

Shih-tzu견에서 혈장 Progesterone과 Estradiol-17β 농도 측정에 의한 배란시기 및 교배적기의 추정

김방실 · 이순애 · 고진성 · 황순신 · 박철호 · 오기석 · 김종택* · 박인철* · 김영홍** · 손창호¹

전남대학교 수의과대학

*강원대학교 수의학과

**경북대학교 수의과대학

Estimation of Ovulation and Optimal Breeding Time Based on Reproductive Hormone in Shih-tzu Bitches

Bang-sil Kim, Sun-ae Lee, Jin-sung Ko, Sun-shin Hwang, Chul-ho Park, Ki-seok Oh, 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: The aim of this study was to estimate the time of ovulation and mating derived by plasma progesterone and estradiol-17β concentrations. The 11 pregnant Shih-tzu bitches were investigated the plasma progesterone and estradiol-17β concentrations from proestrus to parturition. Gestation length in the 11 pregnant bitches was 61.9±1.1 (mean±SD) days when Day 0 was timed from the day that plasma progesterone concentration was first increased above 4.0 ng/ml. The litter size was 3.8±0.3 pups. Plasma progesterone concentrations were increased at the first day of vulvar bleeding and showed at Day 0 with 5.2±0.3 ng/ml. It was gradually increased to reach a peak at Day 15 with 42.6±3.7 ng/ml, thereafter it was gradually decreased to below Day 62. Plasma estradiol-17β concentrations were increased above 1.0 pg/ml at the first day of vulvar bleeding and showed a peak at Day -2 with 33.5±8.0 pg/ml, thereafter it was gradually decreased. When Day 0 was timed from the day that plasma progesterone concentration was first increased above 4.0 ng/ml, plasma estradiol-17β concentration reached a peak at Day -2. In conclusion, these results indicated that ovulation was estimated to occur the day when plasma progesterone concentration was first increased above 4.0 ng/ml after the first day of bleeding. It was estimated that mating time was the day when plasma progesterone concentration was between 3.0~8.0 ng/ml.

Key words : ovulation and breeding time, reproductive hormone, Shih-tzu bitches

서 론

개는 다른 동물과 달리 발정기간이 길고 다양하기 때문에 배란시기와 교배적기를 추정하기 위한 여러 방법들이 보고되어 왔다. 그 방법으로는 개복술 또는 복강경을 이용한 난소의 직접관찰¹⁷, 발정증상과 수컷허용여부^{1,4,18}, 질세포검사^{1,11,19}, 분만일로부터의 역추정^{2,4}, 초음파검사^{8,14}, luteinizing hormone (LH), estradiol-17β 그리고 progesterone과 같은 번식 호르몬의 농도측정^{1,5} 등이 있다.

발정증상과 수컷 허용 여부와 같은 육안적 관찰에 의한 방법은 각 개체간의 발정증상과 기간이 다양하며 검사자의 주관이 개입될 수 있어 그 정확성이 지적되어 왔다^{1,12}. 초음파 검사에 의한 배란시기의 확인^{8,14}이 보고되고 있으나 개의 난포는 다른 동물과는 달리 배란 전에 난포내벽의 황체화가 이

루어지며¹ 난포가 파열되지 않는 경우가 있기 때문에 배란시기를 정확하게 판정할 수 없다⁸.

혈중 progesterone 농도측정으로 배란시기 추정과 교배적기 판정에 관한 새로운 방법들이 보고되고 있다^{5,13,19,20}. 개의 황체는 다른 동물과 달리 배란 전부터 난포 내벽의 황체화가 이루어지기 때문에 혈장 progesterone 농도는 배란 전부터 서서히 증가하여 배란 후 20일 전후에 최고치를 나타내며 특히 배란은 혈장 progesterone 농도 증가와 밀접한 관련이 있다^{5,19,20}. 그러므로 혈장 progesterone 농도를 측정하는 것은 배란시기를 비교적 정확하게 알 수 있고 아울러 교배적기를 판정하는데도 중요하다¹³. 이와 같이 발정출혈 개시 후 혈장 progesterone 농도의 변화상을 관찰하는 것은 배란시기를 정확하게 규명할 수 있고 뿐만 아니라 이를 기준으로 일정한 시간에 교배를 실시한 결과 높은 수태율을 얻었다는 보고가 있다^{6,11,13,18}.

