

젖소의 분만 후 비정상적 난소 주기가 번식 성적에 미치는 영향

박수봉^{1,*} · 손준규¹ · 박성재¹ · 백광수¹ · 전병순¹ · 안병석¹ · 김현섭¹ · 박춘근²

¹농촌진흥청 축산연구소 낙농과, ²강원대학교 동물생명공학과

Effect of Abnormal Ovarian Cycle Postpartum on Subsequent Reproductive Performance in Holstein Cows

Soo-Bong Park^{1,*}, Jun-Kyu Son¹, Seong-Jai Park¹, Kwang-Soo Baek¹, Byeong-Soon Jeon¹,
Byeong-Seog Ahn¹, Hyeon-Shup Kim¹ and Choon-Keun Park²

¹Dairy Cattle Research Division, NLRI, RDA, Cheonan 330-801, Korea

²Department of College of Animal Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of abnormal ovarian cycle postpartum on subsequent reproductive performance of Holstein cows. The cows were considered to have resumed ovarian cyclicity on the day of ovulation if followed by regular ovarian cycles. Total 58.8 percentage of the cows (114/194) had normal resumption of ovarian cyclicity (resumption within 40 days after calving), and 41.2% (80/194) had delayed resumption (resumption did not occur until >40 days after calving). Delayed resumption Type I (one or more ovarian cycles with luteal phase >20 days, i.e. prolonged luteal phase; 17.5%) and delayed resumption Type II (first ovulation did not occur until \geq 40 days after calving, i.e. anovulation 22.7%) were the most common types of delayed resumptions. When compared with cows with a normal ovarian cycle, the cows of delayed resumption Type I had a lower 100 days AI submission, conception and pregnancy rates (84.2% vs 40.0%; $p<0.01$, 24.0% vs 21.4% and 20.2% vs 11.1%, respectively), and longer intervals to first AI and to conception (64.7 \pm 2.79 days vs 105.7 \pm 7.48 days and 105.1 \pm 7.16 days vs 133.7 \pm 11.17 days, respectively; $p<0.01$). Similarly, when compared with cows with normal ovarian cycles, the cows of delayed resumption Type II had lower 100 days conception and pregnancy rates (24.0% vs 20.0% and 20.2% vs 16.3%, respectively), and longer intervals to first AI and to conception (64.7 \pm 2.79 days vs 72.6 \pm 4.45 days and 105.1 \pm 7.16 days vs 120.8 \pm 12.33 days, respectively). In conclusion, abnormal ovarian cycles postpartum adversely affected reproductive performance, including AI submission rate, pregnancy rate, interval to first AI, and calving to conception interval in Holstein cows.

(Key words : Holstein cows, Ovarian cyclicity, Postpartum, Reproductive performance)

요 약

본 연구는 젖소의 분만 후 난소 주기 재개의 이상이 번식 성적에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행하였다. 정상적인 난소 주기가 진행이 되면 배란된 날에 난소 주기가 재개된 것으로 간주하였다. 공시우의 58.8%(114/194)가 정상적인 난소 주기의 재개를 하였고 41.2%의 소에서 난소 주기의 재개가 지연되었다. 배란 후 황체가 20일 이상 유지되는 난소 주기의 재개지연 I형(17.5%)과 분만 후 40일 이전에 첫 배란이 나타나지 않는 난소 주기의 재개지연 II형(22.7%)이 난소 주기 재개 지연의 일반적인 형태였다. 정상적인 난소 주기를 가진 개체와 비교해 보면, 황체가 연장된 소들의 분만 후 100일 이내의 인공수정 공시율, 수태율과 임신율은 더 낮고(각각 84.2 대 40.0%; $p<0.01$, 24.0 대 21.4%, 20.2 대 11.1%) 분만 후 첫 수정 일수와 공태 일수가 더 길다(각각 64.7 \pm 2.79 대 105.7 \pm 7.48일; $p<0.01$, 105.1 \pm 7.16 대 133.7 \pm 11.17일). 정상우와 무배란우를 비교해 보면, 100일 이내의 수태율과 임신율이 낮고(각각 24.0 대 20.0%, 20.2 대 16.3%) 분만 후 첫 수정 일수와 공태 일수가 더 길다(각각 64.7 \pm 2.79 대 72.6 \pm 4.45일, 105.1 \pm 7.16 대 120.8 \pm 12.33일). 결론적으로 젖소의 분만 후 비정상적인 난소 주기는 인공수정 공시율, 임신율, 첫 수정 일수와 공태 기간을 포함하는 번식 성적의 저하를 유발시킨다.

