

: 최근 국내 · 외의 젓소의 번식생리에 관한 연구 소고

최근 홀스타인 경산우는 체격이 대형화함과 동시에 유전적 개량에 의해 비유량이 증가하고 있으나, 비유량이 증가하는 한편, 번식성적의 저하가 전 세계적인 문제로 되고 있다.

미국의 경우, 젓소의 첫 인공수정 수태율은 1951년의 약 65%에서 1996년 약 40%까지 저하하였다는 보고도 있다(Butler 등). 또한 영국에서도 과거 25년간에 수태율이 약 50%에서 35%까지 저하하여 40%를 밑돌고 있으며(Cook 등), 일본의 경우도 마찬가지로 복해도 젓소의 첫 수정 수태율은 40%를 밑돌고 있다는 것으로 미루어 우리나라의 경우도 이와 유사한 성적이나 좋지 않을 것으로 사료된다. 더구나 수태율의 저하와 아울러 분만간격(평균공태일수)는 매년 연장되고, 현재 고능력 젓소에서 번식성적의 향상은 해결과제로, 세계각국에서는 번식성적저하의 요인 및 대책에 대한 많은 연구가 이뤄지고 있다.

따라서 고능력 젓소에서 유량, 부(負, -)에너지 균형 및 BCS 등이 번식성적에 미치는 영향 등에 대해 국내 · 외의 수집 논문, 자료 등을 정리하여 대동물임상수의사들에게 도움을 주고자 소개하고 저 한다.

1. 번식성적 저하의 요인

고능력 젓소에서 번식성적의 저하의 요인으로는 많은 보고가 있으며, 비유량과 수태율에는 부(負, -)의 상관관계가 있으며(Lucy), 젓소가 영양부족이나 부(負, -)에너지 균형에 빠지면, IGF-1농도가 저하하여 인슐린 방출의 저하나 성장호르몬의 receptor 농도가 감소한다(Web등).

자궁내막염, 난산, 제병, 유방염, 후산정체 등의 대사성질환이 첫 수정수태율의 저하에 영향을 주며(Bouchard and Tremblay), 비유량이 많은 소일수록 분만 후 BCS의 저하비율이 크고, 첫 배란이 지연된다는 보고(Sakaguchi)하였고, 분만 후 첫 수정율은 산차가 높을수록 저하하고, 미경산 및 초산우에 비해 2산 및 3산째 이후의 수태율은 현저하게 저하한다.

고능력우의 번식생리의 특징은 사료섭취량이 많고, 기초대사가 활발하기 때문에 혈액순환이 활발함으로 인해 혈액중 inhibine이나 간에서 steroid hormone이 분해되어 혈중농도가 부족하여 발정주기의 난조를 초래하여 번식성적에 영향을 주는 것으로 추정되며, 고능력우의 영양상태가 번식성적에 영향을 주는 중요한 요인으로 사료된다.

번식성적에 영향을 주는 요인중 하나로서는 분만 후의 초기 황체가 연장한 경우에, 자궁회복이 지연되어 번식성적의 저하의 요인으로 될 가능성이 있으며, 이는 젓소의 대사기구의 장애로 사료된다.

통상적으로 생체내에서는 에너지 부족에 빠지면, 피하지방내의 중성지방이 분해되어 혈액중의 유리



류 일 선
수의산과학박사
국립축산과학원 수의연구관
lriisryu@korea.kr

지방산(NEFA)농도가 증가하여 간에 이행하여 에너지 공급을 하나, 고능력우에서는 분해 후의 부(負, -)에너지 균형 및 분만 전후의 BCS 변동이 큰 경우에 간에 이행하는 NEFA 량이 간내에서 처리능력을 초과하여 중성지방으로 서 간에 축적함에 따라 간기능이 저하되어 steroid hormone의 생성·분해능력이 저하되어 자궁회복의 지연요인이 되는 것으로 사료되나, 불명한 점이 많기 때문에 간기능과 번식기능의 관계에 대해 많은 연구가 필요하다. 따라서, 번식성적의 저하에는 다수의 요인이 관여하고 있으며, 특히 영양이 중요한 요인으로 사료된다.