따라서 본 연구는 우리나라에서 소형애완견 중 사육두수

¹Corresponding author.

E-mail : chson@chonnam.ac.kr

가 많으면서도 아직까지 연구보고가 없는 Shih-tzu견을 대상으로 발정주기 중 혈장 progesterone과 estradiol-17 β 농도를 측정하여 배란시기 및 교배적기의 판정에 응용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

대상동물

정상적인 발정주기를 나타내는 Shih-tzu견 중 발정을 나타내는 실험견 11두를 대상으로 하였으며 연령은 1~3세, 체중은 4.1~5.8 kg, 산차는 1.7산으로 모두 경산견이었다. 실험기간(2003. 3~2005. 2) 동안 사료는 제한 급여하였고 물은 자유음수토록 하였으며 실험시작 전에 예방접종 및 구충을 실시한 후 1두씩 격리 사육하였다.

발정출혈 확인

매일 발정출혈 및 외음부 종대여부를 관찰하였으며, 발정출혈 개시일부터 발정이 종료될 때까지 매일 2회 출혈색, 출혈량 및 점도와 수컷 허용여부를 관찰하였다. 최초 수컷 허용 후 1~2일에는 동종의 수캐와 2일 간격으로 2~3회 자연교배를 실시하였다.

혈장 progesterone 및 estradiol-17 β 농도측정

가. 채혈

발정출혈 개시일부터 최초 수컷허용 후 20일까지는 매일, 최초 수컷허용 후 21일부터 분만예정 6일전까지는 3일 간격으로, 분만예정 5일전부터 분만 후 10일까지는 매일, 그리고 분만 후 11일부터 다음 발정출혈 개시일까지는 2주 간격으로 요골쪽 피부정맥에서 채혈하였다. 채혈한 혈액은 EDTA 병에 넣어 4°C에서 3000 rpm으로 원심분리한 후 혈장을 분리하여 -20°C에서 냉동보관하였다.

나. 분석

김 등¹⁹의 방법에 준하여 progesterone kit (Progesterone Coat-A-count, Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, CA) 및 estradiol-17 β kit (Estradiol Coat-A-count, Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, CA)를 사용하여 gamma counter (EG & G Wallace, Finland)로 측정하였다. 혈장 progesterone에 대한 변이계수는 intra-assay는 5.1%, inter-assay는 8.2%이었고, 혈장 estradiol-17 β 에 대한 변이계수는 intra-assay는 9.6%, inter-assay는 11.8%이었다.

통계처리

각 발정주기의 길이와 발정주기의 간격은 평균±표준편차 (mean±SD), 혈장 progesterone 및 estradiol-17 β 농도는 평균±표준오차 (mean±SEM)로 산출하였으며 각 그룹별 혈장 progesterone과 estradiol-17 β 농도의 비교는 student's t-test를 통해 유의성(p<0.05)을 검토하였다.

Table 1. The gestation period from the first day of each parameter in 11 Shih-tzu bitches

Parameter	Gestational period (mean±SD)
Day of first increased plasma progesterone concentration : 4.0 ng/ml	61.9±1.1(60-63)
Day of first male acceptance	62.2±1.2(60-64)

결 과

각 기준일에 따른 임신기간

각 기준일에 따른 임신기간은 Table 1에 나타낸 바와 같다. 혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 증가한 날을 기준으로 임신기간은 61.9±1.1(60~63)일 이었고, 첫 수컷 허용일을 기준으로 임신기간은 62.2±1.2일(60~64)일 이었다. 산자수는 3.8±0.3두이었다.

2. 혈장 progesterone과 estradiol-17 β 농도의 변화

1) 혈장 progesterone 농도의 변화

혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상 상승한 날을 기준(Day 0)으로 혈장 progesterone 농도를 살펴보면 Fig 1과 같다. 발정출혈 개시일에는 1.0 ng/ml 이하를 보이다가 서서히 상승하여 Day -7에는 0.6±0.2 ng/ml를 보였고 Day -1에는 2.9±0.3 ng/ml이었다. 발정출혈 시작 후 Day 0에서 5.2±0.3 ng/ml으로 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 증가하였으며 이후 급격히 상승하였다. Day 15에 42.6±3.7 ng/ml로 최고치를 나타내었고 그 이후 서서히 감소하기 시작하였다.

