주근층과의 구별이 쉽지 않은 자궁 외막층은 초음파 검사에서 고에코하게 관찰되어 보다 쉽게 구별되었다(78.5%).

2) 10 MHz(고주파) 탐촉자 검사

고주파(10 MHz) 탐촉자 검사 결과, 검사 자궁 모두 저주파(5 MHz) 탐촉자 검사와 마찬가지로 5층으로 관찰되었다(Fig. 1B).

발정 주기 동안 각 자궁 구조물의 초음파적 특징은 Table 2와 같다. 발정 주기 중 황체기(1기, 2기, 3기)때 자궁각의 관찰 결과 자궁의 내강은 17마리 중 7마리(41.1%), 자궁내막은 모든 자궁에서 관찰되었으며(100%), 윤상근층 또한 모든 자궁에서 관찰되었다(100%). 발정 주기 중 발정기(4기)때 자궁각의 관찰 결과 자궁 내강은 11마리 중 8마리(72.7%), 자궁내막과 윤상근층은 모든 자궁에서 관찰되었다(100%). 혈관층과 종주근층은 모든 발정 주기에서 쉽게 구별되었다(96.4%). 특히 고주파 초음파 검사를 통한 자궁 외막층의 관찰은 저주파 검사보다 쉽게 구별되었다(96.4%).

2. 직장검사법을 이용한 자궁의 초음파 검사(In Vivo)

1) 5 MHz (저주파) 탐촉자 검사

자궁의 횡단면을 검사한 결과 자궁은 5층으로 구분이 가능하였으나 주로 3~4층으로 관찰되었다. 자궁 내강은 초음파 검사 결과 X-자 또는 별 모양으로 무에코하게 관찰되어 자궁 내막과는 쉽게 구별되었다(Fig. 2A).

자궁 구조물 중 inner echogenic layer로 관찰되는 자궁 내

Table 1. Comparison of *in vitro* ultrasonic images of 4 stages of estrous cycle in cross-section excised uterine horn using 5 MHz probe

Structures	Macroscopic appearance	Ultrasonic images (5 MHz)		Appearance at stage in estrous cycle ^{a)}			
		Structures	Findings	I (1~4)	II (5~10)	III (11~17)	IV (18~20)
Uterine lumen		Uterine lumen	Letter X or H-shaped echo-free line	1/5 ^{b)}	2/5	3/7	7/11
Endometrium		Inner echogenic layer	Mostly echogenic and slightly echogenic in part	5/5	5/5	6/7	11/11
Circular muscle layer		Slightly echogenic elliptical layer	Slightly echogenic and the clear boundary	3/5	3/5	3/7	10/11
Stratum vasculare		Central echogenic layer	Echogenic	3/5	5/5	7/7	9/11
Longitudinal muscle layer		Slightly echogenic arched layer	Slightly echogenic and the clear boundary	4/5	5/5	7/7	6/11
Perimetrium		Outer echogenic layer	Echogenic	3/5	4/5	6/7	7/11

^{a)} The method of Ireland *et al.* (1980).

^{b)} No. of identified/ No. of examined.

막층은 echogenic하게 관찰되었고, slightly echogenic elliptical layer로 관찰되는 윤상근층은 내막층보다 저에코하게 관찰되었으며, central echogenic layer로 관찰되는 혈관층은 자궁 내막층과 비슷한 에코로 관찰되었다. Slightly echogenic arched layer로 관찰된 종주근층과 outer echogenic layer로 관찰된 자궁 외막층은 쉽게 구별되지 않았다(Fig. 2A).

