

진도개에서 혈장 progesterone 농도측정에 의한 배란시기 및 교배적기의 추정

손창호* · 강병규 · 최한선 · 이나경 · 신창록 · 한호재* · 윤용달**

전남대학교 수의과대학, 호르몬연구센터*
한양대학교 자연과학대학 · 전남대학교 호르몬연구센터**
(1997년 7월 15일 접수)

Estimation of the time of ovulation and mating based on plasma progesterone concentrations in Korea Jin-do bitches

Chang-ho Son*, Byong-kyu Kang, Han-sun Choi, Na-kyung Lee, Chang-rok Shin,
Ho-jae Han*, Yong-dal Yoon**

College of Veterinary Medicine, Hormone Research Center*, Chonnam National University
College of Natural Science, Hanyang University**
Hormone Research Center of Chonnam National University**

(Received Jul 15, 1997)

Abstract : The aim of this study was to assess the estimates of the time of ovulation and mating derived by plasma progesterone concentration. The 40 mature Korea Jin-do bitches were monitored to determine the plasma progesterone concentrations from proestrus to parturition.

Gestation length in the 30 pregnant bitches was 63.9 ± 2.3 (mean \pm SD) days in multiparous bitches and 61.8 ± 3.6 days in primiparous bitches when Day 0 was timed from the first day of male acceptance, and 61.4 ± 1.8 days and 61.3 ± 2.7 days when Day 0 was timed from the day of first mating, respectively. Also, gestation length was 63.1 ± 1.4 days, 62.4 ± 1.1 days and 61.5 ± 0.9 days in multiparous bitches, and 62.6 ± 1.4 days, 62.4 ± 2.0 days and 61.6 ± 2.3 days in primiparous bitches when Day 0 was timed from the day that plasma progesterone concentration was first increased above 2.0, 3.0 and 4.0ng/ml, respectively, and 53.8 ± 3.1 days and 54.8 ± 2.6 days when Day 0 was timed from the last day of male acceptance, respectively.

In 30 pregnant bitches, plasma progesterone concentration was 0.2 ± 0.2 ng/ml in multiparous bitches and 0.7 ± 0.8 ng/ml in primiparous bitches at the first day of vulval bleeding, 1.9 ± 1.0 and 3.3 ± 2.7 ng/ml at the first day of male acceptance, 7.0 ± 4.0 and 9.3 ± 6.2 ng/ml at the day of first mating, and 25.1 ± 6.3 and 22.8 ± 10.3 ng/ml at the last day of male acceptance, respectively.

When Day 0 was timed from the day of parturition, plasma progesterone concentration at Day

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

Address reprint requests to Dr. Chang-ho Son, College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Republic of Korea.

-62, Day -63 and Day -64 was 4.7 ± 2.7 ng/ml, 3.5 ± 2.2 ng/ml and 1.7 ± 0.9 ng/ml in multiparous bitches, and 5.3 ± 4.4 ng/ml, 3.2 ± 3.7 ng/ml and 2.0 ± 1.9 ng/ml in primiparous bitches, respectively.

When Day 0 was timed from the day that plasma progesterone concentration was first increased above 3.0ng/ml after the first day of vulval bleeding, plasma progesterone concentration at Day 61 and Day 62 was 2.7 ± 2.2 ng/ml and 1.4 ± 1.9 ng/ml in multiparous bitches, and 3.4 ± 5.2 ng/ml and 3.7 ± 5.6 ng/ml in primiparous bitches, and 0.8 ± 0.7 ng/ml and 0.9 ± 0.4 ng/ml at Day 63, respectively.

It was that bitches were mated when plasma progesterone concentration was 1.9 to 14.2ng/ml and 3.5 to 20.0ng/ml in multiparous and primiparous bitches, which was between first day before ovulation and fourth day after ovulation. And pregnancy rate was 92% (23/25).

From these data, ovulation was estimated to occur the day when plasma progesterone concentration was first increased above 3.0ng/ml after the first day of vulval bleeding. It was estimated that mating time was the day when plasma progesterone concentration was between 1.9 and 20.0ng/ml, and best time for mating was between 3.0 and 8.0ng/ml of plasma progesterone concentration.

Key words : progesterone, ovulation time, mating time, Korea Jin-do dog.

서론

개는 다른 동물과 달리 발정전기와 발정기가 각각 2~27일, 3~21일로 길고 다양하기 때문에¹ 배란시기와 교배적기를 추정하기 위한 여러 방법들이 보고되어 왔다. 그 방법으로는 개복술 또는 복강경을 이용한 난소의 직접 관찰^{2,3}, 발정증상과 수캐허용여부¹⁻⁸, 질세포검사⁷⁻¹³, 질경을 이용한 질점막추벽의 종대관찰^{8,10,14}, 분만일로부터의 역추정^{1,4,15,16}, 초음파 검사¹⁷⁻¹⁹, luteinizing hormone (LH)이나 progesterone 농도측정¹⁹⁻³⁵ 등이 있다.

LH 농도측정에 의한 배란시기의 판정에 관한 보고로서는 배란은 LH surge 후 1~2일의 짧은 기간에 동시에 일어난다는 지적과^{6,15,21}, 배란시기가 LH surge 후 1~8일로 다양하다는 보고가 있다³. 한편 LH 농도측정에 의한 배란일의 판정 또는 교배적기의 추정은 특수한 시설이 갖추어진 실험실에서만 행해질 수 있으므로 오직 연구목적으로만 사용되며⁷, LH는 일과성의 분비 양상을 보이므로 LH surge를 판정하기 위해서는 1일 2회 이상의 채혈을 해야 하는 단점이 있어 실제 임상에서 있어서의 응용성에는 한계가 있다고 지적되고 있다^{5,10,12,22,23}.

최근 혈중 progesterone 농도측정으로 배란시기 추정과 교배적기 판정에 관한 새로운 방법들이 보고되고 있다

²¹⁻²⁶. 개의 황체는 다른 동물과는 달리 배란전부터 난포내벽의 황체화가 이루어지기 때문에^{7,17,22} 혈중 progesterone 농도는 배란전부터 서서히 증가하기 시작하여 배란 이후에는 급격히 증가하며, 배란후 20일 전후에 최고치를 나타낸다고 하였다^{1,21,28}. 또한 LH surge 후 배란은 혈중 progesterone 농도증가와 밀접한 관련이 있으며, 배란시기 전후에 혈장 progesterone 농도는 일률적인 증가를 나타낸다고 하였다²⁴. 따라서 발정출혈 개시후 혈중 progesterone 농도의 변화상을 관찰하는 것은 배란시기를 정확하게 규명할 수 있고 아울러 교배적기의 판정에도 응용할 수 있으며^{8,23,25} 이를 기준으로 일정한 시간에 교배를 실시한 결과 높은 수태율을 얻었다는 보고가 있다^{22,25-27}. 그러나 모든 임신기간동안 혈중 progesterone 농도를 측정할 후, 이를 분만일을 기준으로 하여 배란시기 및 교배시기를 역추정한 연구결과는 보고된 바 없는 실정이다.

