

젖소에 있어서 삭제(削蹄)가 유량 및 유성분에 미치는 영향

백광수 · 박수봉 · 박성재 · 김현섭 · 김재기 · 이왕식 · 이현준 · 기광석 ·
허태영 · 강석진 · 서국현 · 진병순 · 안병석 · 손준규
농촌진흥청 축산연구소 낙농과

Effect of Claw Trimming on Milk Yield and Its Composition in Lactating Dairy Cows

K. S. Baek, S. B. Park, S. J. Park, H. S. Kim, J. G. Kim, W. S. Lee, H. J. Lee,
K. S. Ki, T. Y. Hur, S. J. Kang, G. H. Suh, B. S. Jeon, B. S. Ahn and J. K. Son

National Livestock Research Institute, R.D.A.

SUMMARY

This study was carried out to investigate effect of claw trimming on milk yield and its composition in Holstein at different lactation stages.

1. There was no difference in daily milk yield between control and claw trimming in early, mid and late lactating Holsteins.
2. Somatic cell count (SCC) was lower in early lactation and it was higher in late lactation when claws were trimmed in Holstein. However, claw trimming did not affect SCC during mid lactation in Holstein.
3. Milk fat, protein and total solids were decreased during late lactation in Holstein after claw trimming. However, milk composition was not affected by claw trimming in early and mid lactating Holsteins.

(Key words : claw trimming, Holstein, milk composition, milk yield, somatic cell count)

서 론

젖소는 유방염, 발굽 질병, 불규칙적인 소음, 여름철의 고온, 물리적 자극 등 각종 스트레스에 매우 민감하게 반응하는 동물이다. 이러한 스트레스 요인 중에서도 발굽 질병은 심한 통증을 수반하면서 유량 감소, 체중 감량, 번식 장애 발생률 증가, 고능력우의 조기 도태, 진료 위생비의 증가 등 낙농 농가에 많은 손실을 주고 있다. 발굽 질병으로 인한 경제적 손실을 보면 번식 장애가 35.5%로 가장 높고 그 다음이 조기 도태 27.0%, 유량 감소 20.0%, 치료비 17.5%로 보고하고 있다(정, 1994).

근래에는 발굽 질병의 경중에 따라 보행 자세 지수로 평점을 매기는 방법(Boettcher 등, 1998 ; Sprecher 등, 1997 ; Manson과 Leaver, 1988a)을 제시하여 보행 자세 지수에 따라 번식, 유량, 유질에 미치는 영향을 분석한 연구 결과가 농가에 보급되고 있고 보행 자세 지수에 따라 발굽 질병에 대처하는 기술도 개발되고 있다(농촌지도사업 활용자료, 2005). 특히 보행 자세 지수는 유 생산성과도 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Juarez 등, 2003). 발굽 질병은 국내뿐만 아니라 세계적으로 증가 추세에 있는 질병으로 현대적인 목장에서 우군 관리시 3대 질병인 번식 장애, 유