발정 주기 중 황체기(1기, 2기, 3기)때 자궁 내강은 1기에서 5마리 중 1마리(20%), 혈관층은 33마리 중 16마리(48.4%), 종주근층은 33마리 중 5마리에서 관찰되었다(15.1%). 또한 구조물 사이의 경계는 불분명하여 각각의 구조물을 구별하는데 어려웠다. 그러나 발정 주기 중 발정기(4기)때 자궁 내강은 8마리 중 5마리에서 관찰되었고(62.5%), 자궁내막은 더욱 echogenic하게 관찰되었다. 또한 혈관층은 8마리 중 8마리 모두(100%), 종주근층은 8마리 중 7마리에서(87.5%) 관찰되었다. 자궁 외막층은 자궁 구조물 중 가장 고에코하게 관찰되었으나, 주변 조직과의 경계가 불분명하여 쉽게 구별되지 않았다(14.6%).

2) 7.5 MHz (고주파) 탐촉자 검사

고주파(7.5 MHz) 탐촉자 검사 결과 검사 자궁은 저주파(5 MHz) 탐촉자로 관찰하였을 때와 마찬가지로 자궁 구조물은 5층으로 구분이 가능하였으나 주로 3~4층으로 관찰되었다(Fig. 2B).

황체기(1기, 2기, 3기) 동안 혈관층은 33마리 중 모두(100%),

종주근층은 33마리 중 16마리에서 관찰되었다(48.4%). 자궁의 내강은 황체기에는 관찰되지 않았고, 자궁 외막층은 고에코하게 관찰되나 주변 조직과 구별이 어려워 쉽게 구별되지 않았으나, 저주파 검사 보다는 고주파 검사에서 보다 많이 관찰되었다(36.3%). 특히 황체기 2기, 3기에서 보다 많이 관찰되었다(Table 4). 발정기(4기)에서는 자궁의 내강은 8마리 중 7마리에서 관찰되었고, 자궁 구조물의 관찰 빈도는 저주파 검사와 비슷한 양상을 보였다(Table 4).

고찰

자궁은 조직학적으로 내막층, 윤상근층, 혈관층, 종주근층, 외막층의 5층으로 구성되어 있으나(Schatten과 Constantinescu, 2007), 현재까지의 연구 사례를 살펴보면 Saito 등(2001)의 보고를 제외하고는 자궁의 조직학적 구조와 초음파 영상이 일치한다는 보고는 없었다. Izaike 등(1989)과 Kamimura 등(1993)은 자궁에서 slightly echogenic elliptical layer로 관찰되는 윤상근층에 대해 자궁내막의 기저층이라 하였고, slightly echogenic arched layer로 관찰되는 종주근층은 자궁의 혈관층이라고 보고하였다. Fissore 등(1986), Okano와 Tomizuka(1987), Kamimura 등(1993)은 slightly echogenic elliptical layer는 자궁 내막과 자궁 근층 사이의 경계라고 보고하였다. 그러나 Saito 등(2001)은 초음파 검사를 통해 자궁 구조물을 구별하고, 각각의 자궁 구조물에 대한 조직학적 검증을 통해 자궁은 초음