개는 단발정동물이면서 자연배란되고, 황체의 기능은 임신유무와 관계없이 거의 2개월간 지속하는 등 번식생리의 특성이 다른 가축과 다르다고 알려져 있다^{1,3}. 그러나 우리나라 고유견종인 진도개(천연기념물 제53호)에서 배란시기 및 교배적기를 판정하기 위한 내분비학적 측면에서의 연구결과는 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 진도개를 대상으로 발정전기에서

임신 및 분만에 이르는 기간동안 혈중 progesterone 농도를 측정하고, 이를 분만일을 기준으로 progesterone 농도치의 변화상을 역추정하여 배란시기 및 교배적기를 판정하고자 수행되었다.

재료 및 방법

대상동물 : 진도개 40두를 대상으로 하였는데 이들의 체중은 평균 18.8(범위 : 13~25)kg, 연령은 평균 3년(범위 : 7개월~7세)이었다. 모든 실험견은 실험개시전에 구충 및 예방접종(Canine distemper, Hepatitis, Parvovirus, Parainfluenza, Leptospira combined vaccine)을 실시하였고 사료는 제한급여, 물은 자유음수도록 하였으며 1두씩 격리 사육하였다. 30두는 임신이 되어 분만하였는데 이중 19두는 경산견 그리고 11두는 초산견이었다.

발정출혈의 확인 및 교배 : 발정출혈 개시예정 2개월 전부터 매일 발정출혈 및 외음부 종대여부를 관찰하였다. 발정출혈 개시일부터 발정이 종료될 때까지는 매일 출혈색, 출혈량 및 점도와 수캐에 대한 허용여부를 관찰하였으며 수캐 허용후 1~3일에 동일 종의 수캐와 1회 자연교배를 실시하였다.

혈장 progesterone 농도 측정

채혈 : 발정출혈 개시일부터 첫 교배후 20일까지는 매일, 첫 교배후 21일부터 분만예정 6일전까지는 3일 간격, 분만예정 5일전부터 분만후 10일까지는 매일 그리고 분만후 11일부터 다음 발정출혈 개시일까지는 2주에 1회씩 요추피정맥에서 채혈하였다. EDTA병에 혈액 3ml를 채취하여 4℃에서 3,000g로 10분 동안 원심한 후 혈장을 분리하였다. 분리된 혈장은 progesterone 농도를 측정할 때까지 -20℃에 보관하였다.

분석 : 혈장 progesterone 농도측정은 손 등³⁶의 기술에 준하여 Progesterone kit (Direct progesterone, ICN Biochemicals Inc, USA)를 이용하여 Gamma counter (CRYSTAL™ II, PACKARD Co, USA)로 측정하였다. 변이계수(coefficients of variation)인 intra-assay는 3.9%, inter-assay는 10.6% 이었다.

통계처리 : 임상적 발정증상 및 혈장 progesterone 농도에 근거한 임신기간과 각 임신기간별에 따른 혈장 progesterone 농도는 mean±SD로 처리하였다. 그리고 각 그룹별 혈장 progesterone 농도의 비교는 Student's *t*-test로 하였다.

결 과

임상적 발정증상과 혈장 progesterone 농도에 근거한 임신기간 및 발정기간중 혈장 progesterone 농도의 변화 : 각 기준일에 따른 임신기간을 정확하게 확인하기 위해 임신견 30두를 대상으로 임상적 발정증상과 혈장 progesterone 농도에 근거하여 임신기간을 확인한 결과는 Table 1과 같다. 최초 수캐허용일을 기준으로 한 경우 임신기간은 경산견 63.9±2.3(mean±SD, 범위 : 62~68)일, 초산견 61.8±3.6(59~67)일 이었고, 첫 교배일을 기준으로 한 경우 경산견 61.4±1.8(58~64)일, 초산견 61.3±2.7(59~66)일 이었다. 혈중 progesterone 농도가 발정출혈 개시후 최초로 2.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 한 경우 임신기간은 경산견 63.1±1.4(61~66)일, 초산견 62.6±1.4(61~64)일 이었고, 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 한 경우 경산견 62.4±1.1(60~64)일, 초산견 62.4±2.0(60~67)일 이었으며 4.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 한 경우는 경산견 61.5±0.9(60~63)일, 초산견 61.6±2.3(59~67)일 이었다. 그리고 최후 수캐허용

Table 1. The gestation length according to each parameter in 30 pregnant Korea Jin-do bitches

| Parameters | Gestation length (day) | |
|---|------------------------|--------------------|
| | Multiparity* (n=19) | Primiparity (n=11) |
| First day of male acceptance | 63.9±2.3** (62~68)*** | 61.8±3.6 (59~67) |
| Day of first mating | 61.4±1.8 (58~64) | 61.3±2.7 (59~66) |
| Plasma progesterone concentration ≥2.0ng/ml | 63.1±1.4 (61~66) | 62.6±1.4 (61~64) |
| Plasma progesterone concentration ≥3.0ng/ml | 62.4±1.1 (60~64) | 62.4±2.0 (60~67) |
| Plasma progesterone concentration ≥4.0ng/ml | 61.5±0.9 (60~63) | 61.6±2.3 (59~67) |
| Last day of male acceptance | 53.8±3.1 (50~58) | 54.8±2.6 (51~58) |

* No differences between values indicated with an asterisk and each other values in the same row.

** mean±SD.

*** Parenthesis indicate the range.

Table 2. Plasma progesterone concentrations during the proestrus and estrus in 30 pregnant Korea Jin-do bitches

| Parameters | Progesterone concentrations (ng/ml) | |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| | Multiparity* (n=19) | Primiparity (n=11) |
| First day of vulval bleeding | 0.2±0.2** (0.1-0.6)*** | 0.7±0.8 (0.1-1.6) |
| First day of male acceptance | 1.9±1.0 (0.5-3.5) | 3.3±2.7 (0.8-6.2) |
| Day of first mating | 7.0±4.0 (1.9-14.2) | 9.3±6.2 (3.5-20.0) |
| Last day of male acceptance | 25.1±6.3 (18.5-37.5) | 22.8±10.3 (12.5-33.0) |
| Proestrus**** | 0.5±0.7 (0.1-1.5) | 0.9±0.7 (0.1-1.6) |
| Estrus**** | 12.0±9.1 (0.5-37.5) | 13.1±9.7 (0.8-33.0) |

* No differences between values indicated with an asterisk and each other values in the same row.

