

젖소 사양기술의 자동화를 위한 연구 II. 체온 측정 방법을 통한 질병자동 진단 시스템

김용준¹ · 유일정 · 정길도* · 한병성* · 김동원** · 김명순***
전북대학교 수의과대학, *전북대학교 전기전자제어공학부
전북대학교 산업공학과, *우석대학교 생물학과

Studies on Automatization of Dairy Cattle Farming II. Automatic System for Detection of Diseased Cattle by Taking Body Temperature

Yong-jun Kim¹, Il-jeoung Yu, Kil-to Chong*, Byung-sung Han*,
Dong-won Kim** and Myoung-soon Kim***

College of Veterinary Medicine, *School of Electrical Engineering

**Department of Industrial Engineering, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

***Department of Biology, Woosok University, Wanju 565-701, Korea

ABSTRACT : These studies were performed to find out the possibility of automatic detection of the diseased animal with fever by farmers themselves. Firstly, the body temperature of 331 dairy cows was investigated according to major disease symptoms manifested. Secondly, AD 590 thermometer was used to take the teat temperature of the milking cows to determine the possibility of automatic taking of body temperature while milking. The temperatures of scapha of ear and coccygeal artery part were also taken for the non-milking dairy cows and Korean native cows. 1. The average body temperature of dairy cows associated with respiratory disease, puerperal disease, or mastitis was higher than normal temperature denoting respectively 39.8, 39.6, and 39.3°C. 2. The teat temperature of the milking dairy cows with fever(39.5~39.6°C) and the cows with mastitis was respectively 1.02 and 0.56°C higher than that of normal cows. 3. The average teat temperature taken by AD 590 was 33.91, 34.93, and 34.50°C in normal milking dairy cows, cows with fever(39.5~39.6°C), and cows with mastitis, respectively. 4. The mean temperatures at scapha and coccygeal part of non-milking dairy cows and Korean native cows were 35.62 and 36.63°C, respectively. It was concluded that AD 590 thermometer would be usable for the farmers to automatically detect the body temperature of dairy cows while milking and subsequently to find the diseased cow with fever and that the scapha of ear and coccygeal artery part of the cattle could be the body parts of simply detecting body temperature of non-milking cattle.

Key words : body temperature, AD 590 thermometer, fever, automatic detection

서 론

가축산업에서 축산 자동화는 인건비를 포함한 생산단가를 낮추고⁶ 보다 효율적으로 축산을 경영하기 위해 추구하고 있으며, 이를 통해 축산농가는 자생력과 경쟁력을 갖추게 될 것이다. 따라서 축산 자동화에 대한 연구 또한 국내·외적으로 활발히 수행되고

있다.^{1,2,4,7}

젖소에서 1일 2회 착유시 체온을 개체별로 자동화 인할 수 있다면 특히, 급성 발열 질병에 이환된 개체를 파악할 수 있어 그 소의 질병을 신속히 퇴치할 수 있을 것이며 이를 통해 농가는 적지않은 손실을 줄일 수 있게 될 것이다.

따라서 이 연구에서는 김 등⁴이 개발한 AD 590을 이용한 체온 측정 시스템과 기존의 체온측정방법을 통하여 젖소 착유시 체온 측정이 가능한지를 알아보려고

¹Corresponding author.

하였으며, 아울러 비착유소에 대하여 직장온도 측정을 대신할 수 있는 간이 체온 측정방법이 개발될 것에 대비한 기초 조사를 하고자 하였다.

재료 및 방법

질병이환 소 체온 측정

전북 지역 일원에 있는 젖소 331두를 대상으로 하여 전북대학교 동물병원 및 전북지역 대동물 가축병원 4곳의 자료를 종합하여 체온을 측정하였다. 질병의 분류는 주 임상증상에 따라 분류하였고, 측정된 체온의 평균을 구하였다. 체온 측정에 이용된 체온계는 전북대학교를 포함한 3곳은 수은 체온계를, 다른 2곳은 디지털 체온계를 이용하였다.