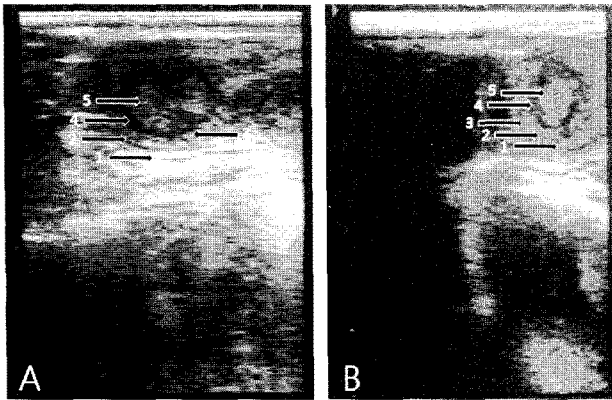


Fig. 2. Ultrasonic images of uterine horn *in vivo*. (A) Ultrasonic image of uterine horn used 5 MHz probe. Five layers were possible to discriminate of uterine horn *in vivo*. Inner echogenic layer (endometrium) and slightly echogenic elliptical layer (circular muscle layer) were observed at all time. 1. outer echogenic layer (perimetrium), 2. slightly echogenic arched layer (longitudinal muscle layer), 3. central echogenic layer (stratum vasculare), 4. slightly echogenic elliptical layer (circular muscle layer) and 5. inner echogenic layer (endometrium). (B) Ultrasonic image of uterine horn using 7.5 MHz probe. 7.5 MHz probe provided more discernible image of five layers of uterine horn than 5 MHz probe. In addition to inner echogenic layer, slightly echogenic elliptical layer, and central echogenic layer were likely to be distinguished. This uterus was classified as stage IV (18~20 days after ovulation).

과 검사상 5층으로 구별되고 이는 조직학적 구조와 일치한다고 보고하였다.

본 연구의 결과 *in vitro* 실험에서 자궁은 5층으로 구별되어 Saito 등(2001)의 보고와 일치하였다. 뿐만 아니라 저주파 초음파로 검사하였을 때 구별되지 않은 자궁 구조물은 고주파 초음파로 검사하였을 때 확연하게 구별되었다(Table 2). 저주파 검사에 의한 자궁 내막층과 윤상근층은 대부분 쉽게 구별되었으나 내막층과 윤상근층이 쉽게 구별되지 않는 자궁을 고주파 초음파로 검사하였을 때 자궁 내막층은 더욱 echogenic하였고, 윤상근층과 내막층은 더욱 명확한 경계를 보여 두 층의 구별은 확연하였다(Fig. 1, Table 2).

자궁의 혈관층은 저주파 검사에는 자궁 내막층 수준의 echogenicity를 보였으나 고주파로 관찰하였을 때 부분적으로 자궁내막보다 더욱 고에코하게 관찰된 부분이 존재하였다(Fig. 1). 이는 고주파 초음파 검사에서 혈관층에 존재하는 많은 혈관벽이 주변 조직보다 강조되어 관찰됨(McEntee, 1990; Saito 등, 2001)과 동시에 실험에 사용된 자궁은 도축 과정에 의해 혈관 안의 혈액이 빠져나가 혈관벽이 더욱 강조되어 고에코하게 관찰된 것이라 사료된다. 또한 자궁외막은 자궁 구조물 중 육안적으로 가장 구별되지 않는 얇은 구조물이었으나 초음파 검사를 통해 명확히 관찰할 수 있었다. 특히 고주파 초음파 검사 시 자궁외막은 가장 고에코한 얇은 막으로 관찰되었다. 이는 서로 다른 echotexture를 보이는 자궁의 초음파 영상은 조직학적 구조와 일치한다는 Saito 등(2001)의 보고와 일치하였다.

Table 2. Comparison of *in vitro* ultrasonic images of 4 stages of estrous cycle in cross-section excised uterine horn using 10 MHz probe

Structures	Macroscopic appearance	Ultrasonic images (10 MHz)		Appearance at stage In estrous cycle ^{a)}			
		Structures	Findings	I (1~4)	II (5~10)	III (11~17)	IV (18~20)
Uterine lumen	Uterine lumen		Letter X or H-shaped echo-free line	1/5 ^{b)}	2/5	4/7	8/11
Endometrium	Inner echogenic layer		Mostly echogenic	5/5	5/5	7/7	11/11
Circular muscle layer	Slightly echogenic elliptical layer		Slightly echogenic and the clear boundary	5/5	5/5	7/7	11/11
Stratum vasculare	Central echogenic layer		Echogenic	5/5	5/5	7/7	11/11
Longitudinal muscle layer	Slightly echogenic arched layer		Slightly echogenic and the clear boundary	5/5	5/5	7/7	10/11
Perimetrium	Outer echogenic layer		Echogenic	5/5	5/5	7/7	10/11

^{a)} The method of Ireland *et al.* (1980).