서 론

지난 40여 년간 젖소의 산유 능력과 관리 기술의 개선

* Corresponding author : Phone: +82-41-580-3383, E-mail: psb292@rda.go.kr

에 의해 두당 산유량은 급격히 증가해 왔지만 번식 효율은 지속적으로 저하되었다(Roche 등, 2000; Lucy, 2001). 결과로서 낙농가는 젖소의 생애 우유 생산성의 감소와 비 임신에 기인하는 도태 젖소의 교체 비용에 따르는 경제적 손실을 감수해야 한다. 경제적으로 이상적인 12개월의 분만간격을 얻기 위해서는 높은 발정 발견율, 합리적인 분만 후 첫 수정 일수의 유지와 높은 수태율이 전제되어야 한다(Pelssier, 1976). 그러나 젖소의 고능력화에 동반하여 분만 후 발정재귀의 지연, 발정발현의 이상, 수태율의 지속적 저하 등이 일반적 현상으로 등장하고 있다(Wiltbank 등, 2006). 젖소에서 분만 후 난소 기능의 재개는 다음의 수태율에 크게 영향을 미친다(Darwash 등, 1997; Smith와 Wallace, 1998). 최근 젖소의 분만 후 난소 주기의 재개에 있어서 황체기의 연장이나 첫 배란의 지연 등의 이상이 많이 발생하고(Lamming과 Darwash, 1998; Opsomer 등, 1998; Shrestha 등, 2004a) 이러한 난소 주기 재개의 이상은 수태율에도 영향을 미칠 수 있다. 분만 후 비정상적인 난소 주기의 재개를 보여주는 젖소는 정상우에 비해 공태 기간의 연장, 수태당 수정회수의 증가, 첫 수정시 수태율과 임신율의 저하를 보여준다(Lamming과 Darwash, 1998; Shrestha 등, 2004b). 그러나 낮은 수태율은 젖소 도태의 가장 중요한 요인임(Rajala-Schultz와 Grohn, 1999)에도 불구하고 국내에서는 전혀 연구된 바가 없다.

본 연구의 주요 목적은 국내의 환경에서 사육된 젖소의 분만 후 난소 주기 재개의 이상이 번식 성적에 미치는 영향을 구명하는 것이다.

재료 및 방법

공시우

본 연구의 자료는 축산연구소 축산자원개발부 낙농과에서 2004~2005년에 분만한 젖소에서 얻어졌다. 모든 공시 젖소는 분만 후 100일까지는 후리스톨에서 사육되었다. 실험 전기간 동안 한국표준사양관리 방법에 준하여 TMR 사료를 급여하여 사육하였다. 공시된 젖소들은 매일 두 번씩(0600과 1700 h) 착유하였다.

채혈 및 호르몬 분석

Progesterone(P₄) 농도 측정을 위해 젖소 분만후 194두를 공시하여 분만 후 2주째부터 7일 간격으로 12주간 채

혈하여 호르몬을 분석하였다. 채혈 방법은 오전 10~11시 사이 heparin 처리된 15 ml vacutainer를 사용하여 정맥맥에서 약 10 ml를 채혈하여 곧바로 실험실로 운반하였고, 6시간 이내에 3,000 rpm에서 원심분리 후 혈청을 분리하여 분석시까지 냉동 보존(-20℃)하였다. 혈중 P₄ 농도는 Progesterone kit(DELFA Progesterone kit, Inc, USA)를 이용하여 호르몬 분석기(WALLAC DELFIA FLUOROMETER)로 측정하였다.

다양한 난소 주기형의 정의 및 번식지표별 계산법

적어도 2번의 연속적으로 채혈된 혈액에서 프로게스테론의 수준이 ≥ 1 ng/ml 일 경우에 황체 활성을 가지고 있다고 간주하였다. 배란은 프로게스테론 수준이 ≥ 1 ng/ml로 증가되기 5일 전에 일어난 것으로 분류하였다(Shrestha 등, 2004a). 난소 주기의 재개는 약 2주의 황체기와 약 1주의 난포기를 보여주는 정상적인 주기가 따르면 배란으로 정의하였다. 프로게스테론의 수준 변화 특성에 따라 Table 1과 같이 분류하였다.