〈 표 1. 세계 각국에서 젖소의 수태율 저하의 현황 〉

국가명	번식항목	번식 성적(보고자, 보고 연도)
미국	20년간 첫 수태율	연 평균 0.45%저하(Butler 등, 1989, 1999)
	20년간 AI 회수	평균 1.75회~3회 이상으로 증가(Lucy, 2001)
영국	20년간 첫 수정수태율	연 평균 1.0% 저하(Royal 등, 2000)
	25년간 수태율	50%에서 35%로 저하(Cook, 2009)
네덜란드	10년간 첫 수태율	55.5%에서 45.5%로 저하(Jorristma 등, 2000)
아일랜드	11년간의 수태율	64.9%에서 57.15로 저하(Mee 등, 2004)
	11년간의 수태 AI 회수	평균 1.54회에서 1.75회이상으로 증가(Mee 등, 2004)
프랑스	10년간의 첫 수정수태율	1988년부터 1997년의 사이에 15%저하(chevalier 등, 1999)
캐나다 (퀘벡주)	10년간의 첫 수정수태율	초산우 : 49%에서 43%저하(Astip, 2003)
		경산우 : 465에서 395로 저하(Astip, 2003)

〈 표 2. 일본에서 고능력 젖소의 번식성적의 변화 내역(일본 가축개량사업단 젖소우군검정성적시험결과) 〉

연도	1985	2008
연령(월)	41	49
산차	2.8	2.7
첫 분만연령(월)	27	25.6
분만간격(일)	405	431
공태일	122	155
첫 수정일	87	91
미경산우 첫 수정연령(월)	16	15
수태당 수정회수	1.9	2.3

2. 유량과 번식성적의 관계

최근 세계적으로 비유량이 증가하는 경향을 보이고 있으며, 일반적으로 비유량이 증가하는 것이 최근의 번식기능저하의 요인이고, 비유량이 많은 소일수록 발정지속시간이 짧아지는 경향을 나타내며(Wiltbank 등), 과거 50년간의 비유량함파와 동시에 허용(standing) 및 승가(mounting)행동의 발현율과 첫 수정수태율이 저하한다(Dobson).

비유 초기에서 분만 후 비유량의 증가율이 높은 소는 첫 배란일의 지연을 일으키는 경향을 있으며(Kawashima 등), 일본의 경우에서도 2009년도의 홀스타인종의 1두당 305일 유량의 전국평균은 9,217kg로 전년도에 비해 70kg 증가하였고, 이중 북해도는 9,154kg, 도도부현이 9,369kg에 이르고 있다(2009, 일본 가축개량사업단 우검정성적).

3. 부(負, -)에너지 균형 및 대사성질환이 번식기능에 미치는 영향

부(負, -)에너지균형이란 분만후의 급격한 비유량의 증가에 대한 에너지 요구량이 에너지 섭취량(건물섭취량)을 상회하여 불균형인 상태에 빠지는 것을 말하며, 이 부(負, -)에너지균형은 번식성적의 저하, 지방간, 케토시스 등의 대사성 질환의 원인의 하나이다. 또한 부(負, -)에너지균형의 변동비율이나 기간은 유전적 요인, 분만전 BCS, 유량이나 사료 섭취량에 의해 좌우된다(Wathes 등).

젖소의 각종 대사성질환의 발병이 첫 수정 수태율에 영향을 주며, 자궁내막염, 난산, 제병, 유방염, 후산정체, 난소낭종을 발병한 소의 첫 수정 수태율은 비 발병우에 비해 각각 8.0%, 6.0%, 4.3%, 2.8%, 2.5%, 0.8%의 저하가 인정되었다(Bousquet 등).