^{b)} No. of identified/ No. of examined.

Ribadu와 Nakao(1999)는 자궁의 초음파상은 발정 주기에 따라 영향을 받는다고 보고하였다. 본 연구에서 발정 주기 동안 각 자궁 구조물의 초음파적 특징을 보면 발정 주기 중 황체기(1기, 2기, 3기)의 자궁각을 저주파 초음파로 관찰하였을 때 자궁 내막과 윤상근층 사이의 경계가 부분적으로 불분명하게 관찰되어 구분이 어려웠으나, 발정기(4기)의 자궁각은 자궁 내막층이 더욱 echogenic하게 관찰되었고, 윤상근층과의 경계도 더욱 뚜렷이 관찰되어 쉽게 구별되었다(Table 1). 그러나 같은 자궁을 고주파 초음파로 관찰하였을 때 각각의 발정 주기에 따른 자궁 구조물은 모두 관찰되어 발정 주기별 차이는 인정되지 않았다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 *in vitro*에서 초음파의 주파수가 높으면 발정 주기와는 관계없이 자궁 구조물을 더욱 명료하게 관찰할 수 있음을 확인하였다.

In vivo 실험에서 자궁의 초음파상은 5층으로 구분 가능하였으나 주로 3~4층으로 관찰되었다. 자궁 내막층은 고에코하게 관찰되었고, 윤상근층은 내막층보다 저에코하게 관찰되었으며, 혈관층은 자궁내막층과 비슷한 에코로 관찰되었다(Fig. 2). 종주근층은 윤상근층과 같이 저에코하게, 자궁 외막은 자궁 구조물 중 가장 고에코하게 관찰되었다. 그러나 종주근층과 자궁외막의 구별은 쉽지 않아 일부의 자궁에서는 구별이 불가능하였고 대부분 신중하게 관찰하여야 구분되었다.

저주파 초음파 검사에서 자궁내막층과 윤상근층은 발정 주기와 관계없이 쉽게 관찰되었는데, 이는 Okano와 Tomizuka (1987), Fissore 등(1986)의 보고와 일치하였다(Table 3).

또한 고주파 초음파 검사에서 혈관층은 발정 주기와는 상관없이 쉽게 관찰되었다(Table 4). 혈관층의 초음파 영상은 저에코의 윤상근층과 종주근층 사이에서 자궁내막 수준의 고에

코를 가진 구조물로 구별되어 쉽게 관찰되었다(Fig. 2). 이는 자궁의 혈관층은 매우 두껍고 많은 혈관벽이 분포되어 있고 (McEntee, 1990), 두 근육층 사이에는 많은 섬유가 서로 얽혀 있어서(Sorensen, 1979) 초음파 영상에서 혈관층은 혈류의 흐름인 'echo free'(무에코성)보다는 혈관벽의 'echogenic'(에코성)(Maeda와 Kurjak, 1988)이 더욱 강조되어 나타난 결과라고 사료되는데, 이는 Saito 등(2001)의 지적을 뒷받침해주는 결과라고 생각된다.

종주근층은 초음파 주파수에 관계없이 다른 구조물과는 다르게 쉽게 확인되지 않았다(Table 3, 4).

자궁 외막은 저주파 초음파 검사 시 발정 주기와 상관없이 모든 자궁에서 쉽게 구별되지 않았고(14.6%), 고주파 검사 시 관찰 빈도는 증가하였으나(41.4%) 주변 조직과의 구별은 쉽지 않았다. 이는 자궁 외막이 자궁 구조물 중 가장 고에코한 구조물로 관찰되나 자궁 주변의 고에코한 구조물과의 구별이 쉽지 않고 특히 자궁외막의 위쪽은 고에코하게 관찰되는 직장벽과 직접 맞닿아 있어 더욱 구별되지 않았다고 사료된다.