번식지표는 아래와 같이 계산한다.

- 100일 이내 인공수정율 : 분만 후 100일 이내 인공수정시킨 개체수를 수정 대상우의 수로 나눈 비율로 한다.
- 100일 이내 수태율 : 100일 이내 수태된 개체수를 그 기간 내에 수정한 개체수(인공수정을 한 번하든 여러 번하든 관계없이)로 나누어 계산하였다.
- 100일 이내 임신율 : 100일 이내 수태된 개체수를 수정 대상우의 수로 나누어 계산하였다.
- 210일 이내에 임신되지 않은 소의 비율 : 210일 이내로서, 임신되지 않은 개체수를 수정시킨 두수로 나누어 계산하였다.
- 분만 후 첫 수정 일수 : 분만 후 210일까지 수정한 개체중 분만일로부터 첫 수정일까지의 경과 일수
- 첫 수정시 수태율 : 첫 수정후 수태된 개체수를 210일 이내에 수정한 소의 수로 나누어 계산
- 공태 일수 : 분만 후 210일까지의 시험기간 내에 임신되지 못한 소들은 번식 성적의 비교지표로서 활용하기 위해 최종수정일 21일 후의 수정에 의해 임신된 것으로 추정하였다(Smith와 Wallace, 1998). 수정을 실시한 총개체수(임신 추정우)의 분만일로부터 최종 수정일까지의 평균일수
- 수태당 수정회수 : 분만 후 210일까지의 시험기간 내에 임신되지 못한 소들은 번식 성적의 비교지표로서 활용하기 위해 최종수정일 21일 후의 수정에 의해 임신된 것으로 추정하였다. 210일까지 수정을 실시한 총개체수(임신 추정우)를 총수정회수로 나누어 계산하였다.

Table 1. Defining of different types of resumption of ovarian cycles postpartum in dairy cows using P₄ levels

Type of resumption of ovarian cyclicity	Definition
Normal resumption of ovarian cyclicity	Ovulation occurred ≤ 40 days after calving, followed by regular ovarian cycles
Delayed resumption of ovarian cyclicity	Ovulation followed by regular ovarian cycles did not occur until >40 days after calving
Delayed resumption Type I	One or more ovarian cycles with luteal activity >20 days(prolonged luteal phase)
Delayed resumption Type II	First ovulation did not occur until >40 days after calving(delayed first ovulation)
Delayed resumption Type III	Absence of luteal activity for at least 14 days between the first and second luteal phase (cessation of cyclicity)

발정 발견과 인공수정

공시우들은 매일 두 번 착유 전후에 발정 상황을 관찰하였다. 대상우는 Kamar heatmount detector(Kamar Inc., Steamboat Springs, CO)를 미근부에 부착하고 발색의 상태에 의해 승가 허용 여부를 판정하고 질 점액의 유출, 질부의 팽윤 등의 이차증상을 동반하는 승가 행위를 보이면 발정이라 판정하였다. 분만 후 40일의 잠정적 수정대기 기간(voluntary waiting period)을 지나 발정을 보이는 개체는 인공수정을 실시하였다. 수정 후 60일이 경과하면 직장검사법에 의해 임신 여부를 판정하였다. 공시우들은 시험 전기간 동안 호르몬 치료에 의한 치료를 하지 않았다.

통계분석

통계학적 분석은 SAS program을 이용하였다. 100일 이내의 인공수정율, 수태율과 임신율 및 210일 이내의 임신율과 첫 수정 수태율 등은 Chi-square test에 의해 분석되었고 한 구의 분석수가 5 이하일 경우에는 Fisher's exact test를 활용하였다. 분만 후 첫 수정 일수와 공태 일수는 General linear model로 분석하였다.