** mean±SD.

*** Parenthesis indicate the range.

**** Proestrus is the duration from the first signs of vulval edema and blood-tinged vaginal discharge to starting when the male is accepted, whereas estrus is limited by the first and the last days of acceptance of the male dog.

일을 기준으로 한 경우 임신기간은 경산견 53.8±3.1(50~58)일, 초산견 54.8±2.6(51~58)일을 나타내었다. 경산견과 초산견 사이의 임신기간은 차이가 없었다.

임신견 30두에서 배란이 일어나는 시기 즉, 발정전기와 발정기 동안 각 임상적 발정증상에 따른 혈장 progesterone 농도는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 발정출혈 개시일에 혈장 progesterone 농도는 경산견 0.2±0.2(mean±SD, 범위 : 0.1-0.6)ng/ml, 초산견 0.7±0.8(0.1~1.6)ng/ml이었으며 최초 수캐허용일에는 경산견 1.9±1.0(0.5-3.5)ng/ml, 초산견 3.3±2.7(0.8-6.2)ng/ml이었다. 첫 교배일에는 경산견 7.0±4.0(1.9-14.2)ng/ml, 초산견 9.3±6.2(3.

5~20.0)ng/ml를 나타내었고 최후 수캐허용일에는 경산견 25.1±6.3(18.5~37.5)ng/ml, 초산견 22.8±10.3(12.5~33.0)ng/ml를 나타내었다. 그리고 발정전기 동안에는 경산견 0.5±0.7(0.1~1.5)ng/ml, 초산견 0.9±0.7(0.1~1.6)ng/ml, 발정기 동안에는 경산견 12.0±9.1(0.5~37.5)ng/ml, 초산견 13.1±9.7(0.8~33.0)ng/ml이었다. 경산견과 초산견 사이의 혈장 progesterone 농도는 차이가 없었다.

임신기간중 혈장 progesterone 농도변화

최초 수캐허용일을 기준으로 한 임신기간중 혈장 progesterone 농도변화 : 임신견 30두에서 최초 수캐허용일을 기준(Day 0)으로 Day -11부터 Day 71까지의 혈장

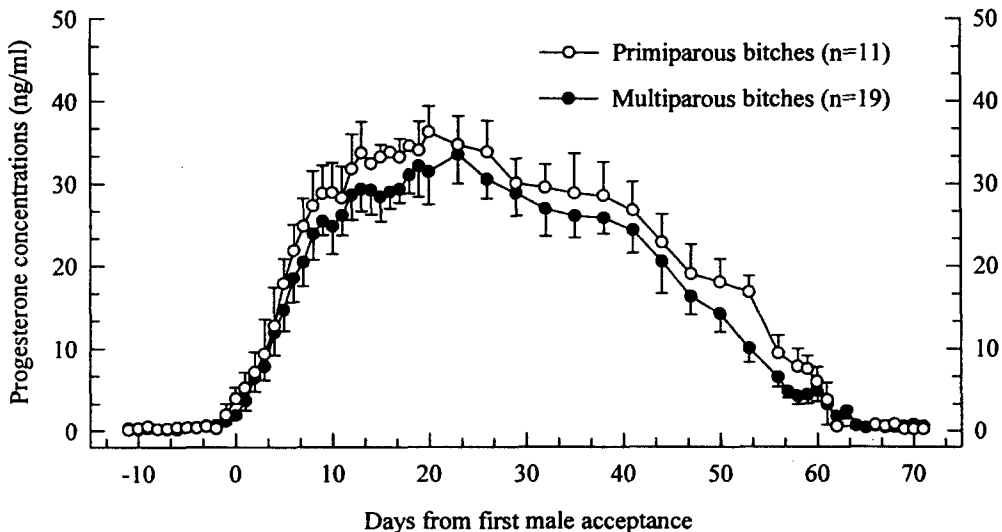


Fig 1. Plasma progesterone profiles (mean±SD) during the gestation in 30 pregnant Korea Jin-do bitches. Day 0 is the first day of male acceptance. Plasma progesterone concentration was not significantly different between primiparous and multiparous bitches at each day of gestation.

progesterone 농도의 변화상은 Fig 1과 같다. 최초 수캐허용일에 혈장 progesterone 농도는 경산견이 $1.9 \pm 1.0(0.5 \sim 3.5)$ ng/ml, 초산견이 $3.3 \pm 2.7(0.8 \sim 6.2)$ ng/ml 이었으며 이후 지속적으로 증가하여 경산견에서는 Day 23에 $33.5 \pm 7.1(21.5 \sim 44.5)$ ng/ml를, 초산견에서는 Day 20에 $36.2 \pm 3.2(29.6 \sim 40.2)$ ng/ml로 최고치를 나타내었다. 그 이후에는 완만한 하강을 나타내다가 경산견에서는 최초 수캐허용후 평균 64일에 분만을 하였는데 이때의 혈장 progesterone 농도는 $0.6 \pm 0.7(0.2 \sim 1.7)$ ng/ml를 나타내었고, 초산견에서는 허용후 평균 62일에 분만하였으며 이때의 혈장 progesterone 농도는 $0.5 \pm 0.4(0.2 \sim 0.9)$ ng/ml 이었다. 경산견과 초산견 사이에 임신 각 일수별 혈장 progesterone 농도는 차이가 없었다.

분만일을 기준으로 한 임신기간중 혈장 progesterone 농도변화 : 임신견 30두에서 분만일을 기준(Day 0)으로 Day -79부터 Day 10까지의 혈장 progesterone 농도의 변화상은 Fig 2에 나타낸 바와 같다. 분만전 1일에 혈장 progesterone 농도는 경산견 $1.6 \pm 1.7(0.2 \sim 5.8)$ ng/ml, 초산견 $1.9 \pm 2.1(0.2 \sim 6.2)$ ng/ml를 나타내다가 분만일에는 경산견 $0.5 \pm 0.4(0.1 \sim 0.8)$ ng/ml, 초산견 $0.6 \pm 0.4(0.1 \sim 0.6)$ ng/ml로 최초로 1.0ng/ml 이하를 나타내었다. 배란일 전후라고 생각되는 Day -61에서 Day -65 사이의 혈장 progesterone 농

도는 Day -61에는 경산견 $7.2 \pm 3.0(2.8 \sim 14.2)$ ng/ml, 초산견 $8.1 \pm 6.2(2.6 \sim 23.5)$ ng/ml, Day -62에는 경산견 $4.7 \pm 2.7(2.2 \sim 12.2)$ ng/ml, 초산견 $5.3 \pm 4.4(1.6 \sim 15.5)$ ng/ml를 나타내었고 Day -63에는 경산견 $3.5 \pm 2.2(1.9 \sim 9.7)$ ng/ml, 초산견 $3.2 \pm 3.7(0.5 \sim 11.8)$ ng/ml를 나타내었다. 또한 Day -64에는 경산견 $1.7 \pm 0.9(0.2 \sim 3.3)$ ng/ml, 초산견 $2.0 \pm 1.9(0.4 \sim 6.2)$ ng/ml, Day -65에는 경산견 $1.0 \pm 0.7(0.2 \sim 2.4)$ ng/ml, 초산견 $1.2 \pm 1.6(0.2 \sim 4.9)$ ng/ml를 나타내었다. 한편 경산견과 초산견에서 임신 각 일수별 혈장 progesterone 농도는 차이가 없었다.