최초 수컷 허용일을 기준으로 할 경우 혈장 progesterone 농도는 Fig 2와 같다. 발정출혈 후부터 점진적인 증가를 보이다가 Day -1에 2.5±0.3 ng/ml를 보였고 Day 0에 4.8±0.4 ng/ml로, 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 증가하였으며 그 이

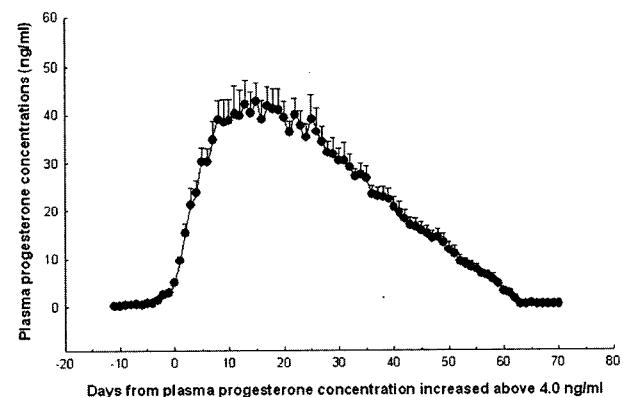


Fig 1. Profiles of plasma progesterone concentration (mean±SEM) during the estrous cycle in 11 pregnant Shih-tzu bitches. Day 0 is the day that plasma progesterone concentration was first increased above 4.0 ng/ml

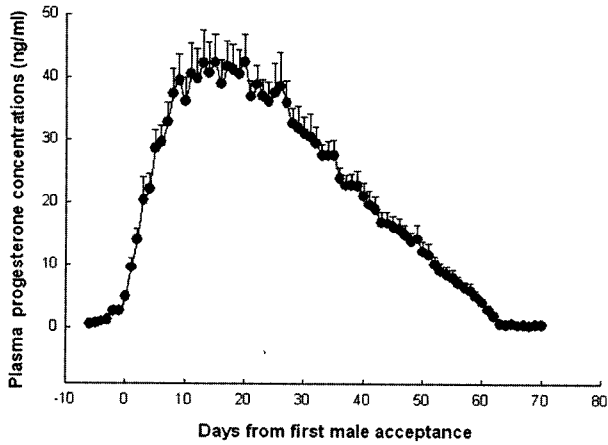


Fig 2. Profiles of plasma progesterone concentration (mean \pm SEM) during the estrous cycle in 11 pregnant Shih-tzu bitches. Day 0 is the day that first male acceptance.

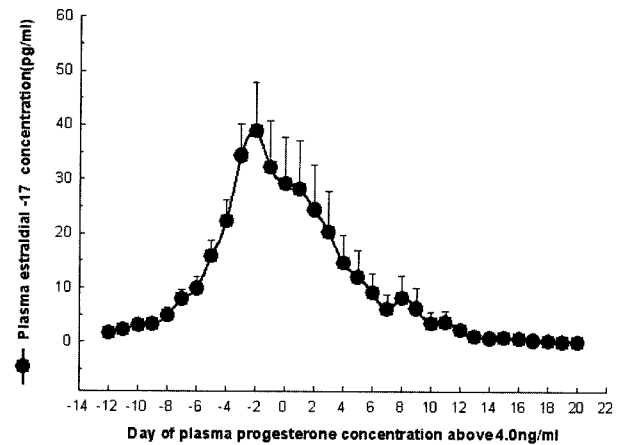


Fig 4. Profiles of plasma estradiol-17 β concentration (mean \pm SEM) during the estrous cycle in 11 pregnant Shih-tzu bitches. Day 0 is the day that progesterone concentration was first increased above 4.0 ng/ml.