* Correspondence : E-mail : bks@rda.go.kr

방염과 함께 가장 문제시되는 질병중의 하나로 인식되어 가고 있다(정, 1995). 발굽 질병은 외국의 경우 7~25%의 높은 발생률이 보고되고 있고 국내의 경우도 1994년에 20.7%로 높은 발생률이 보고되었으며(정, 1994), 최근에는 21.2%가 보고(축산시험연구보고서, 2005)된 바 있다. 발굽 질병은 사양 관리, 무기물 공급, 삭제, 소독조(세죽장), 우사 및 운동장의 시설을 합리적으로 관리함으로써 예방이 가능하다. 특히 정기적인 삭제는 건강한 발굽 형성을 촉진하여 파행증 예방에 도움이 된다고 한 보고(Vermunt, 1999), 삭제를 실시할 경우 파행증의 발생이 감소되고 질병 기간도 단축되었다는 보고(Manson과 Leaver, 1988b) 및 정기적인 삭제는 발굽 질병의 예방에 극히 중요하다고 밝힌 보고(岡田 啓司, 2005)에서도 시사하는 바와 같이 삭제는 발굽 질병 예방을 위해 1년에 2회 정도 관리해야 하는 매우 중요한 관리중의 하나이지만(Vermunt, 1999 ; 김, 1985) 축산연구소에서 155 농가를 대상으로 조사한 결과(축산시험연구보고서, 2004)에 의하면 1년에 2회 이상 전 개체를 검사한 후 손질 및 치료를 하는 농가가 62.6%, 1년에 한번 전 개체를 검사한 후 손질 및 치료를 하는 농가가 26.5%, 손질 및 치료를 전혀 안하는 농가도 11%로 발굽 손질 및 관리에 소홀히 하고 있는 실정이다. 정기적으로 적절한 삭제를 함으로써 정상적인 사료 섭취 및 보행이 가능하게 되어 사료 섭취량이 증가하게 되는데, 특히 조사료의 섭취량을 늘릴 수 있기 때문에 반추위내 pH를 정상적으로 유지할 수 있고 TMR 형태의 사료 급여 시 유량 및 유지율이 현저히 증가하게 되어 생산성이 향상될 수 있다(岡田 啓司, 2005). 발굽 장애가 발생되면 고통과 불편함으로 인하여 오랫동안 누워 있게 되어(Singh 등, 1993) 사료 섭취량이 감소하게 되고 유방에 세균 침입의 기회가 높아지게 됨으로써 유방염에 걸릴 위험도 높아지게 된다(Greenough와 Vermunt, 1991). 또한 파행증은 분만 후 36~70일 동안에 대부분이 발생하고(Lucey 등, 1986 ; Rowlands 등, 1985) 분만 21일을 전후하여 사양 관리, 영양, 새로운 환경으로의 이동 등 중요한 전환기적 변화가 생기게 되며 분만 후 36~70일 동안은 우유 생산량이 최대치를 나타내는 시기

이기 때문에 대사 스트레스로 인하여 발굽이 약해질 뿐만 아니라(Prentice와 Neal, 1972) 임신 시 늘어난 체중으로 인한 발굽의 부담, 분만 후 유방의 확대 등과 같은 환경의 변화(Mill과 Ward, 1994)로 발굽 장애가 일어날 확률이 높은 시기이기 때문에(Melendez 등, 2003) 분만 후 20일경에 삭제를 실시하는 것이 바람직하다. 지제 관리를 하지 않았을 경우에는 우유의 생산 수명에도 영향을 미치게 되는데 지제 관리를 하지 않았을 경우 평균 생산 수명이 1.79산이었으나 1년에 1회 관리하였을 경우 2.33산으로 연장되었다는 보고(농촌지도사업 활용자료, 2002)와 삭제를 하였을 경우 유 생산성이 증가되었다는 보고(岡田 啓司, 2005)는 삭제가 생산 수명 연장뿐만 아니라 유 생산성과도 밀접한 관계가 있다는 것을 시사해 주고 있다. 따라서 본 연구에서는 착유우에서 삭제가 유량, 유 성분 및 체세포수 등에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물

2003년부터 2004년까지 2년간에 걸쳐 축산연구소 개방형 깔짚 우사에서 사육중인 홀스타인 착유우 17두를 대상으로 처리구 9두 및 대조구 8두를 공시하여 수행하였다.

2. 삭제의 기준 및 시기

발굽의 삭제는 형태학적으로 각질의 이상변형 및 균열(부채꼴, 회선발굽, 각질 기둥, 각질의 균열, 각질의 분리, 발굽벽의 균열 등)이 있는 상태일 때를 기준으로 하였고, 분만 후 20일을 전후하여 1회에 한하여 실시하였다.

3. 삭제방법

삭제는 정(2000)의 방법에 따라 유압식 보정틀을 이용하여 소를 보정한 후 다음과 같이 삭제하였다. 발굽에 묻은 오물을 브러쉬와 비눗물로 제거하고 전지에서는 외제, 후지에서는 내제부터 삭제를 실시하였다. 제전벽과 제외벽을 짧게 하여 발굽의 길이와 폭을 교정하여 외제 및 내제의 크

기가 가능한 한 동일하도록 하였다. 계골-제관-제전벽-제침을 잇는 면이 가능한 한 일직선이 되도록 각질면을 균일하게 손질하여 발굽지세를 바로 잡고 이 일직선과 축사 바닥면 사이의 각도가 50도, 제전벽 길이와 제구 길이의 비율이 2:1이 되도록 발굽을 교정하였다. 제외벽과 백선 사이는 최소 0.5cm를 유지한 후 제저 각질을 깎아내어 제저-제구 체중 지지면을 편평하게 교정하여 체중이 지면에 균등하게 실리도록 하였다. 전후지 발굽의 높이가 동일하도록 하고 체중이 실리지 않는 발굽 내측 부위에 있는 과도한 발굽 각질을 제거하였다. 제내벽을 편평하고 균일하게 교정하고 지면에 닿는 제침과 제외벽의 테두리를 매끄럽고 두껍게 다듬었다.