결 과

그림 1에 분만 후 난소 주기 재개의 몇 가지 형을 프로게스테론의 수준 변화로 나타내었다. 총 194두의 젖소중 114두(58.8%)만이 정상적인 난소 주기 재개를 보여주었고 나머지 젖소(41.2%)들은 난소 주기 재개의 지연을 보여주었다(Table 2). 후자의 소들에서 34두(17.5%)는 황체기의 연장을 보여주는 난소 주기 재개 지연 I형, 44두(22.7%)는 첫 배란이 지연되는 난소 주기 재개지연 II형, 2두(1%)는 난소 주기가 없어지는 난소 주기의 재개지연 III형이었다.

난소 주기가 정지하는 난소 주기의 재개 지연 III형(Delayed resumption Type III)의 발생 빈도는 낮기 때문에 난소 주기의 재개형이 번식에 미치는 영향의 분석에는 배제되었다. 황체기가 연장되는 난소 주기 재개지연 I형의 분만 후 100일 이내 인공수정 공시율은 40%로서 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 개체(84.2%)에 비해 유의적($p < 0.01$)으로 낮았다. 100일 이내 수태율은 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 구와 난소 주기 재개지연 I형의 구에서 각각 24와 21.4%로서 차이가 없었다. 그러나 100일 이내 임신율에 있어서는 난소 주기 재개의 지연에 의해 인공수정에 공시하는 개체가 적기 때문에 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 구와 난소 주기 재개지연 I형의 구에서 각각 20.2와 11.1%로서 유의적($p < 0.05$)인 차이를 보인다. 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 우군과 난소 주기 재개지연 I형의 우군에서 분만 후 첫 수정 시기($p < 0.01$)는 각각 64.7과 105.7일, 공태 기간은 각각 105.1과 133.7일로서 큰 차이를 보였다. 그러나 난소 주기 재개지연 I형 우군의 첫 수정의 수태율과 수태당 종부횟수는 각각 16.4%와 2.4회로서 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 우군(21.7%와 1.82회)에 비해 유의적인 차이를 보여주지 않았다.

첫 배란이 지연되는 난소 주기 재개지연 II형의 분만

후 100일 이내 인공수정 공시율은 81.4%로서 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 개체(84.2%)와 비슷한 수준을 보여 주었다. 또한 100일 이내 수태율도 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 구와 난소 주기 재개지연 II형의 구에서 각각 24와 20.0%로서 차이가 없었다. 그러나 100일 이내 임신율에 있어서는 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 구(20.2%)에 비해 난소 주기 재개지연 II형의 구는 16.3%로서 조금 낮은 경향을 보여준다. 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 우군과 난소 주기 재개지연 II형의 우군에서 분만 후 첫 수정 시기는 각각 64.7과 72.6일, 공태 기간은 각각 105.1과 120.8일로서 지연의 경향을 보여준다. 또한 난소 주기 재개지연 II형 우군의 첫 수정의 수태율과 수태당 종부횟수는 각각 15.0%와 2.36회로서 정상적인 난소 주기의 재개를 보여준 우군(21.7%와 1.82회)에 비해 효율이 낮아지는 경향을 보여준다.