제병의 스트레스가 우세난포로부터 방출되는 estrogen을 촉진해서 LH Pulse의 저하를 유발한다(Dobson 등). 분만 후의 부(負, -)에너지균형이 간장내의 triacylglycerol(triglycerides=지방산으로부터 만들어진 가장 간단한 지방질은 트리아실글리세롤(triacylglycerol)로, 일반적으로 트리글리세리드, 지방 또는 중성 지방 이라고 부르기도 하며, 트리아실글리세롤은 3개의 지방산과 그들이 각각 에스테르 결합을 하고 있는 1분자의 글리세롤로 이루어져 있다.)의 축적이 번식성적에 영향을 준다(Jorritama 등). 산육기에 있어서 동, 아연 등의 미량미네랄의 섭취량이 부족을 보충하는 것은 분만후의 유방염을 포함한 대사성 질환의 발생이나 난포낭종을 감소시켜 첫 배란이나 첫 수정수태율을 향상시킨다(Nigaido 등). 비유량과 번식성적의 관계에서는 비유량의 증가가 번식성적의 저하에 미친다는 많은 보고가 있으나, 그 영향은 부(負, -)에너지 균형이나 대사성 질환의 발병 등의 요인이 관여하는 영향에 비하면 크지 않다는 보고도 있으며, 고능력우이면서 우수한 번식성적을 가진 개체나 우군이 있다는 보고도 적지 않으므로 고능력우가 반드시 번식성적의 저하의 직접적인 요인은 아니라고 말할 수가 있다.

상기의 제반 보고로부터 분만 전후의 건물 섭취량의 저하에 의한 부(負, -)에너지균형이나 영양관리의 부실이 대사성 질병을 가져와 번식성적의 저하를 초래하는 것으로 사료된다.

4. BCS와 번식성적

고능력우의 번식기능의 회복 및 번식성적은 분만전후의 BCS 추이가 크게 영향을 영향을 주고, 분만후의 BCS의 저하비율이 큰 젓소는 유량이 많아 첫 배란이 지연되는 경향을 보이고(Kabetani 등), 게다가 비유량이 최대치까지의 도달일수 및 고 비유지속시간이 짧고, BCS의 저하가 작은 우군은 분만후의 BCS의 회복이 짧아 공태일수가 짧아지고, 비유곡선과 분만 전후의 BCS의 추이가 공태일수에 영향을 줄 가능성을 지적하고 있다.

또한 분만 전후에 주는 사료가 BCS의 상태 및 그 후의 번식성적에 영향을 주며(Darko 등, De Feu 등), BCS의 상태가 적절한 젓소는 과비 및 삭적인 BCS에 있는 젓소에 비해 공태일수가 짧고, 인공수정회수도 적고(Hussein), BCS의 감소 패턴은 유량이 다른 미경산우와 경산우에서는 차이가 있었으나, 체중에서는 양자간에 차이가 없었고, 분만 후의 체중은 BCS보다도 빨리 회복하기 때문에 분만 후의 이른 시기부터 난소기능회복지표로서 이용할 수가 있다고 지적하고 있다(Sakaguchi).

따라서 고능력 또한 양호한 번식성적을 유도하기 위해서는 적절한 사양관리를 하는 것이 무엇보다도 중요하며, 적절한 사양관리로서는 close-up 기의 영양관리나 BCS 등의 개체관리를 할 것, 분만 후의 부(負, -)에너지 균형에 빠지는 시기를 단축할 것, 조사료 및 농후사료의 품질관리를 적절하게 할 것, 사양관리에 있어서는 소의 스트레스의 경감 및 대사성 질병의 예방조치를 할 것 등을 들 수가 있다. 상기 제반 사항을 볼 때, 고비유우에서 BCS 및 체중은 번식성적을 개선하기 위한 영양관리 및 사양관리의 지표로서 이용가능하다고 사료된다.