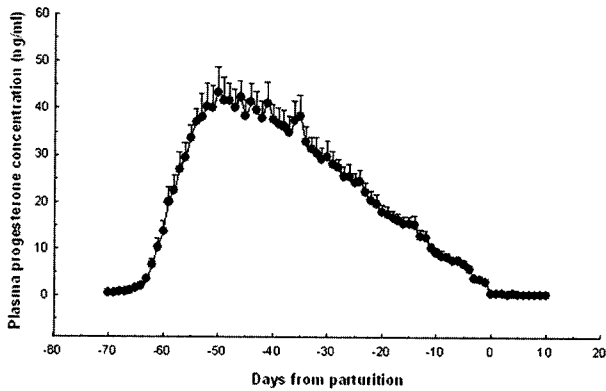


Fig 3. Profiles of plasma progesterone concentration (mean \pm SEM) during the estrous cycle in 11 pregnant Shih-tzu bitches. Day 0 is the day that parturition

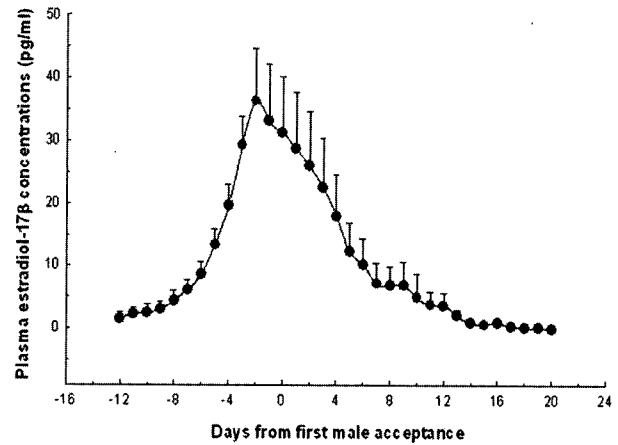


Fig 5. Profiles of plasma estradiol-17 β concentration (mean \pm SEM) during the estrous cycle in 11 pregnant Shih-tzu bitches. Day 0 is the day that first male acceptance

후 지속적인 상승을 보이다가 Day 15에는 42.3 \pm 4.6 ng/ml로 최고치를 나타내었다. 이후 점차 감소하기 시작하여 분만 후 급격히 감소하였다. 이후 무발정기 동안 혈장 progesterone 농도는 모두 1.0 ng/ml로 낮게 지속되었다.

분만일을 기준으로 혈장 progesterone 농도의 변화를 살펴보면 Fig 3과 같다. 발정출혈 후 조금씩 상승하다가 Day -63에는 3.5 \pm 0.6 ng/ml로 상승하였고 Day -62에는 6.5 \pm 1.3 ng/ml로 최초로 4.0 ng/ml 이상을 나타내었다. 이후 지속적으로 상승하다가 Day -46에는 43.4 \pm 5.5 ng/ml로 최고치를 나타내었고 그 후로 감소하기 시작하여 Day 0에는 0.7 \pm 0.1 ng/ml로 급격히 감소하였다. 무발정기 동안 혈장 progesterone 농도는 모두 1.0 ng/ml로 낮게 지속되었다.

2) 혈장 estradiol-17 β 농도

혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하여 혈장 estradiol-17 β 농도를 나타낸 결과는 Fig 4와 같다. 발정출혈 개시일에 1.0 pg/ml 이상으

로 증가하였으며, 그 이후 급격히 증가하기 시작하여 Day -3에 31.5 \pm 5.5 pg/ml로 상승하였고 Day -2에 33.5 \pm 8.0 pg/ml로 최고치를 나타내었다. 그 이후 Day -1에는 29.3 \pm 9.0 pg/ml, Day 0에는 27.9 \pm 9.4 pg/ml로 감소하기 시작하여 점차 급격히 감소하였고 기저치 이하를 유지하였다. 발정후시기와 무발정기에도 기저치 이하를 유지하였다.

최초 수컷 허용일을 기준으로 혈장 estradiol-17 β 농도는 Fig 5와 같다. 발정출혈 개시일에 1.0 pg/ml 이상으로 증가하였으며, 그 이후 급격히 증가하여 Day -3에 29.3 \pm 4.6 pg/ml로 상승하고 Day -2에는 36.3 \pm 8.3 pg/ml로 최고치를 나타내었다가 감소하기 시작하여 Day -1에 33.1 \pm 9.1 pg/ml, Day 0에 31.2 \pm 9.0 pg/ml 그 이후 급격히 감소하기 시작하여 기저치 이하를 유지하였다. 분만, 자궁수복 후, 발정후시기, 무발정기 시기에 모두 기저치 이하를 유지하였다.