수은 체온계와 디지털 체온계의 오차 측정

수은 체온계와 디지털 체온계(대만산)의 오차를 측정하기 위하여 한우 12두에 대하여 직장내 두 체온계를 동시에 삽입하여 오차를 측정하였다.

유즙 채취 젖소의 체온 측정

향후 유두컵에 온도 센서를 부착하여 체온을 자동 측정하는 시스템 개발에 대비한 기초조사가 되기 위하여 착유소에 대하여 한개의 유두 부위에 체온측정기(AD 590)의 센서를 plaster로 고정시켜 유두부위의 체온을 측정하였다. 그 모식도는 Fig 1과 같다. 이때 체온은 AD 590의 전원이 켜진 상태에서 유두에 센서 부착 후 3분내지 3분 30초를 경과시킨 후 최고 체온치에 도달하였을 때 3회의 체온의 값을 측정하여 그 평균을 구하였다. 또한 AD 590과 직장체온과의 차이를 알기 위하여 디지털 체온계를 이용하여 직장체온을 동시에 측정하였다.

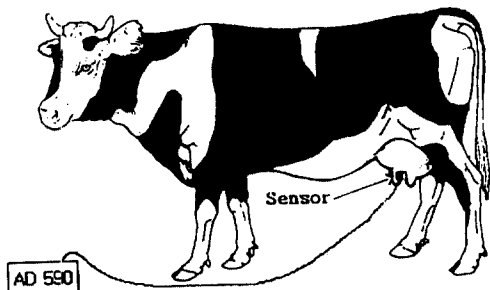


Fig 1. Diagram of the system for taking teat temperature of milking cows.

착유소의 구분

착유소는 디지털 체온계로 체온을 측정하여 정상 젖소, 발열 젖소로 구분하였고, 정상젖소는 38.5°C에서 ±0.3°C 범위내에 있는 소, 발열 젖소는 39.5~39.6°C에 있는 소, 유방염 젖소는 유두에서 염증 또는 농을 보이는 소를 유방염 젖소로 구분하였다. 유방염 젖소에 대하여는 유방염이 있는 유두를 제외한 건강한 유두에 AD 590의 센서를 부착하여 체온을 측정하였다.

비착유소 및 한우 체온 측정

착유를 하지 않는 소에 대하여도 직장체온측정을 대신하여 손쉽게 체온을 측정할 수 있는 시스템 개발에 대비하여 비유하지 않는 젖소 및 한우 57두에 대하여 체온을 측정하였다. 이때 조사 대상 소는 정상체온 범위(38.5±0.3°C)에 있는 소만을 대상으로 하였고 젖소 및 한우 연령은 1.5세 이상이었다. 체온 측정부위는 이개부의 주상와 부위 및 미근부의 미동맥부위에 디지털 체온계를 plaster로 고정시키고 나서 일정시간 후 체온을 측정하였다.

통계처리

자료에 따라 표준편차를 구한 후 T-검정 또는 ANOVA 처리시 duncan의 다중검정에 의해 통계처리하였다.

결 과

전북지역 일원에서 젖소 331두를 대상으로 젖소 주요 질병에 대해 체온을 측정된 결과는 Fig 2와 같다.

그림에서와 같이 젖소의 소화기 질병, 대사성 질병, 산욕기 질병, 호흡기 질병, 사지 골격질환, 유방염의 평균 체온은 각각 38.6, 39.6, 39.8, 39.1, 39.3°C이었고, 이중 가장 평균 체온이 높은 질병은 호흡기 질병이었고 가장 체온이 낮은 질병은 소화기 질병이었다. 소화기 질병을 제외한 다른 질병은 평균체온보다 높은 수치를 나타내었다.

한우 12두에 대하여 수은 체온계와 디지털 체온계의 오차를 측정된 결과는 Table 1과 같다.

표에서와 같이 한우 12두에 대한 수은 체온계와 디지털 체온계의 평균체온은 38.46 및 38.38°C로 각각 나타났고 그 오차는 0.08이었다.

