

# 傳導率測定法(AHI Mastitis Detector)을 이용한

## '乳房炎診斷의 野外適用試驗

朴龍浩 · 金錦華 · 安壽煥 · 金東成

農村振興廳 家畜衛生研究所

### 緒 論

最近 낙농업의 發展에 따라 牧場規模가 大型化되어 환경위생도 점차 改善되고 있는 實情이나 아직 각종 질병에 의한 經濟的 損失은 간과할 수 없는 문제점이라 생각되며, 그중에서도 특히 乳房炎은 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 乳房炎은 크게 臨床型和 準臨床型으로 구분할 수 있으며, 이중 臨床的으로 진단할 수 없는 準臨床型 乳房炎(不顯性乳房炎; subclinical mastitis)에 의한 經濟的 損失은 臨床型 乳房炎에 의한 經濟的 損失보다 훨씬 많은 것으로 밝혀졌다.<sup>1,4,5,10,13,15-19)</sup>

이와 같은 불현성 유방염에 감염된 乳牛는 臨床的으로는 별다른 症勢를 나타내지 않으나, 실제로는 세균감염으로 인한 乳房內 조직의 炎症性 變化로 비유량이 감소되는 물론 血液과 牛乳中의 단백질 및 Na, Cl 등을 비롯한 많은 무기이온의 異常移動이 이루어진다.

즉 Linzell 등<sup>10)</sup>은 乳房炎 感染時 牛乳中의 Na, Cl, immunoglobulin 등의 成分은 增加하고 K, lactose 및 milk fat 등은 相對的으로 減少된다고 報告한 바 있다.

이러한 여러 無機物이온의 移動 중에서도 특히 Na, Cl 등의 變化를 전기전도율(electric conductivity)로써 측정하여 不顯性 乳房炎을 診斷 報告한 많은 實驗들이 이루어져 왔다.<sup>2,3,6-10,14)</sup>

이에 著者 등은 경기 및 충청지역의 飼育規模가 各기 다른 8개 牧場 136頭(536分房)를 對象으로 正常乳 및 乳房炎 感染牛로 부터 채취한 乳汁의 傳導率을 測定하여 乳房炎 診斷을 위한 限界傳導率역치(critical threshold)를 設定하고 實驗室內의 細菌分離成績을 토대로 하여 現在 野外에서 널리 쓰이고 있는 켈리포니아-유방염 진단법(CMT)과 傳導率의 原理를 利用한 乳房炎 診斷機器인 AHI mastitis detector(AHI Plastic Moulding Co. Hamilton, New Zealand, 한국총판; 세원농산주식회사)의 診斷效率性을 比較調査하고자 本 試驗을 實施하였다.

### 材料 및 方法

飼育規模가 各기 다른 8個 牧場, 乳牛 136頭(536分房)를 對象으로 實驗室內에서의 菌分離, CMT法과 AHI 유방염 탐지기의 成績을 各기 比較하였다.

方法으로서는 먼저 착유시 乳房洗滌前의 foremilk를 약 10ml 정도 채취하여 CM-2 Triac Conductivity Meter(전도율 측정기)로 전도율을 측정한 후 이를 AHI 유방염 탐지기에 옮겨 그 성적을 調査, 記錄하고 다시 CMT法에 의해 觀察하였다. 다음 알코올스폰지로 乳頭를 깨끗이 닦은 후 멸균된 스크루캡 시험관에 또다른 10ml 정도의 乳汁을 無菌的으로 채취하여 세균학적 검사에 사용하였다. 이는 0.01ml wire loop를 이용하여 1% Aesculin을 첨가한 血液培地에 접종하고 37°C에서 약 48시간 배양 후 各기 시험을 통하여 菌分離 同定하였다.

### 結 果

總 536分房中 乳房炎에 감염된 226分房으로부터 分離한 主된 原因菌 226주의 菌型別 내역은 Table 1과 같다.