혈장 progesterone 농도측정에 의한 배란시기 및 교배적기의 추정

배란시기 : 임신견 30두에서 발정출혈 개시후 처음으로 혈장 progesterone 농도가 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준(Day 0)으로 임신기간 동안의 혈장 progesterone 농도를 나타낸 결과는 Fig 3과 같다. 혈장 progesterone 농도는 Day 61에 경산견은 $2.7 \pm 2.2(0.2 \sim 7.0)$ ng/ml, 초산견은 $3.4 \pm 5.2(0.2 \sim 14.5)$ ng/ml, Day 62에 경산견은 $1.4 \pm 1.9(0.1 \sim 5.8)$ ng/ml, 초산견은 $3.7 \pm 5.6(0.7 \sim 16.0)$ ng/ml를 나타내었으며 Day 63에 경산견과 초산견 모두 최초로 1.0ng/ml 이하인 $0.8 \pm 0.7(0.1 \sim 1.5)$ ng/ml와 $0.9 \pm 0.4(0.6 \sim 1.6)$ ng/ml를 각각 나타내었고 그 이후에는 1.0ng/ml 이하로 지

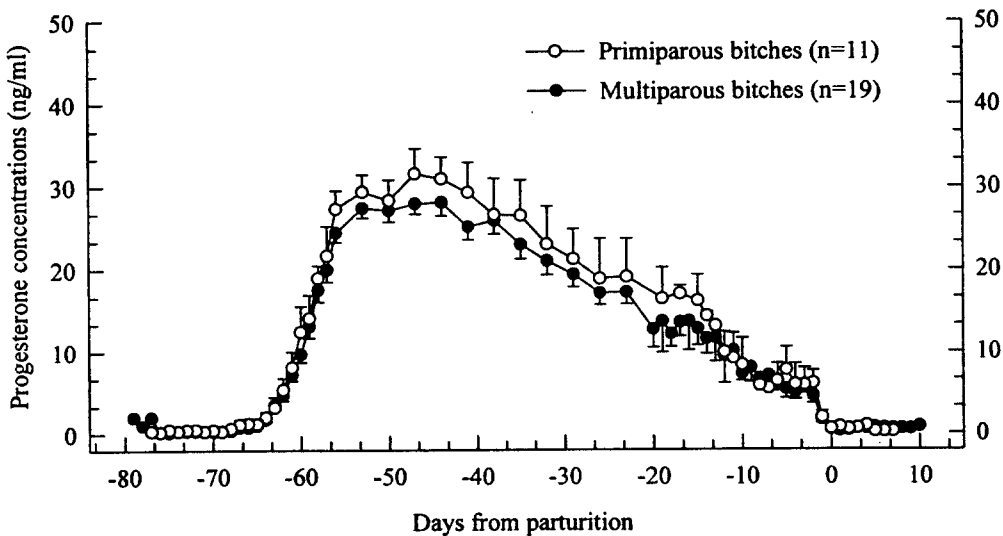


Fig 2. Plasma progesterone profiles (means \pm SD) during the gestation in 30 pregnant Korea Jin-do bitches. Day 0 is the day of parturition. Plasma progesterone concentration was not significantly different between primiparous and multiparous bitches at each day of gestation.

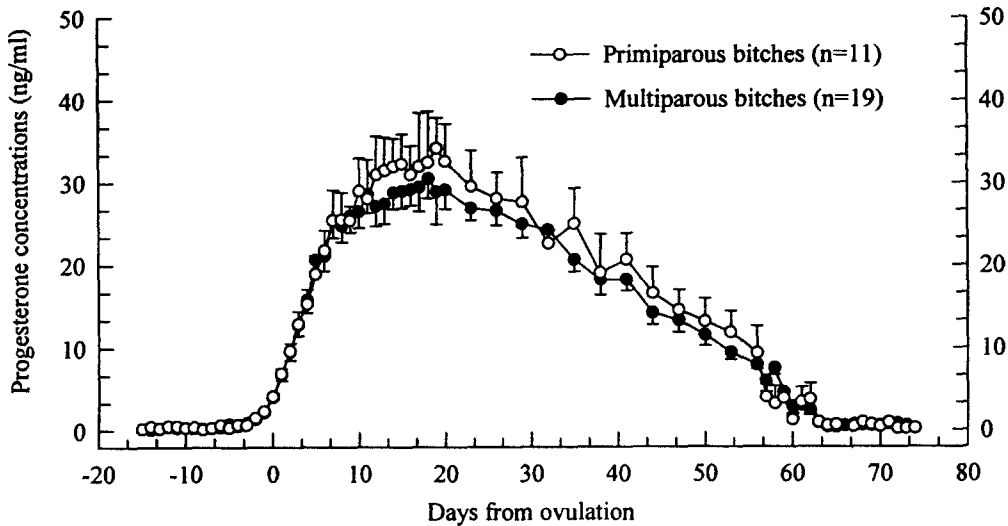


Fig 3. Plasma progesterone profiles during the gestation in 30 pregnant Korea Jin-do bitches (mean \pm SD). Day 0 is the day that plasma progesterone concentration was first increased above 3.0ng/ml after the first day of vulval bleeding. Plasma progesterone concentration was not significantly different between primiparous and multiparous bitches at each day of gestation.

속되었다. 경산견과 초산견에서 임신 각 일수별 혈장 progesterone 농도는 차이가 없었다.

