

반려견에서 혈중 Progesterone 농도 측정에 의한 분만일 예측 1. 분만예정일의 산정

이주환·손창호¹
전남대학교 수의과대학

(Received: August 03, 2020 / Accepted: December 11, 2020)

Prediction of Parturition Day by Determination of Plasma Progesterone Concentrations in Companion Bitches 1. To Estimate of Prediction of Parturition Day

Ju Hwan Lee and Chang Ho Son¹

College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

Abstract : The gestation period and parturition days were accurately predicted by measuring progesterone concentration in the plasma from 40 pregnant companion bitches. The mean length of the estrous cycle based on plasma progesterone concentrations were 8.14 ± 1.39 (Mean \pm SD) days for proestrus, 9.19 ± 2.01 days for estrus, and 55.38 ± 1.96 days for diestrus phase, respectively. The gestation length from each based on the days was 65.61 ± 2.47 days from the first day of estrus after the first vaginal discharge, 63.21 ± 0.99 days from the day when plasma progesterone concentrations increase above 4.0 ng/ml, and 54.51 ± 3.51 days from the first day of diestrus, respectively. Therefore, the parturition day was estimated 65 days from the first day of estrus after the first vaginal discharge, 63 days from the day when plasma progesterone concentrations increase above 4.0 ng/ml, and 54 days from the first day of diestrus, respectively.

Key words : progesterone, parturition day, bitch.

서 론

개의 발정주기는 발정전기, 발정기, 발정후기, 발정휴지기 및 무발정기로 구분되는데, 이는 다른 동물과는 다르게 무발정기를 갖고 있는 단발정동물이며 또한 연중 어느 시기든지 발정과 분만이 이루어지는 주년번식동물이다(12,22). 즉 난소에 아무런 구조물이 존재하지 않는 무발정기가 3-4개월이고 발정간격(interestrus period)은 2년에 약 3회, 약 6-8개월 간격으로 발정이 발현된다. 이러한 간격은 영양상태, 품종, 교배유무, 배란유무 및 임신유무 등에 따라서 차이가 있으며 무발정기 기간이 개의 발정간격에 영향을 미친다(3,5,14,18).

개의 임신기간은 첫 교배일을 기준으로 했을 때는 57-72일(16), 배란일을 기준으로 했을 때는 62-64일(14,19,24,26) 그리고 LH surge 일을 기준으로 했을 때는 64-66일(14-16)로서 보고자에 따라서 다양하게 보고되고 있다. 한편 양(8)은 질세포 검사를 실시하여 분만일 예측하였는데, 각화세포 비율이 발정출혈 개시 후 최초로 90% 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때는 66일 후, 각화세포 비율이 최고치에 도달한 날을 기준으로 하였을 때는 64일 후, 배란일을

기준으로 하였을 때 63일 후, 발정휴지기 개시일을 기준으로 하였을 때는 57일 후에 분만하는 것으로 보고하였다. 또한 박 등(6)도 질세포 검사를 실시하여 분만일은 각화세포 비율이 최초로 90% 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 67(64-75)일, 배란일을 기준으로 하였을 때 63(59-66)일, 질세포 검사에 따른 발정후기 개시일을 기준으로 하였을 때 57(52-60)일이라고 보고한 바 있다.

이와 같이 분만일이 다양한 이유는 난포가 발육하는 기간과 배란시기가 길고, 임신개시의 기준일에 차이가 있으며 또한 암개 생식기 내에서 정자가 오랜 기간 생존하고 있기 때문이다(1,6,11,14,18). 이처럼 개의 임신기간이 다양하기 때문에 분만일의 예측은 임신건의 관리 및 번식관리에 많은 도움을 줄 수 있다. 따라서 본 연구는 서로 다른 크기의 반려견 4개 품종에서 발정 발현 시 혈중 progesterone 농도를 측정하여 임신기간을 확인하고 이어서 정확한 분만일을 예측하고자 수행되었다.