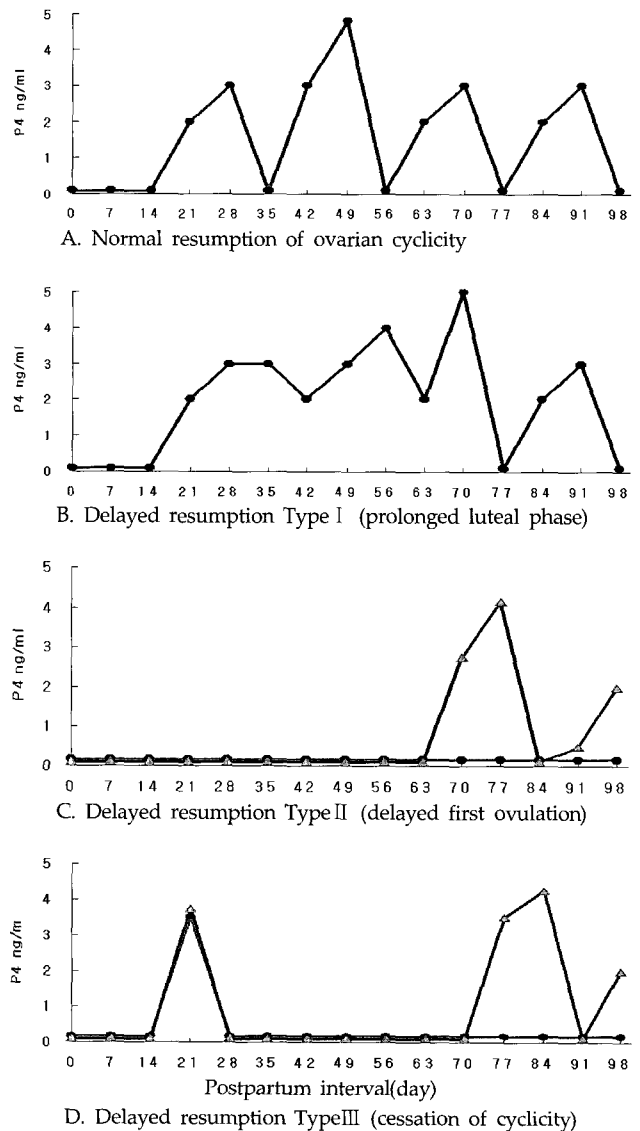


Fig. 1. Different types of resumption of postpartum ovarian cyclicity in Holstein cows with representative progesterone profiles.

Table 2. Incidence of different types of ovarian cycles during the preservice period in postpartum dairy cows

	No. of cows	Percentage
Normal ovarian cycles	114	58.8
Abnormal ovarian cycles		
Prolonged luteal phase(Type I)	34	17.5
Anovulation(Type II)	44	22.7
Cessation of cyclicity(Type III)	2	1.0
Sub-total(abnormal ovarian cycles)	80	41.2
Total	194	100.0

고찰

약 40%의 젖소가 분만 후 난소 주기의 재개가 지연됨을 보여주었고 그 지연의 발생율은 젖소의 난소 주기 재개지연의 사례를 보고한 초기 연구 결과(Opsomer 등, 1998; Lamming과 Darwash, 1998)보다는 더 심했으나 최근의 일본에서 고능력우군으로 검토된 Shrestha 등(2004a)의 연구 결과보다는 적었다. 특히 황체가 연장되는 난소 주기의 재개지연 I형(Delayed resumption Type I)의 발생율은 난소 주기 지연의 전체 증가의 주요 요인으로 나타났다. 정의는 조금 다르지만 Bulman과 Lamming(1977)의 연구 결과에서는 단지 1.5%에 불과했으나 본 연구의 17.5%와 Shrestha 등(2004b)의 35.2% 발생율과 비

교해 보면 지난 30년간에 큰 변화가 있음을 알 수 있다. 그러나 분만 후 첫 배란이 지연되는 난소 주기의 재개지연 II형(Delayed resumption Type II)은 기존 보고의 결과와 비슷한 수준이었다. 본 연구와 다른 연구(Opsomer 등, 1998; Shrestha 등, 2004a)에서는 난소 주기가 정지하는 난소 주기의 재개지연 III형(Delayed resumption Type III)의 발생율이 5% 이하에 불과하지만 Lamming과 Darwash(1998)은 10% 이상으로 빈도가 높다고 보고하였다. 본 연구와 Shrestha 등(2004a)의 연구는 후리스틀에서 사사관리를 한 반면에 다른 연구(Lamming과 Darwash, 1998; Opsomer 등, 1998)는 초지에 방사 관리에 의해 연구가 수행되었고, 사사 관리의 경우 방사에 비해 비정상적인 난소 기능의 발생의 위험이 높다는 것은 일반적이다(Opsomer 등, 2000). 난소 주기 재개의 이상율이 높은 Shrestha 등(2004b)의 연구는 고능력우만을 대상으로 연구한 결과이다. 이러한 환경적 요인과 산유 능력의 차이에 의해 이상성 발생의 정도는 차이가 있다고 추론되어진다.