*In vivo*에서 발정 주기 중 황체기(1기, 2기, 3기)때 자궁 내막과 윤상근층은 쉽게 구별이 가능하였지만, 혈관층과 종주근층의 구별은 쉽지 않았고 자궁 내강에는 무에코한 물질의 저류는 관찰되지 않았다. 발정기(4기) 자궁에서는 자궁 내막과 윤상근층 뿐만 아니라 혈관층 또한 쉽게 관찰됨을 알 수 있었고, 자궁 내강에는 소량의 무에코한 발정 점액이 관찰되었는데(Table 3, 4), 이는 Fissore 등(1986)의 보고와 일치하였다. 이 상과 같이 *in vivo*에서 발정 주기에 따른 자궁 구조물의 관찰 결과는 저주파 및 고주파 초음파 검사 모두에서 비슷한 양상을 보였다(Table 3, 4). 그러나 황체기(1기, 2기, 3기)에서 저주

Table 3. Comparison of *in vivo* ultrasonic images of 4 stages of estrous cycle in cross-section excised uterine horn using 5 MHz probe

Structures	Macroscopic appearance	Ultrasonic images (5 MHz)		Appearance at stage in estrous cycle ^{a)}			
		Structures	Findings	I (1~4)	II (5~10)	III (11~17)	IV (18~20)
Uterine lumen		Uterine lumen	Letter X or H-shaped cho-free line	1/5 ^{b)}	.	.	5/8
Endometrium		Inner echogenic layer	Mostly echogenic	5/5	9/9	19/19	8/8
Circular muscle layer		Slightly echogenic elliptical layer	Slightly echogenic	5/5	9/9	19/19	8/8
Stratum vasculare		Central echogenic layer	Echogenic	4/5	2/9	10/19	8/8
Longitudinal muscle layer		Slightly echogenic arched layer	Slightly echogenic	2/5	1/9	2/19	7/8
Perimetrium		Outer echogenic layer	Echogenic	2/5	1/9	.	3/8

^{a)} The method of Ireland *et al* (1980).

^{b)} No. of identified/ No. of examined.

Table 4. Comparison of *in vivo* ultrasonic images of 4 stages of estrous cycle in cross-section excised uterine horn using 7.5 MHz probe

Structures	Macroscopic appearance	Ultrasonic images (7.5 MHz)		Appearance at stage in estrous cycle ^{a)}			
		Structures	Findings	I (1~4)	II (5~10)	III (11~17)	IV (18~20)
Uterine lumen	Uterine lumen	Uterine lumen	Letter X or H-shaped echo-free line	.	.	.	7/8
Endometrium	Inner echogenic layer	Inner echogenic layer	Mostly echogenic	5/5 ^{b)}	9/9	19/19	8/8
Circular muscle layer	Slightly echogenic elliptical layer	Slightly echogenic elliptical layer	Slightly echogenic	5/5	9/9	19/19	8/8
Stratum vasculare	Central echogenic layer	Central echogenic layer	Echogenic	5/5	9/9	19/19	8/8
Longitudinal muscle layer	Slightly echogenic arched layer	Slightly echogenic arched layer	Slightly echogenic	4/5	4/9	8/19	7/8
Perimetrium	Outer echogenic layer	Outer echogenic layer	Echogenic	3/5	5/9	4/19	5/8

^{a)} The method of Ireland *et al* (1980).

^{b)} No. of identified/ No. of examined.

파 검사 시 혈관층은 33마리 중 16마리(48.4%), 종주근층은 33마리 중 5마리에서 관찰되었다(15.1%). 그러나 고주파 검사 시 혈관층은 33마리 중 33마리(100%), 종주근층은 33마리 중 16마리에서 관찰되었다(48.4%). 따라서 주파수가 증가함에 따라 자궁 구조물의 관찰 가능 빈도도 증가함을 알 수 있었는데 이는 *in vitro*의 결과와 마찬가지로 *in vivo*에서도 초음파의 주파수가 높을수록 발정 주기와는 상관없이 각각의 자궁 구조물을 명료하게 관찰할 수 있음을 확인하였다.