재료 및 방법

대상 동물

분만경험이 있는 무발정기의 말티즈(Maltese) 10두(2-8년령, 평균 분만횟수 1.5회, 체중 2.4-4.1 kg), 시츄(Shih-tzu) 10

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

두(2-8년령, 평균 분만횟수 1.8회, 체중 3.7-6.7 kg), 슈нау저 (Miniature Schnauzer) 10두(2-8년령, 평균 분만횟수 1.8회, 체중 4.6-7.6 kg), 진도견(Korea Jindo) 10두(2-8년령, 평균 분만횟수 1.9회, 체중 13-26 kg) 등 전체 40두를 대상으로 하였다. 본 연구에 앞서 실험 개시 1개월 전 기생충 구제와 예방 접종(canine distemper, canine hepatitis, canine parvovirus, canine leptospira combined vaccine)을 실시하였다. 실험기간 중 실험 대상견은 분리된 공간에 개체별로 관리하면서 사료는 제한급여 하였고, 물은 자율 음수토록 하였다.

발정 확인과 교배

발정출혈 및 외음부 종대의 확인은 발정출혈 개시 예정 2개월 전부터 매일 육안적으로 관찰하였다. 교배 허용 유무는 발정출혈 개시일로부터 발정이 종료될 때까지 매일 오전, 오후에 2회 이상 관찰하였으며, 교배는 최초 수캐 허용일로부터 2일 간격으로 동일 품종의 수캐와 2-3회 자연 교배를 시켰다.

발정주기의 구분

발정 증상의 육안적 관찰에 의한 발정주기의 구분은 Johnston 등(22) 및 김 등(4)의 기술에 준하여 발정전기는 발정출혈이 시작된 날로부터 수캐를 최초로 허용하기 전날까지, 발정기는 수캐를 최초로 허용한 날로부터 수캐를 최후로 허용한 날까지, 발정휴지기는 수캐를 최후로 허용한 날로부터 분만일까지, 무발정기는 분만일부터 발정출혈이 다시 시작된 전날까지로 구분하였다.

혈중 progesterone 농도 측정

채혈

발정출혈 개시일로부터 최초 수컷허용 후 20일까지는 매일, 최초 수컷허용 후 21일부터 분만예정 6일전까지는 3일 간격으로, 분만예정 5일 전부터 분만 후 5일까지는 매일 노쪽피 부정맥(cephalic vein)에서 채혈하였다. 채혈 후 EDTA병에 채취한 혈액은 4°C에서 3000 g로 10분 동안 원심분리하여 혈장을 분리한 후 progesterone 농도를 측정할 때까지 -20°C에 냉동 보관하였다.

혈장 progesterone 농도 분석

손 등(7)의 기술에 준하여 progesterone kit (Progesterone Coat-A-count, Diagnostic Products Corporation, USA)을 사용하여 Gamma counter로 측정하였고, 변이계수(coefficients of

variation)인 intra-assay는 5.2%, inter-assay는 8.1%이었다.

통계처리

각 발정주기의 길이 및 임신기간은 평균 \pm 표준편차 (Mean \pm SD)로 산출하였고, 견종별 발정주기 길이의 비교 그리고 임신기간의 비교는 SAS의 ANOVA를 이용하여 유의성을 검토하였다.

결 과

발정주기의 길이

임상적 발정증상에 의한 발정전기, 발정기 및 발정휴지기의 기간은 Table 1과 같다. 발정전기의 길이는 말티즈 8.01 \pm 1.21일, 시츄 7.60 \pm 1.54일, 슈нау저 7.31 \pm 1.25일, 진도견 9.12 \pm 1.22일로 견종 사이에 차이는 없었다($p > 0.01$). 발정기의 길이는 말티즈 8.92 \pm 1.36일, 시츄 9.25 \pm 2.91일, 슈нау저 8.98 \pm 1.64일, 진도견 9.11 \pm 1.23일로 견종 사이에 차이는 없었다($p > 0.01$). 발정휴지기의 길이는 말티즈 54.51 \pm 1.49일, 시츄 55.70 \pm 1.94일, 슈нау저 54.13 \pm 1.95일, 진도견 53.41 \pm 2.22일로 견종 사이에 차이는 없었다($p > 0.01$). 한편 모든 견종에서 발정주기의 길이는 발정전기 8.14 \pm 1.39일, 발정기 9.19 \pm 2.01일, 발정휴지기가 55.38 \pm 1.96일로 나타났다.