고찰

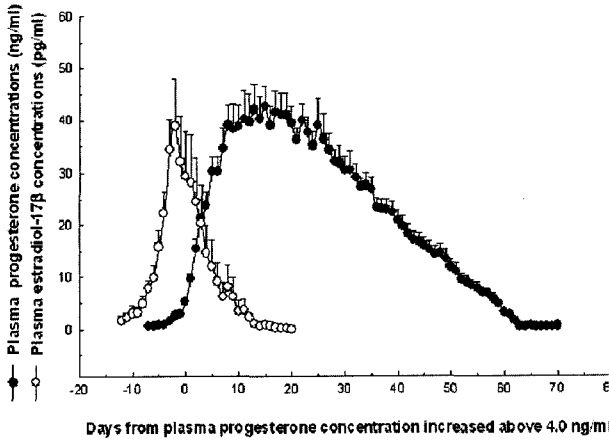


Fig 6. Profiles of plasma progesterone and estradiol-17β concentrations (mean±SEM) during the estrous cycle in 11 pregnant Shih-tzu bitches. Day 0 is the day that plasma progesterone concentration was first increased above 4.0 ng/ml

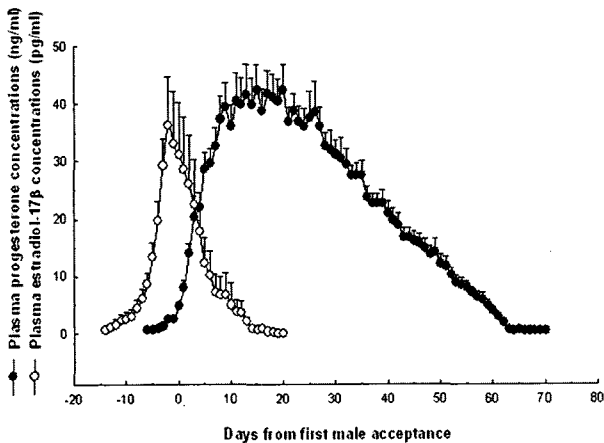


Fig 7. Profiles of plasma progesterone and estradiol-17β concentrations (mean±SEM) during the estrous cycle in 11 pregnant Shih-tzu bitches. Day 0 is the day that first male acceptance.

3) 발정주기 중 혈장 progesterone과 estradiol-17β 농도의 상관관계

혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 혈장 progesterone과 estradiol-17β 농도의 관계는 Fig 6과 같다. 혈장 estradiol-17β가 Day -2에 최고치를 나타낸 이후 조금씩 감소하기 시작하면서 혈장 progesterone 농도는 급속한 상승하였다.

한편 최초 수컷 허용일을 기준으로 한 경우도 혈장 progesterone과 estradiol-17β 농도의 관계는 Fig 7과 같다. 혈장 estradiol-17β 농도가 먼저 상승하기 시작하였고 이어서 혈장 progesterone 농도도 조금씩 상승하기 시작하였다. 혈장 estradiol-17β가 Day -2에 최고치를 나타낸 이후 조금씩 감소하기 시작하면서 혈장 progesterone 농도는 급속히 상승하였다.

개에서 배란시기와 교배적기의 판정에서 고려되어야 할 사항은 검사방법의 실용성과 정확성, 암컷 생식기 내에서 정자의 수정 가능 시간 그리고 유효한 수정이나 교배의 횟수라고 Wright¹⁸가 지적하였다. 또한 이러한 방법은 수태율을 증가시키고 번식 관리에 적용될 뿐만 아니라 불임의 관리와 진단, 연구 그리고 수정란 이식에도 적용시킬 수 있어야 한다고 Bouchard 등¹이 지적하였다.