착유소 35두에 대하여 AD 590를 이용하여 젖소의 건강 상태에 따라 체온을 측정된 결과는 Table 2와 같다.

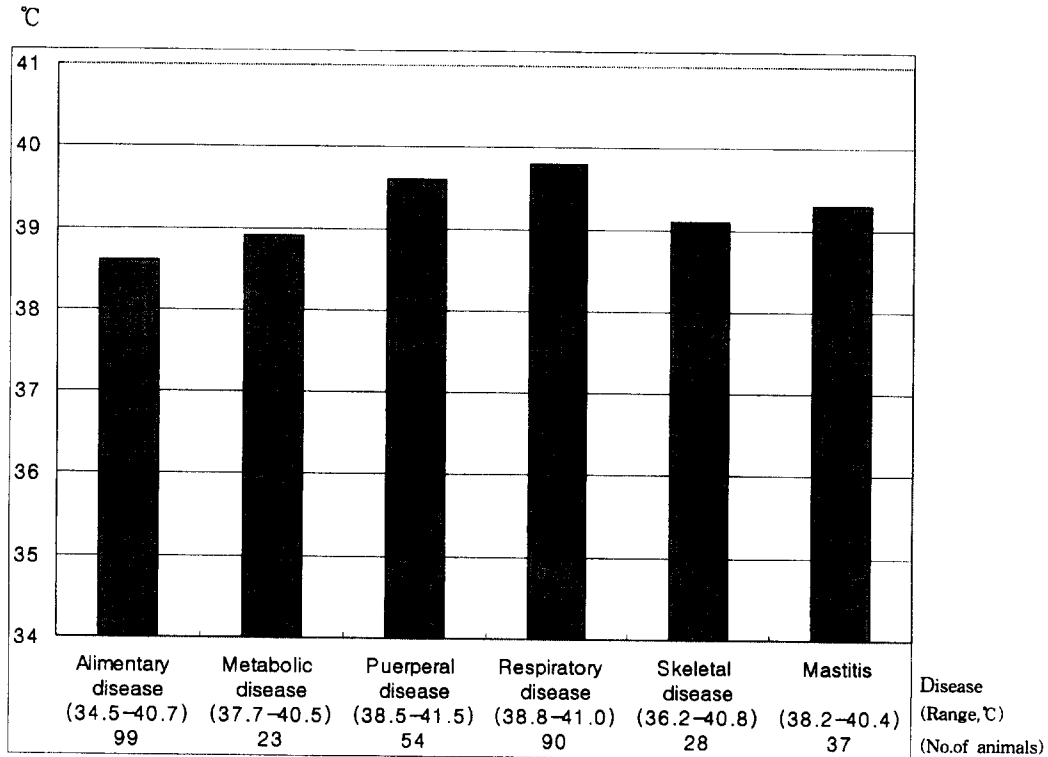


Fig 2. Average body temperature of major diseases in dairy cattle taken by mercury or digital thermometer.

Table 1. Temperature difference between mercury and digital thermometers in Korean Native Cattle (°C)

Number of animals	Thermometer		Difference
	Mercury	Digital	
12	38.46	38.38	0.08

표에서와 같이 정상 젖소, 발열 젖소(39.5~39.6°C), 유방염 젖소의 직장내 평균체온은 디지털 체온계로 측정된 결과 각각 38.56, 39.57, 39.12°C를 나타내었고, 발열 젖소와 유방염 젖소는 정상 젖소보다 각각 1.01, 0.56°C의 높은 체온을 나타내었다. AD 590 체온 측정기에 의한 유두의 평균체온은 정상 젖소, 발열 젖소, 유방염 젖소 각각 33.91, 34.93, 34.0°C를 나타내었고, 발열 젖소와 유방염 젖소는 정상 젖소보다 각각 1.02, 0.59°C의 높은 체온을 나타내어 직장 체온 측정 시의 정상 체온과의 차이인 1.01, 0.56°C와 각각 0.01, 0.03°C의 차이를 보였다. 직장 체온과 유두체온과의 차이는 정상 젖소, 발열 젖소, 유방염 젖소 각각 4.65, 4.64, 4.62를 나타내었다.