황체가 연장되거나 배란이 지연되는 비정상적인 난소 주기를 가진 젖소의 번식 효율은 정상적인 난소 주기를 가진 개체에 비해 아주 낮아진다. 특히 황체의 연장을 특징으로 하는 난소 주기의 재개지연 I형(Delayed resumption Type I)의 100일 이내의 인공수정 공시율, 수태율과 임신율은 정상적인 난소 주기를 가진 개체에 비해 낮았다. 또한 첫 수정 일수와 공태 일수도 정상적인 개체에 비해 길어졌다. 이러한 결과는 기존 보고들(Lamming과 Darwash, 1998; Shrestha 등, 2004b)과 같은 경향을 보여주고 있다. 무배란의 이상을 보여주는 개체들은 100일 이내의 수태율과 임신율이 정상우군에 비해 더 낮고 첫 수정 일수와 공태 일수도 더 연장이 된다. 정상우군에 비해 수태당 중부회수도 늘어나고 첫 수정시 수태

Table 3. Reproductive performance of cows with normal ovarian cycles, prolonged luteal phase and anovulation during the pre-service postpartum period

	Normal ovarian cycles	Prolonged luteal phase (Type I)	Anovulation (Type II)
No. of cows examined	114	35	43
No. of cows inseminated \leq 100 days postpartum	96	14	35
AI submission rate \leq 100 days postpartum (%)	84.2(96/114)	40.0(14/35)**	81.4(35/43)
Conception rate \leq 100 days postpartum (%)	24.0(23/96)	21.4(3/14)	20.0(7/35)
Pregnancy rate \leq 100 days postpartum (%)	20.2(23/114)	11.1(3/35)*	16.3(7/43)
No. of cows inseminated \leq 210 days postpartum	106	25	40
Mean (\pm S.E.) interval to first AI (days)	64.7 \pm 2.79	105.7 \pm 7.48**	72.6 \pm 4.45
First AI conception rate (%)	21.7(23/106)	16.4(4/25)	15.0(6/40)
No. of cows conceived \leq 210 days postpartum	45	10	14
Calving to conception interval (days) for pregnant cows (mean \pm S.E.)	105.1 \pm 7.16	133.7 \pm 11.17	120.8 \pm 12.33
No. of AI per conception(for pregnant cows; LS means)	1.82	2.40	2.36

* $p < 0.05$.

** $p < 0.01$, differ with that of normal resumption cows.

율은 저하되는 경향을 보인다. 이러한 결과는 Lamming과 Darwash(1998)의 보고와는 유사한 경향을 보이지만 첫 수정시 수태율(0%)의 극단적인 저하를 보여준 Shrestha 등(2004b)의 보고와는 차이가 있다.

분만 후 난소 주기의 재개와 관련한 이상이 어떻게 번식 효율을 저하시키는지는 본 연구에서는 잘 알 수가 없다. 그러나 Shrestha 등(2004b)은 황체기의 연장을 보여주는 난소 주기의 재개지연 I형의 개체는 자궁 오염과 자궁 회복 지연과 같은 비정상적인 자궁환경과 관련이 있음을 지적하였고 자궁의 오염을 가진 개체들은 더 낮은 수태율을 보여준다(Opsomer 등, 1998; Opsomer 등, 2000). 그러므로 자궁 오염에 의해 황체기가 연장되어지는 이상이 발생하고 그로 인해 수태율이 저하되었다고 사료된다. 무배란의 이상을 보이는 개체는 정상적인 난소 주기를 보여주는 소에 비해 비유 초기에 더 많은 body condition score(BCS)의 감소를 보여준다(Opsomer 등, 2000; Shrestha 등, 2004b). 이는 무배란의 이상을 보이는 개체가 비유 초기에 더 심한 에너지 부족 상태에 있음을 나타내고 비유 초기의 BCS 저하는 낮은 수태율의 위험요소이다(Butler, 2001). 임신이 되는 개체는 임신되지 않은 개체에 비해 수정 전(Folman 등, 1973; Fonseca 등, 1983)과 수정 후(Butler 등, 1996; Mann과 Lamming, 1999)의 난소 주기에서 혈중 프로게스테론의 수준이 더 높다. 분만 후 첫 난소 주기의 황체기중 프로게스테론의 혈중 농도는 낮지만 다음의 2~3주기에서는 점차 증가한다(Villa-Godoy 등, 1988; Spicer 등, 1990; Staples 등, 1990). 더구나 에너지 부족 상태가 지속되면 첫 번째 난소 주기 이후의 주기에서도 프로게스테론의 증가가 둔화된다(Villa-Godoy 등, 1988; Spicer 등, 1990). 그러므로 난소 주기의 재개지연을 보인 개체는 수정전의 난소 주기의 발현 부족에 의해 프로게스테론의 혈중 농도가 낮고 그로 인해 수태율 저하가 초래될 수도 있다고 사료된다.