각 기준일에 따른 임신기간

총 40회의 임신에서 분만일을 Day 0로 하였을 때, 각 기준일에 따른 임신기간은 Table 2와 같다. 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 허용한 날(발정기 개시일)을 기준으로 하였을 때, 임신기간은 말티즈 65.83 \pm 2.21일, 시츄 65.76 \pm 2.52일, 슈нау저 64.96 \pm 2.72일, 진도견 65.01 \pm 2.65일로 견종 사이에 차이는 없었다($p > 0.01$). 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때, 임신기간은 말티즈 63.11 \pm 0.89일, 시츄 63.21 \pm 1.02일, 슈нау저 62.93 \pm 1.04일, 진도견 63.87 \pm 0.98일로 견종 사이에 차이는 없었다($p > 0.01$). 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 거부한 날(발정휴지기 개시일)을 기준으로 하였을 때, 임신기간은 말티즈 55.18 \pm 3.73일, 시츄 54.13 \pm 2.95일, 슈нау저 55.11 \pm 3.95일, 진도견 54.40 \pm 3.89일로 견종 사이에 차이는 없었다($p > 0.01$).

한편 모든 견종에서 임신기간은 발정출혈이 시작된 날로부

Table 1. The length (Mean \pm SD) of the estrous cycles in 40 pregnant companion bitches

Bitches	Days of estrous cycle*		
	Proestrus	Estrus	Diestrus
Maltese	8.01 \pm 1.21	8.92 \pm 1.36	54.51 \pm 1.49
Shih-tzu	7.60 \pm 1.54	9.25 \pm 2.91	55.70 \pm 1.94
Miniature Schnauzer	7.31 \pm 1.25	8.98 \pm 1.64	54.13 \pm 1.95
Korea Jindo	9.12 \pm 1.22	9.11 \pm 1.23	53.41 \pm 2.22
Total	8.14 \pm 1.39	9.19 \pm 2.01	55.38 \pm 1.96

*There were no statistically differences of each values in the same column ($p > 0.01$).

Table 2. The gestation period (Mean \pm SD) from each parameter in 40 pregnant companion bitches

Bitches	*Days of gestation period based on the		
	Day of the first male acceptance	Day of the first increased plasma progesterone concentrations: ≥ 4.0 ng/ml	Day of the first male refuse
Maltese	65.83 \pm 2.21	63.11 \pm 0.89	55.18 \pm 3.73
Shih-tzu	65.76 \pm 2.52	63.21 \pm 1.02	54.13 \pm 2.95
Miniature Schnauzer	64.96 \pm 2.72	62.93 \pm 1.04	55.11 \pm 3.95
Korea Jindo	65.01 \pm 2.65	63.87 \pm 0.98	54.40 \pm 3.89
Total	65.61 \pm 2.47	63.21 \pm 0.99	54.51 \pm 3.51

*There were no statistically differences of each values in the same column ($p > 0.01$).

Table 3. Prediction of parturition day in 40 pregnant companion bitches

Parameter	Prediction of parturition day
Day of the first male acceptance	65
Day of the first increased plasma progesterone concentrations: ≥ 4.0 ng/ml	63
Day of the first male refuse	54

터 최초로 수캐를 허용한 날을 기준으로 하였을 때 65.61 \pm 2.47일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 63.21 \pm 0.99일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 거부한 날을 기준으로 하였을 때는 54.51 \pm 3.51일 이었다.

분만예정일 산정

모든 견종에서 분만일의 예측은 Table 3과 같다. 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 허용한 날을 기준으로 하였을 때 65일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 63일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 거부한 날을 기준으로 하였을 때는 54일 후에 분만하는 것으로 산정하였다.

고 찰

개는 자연배란을 하는 단발정동물로서 연중 발정을 나타내는 주년번식동물이고, 발정주기는 발정전기, 발정기, 발정휴지기, 무발정기로 구분되며 다른 동물에 비해 발정전기와 발정기의 기간이 길다(1,2,6,12,14,18,22). 발정전기와 발정기의 특징은 발정전기는 발정출혈 개시일부터 수캐 허용 전날까지로 난포가 성장하면서 estrogen을 분비한다(18). 발정기는 수캐를 허용하는 시기로 발정기의 전반부에 배란이 일어나며, 배란 직전까지는 estrogen이 다량 분비되지만 배란 이전부터 난포벽의 황체화가 일어나 progesterone이 분비된다(13,17). 따라서 발정전기와 발정기에 혈중 progesterone 농도를 측정하여 교배적기의 확인(1,2,7), 배란시기의 추정(1,2,4,7,10,14,23) 및 인공수정 시기 확인(20,21,25) 등에 활용하고 있다.