Table 1. Major Microorganisms Isolated from Mastitic Milk

Microorganisms	No. of isolates	Percent
<i>Staphylococcus aureus</i>	134	59.3
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	37	16.4
<i>Streptococcus agalactiae</i>	28	12.4
<i>Streptococcus uberis</i>	10	4.4
<i>Micrococcus spp.</i>	10	4.4
<i>Corynebacterium spp.</i>	2	0.9
Gram negative spp.	2	0.9
Others	3	1.3
Total	226	100.0

**Table 2. Incidence of Mastitis in 8 Different Farms**

Farm	No. of quarter examined	Isolation rates(%) of primary pathogens		Isolation rates(%) of secondary pathogens	
		Quarter	Cow	Quarter	Cow
A	80	30.0	58.3	21.3	41.7
B	52	26.9	42.9	19.2	71.4
C	43	18.6	57.1	7.0	28.6
D	34	20.6	44.4	23.5	33.3
E	50	32.0	92.3	14.0	38.5
F	75	40.0	85.0	5.3	20.0
G	69	53.6	89.5	2.9	10.5
H	62	56.5	85.0	6.5	10.0
Total	465				
Average		36.8	69.3	11.8	31.8

**Table 3. Correspondence Rate between Microbiological Test and California Mastitis Test**

	No. of microbiological test positive	No. of microbiological test negative
No. of CMT positive	166*	60**
No. of CMT negative	60**	179*

\* Agreement 74% \*\* Disagreement 26% n=465

**Table 4. Correspondence Rate between Microbiological Test and AHI Mastitis Detector**

	No. of microbiological test positive	No. of microbiological test negative
No. of AHI mastitis detector positive	177*	43**
No. of AHI mastitis detector negative	49**	196*

\* Agreement 80%, \*\* Disagreement 20%, n=465

총 226분방 중 *Staphylococcus*屬과 *Streptococcus*屬가 209분방으로 전체의 약 92%이였으며, 그외에 *micrococcus*를 비롯한 數種이 10% 미만으로 나타났다.

International Dairy Federation의 規定에 따라 *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus spp.*와 gram negative *spp.*를 primary pathogen으로 *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus spp.*와 *Corynebacterium spp.*를 secondary pathogen으로 구분하였고, 이에 따른 8個牧場의 乳房炎 感染實態는 Table 2에서 보는 바와 같다.

Primary pathogen에 의한 分房別 感染率은 各 牧場에 따라 差異는 있으나 平均 36.8%로 나타났으며, 個

體別 感染率은 69.3%로 나타났다. 또한 secondary pathogen에 의한 平均 分房別 感染率은 11.8%, 平均 個體別 感染率은 31.8%로서 매우 높은 比率의 乳房炎 感染양상을 나타내었다. 乳房炎에 감염된 乳牛로 부터 채취한 乳汁 및 正常乳를 對象으로 實驗室內 菌分離 (microbiological test: MT), 캘리포니아 유방염 진단법 (California mastitis test: CMT) 그리고 이에 따른 各 샘플의 傳導率(conductivity)을 表示한 成績은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. MT에서 陽性(+ve)이며 CMT에서도 陽性(+ve)으로 나타난 경우의 平均 傳導率 수치는 8,100 $\mu$ S(microsiemen) 정도이였으며, MT에서 陽性, CMT에서 陰性 또는 MT에서 陰性, CMT

**Table 5.** Correspondence Rate between AHI Mastitis Detector and California Mastitis Test(CMT)

	No. of CMT positive	No. of CMT negative
No. of AHI mastitis detector positive	212*	8**
No. of AHI mastitis detector negative	14**	231*

\* Agreement 92%, \*\* Disagreement 8%, n = 465

에서 陽性으로 나타난 경우는 약 7,300~7,400 $\mu$ S 정도 이었다. 그리고 MT 에서 陰性이며 CMT에서도 陰性으로 나타난 경우의 平均 傳導率수치는 6,700 $\mu$ S으로 나타났다.

이와 같은 成績을 綜合하여 볼 때, 牛乳中の 傳導率수치가 6,900 $\mu$ S 以下에서는 乳房炎에 感染되지 않은 正常乳로 判斷할 수 있었으며, 7,700 $\mu$ S 以上에서는 乳房炎 感染牛의 牛乳로 判斷할 수 있었다. 또한 6,900~

7,700 $\mu$ S의 傳導率수치에서는 疑陽性으로 判定할 수 있었다.