교배적기 : 임신견 25두에서 각 혈장 progesterone 농도 별로 교배를 실시한 후, 임신된 두수를 나타낸 결과는 Table 3과 같다. 혈장 progesterone 농도가 1.9~3.0ng/ml일 때 3두가 교배되어 3두 모두 임신되었고, 3.1~8.0ng/ml일 때 13두가 교배되어 12두가 임신되었으며, 8.1~20.0ng/ml일 때는 9두가 교배되었는데 이중 8두가 임신되었다. 이를 경산견과 초산견으로 구분하면 경산견은 1.9~14.2ng/ml 그리고 초산견은 3.5~20.0ng/ml일 때에 교배되었

Table 3. Plasma progesterone concentrations at mating day in 25 pregnant Korea Jin-do bitches

| Plasma progesterone concentrations (ng/ml) | No. of bitches mated | No. of pregnant bitches |
|--|----------------------|-------------------------|
| 1.9~3.0 | 3 | 3 |
| 3.1~8.0 | 13 | 12 |
| 8.1~20.0 | 9 | 8 |
| Total | 25 | 23 |

는데 이는 혈장 progesterone 농도가 발정출혈개시후 최초로 3.0ng/ml 이상으로 상승하기 1일전에서 상승후 4일

사이 이었다. 즉, 혈장 progesterone 농도가 1.9~20.0ng/ml 사이에 총 25두가 교배된 후, 23두(92%)가 임신되었다.

발정주기중 혈장 progesterone 농도변화 : Fig 4는 혈장 progesterone 농도가 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준(Day 0)으로 임신견 30두와 비임신견 10두에서 발정전기부터 다음 발정전기까지 모든 발정주기 동안의 혈장 progesterone 농도 변화상을 나타낸 것이다. 혈장 progesterone 농도는 임신견과 비임신견에서 발정출혈 개시일부터 서서히 증가하여 임신견의 경우 Day 18에 $30.5 \pm 6.6(19.0\sim42.5)$ ng/ml로 최고치를 나타내었고, 비임신견 9두에서는 Day 19에 $39.5 \pm 13.4(33.0\sim52.0)$ ng/ml로 최고치를 나타내었다. 그리고 임신견에서는 분만일인 Day 63에 최초로 1.0ng/ml 이하인 $0.8 \pm 0.7(0.1\sim1.5)$ ng/ml로 하강하여 이후 무발정기에는 1.0ng/ml 이하로 지속되었다. 비임신견 9두에서는 임신견의 분만일에 해당하는 Day 63에 $2.8 \pm 0.1(2.7\sim2.9)$ ng/ml를 나타내었으며 혈장 progesterone 농도가 1.0ng/ml 이하로 하강한 시기는 Day 72 이었다. 한편 비임신견 1두는 황체기 동안에 혈장 progesterone 농도가 10.0ng/ml 이하로 낮게 지속되었다. 그리고 임신견과 비임신견 모두 무발정기 동안의 혈장 progesterone 농도는 1.0ng/ml 이하로 낮게 지속되었다.

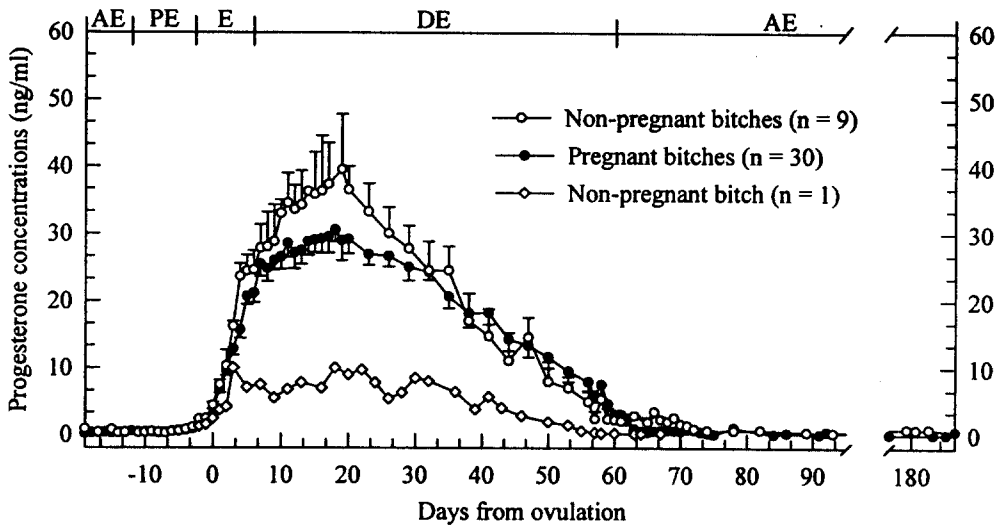


Fig 4. Plasma progesterone profiles during the estrous cycle in 30 pregnant and 10 non-pregnant Korea Jin-do bitches (mean \pm SD). Day 0 is the day that plasma progesterone concentration was first increased above 3.0ng/ml after the first day of vulval bleeding. AE = anestrus, PE = proestrus, E = estrus, DE = diestrus.

고 찰

개에서 배란시기와 교배적기를 판정할 때 고려되어야 할 사항으로는 검사방법의 실용성과 정확성, 생식기내에서 정자의 수정가능시간 그리고 유효한 수정이나 교배의 횟수 등이 있다⁵. 그리고 Bouchard *et al*⁷은 배란시기 및 교배적기의 판정법이 수태율을 증가시키고 번식관리에 적용될 수 있어야 하며 또한 불임의 판리와 진단 그리고 수정란 이식에도 응용될 수 있어야 한다고 지적한 바 있다.

한편 개에서 임신기간은 교배일을 기준으로 한 경우 57~72일⁴, LH peak일을 기준으로 한 경우 64~66일¹ 그리고 배란일을 기준으로 한 경우 62~64일^{1,12,16}로서 보고자 및 기준일에 따라 다양하게 보고되고 있다. 본 연구에서는 Table 1에서 나타낸 바와 같이 임신기간은 첫 교배일을 기준으로 하였을 때 경산견이 평균 63.9일, 초산견은 평균 61.8일로 다양하였으나 혈장 progesterone 농도가 3.0ng/ml 이상일 때를 기준으로 하였을 때 임신기간은 경산견과 초산견에서 모두 평균 62.4일이었다. 이는 위의 보고자들^{1,12,16}과 동일한 결과로서 임신일령의 기준일에 따라서 임신기간이 다양하다는 것이 확인되었다.