본 연구는 반려견에서 혈중 progesterone 농도를 측정하여 임신기간을 확인하고 이어서 분만예정일을 산정하고자 수행되었다. 말티즈, 시츄, 슈나우저, 진도견 4종에서 발정주기의

길이는 발정전기 8.14 \pm 1.39일, 발정기 9.19 \pm 2.01일, 발정휴지기가 55.38 \pm 1.96일로 나타났으며 견종 사이에 발정주기의 차이는 없었다(Table 1). 이러한 결과는 발정전기와 발정기의 길이가 평균 8-10일(12,18,22), 발정휴지기가 평균 55-63일 이었다는 보고(3,6,9,12,18,22)와 동일하였다.

한편 개의 임신기간은 발정출혈이 시작된 이후 첫 교배일을 기준으로 하였을 때 57-72일(1,2,16), 배란일을 기준으로 하였을 때 62-64일(1,2,19,24,26), LH surge일을 기준으로 하였을 때 64-66일(14-16), 그리고 발정휴지기 개시일을 기준으로 하였을 때는 56-58일(18)이라고 보고된 바 있다. 본 연구에서는 모든 견종에서 임신기간은 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 허용한 날을 기준으로 하였을 때 65.61 \pm 2.47일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 63.21 \pm 0.99일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 거부한 날을 기준으로 하였을 때는 54.51 \pm 3.51일(Table 2)로서 위에서 보고한 결과와 동일한 결과를 나타내었다.

한편 모든 견종에서 분만예정일은 발정기 개시일을 기준으로 하였을 때 65일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 63일, 발정휴지기 개시일을 기준으로 하였을 때는 54일로 나타났었다(Table 3). 이러한 결과는 향후 분만일을 예측하는데 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 이와 같이 발정전기 개시일부터 혈중 progesterone 농도를 측정하면 교배적기 및 배란시기의 추정 뿐만 아니라 분만일을 예측할 수 있어서 임신건의 건강관리, 분만준비 및 난산 준비 등에 응용될 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

서로 다른 크기의 반려견에서 임신기간을 확인한 후 이를 분만예정일을 추정하는데 활용하고자 발정출혈 개시일부터

혈중 progesterone 농도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 모든 견종에서 발정주기의 길이는 발정전기 8.14 ± 1.39 일, 발정기 9.19 ± 2.01 일, 발정휴지기가 55.38 ± 1.96 일로 나타났다. 임신기간은 모든 견종에서 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 허용한 날을 기준으로 하였을 때 65.61 ± 2.47 일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 63.21 ± 0.99 일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 수캐를 거부한 날을 기준으로 하였을 때는 54.51 ± 3.51 일 이었다. 따라서 분만일의 예측은 모든 견종에서 발정기 개시일을 기준으로 하였을 때 65일, 발정출혈이 시작된 날로부터 최초로 혈장 progesterone 농도가 4.0 ng/ml 이상으로 상승한 날을 기준으로 하였을 때 63일, 발정휴지기 개시일을 기준으로 하였을 때는 54일 후에 분만하는 것으로 산정하였다.