또한, 본 연구에서는 *in vitro*와 *in vivo* 실험 조건에 따른 결과의 차이를 확인할 수 있었다. 우선, *in vitro*에서 자궁은 초음파 주파수와 상관없이 5층의 자궁 구조물이 확인되었다. 그러나 *in vivo*에서 자궁 관찰 결과는 *in vitro*에서 보다 자궁 구조물을 확인하는 것이 어려웠고, 고주파 검사에서도 *in vitro*에서와 같이 자궁의 모든 층간 구별이 이루어지지 않는다고 종주근층과 외막층의 구별은 어려워 *in vitro* 실험과는 다른 양상을 보였다.

이와 같은 차이는 실험 조건에 따른 초음파 감쇠 효과의 차이로 물속에서의 초음파 감쇠 효과는 일반 조직과 비교하였을 때 거의 없으므로(Nyland와 Mattoon, 2002) 수침법에 의한 *in vitro*에서 자궁 구조물의 관찰이 *in vivo*에서 보다 쉽게 이루어졌다고 사료된다. 또한, *in vitro*에서는 자궁 내막과 윤상근층의 구별이 쉽지 않았으나 *in vivo*에서는 자궁 내막과 윤상근층은 쉽게 구별되었다. 이는 *in vitro*에서 자궁 내막과 근육층은 도축과 방혈의 과정에 의해 세포 분해(McGavin과 Zachary, 2007)가 다른 조직보다 빨리 일어나 자궁 내막과 윤상근층이 비슷한 echogenicity를 갖게 되어 구분이 어려웠다고 사료된다.

*In vitro*에서의 자궁 내강은 초음파 주파수에 관계없이 발정 주기별로 빈도의 차이는 있으나 모든 발정 주기에서 관찰되었다. 그러나 *in vivo*에서는 대부분의 자궁에서 초음파 주파수에 관계없이 발정기인 4기에서 자궁 내강이 확인되었다. 이러한 차이 또한 *in vitro*에서는 도축 후 세포 분해에 따른 자궁 조직의 이완(McGavin과 Zachary, 2007)에 의해, *in vivo*에서는 발정기의 estrogen 분비에 따른 자궁의 변화(Fissore 등, 1986; Schatten과 Constantinescu, 2007) 때문이라 사료된다.

이상에서와 같이 *in vitro*, *in vivo*에서 발정 주기와 초음파 주파수에 따라 소의 정상 자궁에 대한 초음파 영상을 검토한 결과, 자궁에 대한 초음파 영상은 자궁의 조직학적 구조와 일치하여 5층으로 관찰됨이 확인되었고, 발정 주기 중 황체기에는 자궁의 층간 구별이 어려우나, 발정기에는 자궁의 층간 구별이 쉽게 이루어짐을 확인하였다. 또한 초음파 주파수에 따른 자궁의 관찰 결과 자궁은 *in vitro*, *in vivo* 모두에서 고주파 검사시 발정 주기와는 관계없이 자궁 구조물을 확인할 수 있었고, 초음파 주파수에 관계없이 자궁의 내막층과 윤상근층, 혈관층은 쉽게 관찰되었다.

이상의 결과를 바탕으로 실제 대동물 임상분야에서 정상 자궁과 병적 자궁과의 감별에 필요한 기초 자료로 활용될 수 있으리라 사료된다.

결 론

정상 자궁의 초음파적 특징을 조사하여 자궁의 정확한 초음파적 진단을 위한 기초 자료로 활용하고자 발정 주기 및 초

음과 주파수에 따라 정상 자궁의 초음파 검사를 실시하였다.