비착유소 및 한우 57두에 대하여 디지털체온계를 이용하여 이개부 및 미동맥부위에서 체온을 측정된 결과는 Table 3과 같다.

표에서와 같이 비착유 젖소 및 한우에 대한 이개부 및 미동맥부위 체온 측정 결과 직장체온은 젖소 및 한우 각각 38.47°C와 38.52°C를 나타내었고, 이개부는 각각 35.52, 35.70°C를 나타냄으로써 직장체온과의 차이는 각각 -2.96, -2.82°C를 나타내었다. 미동맥부위 체온은 젖소 및 한우 각각 36.50, 36.73°C를 나타내어 직장체온과의 차이는 각각 -1.98, -1.79°C를 나타내었다.

한우 및 젖소 그리고 평균값 모두에서 미동맥부위는 직장보다, 이개부는 미동맥부위보다 낮은 체온을 각각 나타내었다($p < 0.01$).

고찰

전북지역 일원에서 질병에 걸린 젖소의 평균체온은 호흡기 질병, 산욕기 질병, 유방염, 사지골격질환이 39.8, 39.6, 39.3, 39.1°C의 순서로서 39°C 이상의 체온

Table 2. Average teat temperature of milking cows in different health conditions taken by AD 590 thermometer

Different body part	Health condition					
	Normal		Diseased with fever*		Mastitis	
	No. of animals	T (°C)	No. of animals	T (°C)	No. of animals	T (°C)
Rectum**	14	38.56	11	39.57	10	39.12
(Difference from normal)				(+ 1.01)		(+ 0.56)
Teat		33.91		34.93		34.50
(Difference from normal)				(+ 1.02)		(+ 0.59)
Difference from rectum		4.65		4.64		4.62

T: Temperature

*The cows diseased with fever were only the cows in the same temperature range from 39.5 to 39.6°C.

**The temperature of rectum was taken by digital thermometer.

Table 3. Average body temperature at rectum, scapha and coccygeal part of non-milking dairy cows and KNC taken by digital thermometer

Cattle*	No. of animals	Temperature measured at (°C)				
		Rectum	Coccygeal	A	Scapha	B
Dairy cows	25	38.47±0.26 ^A	36.50±0.24 ^B	-1.98	35.52±0.37 ^C	-2.96
KNC cows	32	38.52±0.17 ^A	36.73±0.28 ^B	-1.79	35.70±0.48 ^C	-2.82
Mean	57	38.50±0.03 ^A	36.61±0.16 ^B	-1.87	35.61±0.12 ^C	-2.88

*: Rectal temperature of the cattle was 38.5±0.3°C.

A&B: Temperature difference from rectal temperature.

KNC: Korean Native Cattle.

^{A,B,C}: Different superscripts denote significant difference within rows(p<0.01).

을 나타내었고 호흡기 질병 및 산욕기 질병에서 평균 체온보다 1°C 이상의 높은 체온을 나타내었다. 따라서 젖소의 체온을 자동 측정시 이러한 체온이 측정되면 일단 질병에 이환된 것으로 추정된 후 상기 질병에 대한 신속한 진단 및 치료가 따라야 할 것으로 본다. 한편, 이 체온은 김 등³이 측정된 체온과 미세한 차이는 있으나 큰 차이는 없다고 인정되며, 그 차이는 조사 대상수의 증가에서 온 차이로 생각된다. 한편 측정된 체온의 범위를 보면 질병별로 최고 체온과 최저체온의 차이에서 소화기 질병 6.2°C, 대사성 질병 2.8°C, 산욕기 질병 3.0°C, 호흡기 질병 2.2°C, 사지질환 4.6°C, 유방염 2.2°C의 차이를 나타내어 소화기 질병과 사지질환에서 최고 체온과 최저체온의 차이가 다른 질병에 비해 큰 차이를 보였다. 소화기 질병의 경우 최저 체온과 최고 체온이 각각 34.5, 40.7°C를 나타내었는데 이것은 제 4위 전위, 식체, 설사, 고창증, 등 여러 가지 질병이 소화기 질병으로 분류되어 급·만성경과 및 발열질환 여부에 따른 체온의 차이가 컸기 때문으로 보인다. 사지골격 질환의 경우도 골절, 기립불능, 사지마비, 등, 급·만성으로 구별될 수 있는 질병들이 함께 사지골격 질환으로 구분되었기 때문으로 보인다.