Table 3은 乳房炎 診斷方法 중 標準方法으로 이용되고 있는 實驗室內 菌分離成績을 基準으로 하여 比較한 CMT의 適中率(또는 一致率)이다. 全體 465시험샘플중 MT陽性이며 CMT陽性은 166샘플, MT陰性이며 CMT陰性은 179샘플로써 약 74%의 상호일치율을 나타내었다. 그러나 MT陽性이나 CMT에서는 陰性, CMT陰性이나, MT陽性으로 서로 一致되지 않는 경우는 全體의 약 26% 정도이었다.

Table 4는 實驗室內 菌分離成績을 기준으로 하여 比較한 AHI 유방염 탐지기의 相互一致率을 나타낸 것이다. 全體 465샘플중 MT 및 AHI 검사에서 모두 陽性인 경우가 177샘플, MT 및 AHI 검사에서 모두 陰性인 경우가 196샘플로써 全體의 약 80%가 相互一致하였으며, 약 20%는 一致하지 않은 것으로 나타났다.

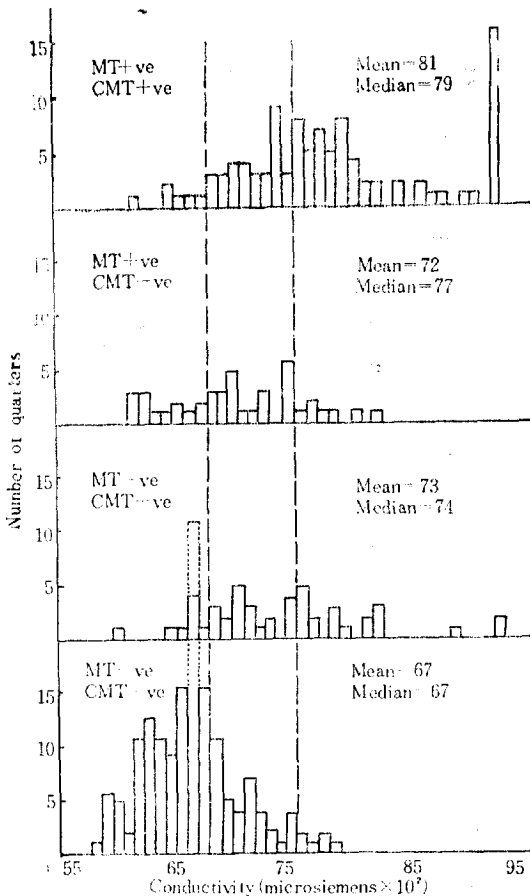
Table 5는 現在 野外에서 가장 널리 이용되고 있는 CMT와 AHI 유방염 탐지기에 의한 成績을 比較한 것이다. 全體 465샘플중 CMT 陽性, AHI 陽性인 경우가 212샘플, CMT 陰性, AHI 陰性인 경우가 231샘플로써 全體의 약 92% 정도의 높은 相互一致率을 나타내었다.

**考 察**

乳房炎을 일으키는 세균의 종류는 매우 많으나 그 중에서도 특히 *Staphylococcus*屬과 *Streptococcus*屬에 의한 감염률은 매우 높은 것으로 알려져 왔다.<sup>1,4,5,15-19)</sup>

1974년 金 등<sup>17)</sup>은 忠南지역에 대한 조사에서 *Staph.*屬과 *Strep.*屬에 의한 감염률이 전체의 91% 이상을 차지한다고 보고한 바 있으며 이는 본 성적의 92.5%와 거의 일치하는 것이었다. 이는 또한 대개 *Staph.*屬과 *Strep.*屬이 분리균의 80% 이상을 차지한다는 外國의 보고<sup>1,5)</sup>와도 일치되는 것이었다.