개에서 임신기간은 기준일에 따라 다양하여 배란일을 기준으로 한 경우 62~64일¹⁶, 교배일을 기준으로 한 경우 57~72일⁴, LH surge를 기준으로 한 경우 64~66일³로 보고된 바 있다. 본 연구에서는 최초 수컷 허용일을 기준으로 한 임신기간은 62.2±1.2(60~64)일이었고, 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상일 때를 기준으로 하였을 때의 임신기간은 61.9±1.1(60~63)일로 위의 보고와 유사한 결과를 나타냈다.

발정기간 중 혈장 progesterone 농도의 변화에 대해 Concannon과 Lein²는 발정전기 개시일부터 서서히 증가하여 LH surge 때 2.0~4.0 ng/ml를 나타낸다고 하였고, Renton 등¹⁴과 Shille¹⁶는 난포기 동안에는 각각 0.1~1.0 ng/ml, 0.5~3.0 ng/ml로 다양하다고 하였는데, 본 연구에서는 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준 (Day 0)으로 하였을 때 혈장 progesterone 농도가 Day -7에는 0.6±0.2 ng/ml에서 Day -1에는 2.9±0.3 ng/ml로 상승하여 위의 보고와 유사함을 알 수 있다. 또한 분만일을 기준으로 하였을 때 혈장 progesterone 농도는 분만 전 날인 Day -1에 3.1±0.5 ng/ml을 나타내다가 급격히 감소하여 분만일인 Day 0에는 0.7±0.1 ng/ml로 1.0 ng/ml 이하를 나타내었다. 이는 혈장 progesterone 농도가 분만 전 24~36시간 전에 급격히 감소한 후 분만일에는 1.0 ng/ml 이하를 나타낸다는 보고^{3,7}와 유사하였다.

혈장 estradiol-17β 농도변화는 무발정기 후반에 5~10 pg/ml의 기저치로 유지되다가, 발정전기 개시 후 10~20 pg/ml을 나타내며 발정전기 후반부와 LH surge 전 1~2일에 30~100 pg/ml로 최고치에 이른 후 발정기 전반을 통해서 감소한다고 하였다¹². 본 연구에서 혈장 estradiol-17β 농도는 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 Day -2에 33.5±8.0 pg/ml로 최고치를 나타내었고 최초 수컷허용일 기준일 경우에도 Day -2에 36.3±8.3 pg/ml로 최고치를 나타내었고 이후 감소하기 시작하여 위의 보고와 비슷한 양상을 보였다.

개에서 배란시기는 estrogen peak 1~2일 후에 LH surge가 일어나며, estrogen peak 후 3~5일⁹, 최초 수컷 허용 후 1~3일^{1,3,14}, LH surge 후 1~3일^{13,8}에 배란이 일어난다. 혈장 progesterone 농도측정에 의한 배란시기의 판정은 보고자에 따라 약간의 차이는 있으나, Bouchard 등¹은 혈장 progesterone 농도가 3.4~6.6 ng/ml 이상으로 증가할 때가 배란시기라 하였다. 또한 효소면역분석법(enzyme-immunoassay)

의 방법으로는 1.5~9.4 ng/ml일 때^{11,16}, 방사선면역측정법 (radioimmunoassay)에 의한 경우는 2.5~12.0 ng/ml일 때 배란시기로 추정하였다^{1,4,5,8,11}. 본 연구에서는 Fig 1에서 보는 바와 같이 임신견에서 혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 배란일로 추정했을 때 분만은 배란 후 62일에 일어났는데, 이는 배란일을 기준으로 분만은 배란 후 62~64일에 일어난다는 보고¹⁶와 유사하였다. 또한 분만일을 기준으로 (Day 0) 한 경우에서도 혈장 progesterone 농도는 Day -6에 발정출혈 개시 후 최초로 4.0 mg/ml 이상인 6.5 ± 1.3 ng/ml을 나타내어 이는 분만일을 기준으로 한 경우 배란은 분만 전 63일에 일어났다는 보고²와 유사하였다. 따라서 Shih-tzu견에서 배란은 혈장 progesterone 농도가 발정출혈개시를 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날에 일어나는 것으로 생각된다. 한편 손 등²⁰은 진돗개에서 배란은 혈장 progesterone 농도가 최초로 3.0 ng/ml 이상으로 상승한 날에 일어난다고 보고하였으나 김 등¹⁹은 혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날에 일어난다고 보고해 본 실험의 결과는 김 등¹⁹의 보고와 유사했는데 이는 검사시기, 검사방법 및 검사두수의 차이인 것으로 사료된다.