수은 체온계와 디지털 체온계의 오차를 측정된 결

과는 0.08°C의 범위로서 수은 체온계가 디지털 체온계보다 높은 수치를 나타내었는데, 이것은 무시해도 가능할 범위의 오차로 판단되었다.

젖소의 직장 체온을 디지털 체온계로 측정된 후 체온에 따라 정상 소, 발열 소(39.5~39.6°C)로 구분하였고, 유두에서 염증 또는 착유시 농을 보이는 소를 유방염 소로 구분한 후 디지털 체온계를 이용하여 측정된 직장체온에서 발열 젖소 및 유방염 젖소는 각각 정상 젖소보다 1.01, 0.56°C의 높은 체온을 나타내었다. 또한, AD 590을 이용하여 유두에서 체온을 측정된 결과 발열 소 및 유방염 소는 각각 정상 젖소보다 1.02°C와 0.59°C의 높은 체온을 나타내어 직장에서 측정된 체온의 경우와 유사한 경향을 나타내었다. 한편 디지털 체온계를 이용한 직장체온과 AD 590을 이용한 유두 체온과의 차이는 정상소, 발열소, 유방염소가 각각 4.65, 4.64, 4.62°C의 차이를 나타내어 상호 유사한 경향을 보였다. 이것으로 보아 AD 590을 이용하여 유두점에 온도 센서를 부착 후 젖소의 체온을 자동측정시 유두의 표준체온의 차이를 보아 질병에 이환되어 열이 있는 동물을 확인할 수 있을 것으로 판단된다. 즉 AD 590을 사용시에도 0.6~1°C 이상 정상 범위보다 높은 경우 질병에 이환된 것으로 농가에서는 판단할

수 있을 것으로 생각된다. 그러나 이와 같은 체온의 자동측정은 5~50°C까지 체온측정의 범위가 넓고 또한 소수점 이하 두 자리까지 측정이 가능한 AD 590과 같은 체온 측정기를 사용해야만 가능할 것으로 보이며, 이것은 자료에는 표시되어 있지 않으나 수는 체온계나 디지털 체온계를 착용시 유두컵내에 넣어 체온을 측정하고자 했을 때 거의 대부분 체온이 측정되지 않은 결과에서도 알 수 있다. 아울러 AD 590과 디지털 체온계의 오차는 김 등³의 보고에서와 같이 0.064의 차이를 보였고, 본 연구에서도 사람에서 직접 액와부위에 디지털 체온계와 AD 590의 센서를 넣어 확인한 결과에서도 오차가 거의 나타나지 않았기 때문에 AD 590은 젖소의 체온자동측정에 유용하게 사용될 수 있으리라 판단된다.

본 연구에서 앞으로 비착유소에 대해 직장체온측정보다 더 간단한 체온 측정 시스템 개발에 대비하여 그 대상부위로 생각할 수 있는 이개부위와 미동맥부위에서 정상 체온(38.5±3°C)을 나타낸 비착유 소 및 한우를 대상으로 체온을 측정하여 직장체온과 비교한 결과 젖소 및 한우에서 이개부의 경우 각각 2.96, 2.82°C 낮은 체온을, 미동맥부위는 각각 1.98, 1.79°C 낮은 체온을 나타내었다. 따라서 상기 체온의 차이로 보아 이개부 및 미동맥부위의 표준체온을 각각 구함으로써 표준체온의 변화를 보아 발열 동물을 확인할 수 있을 것으로 판단된다.