그 중에서도 특히 *Staph. aureus*는 전체의 59.3%를 차지하였으며 이 成績은 金 등<sup>17)</sup>이나 손 등<sup>18)</sup>, 金 등<sup>15)</sup>이 보고한 44.8%, 26.0%, 34.3% 보다 훨씬 상회하는 것으로 나타났다. 이러한 結果는 목장 또는 지역별로 감염균이 分布를 달리하거나 또한 유방염 억제대책을



**Fig. 1.** Determination of conductivity levels of normal and mastitic milk.

실시한 정도 있으리라는 金 등<sup>16)</sup>의 보고와 일치한다고 사료된다.

한편 분방 및 개체별 유방염 감염실태면에서는 金 등<sup>17)</sup>의 조사에 의한 忠南지방의 38.1% 또 1975년 金 등<sup>15)</sup>이 조사한 全北지방의 35.9%, 개체별 73.9%, 송 등<sup>19)</sup>에 의한 경기도 지역의 감염률 31.6%는 본 실험성적과 거의 일치되는 것이었다. 그러나 1974년 손 등<sup>18)</sup>에 의한 京畿지역의 分房別 감염률 20.8%, 개체별 52.3%와는 많은 차이를 인정할 수 있었다. 이러한 지역에 따른 감염률의 차이는 목장의 위생상태의 정도나 사육규모 및 조사시기에 따라서 생길 수 있으며, 그밖의 검사기준 및 방법에 따라라도 약간의 차이를 나타내는 것으로 사료되는 바이었다.

전기전도율(electric conductivity)을 이용하여 불연성 유방염을 진단하는 방법은 이미 오래 전부터 여러사람들에 의해 소개되어 왔다.<sup>3,5-8,10,12,14)</sup> 1965년 Postle 및 Blobel<sup>11)</sup>은 여러가지 검사법중 전도율측정법이 표준 검사법인 우유중의 백혈구수 측정법과 상관관계가 매우 낮다고 지적한 바 있으나, 그후 여러 학자에 의해 검토 개선되어 왔다.<sup>6-10,12,14)</sup>

1974년 Linzell 등<sup>6)</sup>은 전도율 측정법에 의한 결과를 효율적으로 判定하기 위해 absolute conductivity(절대 전도율) 외에 differential conductivity(4분방중 최고 전도율 분방/최저전도율 분방) 등 여러가지 측면으로 실험하여 유방염 감염우의 유증을 판단하는 기준치를 설정한 바 있으며 이에 따라 우유중의 전도율을 매일 측정함으로써 유방염 감염우를 약 98%線까지 검출해 낼 수 있었다고 밝힌 바 있다.<sup>8)</sup>

Greatrix 등<sup>3)</sup>에 의한 우유 중의 백혈구수와 개선된 전도율 측정법과의 관계를 比較할 때 乳汁중에 백혈구수가 500,000/ml 이내에서는 약 76%의 진단효율성을 나타내었고, 500,000~1,000,000/ml에서는 약 97%의 높은 진단효율성을 보였다고 發表하였다. 이러한 결과는 본 실험에서의 실험실내 均분리 成績을 토대로 한 AHI mastitis detector의 진단효율 80% 보다도 훨씬 상회하는 것이었다. Linzell 및 peaker<sup>7)</sup>는 전도율 측정成績에 대한 分析을 통해서 正常乳와 유방염 감염우의 유증 구별을 위한 절대적 수치(absolute conductivity)를 얻어낸 바 있다. 전도율 單位는 다르나 536분방을 對象으로 調査로 한 본 실험의 전도율 측정법을 이용한 유방염 진단도 매우 效果的인 것으로 사료된다.