발정기간중의 혈장 progesterone농도변화에 대해 Con-

cannon *et al*¹은 발정전기 개시일부터 서서히 증가하여 LH surge때 2.0~4.0ng/ml를 나타낸다고 하였고, Hadley²⁹는 발정전기 초기에는 0.2ng/ml, 발정전기 말기에는 0.6ng/ml를 나타낸다고 하였다. 또한 Renton *et al*¹⁹은 난포기 동안에는 0.5~3.0ng/ml로 다양하다고 하였다. Table 2는 발정증상과 수캐허용여부를 근거로 한 발정전기와 발정기중의 혈장 progesterone 농도를 나타낸 것으로 발정전기에는 경산견 0.1~1.5ng/ml, 초산견 0.1~1.6ng/ml를 나타내었고, 발정기에는 경산견과 초산견이 각각 0.5~37.5ng/ml, 0.8~33.0ng/ml를 나타내었다. 특히 최초 발정출혈 개시일에 혈장 progesterone 농도는 경산견 0.1~0.6ng/ml, 초산견은 0.1~1.6ng/ml 그리고 최초 수캐허용일에는 경산견 0.5~3.5ng/ml, 초산견 0.8~6.2ng/ml로서 그 범위가 다양하게 나타났다. 이는 발정증상과 수캐허용여부는 개체간의 다양성, 해석자의 주관성 그리고 초산견과 경산견 사이의 발정증상 차이 때문에 배란시기의 추정 및 교배적기의 판정을 위한 방법으로는 적절하지 못하다는 보고를 뒷받침하는 결과라고 생각된다^{6-9,15,25}.

Fig 2는 분만일을 기준으로 하였을 때 임신기간중 혈장 progesterone 농도의 변화상을 나타낸 것으로 분만전 1일에 경산견은 1.6 \pm 1.7ng/ml, 초산견은 1.9 \pm 2.1ng/ml 그리고 분만일에는 경산견 0.5 \pm 0.4ng/ml, 초산견 0.6 \pm 0.4ng/ml로 1.0ng/ml 이하를 나타내었다. 이 결과는 혈장

progesterone 농도가 분만전 24~36시간에 급격히 감소한 후 분만일에는 1.0ng/ml 이하를 나타낸다는 보고와 동일하였다^{1,32,33}.

혈장 progesterone 농도에 근거한 배란시기 추정에 관한 보고로 radioimmunoassay 방법에 의한 경우는 2.5~12ng/ml일 때^{7,12,18,24,27}, enzymeimmunoassay 방법에 의한 경우는 1.5~9.4ng/ml일 때가^{7,19,20,34} 배란일로서 보고자 및 분석방법에 따라서 다양하게 보고되고 있다. 본 연구에서 경산견과 초산견에서 혈장 progesterone 농도가 1.0ng/ml 이하인 분만일을 기준으로 하였을 때, 배란일이라고 생각되는 분만전 63일에 경산견이 3.5 ± 2.2 ng/ml, 초산견은 3.2 ± 3.7 ng/ml를 나타내었다(Fig 2). 또한 혈장 progesterone 농도가 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 배란일로 추정했을 때, 분만은 경산견과 초산견에서 배란후 63일에 일어났으며 이때의 혈장 progesterone 농도는 경산견과 초산견이 각각 0.8 ± 0.7 ng/ml, 0.9 ± 0.4 ng/ml를 나타내었다(Fig 3). 한편 Concannon *et al*¹ 및 Shille와 Gontarek¹⁶는 분만일을 기준으로 한 경우 배란은 분만전 63일에 일어난다고 하였으며, Holst와 Phemister¹⁵ 및 Shille²⁸는 배란일을 기준으로 한 경우 분만은 배란후 63일에 일어난다고 하였다. 따라서 위의 보고와 본 실험의 결과를 종합해볼 때 진도개에서 배란은 발정출혈 개시후 혈장 progesterone 농도가 최초로 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날에 일어난 것으로 추정되었다.

혈장 progesterone 농도에 근거한 교배적기에 관한 보고로 Post *et al*²⁵은 혈장 progesterone 농도가 5.0ng/ml 이상일 때는 이를 후에, 5.0~10.0ng/ml일 때는 하루 뒤에 그리고 10.0ng/ml 이상일 때는 당일 교배를 실시함이 타당하다고 하였다. Okkens *et al*²⁷은 혈장 progesterone 농도가 6.0~12.0ng/ml 이상일 때는 그 다음날, 12.0ng/ml 이상일 때는 당일 교배를 실시하여 93%(38/41)의 수태율을 나타내었으며 Dietrich와 Möller²⁶는 혈장 progesterone 농도가 5.0ng/ml 이상으로 상승한 후 2~3일에 교배를 실시하여 84.6%(11/13)의 수태율을 나타내었다고 하였다. 또한 van Haafden *et al*²²은 혈장 progesterone 농도가 5.0~6.0ng/ml일 때는 33~57시간 이내, 6.0~12.0ng/ml일 때는 9~33시간 이내 그리고 12.0ng/ml 이상일 때는 9시간 이내에 교배를 실시하여 94%(105/112)의 수태율을 나타내었으며, 이전에 정확하게 교배적기를 판정하지 않고 교배를 실시한 203두에서 23%(46/203)만이 임신된 반면, 이와 같이 혈장 progesterone 농도에 준하여 교배적기를 판

정한 후 저수태견 104두를 대상으로 교배를 실시하였는데 그중 81두(78%)가 수태되었다고 보고한 바 있다. 그리고 Silva *et al*¹⁴은 자궁경은 혈장 progesterone 농도가 0.6 ± 0.8 ng/ml일 때 열리고, 21.7 ± 4.8 ng/ml를 나타낼 때는 닫힌다고 하였으며 평균 18.9ng/ml를 나타낼 때까지는 교배가 이루어져야 한다고 하였다. 본 실험에서는 Table 3에 나타낸 바와 같이 혈장 progesterone 농도가 경산견 1.9~14.2ng/ml, 초산견 3.5~20.0ng/ml일 때 교배가 되었는데 이를 배란일을 기준으로 산정하면 배란전 1일부터 배란후 4일 사이 이었고, 이때의 수태율은 92%(23/25)를 나타내었다. 이는 수태 가능한 교배시기는 배란전 3일부터 배란후 3일이라는 Johnston²⁰의 보고와 유사하였다. 그러나 정상적인 신선 정액을 이용한 경우 수태가능의 시기가 넓지만, 냉장정액이나 동결융해 정액을 이용해야 하는 경우 또는 저수태견의 경우에는 더욱 정확한 교배적기의 판정이 요구된다. 따라서 최상의 교배적기는 배란일에서 배란 후 2일이라는 Concannon *et al*⁴의 지적을 근거로 하였을 때 진도개에서는 분만전 63일에서 65일 사이 즉, 혈장 progesterone 농도가 3.0~8.0ng/ml 인 것으로 사료된다.

임신견과 비임신견의 혈장 progesterone 농도변화를 비교해 보면 Concannon *et al*¹, Edqvist *et al*³⁰ 및 Steinetz *et al*³¹은 임신견이 비임신견보다 높다고 한 반면, Smith와 McDonald³⁷는 임신견과 비임신견 사이에 별 차이가 없다고 보고하였다.