4. 유량 조사

젖소 검정요령에 따라 1일 2회 착유하였고 유량은 10일 간격으로 조사하여 100일, 101~200일, 201일 이상의 유량 및 305일간의 보정 유량을 조사하였다.

5. 유성분 및 체세포수 조사

우유는 오전과 오후 시료를 분리 채취한 후 혼합하여 유지방, 유단백, 유당 및 고형분과 같은 우유성분과 체세포수 분석에 사용하였고, 우유성분 및 체세포수는 Somascope MK2/Lactoscope FTIR (Delta instruments, Netherland)을 이용하여 분석하였다. 그리고 개체별 체세포수 검사에서 체세포 수 준이 400,000 cells/ml 이상은 준임상형 유방염으로 간주되어(이 등, 1999) 분석에서 제외하였다.

6. 통계분석

본 연구에서 얻어진 실험 자료의 통계 처리는 MINITAB™을 이용하여 ANOVA로 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

유기에 따른 두당 1일 유량은 Table 1에서 보는 바와 같이 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 28.5±1.37 kg 및 29.0±0.54 kg, 101~200일의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 24.5±0.59 kg 및 25.6±0.60 kg, 201일 이상의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 19.9±0.42 kg 및 19.4±0.48 kg으로 두당 1일 유량은 유기에 따라 대조구와 삭제구간에 거의 비슷한 수준으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 305일 보정유량에 있어서도 대조구와 삭제구가 각각 7,235±371 및 7,472±356 kg으로 유의적인 차이가 없었다.

岡田 啓司(2005)는 삭제의 효과를 과학적으로 구명하기 위하여 9개 우군에서 삭제의 효과를 검토한 결과 305일 보정 유량에서 유의적인 증가를 나타내었다고 하였다. 정기적으로 발굽 관리를 하는 목장에서 발굽 관리 전후의 유량을 비교한 조사 보고서(농림부 연구보고서, 1999)에 따르면 초산우, 2~4산우 및 5산 이상우 모두에서 발굽 관리를 한 후에는 분만 후 첫 착유 월수부터 평균 유량이 증가되는 양상을 나타내었고 산차가 높아지면 그 증가율이 둔화되는 양상을 나타내었다고 하였다. 또한 이 보고서에서는 발굽 질환으로 인한 파행증과 정기적인 발굽 관리는 유량에 영향을 미친

Table 1. Effect of claw trimming on milk yield (kg, mean±S.E)

	No. of heads	Days in milk			305 days milk yield
		Early lactation (≤100)	Mid lactation (101~200)	Late lactation (201≥)	
		DMY	DMY	DMY	
Control	8	28.5±1.37*	24.5±0.59	19.9±0.42	7,235±371
Claw trimming	9	29.0±0.54	25.6±0.60	19.4±0.48	7,472±356

DMY : daily milk yield/head.

다고 하였다. 발굽 질병에 걸리면 유량이 발굽 질병 발병전의 30.9 kg/일에서 발병후의 22.9 kg/일로 약 26% 감소된다고 한다(농림부 연구보고서, 1999). 발굽 장애와 유량과의 관계에 있어 영향이 있다는 보고(Warnick 등, 2001 ; Rajala-Schultz 등, 1999 ; Coulon 등, 1996)와 영향이 없다는 보고(Bigras-Poulin 등, 1990 ; Dohoo와 Martin, 1984)가 있어 연구자에 따라 견해를 다소 달리하고 있는데 본 연구 결과에서는 삭제 후 유기에 따라 대조구와 삭제구간에 거의 비슷한 수준으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 금후 더 많은 공시축으로 삭제횟수에 따른 유량 변화에 대해 좀더 정밀한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

유기에 따른 체세포수는 Table 2에서 보는 바와 같이 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 220.4 ± 27.4 및 $125.0 \pm 21.1 \times 10^3$ cells/ml로 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다. 101~200일의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 167.8 ± 28.2 및 $147.8 \pm 18.2 \times 10^3$ cells/ml, 201일 이상의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 125.8 ± 27.2 및 $237.1 \pm 90.0 \times 10^3$ cells/ml로 101일 이상에서는 유기에 따라 대조구와 삭제구간에 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다.