즉, 전도율이 6,900 $\mu$ S 이하인 牛乳中에서는 거의 세균을 分離할 수 없었고 7,700 $\mu$ S 以上에서는 乳房炎의 主要원인균을 分離할 수 있었다. 이러한 결과는 비록 調査 對象牛의 숫자는 적으나 8個목장을 통한 調査에서

유방염으로 診斷할 수 있는 限界範圍를 밝힐 수 있었다. 그러나 調査지역이 限定되어 있고 계절적인 전도율의 變化 등 많은 問題點이 있을 것으로 예상되어 보다 광범위한 조사를 통한 正確한 한계전도율수치(upper limit and lower limit of conductivity of mastitic milk)를 파악하는 것이 필요하다고 사료된다. 또한 비유말기 또는 初乳, 정상분방에 대한 抗生劑투여 후의 乳汁, 血液이 섞인 牛乳 및 차유중의 우유에서는 傳導率 측정법을 이용한 유방염 진단에 異常反應(false positive)이 야기될 수 있다고 報告된 바 있다. 따라서 전도율 測定法을 통한 乳房炎 진단은 신속 간편하며, 객관적인 判斷을 내릴 수 있는 잇점은 있으나 여러가지 측면을 고려하여야 한다는 어려움이 있다. 그러나 實驗室內 菌分離成績을 토대로 하여 불 배 現在 야외에서 가장 널리 사용되고 있는 캘리포니아 유방염 진단법에 비해 전도율 측정법이 正確도가 높았으며, 90% 이상의 相互 일치율을 보여 乳房炎의 早期診斷法으로서 유방염 근절에 일익을 담당할 것으로 사료된다.

## 結 論

飼育規模가 각기 다른 8個 牧場의 乳牛 136頭(536分房)를 對象으로 microbiological test, California mastitis test (CMT) 및 AHI 유방염 탐지기에 의한 傳導率測定法 등을 이용하여 乳房炎 診斷을 實施한 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 實驗室內에서의 microbiological test에 의한 乳房炎 原因菌別 分離 結果 *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Corynebacterium spp.* 그리고 Gram negative spp. 등이 主要한 pathogen으로 나타났다.

2. 乳房炎을 診斷하는 指針으로서 牛乳中の critical conductivity threshold (限界傳導率域值)를 決定하기 위하여 microbiological test와 傳導率을 比較檢討한 바 6,900 $\mu$ S 以下이면 陰性, 7,700 $\mu$ S 以上에서는 陽性 그리고 6,900~7,700 $\mu$ S에서는 疑陽性으로 判定할 수 있었다.

3. 實驗室內的 microbiological test에 의한 乳房炎 原因菌 分離成績을 토대로 比較한 바, AHI 유방염 탐지기를 이용한 傳導率測定法(80%)이 CMT法(74%) 보다 높은 適中率을 보였다.

4. 現在 野外에서 널리 쓰이고 있는 CMT法과 傳導率測定法을 比較하였을 때 90% 以上の 相互 一致率을 나타내었다.

위 成績을 바탕으로 미루어보아, 傳導率測定法을 이용한 AHI 유방염 탐지기는 CMT法에 비해 操作이 簡

便하고 客觀的인 判斷을 내릴 수 있으며 또한 適中率도 높아 乳房炎의 早期 診斷法으로서 乳房炎 根絶에 일익을 擔當할 것으로 思料된다.