본 연구의 결과는 Fig 4에서 나타낸 바와 같이 임신견과 비임신견에서 혈장 progesterone 농도가 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준(Day 0)으로 임신견에서는 Day 18에 30.5 ± 6.6 ng/ml로 최고치를 나타내었고, 비임신견 9두에서는 Day 19에 39.5 ± 13.4 ng/ml를 나타내어 비임신견에서 더 높게 나와 이들의 보고와 다른 결과를 나타내었다. 이의 원인으로는 Fig 4에서 처럼 비임신견 10두중 1두가 황체기 동안 혈장 progesterone 농도가 10.0ng/ml 이하로 낮게 지속되었는데, 이를 포함시키지 않았기 때문이라고 생각된다. 임신견과 비임신견에서 혈장 progesterone 농도가 1.0ng/ml 이하로 감소되는 시기에 대해 Concannon *et al*¹은 LH surge일을 기준으로 임신견은 65 ± 1 일, 비임신견은 50~120일이라 하였으며 Shille²⁸는 혈청 progesterone 농도가 2.5ng/ml 이상인 황체기의 길이는 임신견은 63일, 비임신견은 75일로 비임신견이 임신견보다 길다고 하였다. 본 실험(Fig 4)에서 임신견의 경

우 Day 63에 1.0ng/ml 이하인 0.8 ± 0.7 ng/ml를 나타낸 반면, 비임신견 9두에서는 임신견의 분만일에 해당하는 Day 63에 2.8 ± 0.1 ng/ml를 나타내었으며 Day 72에 비로소 1.0ng/ml 이하를 나타내어서 위의 보고자들^{1,28}과 비슷한 결과를 나타내었다. 그리고 비임신견중 나머지 1두에서 혈장 progesterone 농도가 지속적으로 10.0ng/ml 이하를 나타내었다. 이의 원인은 이 개체가 성성숙후 첫 발정견으로서 난소 구조물이 미성숙하였던지 또는 배란이 일어나지 않았기 때문이라고 생각된다.

이상에서와 같이 진도개에서 배란은 혈장 progesterone 농도를 기준으로 한 결과와 분만일을 기준으로 역추정해본 결과를 종합하여 볼 때 혈장 progesterone 농도가 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날에 일어난 것으로 생각된다. 그리고 수태가 가능한 교배시기는 혈장 progesterone 농도가 1.9~20.0ng/ml 사이, 최상의 교배적기는 혈장 progesterone 농도가 3.0~8.0 ng/ml 사이로 사료된다.

결 론

혈장 progesterone 농도를 측정하여 이를 교배적기 및 배란시기의 추정에 응용하기 위해 진도개 40두(임신견 30두, 비임신견 10두)를 대상으로 발정전기에서 임신 및 분만에 이르는 기간동안 혈장 progesterone 농도를 측정하였다.

임신견 30두에서 임신기간은 최초 수캐허용일을 기준으로 하였을 때 경산견 63.9 ± 2.3 (mean \pm SD)일, 초산견 61.8 ± 3.6 일 이었고, 첫 교배일을 기준으로 하였을 때 경산견 61.4 ± 1.8 일, 초산견 61.3 ± 2.7 일 이었다. 또한 혈장 progesterone 농도가 각각 2.0, 3.0 및 4.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 임신기간은 경산견에서 각각 63.1 ± 1.4 일, 62.4 ± 1.1 일, 61.5 ± 0.9 일 이었고, 초산견에서 62.6 ± 1.4 일, 62.4 ± 2.0 일, 61.6 ± 2.3 일 이었다. 그리고 최후 수캐허용일을 기준으로 한 경우 경산견과 초산견에서 각각 53.8 ± 3.1 일, 54.8 ± 2.6 일 이었다.

임신견 30두에서 발정출혈 개시일, 최초 수캐허용일, 첫 교배일 및 최후 수캐허용일의 혈중 progesterone 농도는 경산견에서 각각 0.2 ± 0.2 (mean \pm SD)ng/ml, 1.9 \pm 1.0ng/ml, 7.0 ± 4.0 ng/ml, 25.1 ± 6.3 ng/ml를 나타냈으며, 초산견에서 각각 0.7 ± 0.8 ng/ml, 3.3 ± 2.7 ng/ml, 9.3 ± 6.2 ng/ml, 22.8 ± 10.3 ng/ml를 나타내었다.

분만일을 기준(Day 0)으로 하였을 때 배란일이라고 추

정되는 Day -62, Day -63 및 Day -64의 혈장 progesterone 농도는 경산견에서 각각 4.7 ± 2.7 ng/ml, 3.5 ± 2.2 ng/ml, 1.7 ± 0.9 ng/ml를 나타내었고, 초산견에서는 5.3 ± 4.4 ng/ml, 3.2 ± 3.7 ng/ml, 2.0 ± 1.9 ng/ml를 나타내었다.

발정출혈 개시후 혈장 progesterone 농도가 처음으로 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준(Day 0)으로 하였을 때 Day 61과 Day 62에 혈장 progesterone 농도는 경산견에서 각각 2.7 ± 2.2 ng/ml, 1.4 ± 1.9 ng/ml를 나타내었고, 초산견에서는 각각 3.4 ± 5.2 ng/ml, 3.7 ± 5.6 ng/ml를 나타내었다. 그리고 분만일인 Day 63에는 경산견과 초산견에서 각각 0.8 ± 0.7 ng/ml와 0.9 ± 0.4 ng/ml로 1.0ng/ml 이하를 나타내었다.

교배는 혈장 progesterone 농도가 경산견과 초산견에서 각각 1.9~14.2ng/ml, 3.5~20.0ng/ml일 때 이루어졌는데, 이는 배란전 1일부터 배란후 4일 사이 이었으며, 이때의 수태율은 92%(23두/25두) 이었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 진도개에서 배란은 혈장 progesterone 농도가 3.0ng/ml 이상으로 상승한 날에 일어났으며, 수태가 가능한 교배시기는 혈장 progesterone 농도가 1.9~20.0ng/ml일 때 그리고 가장 좋은 교배적기는 혈장 progesterone 농도가 3.0~8.0 ng/ml일 때로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Concannon PW, McCann JP, Temple M. Biology and endocrinology of ovulation, pregnancy and parturition in the dog. *J Reprod Fert (Suppl)*, 39:3-25, 1989.
2. Tsutsui T. Gamete physiology and timing of ovulation and fertilization in dogs. *J Reprod Fert (Suppl)*, 39: 269-275, 1989.
3. Wildt DE, Chakraborty PK, Panko WB, et al. Relationship of reproductive behavior, serum luteinizing hormone, and time of ovulation in the bitch. *Bio Reprod*, 18:561-570, 1978.
4. Concannon P, Whaley S, Lein D, et al. Canine gestation length: Variation related to time of mating and fertile life of sperm. *Am J Vet Res*, 44:1819-1821, 1983.
5. Wright PJ. Practical aspects of the estimation of the time of ovulation and of insemination in the bitch. *Aust Vet J*, 68:10-13, 1991.