5. 고능력우의 군관리 및 개체관리와 번식성적

번식성적은 개체간 및 우군간에서 크게 차이가 있는 것으로 추정되며, 고능력우 우군간에서는 유량이 동일 수준에 있어도 분만 후의 번식기능회복에 개체차가 있으며(Kabetani 등), 분만 후의 평균 첫 발정일수는 55일(초산우 48일, 경산우 63일)로 개체간에 큰 차이가 있고, 유량이 많은 개체일수록 첫 발정일은 지연된다(Sakaguchi 등).

높은 생산능력을 가진 우군은 우군레벨에서의 수태율도 높으며(Stevenson 등), 9,684농가의 젓소 우군과 저어지 우군의 비유량과 번식성적을 조사한 결과, 높은 높은 비유능력을 가진 우군은 양호한 번식성적이었으며(Stevenson 등), 4,550농가의 우군에서 번식성적을 조사한 결과, 높은 비유능력을 가

진 우균은 발정발현율이 높고, 공태일수는 짧아지는 경향이였다(Nebel 등). 이러한 요인으로서는 영양 및 사양관리 방법이 비유량 및 번식성적에 영향을 주며, 저 비유우의 선발은 양호한 번식성적을 도출할 수가 없으나, 우수한 관리는 높은 비유량 및 수태율을 이룰 수가 있다(Lopez-Gatusi 등).

〈 표 3. 고능력 젖소에서 번식성적(Dochi 등, 2009) 〉

구분	평균±표준편차	최소값	최대값
산차	3.2±1.4	2	7
첫 배란일(일)	30.1±24.5	8	126
첫 발정일	64.4±55.9	18	149
첫 수정일	90.6±22.1	57	129
공태일	151.3±55.8	66	270
수태당 수정회수	2.8±1.4	1	7

분만 후 조기 배란 유무에 따른 수태율을 조사한 결과, 분만 후 조기에 배란하는 젖소는 공태일수 및 첫 수정일이 짧아지고 수태율이 높다(Kawashima 등).

〈 표 4. 임신우와 비임신우간에 난포 및 황체크기 비교(Dochi 등, 2009) 〉

구분	공시 두수	발정시 난포 크기(cm)	AI후 7일째 황체크기(cm)	우유 생산 (kg/일)
임신우	29	2.0±0.4	2.9±0.5	37.0±7.8
비임신우	59	2.0±0.4	2.8±0.6	40.2±7.3
총계	88	2.0±0.4	2.8±0.6	39.4±6.9

허용(Standing)행동을 발정개시 후 4시간에서 12시간에 인공수정을 하는 것이 가장 높은 수태율을 나타냈으며(Dtansfield), 발정개시 후 8시간에서 12시간에 인공수정을 하는 것이 가장 높은 수태율을 나타냈다는 보고(Kabetani 등)로부터 적기에 인공수정을 하는 것도 중요하다고 사료된다.

〈 표 5. 고능력 젖소에서 AI 시간이 수태율에 미치는 영향(Dochi 등, 2009) 〉

구분	발정 개시 후 AI 시간			
	<8	8-12	12.1-16	>16
AI 두수	6	24	38	21
임신 두수	2	11	13	2
수태율(%)	33.3	45.8	34.2	14.3

또한 건유기간을 단축하면 첫 배란일, 첫 수정일 및 공태일수가 짧아지게 되고, 첫 수정수태율이 향상된다(Grummer 등). 상기의 보고로 미뤄 개체간 및 우군간에는 비유량 및 번식성적에 차이가 있고, 그 요인으로서 관리자가 실시하는 젓소의 영양 및 사양관리방법의 차이에 따라 좌우되는 것으로 사료되며, 따라서 개체관리 및 우군관리가 적절하게 이뤄지는 것이 번식성적의 향상이나 비유량의 증가를 이룰 수가 있다.

이상으로 고능력 젓소에서 유량, 부(負, -)에너지 균형 및 BCS 등이 번식성적에 미치는 영향 등에 대해 국내·외의 수집 논문, 자료 등을 정리하였는 바, 대동물임상현장에서 활약하고 있는 수의사들에게 도움이 되었으면 한다. 