**辭謝**: 본 실험을 수행하는데 많은 도움과 協調를 해주신 세원농산주식회사 高秉煥 사장님을 비롯한 직원 여러분께 감사드립니다.

### 參 考 文 獻

1. Dodd, F.H., Westgarth, D.R. and Griffin, T.K.: Strategy of mastitis control. J.A.V. M.A. (1977) 170 : 1124.
2. Fleet, I.R., Linzell, J.L. and Peaker, M.: The use of an autoanalyzer for the rapid analysis of milk constituents affected by subclinical mastitis. Br. Vet. J. (1972) 128 : 297.
3. Greatrix, G.R., Quayle, J.C. and Coombe, R.A.: The detection of abnormal milk by electrical means. J. Dairy Res. (1968) 35 : 213.
4. International Dairy Federation Bulletin: Document 114. U.S.A. (1979).
5. Kingwill, R.G., Neave, F.K., Dodd, F.H., Griffin, T.K. and Westgarth, D.R.: The effect of a mastitis control system on levels of subclinical and clinical mastitis in two years. Vet. Rec. (1970) 87 : 94.
6. Linzell, J.L., Peaker, M. and Rowell, J.G.: Electrical conductivity of foremilk for detecting subclinical mastitis in cows. J. Agric. Sci. Camb. (1974) 83 : 309.
7. Linzell, J.L. and Peaker, M.: Day-to-day variations in milk composition in the goat and cow as a guide to the detection of subclinical mastitis. Br. Vet. J. (1972) 128 : 284.
8. Linzell, J.L. and Peaker, M.: Efficacy of the measurement of the electrical conductivity of milk for the detection of subclinical mastitis in cows: detection of infected cows at a single visit. Br. Vet. J. (1975) 131 : 447.
9. Linzell, J.L. and Peaker, M.: Mechanism of milk secretion. Physiological Reviews (1971) 51 : 564.
10. Linzell, J.L. and Peaker, M.: Early detection of mastitis. Scientific letter. Vet. Rec. (1971) 393.
11. Postle, D.S. and Blobel, H.: Studies of bulk milk screening procedures for mastitis. Am. J. Vet. Res. (1965) 26 : 90.
12. Presentice, J.H.: The conductivity of milk. The effect of the volume and degree of dispersion of the fat. J. Dairy Res. (1962) 29 : 131.
13. Wheelock, J.V., Rook, J.A.F., Neave, F.K. and Dodd, F.H.: The effect of bacterial infections of the udder on the yield and composition of cow's milk. J. Dairy Res. (1966) 33 : 199.
14. Woolford, M.W. and Williamson, J.H.: The electrical conductivity of milk as a diagnostic of subclinical mastitis. Dairy production from pasture: N.Z. Society of Animal Production. (1982) 114.
15. 金鐘冕, 郭澤勳: 全北地方 젖소의 異常乳 發生狀況과 原因菌에 관한 研究. 大韓獸醫學會誌 (1975) 15 : 315.
16. 金昌洙, 金杜, 孫奉煥: 乳房炎抑制對策이 感染率低下에 미치는 效果에 관한 研究. 大韓獸醫師會誌 (1981) 17 : 47.
17. 金洪洙, 洪淳國, 蘇景宅, 韓弘栗: 忠南地域 乳牛乳房炎의 感染率 및 原因菌에 관한 研究. 大韓獸醫學會誌 (1974) 14 : 91.
18. 손봉환, 김효민, 정홍환, 김수장: 京畿道地域의 乳牛乳房炎에 관한 調査. 大韓獸醫學會誌 (1974) 14 : 99.
19. 송기홍, 조중현, 홍순중: 경기도지역의 유우유방염에 관한 조사. 大韓獸醫學會誌 (1975) 15 : 109.

## Efficacy of the AHI Mastitis Detector for the Diagnosis of Bovine Mastitis

Yong-Ho Park, D.V.M., M.S., Keum-Hwa Kim, D.V.M., M.S.,  
Soo-Hwan An, D.V.M., M.S., Ph.D. and Dong-Sung Kim, D.V.M., M.S., Ph.D.

*Institute of Veterinary Research*

### Abstract

A total of 136 dairy cows were subjected to test for bovine mastitis by AHI mastitis detector, microbiological test (MT) and California mastitis test (CMT). The results obtained were summarized as follows:

MT indicated that the most important causative microorganisms isolated from mastitic milk were *Staphylococcus aureus* (59.3%), *Staphylococcus epidermidis* (16.4%), *Streptococcus agalactiae* (12.4%) and *Streptococcus uberis* (4.4%).

In Holstein breed, the critical threshold of electrical conductivity values of normal and mastitic milk were found to be less than 6,900  $\mu\text{S}$  and above, 7,700  $\mu\text{S}$ , respectively.

Although there was good agreement (92.0%) between AHI mastitis detector test and CMT for the diagnosis of bovine mastitis, the diagnostic efficiency of AHI mastitis detector (80.0%) was higher than that of CMT (74.0%) when compared with microbiological findings. In addition, handiness and objectivity of AHI mastitis detector for the detection of mastitic milk suggested that this could effectively be used for the diagnosis of both clinical and subclinical bovine mastitis in field.