농림부 연구 보고서(1999)에 의하면 발굽 질환에 따른 초산우, 2~4산우 및 5산 이상우를 대상으로 체세포수를 조사한 결과, 발굽 질병이 이환되기 전에 비하여 이환된 후에는 체세포수가 초산우의 경우 30.6%, 2~4산우의 경우 15.0% 및 5산 이상우의 경우 26.4%로 증가되는 양상을 나타내었다고 하였다. 각종 스트레스는 체세포수와 밀접한 관련을 가지고 있다. 예로서 젖소 우군에서 사회적 서열이 상승되면 체세포수가 18,000 cells/ml로 감소

되나 반대로 사회적 서열이 하향되면 체세포수가 371,000 cells/ml로 증가된다고 보고(Dobson과 Smith, 2000)하여 스트레스와 체세포수는 밀접한 관련이 있음을 시사해 주고 있다.

본 연구 결과에서 삭제 후 100일 동안은 삭제구가 대조구에 비하여 유의적으로 체세포수가 감소하였는데 반하여 201일 이상에서는 대조구가 삭제구에 비하여 유의적으로 감소되는 결과를 나타낸 것에 대하여, 본 연구에서는 삭제를 분만 후 1회에 한하여 실시하였으나 1년에 2회의 적절한 삭제가 권장되고 있는 근거와 연관성이 있다고 사료된다.

따라서 금후에는 삭제횟수에 따른 체세포수의 변화 양상에 대한 좀더 구체적인 검토가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

유기에 따른 우유성분은 Table 3에서 보는 바와 같다. 유기에 따른 유지방은 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 3.86% 및 3.56%, 101~200일의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 4.01% 및 3.76%, 201일 이상의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 4.29% 및 3.78%로 201일 이상의 유기의 경우에 대조구와 삭제구간에 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다.

유기에 따른 유단백은 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 3.22% 및 3.03%, 101~200일의 경우 대조구 및 삭제구가 공히 3.21%, 201일 이상의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 3.50% 및 3.28%로 유단백도 201일 이상의 유기의 경우에만 대조구와 삭제구간에 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다.

유기에 따른 유당은 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 4.76% 및 4.81%, 101~200일의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 4.84% 및 4.74%,

Table 2. Effect of claw trimming on somatic cell count ($\times 10^3$ cells/ml, mean \pm S.E)

	No. of heads	Days in milk		
		Early lactation (≤ 100)	Mid lactation (101~200)	Late lactation (201 \geq)
Control	8	220.4 ± 27.4^a	167.8 ± 28.2	125.8 ± 27.2^b
Claw trimming	9	125.0 ± 21.1^b	147.8 ± 18.2	237.1 ± 90.0^a

^{a,b} Means with different superscripts were significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Effect of claw trimming on milk composition

Composition	Treatment	No. of heads	Days in milk		
			Early lactation (<100)	Mid lactation (101~200)	Late lactation (201≥)
Fat (%)	Control	8	3.86±0.16	4.01±0.10	4.29±0.10 ^a
	Claw trimming	9	3.56±0.19	3.76±0.09	3.78±0.11 ^b
Protein (%)	Control	8	3.22±0.11	3.21±0.07	3.50±0.06 ^a
	Claw trimming	9	3.03±0.06	3.21±0.05	3.28±0.06 ^b
Lactose (%)	Control	8	4.76±0.05	4.84±0.04	4.59±0.05
	Claw trimming	9	4.81±0.04	4.74±0.04	4.50±0.05
Total solid (%)	Control	8	12.43±0.36	12.78±0.38	13.17±0.26 ^a
	Claw trimming	9	12.36±0.24	12.44±0.23	11.30±0.53 ^b

^{a,b} Means with different superscripts were significantly different ($p<0.05$).

201일 이상의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 4.59% 및 4.50%로 유당은 전유기에 걸쳐 대조구와 삭제구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

유기에 따른 유고형분은 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 12.43% 및 12.36%, 101~200일의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 12.78% 및 12.44%, 201일 이상의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 13.17% 및 11.30%로 201일 이상의 유기의 경우에만 대조구와 삭제구간에 유의적인($p<0.05$) 차이를 나타내었다.

발굽 질병에 따른 초산우, 2~4산우 및 5산 이상우를 대상으로 유지방 및 유단백질을 조사한 보고서(농림부 연구보고서, 1999)에서 발굽 질병이 이환되기 전이나 이환된 후의 유지방 및 유단백질 함량에 있어서 거의 차이가 없었다고 하였다.