초음파 검사는 *in vitro* 실험은 수침법을 이용하여, *in vivo* 실험은 직장 초음파 검사를 이용하여 발정 주기에 따라 각각 저주파 초음파와 고주파 초음파로 구분하여 초음파 검사를 실시하였다.

*In vitro*에서 자궁의 초음파상은 inner echogenic layer는 내막층, slightly echogenic elliptical layer는 윤상근층, central echogenic layer는 혈관층, slightly echogenic arched layer는 종주근층, outer echogenic layer는 외막층의 5층으로 구분되었고, 각각의 자궁 구조물은 서로 다른 echotexture로 관찰되었다. 이중 내막층과 혈관층은 고에코하게 관찰되었고, 윤상근층과 종주근층은 저에코하게 관찰되었으며 자궁외막은 구조물 중 가장 낮고 고에코하게 관찰되었다.

또한 자궁 내막층은 발정 주기와 초음파 주파수에 관계없이 항상 관찰되었고, 윤상근층은 저주파 검사 시 황체기에는 자궁 내막과 쉽게 구별되지 않았으나 발정기에는 쉽게 구별되었고, 고주파 검사 시에는 발정 주기에 관계없이 항상 구분되었다. 혈관층과 종주근층은 전반적으로 발정 주기 및 초음파 주파수와 관계없이 쉽게 관찰되었고, 자궁 외막은 쉽게 구분되었다.

*In vivo*에서 자궁은 *in vitro*에서와 같이 5층으로 구별 가능하였으나 자궁 외막과 종주근은 주변 조직과 쉽게 구별되지 않아 주로 3~4층으로 관찰되었다. 자궁 내막층과 윤상근층은 발정 주기와 초음파 주파수에 관계없이 항상 관찰되었고, 혈관층은 저주파 검사 시 황체기에는 근육층과 쉽게 구별되지 않았으나 발정기에는 쉽게 구별되었고, 고주파 검사 시에는 발정 주기와 관계없이 항상 관찰되었다. 종주근층과 자궁외막은 발정 주기와는 관계없이 주변조직과 쉽게 구별되지 않았다. 자궁 내강 및 자궁 내 점액은 초음파 주파수와 관계없이 황체기에는 관찰되지 않았고, 발정기에만 관찰되었다. 황체기 동안 저주파 검사에서 층간 구별이 명확하지 않아 쉽게 구분되지 않았던 자궁은 고주파 검사에서는 자궁 구조물의 관찰 빈도가 증가하였다.

결론적으로, *in vitro*, *in vivo*에서 자궁의 초음파상은 5층으로 관찰되어 조직학적 구조와 일치함을 알 수 있었고, 황체기 보다는 발정기에 자궁의 층간 구별이 쉽게 이루어짐을 확인하였다. 또한 저주파 검사보다 고주파 검사에서 자궁 구조물을 명확하게 관찰할 수 있었으며, 초음파 주파수에 관계없이 자궁 내막층, 윤상근층, 혈관층의 관찰은 쉽게 이루어졌다.

이상의 결과를 바탕으로 발정 주기 동안 정상 자궁의 특징을 확립하여 자궁 질병과 감별하는데 기초 자료로 이용될 수 있으리라 사료된다.