References

1. 김방실, 오기석, 김재풍, 배춘식, 김성호, 김종택, 박인철, 박상국, 손창호. Shih-tzu견에서 발정주기 동안 질세포 검사 및 번식 호르몬측정에 의한 교배적기 및 배란시기의 판정. 한국수정란이식학회지 2006; 21: 207-216.
2. 김방실, 이순애, 고진성, 황순신, 박철호, 오기석, 김종택, 박인철, 김영홍, 손창호. Shih-tzu견에서 혈장 progesterone 과 Estradiol-17 β 농도 측정에 의한 배란시기 및 교배적기의 추정. 한국임상수의학회지 2005; 22: 253-258.
3. 김정배. Miniature Schnauzer견에서 발정주기 동안 질세포 검사 및 난소호르몬 농도 측정과 임상적 응용. 전남대학교 대학원 박사학위논문. 2008. 1-60.
4. 김정배, 김방실, 문병권, 윤창진, 박철호, 문진산, 서국현, 오기석, 손창호. Miniature Schnauzer견에서 혈중 Estradiol-17 β 와 progesterone 농도 측정에 의한 배란시기의 추정. 한국임상수의학회지 2008; 25: 79-84.
5. 박상국. 초음파 검사에 의한 소형 애완견에서 임신진단에 관한 연구. 전남대학교 대학원 박사학위논문. 1998. 1-63.
6. 박철호, 양준열, 박준태, 이상호, 박인철, 김종택, 서국현, 오기석, 손창호. 소형견에서 발정주기 동안 질세포 검사에 의한 분만일의 예측. 한국수정란이식학회지 2013; 28: 25-30.
7. 손창호, 강병규, 최한선, 이나경, 신창록, 한호재, 윤용달. 진돗개에서 혈장 progesterone 농도 측정에 의한 배란시기 및 교배적기의 추정. 대한수의학회지 1997; 37: 899-909.
8. 양준열. 소형 애완견에서 질세포 검사의 임상적 응용. 전남대학교 박사학위 논문. 2018. 1-58.
9. Bell ET, Christie DW. Erythrocytes and leukocytes in the vaginal smears of the beagle bitch. Vet Rec 1971; 88: 546-549.
10. 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.
11. Cecchetto M, Milani C, Vencato J, Sontas H, Mollo A, Contiero B, Romagnoli S. Clinical use of fetal measurements to determine the whelping day in German shepherd breed bitches. Anim Reprod Sci 2017; 184: 110-119.
12. Christiansen IJ. Reproduction in the dog and cat. 1st ed. Bailliere Tindall, London. 1984. 41-45.
13. 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.
14. Concannon PW, Lein DH. Hormonal and clinical correlates of ovarian cycles, ovulation, pseudopregnancy, and pregnancy in dogs. In: Current Veterinary Therapy, 10th ed. Philadelphia: WB Saunders. 1989. 1269-1282.
15. Concannon PW, McCann JP, Temple M. Biology and endocrinology of ovulation, pregnancy and parturition in the dog. J Reprod Fertil 1989; 39: 3-25.
16. Concannon P, 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: 1819-21.
17. De Gier J, Kooistra HS, Djajadiningrat-Laanen SC, Dieleman SJ, Okkens AC. Temporal relations between plasma concentrations of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, estradiol-17 β , progesterone, prolactin, and α -melanocyte-stimulating hormone during the follicular, ovulatory, and early luteal phase in the bitch. Theriogenology 2006; 65: 1346-1359.
18. Feldman EC, Nelson RW. Canine and Feline Endocrinology and Reproduction. 2nd ed. Saunders, Philadelphia. 1996. 526-546.
19. Hegstad RL, Johnston SD. Use of serum progesterone ELISA tests in canine breeding management. In Kirk PW ed, Current veterinary therapy, XI. Small animal practice. Philadelphia: WB Saunders. 1992. 943-947.
20. Hollinshead F, Hanlon D. Factors affecting the reproductive performance of bitches: A prospective cohort study involving 1203 inseminations with fresh and frozen semen. Theriogenology 2017; 101: 62-72.
21. Hollinshead F, Hanlon D. Normal progesterone profiles during estrus in the bitch: A prospective analysis of 1420 estrous cycles. Theriogenology 2019; 125: 37-24.
22. Johnston SD, Root Kustritz MV, Olson PNS. Canine and Feline Theriogenology. 1st ed, Saunders, Philadelphia. 2001. 16-40.
23. Okkens AC, Hekerman TWM, De Vogel JWA, Haaften B. Influence of litter size and breed on variation in length of gestation in the dog. Vet Quart 1994; 13: 160-161.
24. Shille VM, Gontarek J. The use of ultrasonography for pregnancy diagnosis in the bitch. JAVMA 1985; 187: 1021-1025.
25. Thomassen R, Sanson G, Krogenaes A, Fougner JA, Andersen Berg K, Farstad W. Artificial insemination with frozen semen in dogs: A retrospective study of 10 years using a non-surgical approach. Theriogenology 2006; 66: 1645-1650.
26. Wright PJ. Application of vaginal cytology and plasma progesterone determinations to the management of reproduction in the bitch. J Small Anim Pract 1990; 31: 335-340.