정기적인 발굽 관리를 하는 목장에서 발굽 관리 전과 후의 유성분을 비교한 조사(농림부 연구보고서, 1999)에서 발굽 관리를 한 다음 분만 후 착유 월수에 따라 평균 유지방 및 유단백질의 증감을 발견할 수는 있었으나 일관성 있는 변화가 나타나지 않아 정기적인 발굽 관리가 유성분에 영향을 미치지 않는 것으로 추론하였다. 그러나 岡田 啓司(2005)는 삭제의 효과를 과학적으로 구명하기 위하여 9개 우군에서 삭제의 효과를 검토한 결과 유

지방에서 유의적인 증가를 나타내었다고 하였는데 이에 대해 휘발성 지방산의 대사산물인 β -hydroxybutyrate(β BHB)가 가장 현저하게 변화하였는데 삭제 전에 낮은 수준이었던 4개 우군에서 삭제 후에 모두 정상적인 수준으로 되어 유의적인 증가가 인정되었다고 하였다. 이 BHB는 유선에서 유지방을 만드는데 관여하는 물질로서 삭제한 우군에서 BHB가 유의적으로 증가하는데 이는 삭제 후에 조사료 섭취량이 증가함에 따라 반추위내 발효가 향진되어 BHB가 정상화되면서 나타나는 현상으로 이것이 유성분의 향상으로 이어진다고 추론하였다.

본 연구 결과에서는 삭제에 따른 분만 후 100일 및 101~200일의 유성분에 있어서 대조구와 삭제구간에 거의 비슷한 수준을 나타내어 유의적인 차이가 인정되지 않았으나 유지방, 유단백질 및 유고형분에 있어서는 분만 후 201일 이상의 유기에서 삭제구가 대조구에 비하여 유의적으로 감소되는 양상을 나타내었다. 이는 6개월 간격으로 삭제를 실시해야 하는 필요성과도 연관되는 것으로 사료되고, 삭제가 유성분에 미치는 기전을 제시한 연구 결과에 미루어 금후에는 충분한 공시축으로 좀더 구체적인 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 젖소에 있어서 삭제가 유 생산성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2003년부터 2004년까지 2년간에 걸쳐 축산연구소 개방형 깔짚 우사에서 사육중인 홀스타인 착유우 17두를 대상으로 처리구 9두 및 대조구 8두를 공시하였고 삭제는 분만 후 20일을 전후하여 1회에 한해 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 유기에 따른 두당 1일 유량은 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 28.5 ± 1.37 kg 및 29.0 ± 0.54 kg, 101~200일의 경우 24.5 ± 0.59 kg 및 25.6 ± 0.60 kg, 201일 이상의 경우 19.9 ± 0.42 kg 및 19.4 ± 0.48 kg으로 두당 1일 유량은 유기에 따라 대조구와 삭제구간에 거의 비슷한 수준으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 305일 보정유량에 있어서도 대조구와 삭제구가 각각 $7,235 \pm 371$ 및 $7,472 \pm 356$ kg으로 유의적인 차이가 없었다.
2. 유기에 따른 체세포수는 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 220.4 ± 27.4 및 $125.0 \pm 21.1 \times 10^3$ cells/ml로 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다. 101~200일의 경우 167.8 ± 28.2 및 $147.8 \pm 18.2 \times 10^3$ cells/ml, 201일 이상의 경우 125.8 ± 27.2 및 $237.1 \pm 90.0 \times 10^3$ cells/ml로 101일 이상에서는 유기에 따라 대조구와 삭제구간에 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다.
3. 유기에 따른 유지방은 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 3.86% 및 3.56%, 101~200일의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 4.01% 및 3.76%, 201일 이상의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 4.29% 및 3.78%로 201일 이상의 유기의 경우에 대조구와 삭제구간에 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다. 유단백은 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 3.22% 및 3.03%, 101~200일의 경우 공히 3.21%, 201일 이상의 경우 3.50% 및 3.28%로 유단백도 201일 이상의 유기의 경우에만 대조구와 삭제구간에 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다. 유당은 100일 이하의 경우 대

조구 및 삭제구가 각각 4.76% 및 4.81%, 101~200일의 경우 4.84% 및 4.74%, 201일 이상의 경우 4.59% 및 4.50%로 유당은 전유기에 걸쳐 대조구와 삭제구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 유고형분은 100일 이하의 경우 대조구 및 삭제구가 각각 12.43% 및 12.36%, 101~200일의 경우 12.78% 및 12.44%, 201일 이상의 경우 13.17% 및 11.30%로 201일 이상의 유기의 경우에만 대조구와 삭제구간에 유의적인($p < 0.05$) 차이를 나타내었다.