참고문헌

- Badtram GA, Gaines JD, Thomas CB and Bosu WTK. 1991. Factor influencing the accuracy of early pregnancy detection in cattle by real-time ultrasound scanning of the uterus. *Theriogenology* 35:1153-1167.
- Curran S and Ginther OJ. 1991. Ultrasonic determination of fetal gender in horse and cattle under farm conditions. *Theriogenology* 36: 809-814.
- Edmondson AJ, Fissore RA, Passhen RL and Bondurant RH. 1986. The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. I. Normal and pathological ovarian structure. *Anim. Reprod. Sci.* 12:157-165.
- Fissore RA, Edmondson AJ, Pashen RL and Bondurant RH. 1986. The use of ultrasonography for the bovine reproductive tract. II. Non-pregnant, pregnant and pathological condition of the uterus. *Anim. Reprod. Sci.* 12:167-177.
- Garcia A and Salaheddine M. 1997. Bovine ultrasound guided transvaginal amniocentesis. *Theriogenology* 47:1003-1008.
- Ireland JJ, Murphee RL and Coulson PB. 1980. Accuracy of predicting stages of bovine estrous cycle by gross appearance of the corpus luteum. *J. Dairy Sci.* 63:155-160.
- Izaike Y, Suzuki O, Shimada K and Kosugiyama M. 1989. Ultrasonographic observation of postpartum uterine involution in beef cows. *Jpn. J. Anim. Rrod.* 35:54-59.
- Izaike Y, Suzuki O, Shimada K, Takenouch N and Takahashi M. 1991. Observation by ultrasonography of embryonic loss following the transfer of two or three embryos in beef cows. *Theriogenology* 36:939-947.
- Jeffcoate IA and Ayliffe TR. 1995. An ultrasonographic study of bovine cystic ovarian disease and its treatment. *Vet. Rec.* 132:406-410.
- Kamimura S, Ohgi T, Takahashi M and Tsukamoto T. 1993. Postpartum resumption of ovarian activity and uterine involution monitored by ultrasonography in holstein cows. *J. Vet. Med. Sci.* 55:643-647.
- Kastelic JP, Curran S, Pierson RA and Ginther OJ. 1988. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology* 29:39-54.
- Kahn W. 1989. Sonographic fetometry in bovine. *Theriogenology* 31:1105-1121.
- Maeda K and Kurjak A. 1988. *Ultrasound Diagnosis in Obstetrics & Gynecology*. Medical View Press, Tokyo, pp. 212-229.
- McEntee K. 1990. *Reproductive Pathology of Domestic Mammals*. Academic Press, San Diego, pp. 142-166.
- McGavin MD and Zachary JF. 2007. *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. Mosby, St. Louis, pp. 3-62.

- Nyland TG and Mattoon JS. 2002. Small Animal Diagnostic Ultrasound. 2nd ed, Saunders, Philadelphia, pp. 1-18.
- Okano A and Tomizuka T. 1987. Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. *Theriogenology* 27: 369-376.
- Perry RC, Corah LR, Kiracofe GH, Stevenson JS and Beal WE. 1991. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrous cycles. *J. Anim. Sci.* 69:2548-2555.
- Pierson RA and Ginther OJ. 1987. Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers. *Theriogenology* 28:929-936.
- Ribadu AY and Nakao T. 1999. Bovine reproductive ultrasonography: A review. *J Reprod Dev* 45:13-28.
- Saito Y, Kamomae H, Tanaka T, Machida N and Kaneda Y. 2001. Correlations between ultrasonic images and macro- and microscopic fetures in the uterine horn of dairy cows. *J. Reprod. Dev.* 47:17-25.
- Schatten H and Constantinescu GM. 2007. Comparative Reproductive Biology. Blackwell, Iowa, pp. 61-111.
- Sorensen AM. 1979. Animal Reproduction-Principles and Practices. McGraw-Hill Inc, USA, pp. 180-201.
- Weber JA, Hilt CJ and Woods GL. 1988. Ultrasonic appearance of bull accessory sex glands. *Theriogenology* 29:1347-1353.
- Wright IA, White IR, Russel AJF, Whyte TK and McBean AJ. 1988. Prediction of calving date in beef cows by real-time ultrasonic scanning. *Vet. Rec.* 123:228-229.
- 손창호, 강병규, 최한선, 강현구, 김남기. 1995. 젖소에서 prostaglandin F₂ α 또는 fenprostalene 투여후 초음파 진단장치로 측정된 황체의 크기와 혈장 progesterone 농도와의 관계. *한국임상수의학회지* 12:172-185.

(접수일: 2009. 8. 14 / 채택일: 2009. 8. 25)