이상의 결과 착유소에서 AD 590을 사용하여 표준체온을 구하여 질병에 이환되어 열을 나타내는 동물을 자동진단할 수 있다는 점과, 비착유소에서도 이개부 및 미동맥부위의 온도를 측정할 수 있는 간이 체온 측정기를 개발할 수 있는 가능성이 있음을 알게 되었다.

결 론

발열상태에 있는 질병이환동물을 농가에서 자동으로 진단할 수 있기 위하여 질병에 이환된 젖소 331두에 대해 주요 임상 증상에 따라 질병을 분류하여 수온 및 디지털 체온계를 이용하여 개체별 체온을 조사하였고, 체온 자동측정에 이용될 AD 590 체온측정기를 이용하여 여러가지 건강상태에 있는 착유소의 유두에서 체온을 측정하여 직장체온과 비교하였다. 또한 비착유 젖소 및 한우 57두의 이개부 및 미동맥부위에서 디지털체온계를 이용하여 체온을 측정하여 직장체온과 비교하였다.

1. 젖소에서 호흡기 질병, 산욕기 질병, 유방염의 평균체온은 각각 39.8, 39.6, 39.3°C로서 정상체온보다 높은 범위를 나타내었다.

2. 발열 젖소(39.5~39.6°C), 유방염 소는 정상소보다 직장체온이 각각 1.01, 0.56°C 높았고, 유두 체온에서도 각각 1.02, 0.59°C 높았다.

3. AD 590을 이용하여 측정된 정상 젖소, 발열 젖소, 유방염 소의 유두평균체온은 각각 33.91, 34.93, 34.50°C이었다.

4. 비착유 젖소 및 한우의 이개부 및 미동맥부위의 체온은 각각 평균 35.62, 36.63°C를 나타내었고 한우 및 젖소 그리고 평균값 모두에서 미동맥부위 체온은 직장체온보다, 이개부체온은 미동맥부위보다 낮은 체온을 각각 나타내었다(p<0.01).

이상의 결과 AD 590을 이용한 유두에서 표준체온을 구하여 발열상태에 있는 질병이환 젖소를 착용시 자동확인할 수 있다는 점과, 비착유소에서도 간이 체온측정방법을 이용할 수 있는 가능성이 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

- Spahr SI Puckett, Dill DE. An Integrated System for Automatic Data Collection and Analysis on Dairy Farms. Proceedings of Agro-Martin 1, ASAE 1985; 339-345.
- Wheeler PA, Graham KL. A Review of Remote Sensing Techniques of Dairy Cattle. Proceedings of the Agro-Martin 2, ASAE 1986; 25-32.
- 김용준, 유일정, 한병성, 정길도, 김동원, 김명순. 젖소 사양기술의 자동화를 위한 연구 I. 임신진단 여부 및 질병자동 진단 시스템개발. 한국임상수의학회지 1997; 14(2): 301-307.
- 김형주, 정길도, 김용준, 한병성, 김명순. 젖소의 자동체온 측정시스템개발. 한국임상수의학회지 1996; 13(2): 140-143.
- 박원규. 국제화시대의 농업기계화 현황과 발전방향. SIEMATA(농수산 축산박람회) 심포지엄. 1994; 31-44.
- 이승규, 민영봉, 김태규. 축산 자동화를 위한 가축의 생체 정보 무선 계측장치의 개발(II). 한국농업기계학회지 1991; 16(6): 267-271.
- 장동일. 축산 기계화 현황과 발전 방향. SIEMATA(농수산 축산박람회) 심포지엄. 1995; 103-131.
- 한병성, 정길도, 최명호, 김용준, 김명순, 강복원. 젖소의 사양관리 자동화를 위한 전자개체 인식장치개발. 한국임상수의학회지 1996; 13(2): 171-175.