참고문헌

- Bigras-Poulin M, Meek AH and Martin SW. 1990. Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows. *Prev. Vet. Med.*, 8:15-24.
- Boettcher PJ, Dekkers JCM, Warnick LD and Wells SJ. 1998. Genetic analysis of clinical lameness in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 81:1148-1156.
- Coulon JB, Lescouret F and Fonty A. 1996. Effect of foot lesions on milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 79:44-49.
- Dobson H and Smith RF. 2000. What is stress, and how does it affect reproduction?. *Anim. Reprod. Sci.*, 60-61:743-752.
- Dohoo IR and Martin SW. 1984. Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. III. Disease and production as determinants of disease. *Prev. Vet. Med.*, 2:671-690.
- Greenough PR and Vermunt JJ. 1991. Evaluation of subclinical laminitis in a dairy herd and observations on associated nutritional and management factors. *Vet. Rec.*, 128:11-17.
- Juarez ST, Robinson PH, DePeters EJ and Price EO. 2003. Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 83:1-14.
- Lucey S, Rowlands GJ and Russell AM. 1986. The association between lameness and fertility in

- dairy cows. *Vet. Rec.*, 118: 628-631.
- Manson FJ and Leaver JD. 1988a. The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Anim. Prod.*, 47:185-190.
- Manson FJ and Leaver JD. 1988b. The influence of dietary protein intake and of hoof trimming on lameness in dairy cattle. *Anim. Prod.*, 47:191-199.
- Melendez P, Bartolome J, Archbald LF and Donovan A. 2003. The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 59:927-937.
- Mill JM and Ward WR. 1994. Lameness in dairy cows and farmers' knowledge, training and awareness. *Vet. Rec.*, 134:162-164.
- Prentice DE and Neal PA. 1972. Some observations on the incidence of lameness in dairy cattle in West Cheshire. *Vet. Rec.*, 91:1-7.
- Rajala-Schultz PJ, Gröhn YT and McCulloch CE. 1999. Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 82:288-294.
- Rowlands G, Russell A and Williams A. 1985. Effects of stage of lactation, month, origin and heart girth on lameness in dairy cattle. *Vet. Rec.*, 117:576-580.
- Singh SS, Ward WR, Lautenbach K, Hughes JW and Murray RD. 1993. Behaviour of first lactation and adult dairy cows while housed and at pasture and its relationship with sole lesions. *Vet. Rec.*, 133:469-474.
- Sprecher DJ, Hostetler DE and Kaneene JB. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, 47:1179-1187.
- Vermunt Jos J. 1999. Regular claw trimming for the control of lameness-good or bad?. *The Vet. J.*, 157:109-110.
- Warnick LD, Janssen D, Guard CL and Gröhn YT. 2001. The effect of lameness on milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84:1988-1997.
- 岡田 啓司. 2005. 適切な削蹄により生産性は向上する?. *Dairy Japan*(9):10-13.
- 김영민. 1985. 소의 발굽위생. *대한수의사회지* 21(11):57-72.
- 농림부 연구보고서. 1999. 젖소의 생산성 향상을 위한 파행증의 관리대책. 서울대학교 수의과대학.
- 농촌지도사업 활용자료. 2002. 2001 개발한 농촌지도사업 활용자료. 농촌진흥청. p. 954.
- 농촌지도사업 활용자료. 2005. 2004 개발한 농촌지도사업 활용자료(축산편). 농촌진흥청. p. 965.
- 이방환, 강정부, 권오덕, 김덕환, 김두, 신종욱, 양만표, 윤화영, 이경갑, 이근우, 이정길, 이주목, 이채용, 이현범, 이희석, 정병현, 최희인, 한홍율. 1999. *대동물내과학*. 교육문화원. p. 1002.
- 정순욱. 1994. 젖소의 산유량에 미치는 부제병의 치료·예방효과. *한국과학재단(인력2311-854)*.
- 정순욱. 1995. 젖소에 있어서 발굽병이 번식에 미치는 영향. *대한수의사회지*, 31(8):839-841.
- 정순욱. 2000. 소의 발굽질병. *대동물 수의사 연구 교육 교재*. 농림부. 대한수의사회. p. 57-72.

(접수일: 2006. 2. 15/ 채택일: 2006. 3. 14)