혈장 progesterone 농도에 근거한 교배적기에 관한 보고로는 Post 등¹³은 혈장 progesterone 농도가 5.0 ng/ml 이상일 때는 2일후에, 5.0~10.0 ng/ml일 때는 하루 뒤에 그리고 10.0 ng/ml 이상일 때는 당일 교배를 실시함이 타당하다고 하였고, Okkens 등¹¹은 혈장 progesterone 농도가 6.0~12.0 ng/ml 이상일 때는 그 다음날, 12.0 ng/ml 이상일 때는 그날 교배를 실시해 93%의 수태율을 보였다고 하였다. 또 Dietrich와 Möller⁶는 혈장 progesterone 농도가 5.0 ng/ml 이상으로 상승한 후 2~3일에 교배를 실시하여 84.6%의 수태율을 나타내었다고 보고하였으며, Siliya 등¹⁵은 자궁경은 혈장 progesterone 농도가 0.6 ± 0.8 ng/ml일 때 열리고, 21.7 ± 4.8 ng/ml를 나타낼 때는 닫힌다고 하였으며 평균 18.9 ng/ml를 나타낼 때까지는 교배가 이루어져야 한다고 하였다. 본 연구에서는 혈장 progesterone 농도가 3.3~8.0 ng/ml일 때 교배가 이루어졌고, 이를 배란일 기준으로 산정하면 배란 전 1일부터 배란 후 4일 사이였다. 이는 Johnston¹⁰의 수태 가능한 교배시기는 배란 전 3일부터 배란 후 3일이라는 보고와 Concannon 등⁴의 최상의 교배적기는 배란 후 2일이라는 보고, 진돗개의 교배적기는 3.0~8.0 ng/ml 일 때라는 보고^{19,20}를 근거로 하였을 때 Shih-tzu견에서의 최상의 교배적기는 3.0~8.0 ng/ml인 것으로 사료된다.

이상에서와 같이 Shih-tzu견에서 배란은 혈장 progesterone 농도를 기준으로 한 결과와 분만일을 기준으로 역추정해 본 결과, 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날 일어날 것으로 생각되며, 최상의 교배시기는 혈장 progesterone 농도가 3.0~8.0 ng/ml 사이로 추정된다. 분만은 혈장 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이하로 급격히 떨어지는 시점으로 생각되어진다. 따라서 소형 애완견인 Shih-tzu에서 혈장 progesterone과 estradiol-17 β 농도 측정은 정확한 배란시기 및 교배적기를 판

정할 수 있으며 분만일을 예측할 수 있을 것으로 사료된다.

결론

Shih-tzu견에서 배란시기와 교배적기의 판정에 응용하고자 Shih-tzu견 11두를 대상으로 발정전기에서 임신 및 분만에 이르는 기간 동안 혈장 progesterone과 estradiol-17 β 농도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

임신기간은 최초 수컷 허용일을 기준으로 하였을 때 62.2 ± 1.2 일이고 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 61.9 ± 1.1 일이고 평균 산자수는 3.8 ± 0.3 마리였다.

혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날 (Day 0)을 기준으로 혈장 progesterone 농도를 살펴보면 발정출혈 개시일에는 1.0 ng/ml 이하를 보였고 이후 Day -1에는 2.9 ± 0.3 ng/ml로 상승하다가 Day 0에 5.2 ± 0.3 ng/ml로 급격히 상승하고 Day 15에는 42.6 ± 3.7 ng/ml로 최고치를 나타내었다. 이후 지속적으로 감소하여 분만일 전후 1.0 ng/ml 이하를 나타냈고 자궁수복 시기와 이후 무발정기동안 혈장 progesterone 농도는 모두 1.0 ng/ml 이하로 낮게 지속되었다.

혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날 (Day 0)을 기준으로 하였을 때 혈장 estradiol-17 β 농도는 발정출혈 개시일에 1.0 pg/ml로 증가하였으며 그 이후 급격히 증가하여 Day -2에는 33.5 ± 8.0 pg/ml로 최고치를 나타냈고 Day -1에는 29.3 ± 9.0 pg/ml로 감소하기 시작하여 그 이후 급격히 감소하여 발정휴지기와 무발정기에는 기저치 이하를 유지하였다.

혈장 progesterone과 estradiol-17 β 농도의 관계를 살펴보면 혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날 (Day 0)을 기준으로 하면 배란 이틀 전인 Day -2에 estradiol-17 β 농도가 33.5 ± 8.0 pg/ml로 최고치를 나타냈고 역시 최초 수컷 허용일을 기준으로 한 경우도 Day -2에 36.3 ± 8.3 pg/ml로 최고치를 나타내었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 Shih-tzu견은 배란이 혈장 progesterone 농도가 최초로 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날에 일어나며, 최상의 교배적기는 혈장 progesterone 농도가 3.0~8.0 ng/ml 사이로 추정되었다.

참고 문헌

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. Concannon PW and Lein DH. In: *Current veterinary therapy*, 10th ed. Philadelphia: Saunders. 1989: 1269-1282.
3. 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.

4. Concannon PW, Whaley S, Lein DH, Wissler R. Canine gestation length: Variation related to time of mating and fertile life of sperm. *Am J Vet Res* 1983; 44: 1819-1821.
5. Concannon PW, Hansel W, McEntee K. Change in LH, progesterone and sexual behavior associated with preovulatory luteinization in the bitch. *Biol Reprod* 1977; 17: 604-613.
6. Dietrich E and Möller R. Use of a progesterone enzyme immunoassay to determine the optimal mating time in oestrous bitches. *J Reprod Fert (Suppl)* 1993; 47, 524.
7. England GCW and Verstegen JP. Prediction of parturition in the bitch using semi-quantitative ELISA measurement of progesterone concentration. *Vet Rec* 1996; 139: 496-497.
8. England GCW and 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.
9. Haaften BV, Dieleman SJ, Okkens AC, Willemsse AH. Timing the mating of dogs on the basis of blood progesterone concentration. *Vet Rec* 1989; 125: 524-526.
10. Johnston SD, Larsen RE, Olson PNS. Canine theriogenology. *J Soc Theriogenology* 1982; 11: 91-109.
11. Okkens AC, Hekerman TWM, Vogel JWA, Haaften B. Influence of litter size and breed on variation in length of gestation in the dog. *Vet Quart* 1993; 13: 160-161.
12. Olson PN and Nett TM. In: *Current therapy in theriogenology*. 2st ed. Philadelphia: Saunders. 1986: 453-468.
13. Post K, Cook SJ, Rawlings NC. The evaluation of an enzyme immunoassay for the assesment of progesterone in canine plasma. *Can Vet J* 1990; 31: 708-709.
14. Renton JP, Boyd JS, Harvey MJA, Ferguson JM, Nickson DA, Eckersall PD. Comparison of endocrine changes and ultrasound as means of identifying ovulation in the bitch. *Res Vet Sci* 1992; 53: 74-79.
15. Siliva LDW, Onclin K, Verstegen JP. Cervical opening in relation to progesterone and oestradiol during heat in beagle bitches. *J Report Fert* 1995; 104: 85-90.
16. Shille VM. In: *Textbook of Veterinary Internal Medicine*, Vol II. Philadelphia: Saunders. 1989: 1777-1791.
17. Tsutsui T. Gamete physiology and timing of ovulation and fertilization in dogs. *J Reprod Fert (Suppl)* 1989; 39: 269-275.
18. Wright PJ. Practical aspects of the estimation of the time of ovulation and of inseminations in the bitch. *Aust Vet J* 1991; 68: 10-13.
19. 김정훈, 정경아, 강현구, 오기석, 박인철, 박상국, 한호재, 손창호. 진돗개에서 발정주기 동안 질세포상과 번식호르몬의 관계. *한국임상수의학회지* 2000; 17: 225-233.
20. 손창호, 강병규, 최한선, 이나경, 신창록, 한호재, 윤용달. 진돗개에서 혈장 progesterone 농도 측정에 의한 배란시기 및 교배적기의 추정. *대한수의학회지* 1997; 37: 899-909.