결론적으로 국내에서 사육되는 젖소군에서도 분만 후 비정상적인 난소 주기를 가진 개체의 발생 빈도가 높고 특히 황체기가 연장과 무 배란이 난소 주기 이상의 대표적 형태였다. 기전과 요인에 대해서 명확하지 않지만 이러한 난소 주기의 이상에 의해 번식 성적 저하가 초래되고 있고 전환기와 비유 초기의 적절한 영양 관리에 의해 난소 주기 이상의 발생을 예방할 수 있고 번식 효율을 증진할 수 있다고 사료된다.

인용문헌

- Bulman DC, Lamming GE (1977): Cases of prolonged luteal activity in the non-pregnant dairy cow. *Vet Rec* 100:550-552.
- Butler WR (2001): Nutritional effect on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in postpartum dairy cows. *Anim Sci* 26:133-145.
- Darwash AO, Lamming GE, Woolliams JA (1997): The phenotypic association between the interval to postpartum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *Anim Sci* 65:9-16.
- Folman Y, Rosenberg M, Herz Z, Davidson M (1973): The relationship between plasma progesterone concentration and conception in postpartum dairy cows maintained on two levels of nutrition. *J Reprod Fertil* 34:267-278.
- Fonseca FA, Britt JH, McDaniel BT, Wilk JC, Bakes AH (1983): Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effect of age, milk yield, clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrus cycles, detection of estrus and conception rate and days open. *J Dairy Sci* 66:1128-1147.
- Lamming GE, Darwash AO (1998): The use of milk progesterone profiles to characterize components of subfertility in milked dairy cows. *Anim Reprod Sci* 52:175-190.
- Lucy MC (2001): Reproductive loss in highproducing dairy cattle: Where will it end? *J Dairy Sci* 84:1277-1293.
- Mann GE, Lamming GE (1999): The influence of progesterone during early pregnancy in cattle. *Reprod Domest Anim* 34: 269-274.
- Opsomer G, Coryn M, de Kruif A (1998): An analysis of ovarian dysfunction in high yielding dairy cows after calving based on progesterone profiles. *Reprod Dom Anim* 33:193-204.
- Opsomer G, Grohn YT, Hertl J, Coryn M, Deluyker H, Kruif A (2000): Risk factors for postpartum ovarian dysfunctions in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology* 53:841-857.
- Pelssier CL (1976): Dairy cattle breeding problems and their consequences. *Theriogenology* 6:575-583.
- Rajala-Schultz PJ, Grohn YT (1999): Culling of dairy cows. Part III. Effects of diseases, pregnancy status and milk yield on culling in Finnish Ayrshire cows. *Prevent Vet Med* 41: 295-309.
- Roche JF, Mackey D, Diskin MD (2000): Reproductive management of postpartum cows. *Anim Reprod Sci* 60:703-712.
- Shrestha HK, Nakao T, Higaki T, Suzuki T, Akita M (2004a): Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows. *Theriogenology* 61:637-649.
- Shrestha HK, Nakao T, Suzuki T, Higaki T, Akita M (2004b): Effects of abnormal ovarian cycles during pre-service period postpartum on subsequent reproductive performance of high-producing Holstein cows. *Theriogenology* 61: 1559-1571.
- Smith MCA, Wallace JM (1998): Influence of early postpartum ovulation on the reestablishment of pregnancy in the multiparous and primiparous dairy cattle. *Reprod Fertil Dev* 10:207-216.
- Spicer LJ, Tucker WB, Adams GD (1990): Insulin-like growth factor-1 in dairy cows relationships among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrus behavior. *J Dairy Sci* 73:929-937.
- Staples CR, Thatcher WW, Clark JH (1990): Rela-

- fionship between ovarian activity and energy balance during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J Dairy Sci* 73:938-947.
19. Villa-Godoy A, Hughues TL, Emery RS, Chapin LT, Fogwell RL (1988): Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 71:1063-1072.
20. Wiltbank M, Lopes H, Sartori R, Sangsritavong S, Gumen A (2006): Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 65:17-29.
(접수일자: 2006. 8. 12 / 채택일자: 2006. 9. 11)