6. Holst PA, Plemister RD. Temporal sequence of events in the estrous cycle of the bitch. *Am J Vet Res*, 36: 705-706, 1975.
7. Bouchard GF, Solorzano N, Concannon PW, et al. Determination of ovulation time in bitches based on teasing, vaginal cytology, and ELISA for progesterone. *Theriogenology*, 35:603-611, 1991.
8. Fayrer-Hosken R, Caudle A, Downs M, et al. Evaluating the infertile breeding bitch. *Vet Med*, 1026-1038, 1994.
9. Linde C, Karlsson I. The correlation between the cytology of the vaginal smear and the time of ovulation in the bitch. *J Small Anim Pract*, 25:77-82, 1984.
10. Okkens AC, Bevers MM, Dieleman SJ, et al. Fertility problems in the bitch. *Anim Reprod Sci*, 28:379-387, 1992.
11. 손창호, 백인석, 신창록 등. 진도개에서 발정주기, 교배적기 및 배란시기 판정을 위한 질세포검사의 이용성. *한국임상수의학회지*, 13:114-122, 1996.
12. Wright PJ. Application of vaginal cytology and plasma progesterone determinations to the management of reproduction in the bitch. *J Small Anim Pract*, 31:335-340, 1990.
13. Mestre T, Wanke M, Sucheyre S. Exfoliate vaginal cytology and plasma concentrations of progesterone, luteinizing hormone and oestradiol-17 β during oestrus in the bitch. *J Small Anim Pract*, 31:568-570, 1990.
14. Silva LDM, Onclin K, Verstegen JP. Cervical opening in relation to progesterone and oestradiol during heat in beagle bitches. *J Reprod Fert*, 104:85-90, 1995.
15. Holst PA, Plemister RD. Onset of diestrus in the beagle bitch: Definition and significance. *Am J Vet Res*, 35:401-406, 1974.
16. Shille VM, Gontarek J. The use of ultrasonography for pregnancy diagnosis in the bitch. *JAVMA*, 187:1021-1025, 1985.
17. Hayer P, Günzel-Apel AR, Lüerssen D, et al. Ultrasonographic monitoring of follicular development, ovulation and the early luteal phase in the bitch. *J Reprod Fert (Suppl)*, 47:93-100, 1993.
18. England GCW, Yeager AE. Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of the bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy. *J Reprod Fert (Suppl)*, 47:107-117, 1993.
19. Renton JP, Boyd JS, Harvey MJA, et al. Comparison of endocrine changes and ultrasound as means of identifying ovulation in the bitch. *Res Vet Sci*, 53:74-79, 1992.
20. Johnston SD, Larsen RE, Olson PNS. Canine theriogenology. *J Soc Theriogenology*, 11:100-109, 1982.
21. Concannon PW. Biology of gonadotrophin secretion in adult and prepubertal female dogs. *J Reprod Fert (Suppl)*, 47:3-27, 1993.
22. van Haften B, Dieleman SJ, Okkens AC, et al. Timing the mating of days on the basis of blood progesterone concentration. *Vet Rec*, 125:524-526, 1989.
23. Goodman MF. Canine ovulation timing. *Probl Vet Med*, 4:433-444, 1992.
24. Concannon P, Hansel W, McEntee K. Change in LH, progesterone and sexual behavior associated with preovulatory luteinization in the bitch. *Bio Reprod*, 17: 604-613, 1977.
25. Post K, Cook SJ, Rawlings NC. The evaluation of an enzyme immunoassay for the assessment of progesterone in canine plasma. *Can Vet J*, 31:708-709, 1990.
26. Dietrich E, Möller R. Use of a progesterone enzymeimmunoassay to determine the optimal mating time in oestrous bitches. *J Reprod Fert (Suppl)*, 47: 524, 1993.
27. Okkens AC, Hekerman TWM, De Vogel JWA, et al. Influence of litter size and breed on variation in length of gestation in the dog. *Vet Quart*, 13:160-161, 1993.
28. Shille VM. Reproductive physiology and endocrinology of the female and male. In Ettinger SJ, ed *Textbook of Veterinary Internal Medicine*, Vol II. WB Saunders Co. Philadelphia:1777-1791, 1989.
29. Hadley JC. Total unconjugated oestrogen and progesterone concentrations in peripheral blood during the oestrous cycle of the dog. *J Reprod Fert*, 44:445-

- 451, 1975.
30. Edqvist LE, Johnason EDB, Kasström H, *et al.* Blood plasma levels of progesterone and oestradiol in the dog during the oestrous cycle and pregnancy. *Acta Endo*, 78:544-564, 1975.
 31. Steinetz BG, Goldsmith LT, Harvey HJ, *et al.* Serum relaxin and progesterone concentrations in pregnant, pseudopregnant, and ovariectomized, progestin-treated pregnant bitches : Detection of relaxin as a marker of pregnancy. *Am J Vet Res*, 50:68-71, 1989.
 32. Concannon PW, Isaman L, Frank DA, *et al.* Elevated concentrations of 13, 14-dihydro-15-keto-prostaglandin F_{2α} in maternal plasma during prepartum leuteolysis and parturition in dogs (*Canis familiaris*). *J Reprod Fert*, 84:71-77, 1988.
 33. England GCW, Verstegen JP. Prediction of parturition in the bitch using semi-quantitative ELISA measurement of plasma progesterone concentration. *Vet Rec*, 139:496-497, 1996.
 34. England GCW. ELISA determination of whole blood and plasma progesterone concentrations in the bitches. *Vet Rec*, 129:221-222, 1991.
 35. 강병규, 최한선, 나진수 등. 발정유기된 암캐의 혈중 progesterone 농도변화. 대한수의학회지, 29:253-262, 1989.
 36. 손창호, 강병규, 최한선 등. 젖소에서 prostaglandin F_{2α} 또는 fenprostalene 투여후 초음파 진단장치로 측정된 황체의 크기와 혈장 progesterone 농도와의 관계. 한국임상수의학회지, 12:174-185, 1995.
 37. Smith MS, McDonald LE. Serum levels of luteinizing hormones and progesterone during the estrous cycle, pseudopregnancy and pregnancy in the dog. *Endocrinology*, 94:404-412, 1974.
-