

乳房炎의 診斷

朴 龍 浩 *

乳房炎의 진단은 乳頭 및 우유의 物理的인 檢査 및 현미경검사(pH, 염소이온농도 및 體細胞數)와 원인균의 배양에 그 기초를 두고있다.³⁸⁾

이중 특히 원인균을 배양하는 세균학적 검사는 많은 시간과 경비가 요구되기는 하나 유방염 원인균에 대한 감수성약제를 선택사용함으로써 높은 치료효과를 거둘수있는 가장 확실한 진단 방법인 것이다.³⁹⁾

원래 炎症이란 損傷된 부위에 體液성분과 好中性白血球가 침적된 상태를 말하는 것으로서 유방염에 감염되면 이와같은 염증산물이 우유중에 잔존하게되며 또한 정상상태의 유방조직으로부터 上皮세포도 함께 떨어져나와 우유에 함유되게되어 그 숫자가 증가하게 된다.^{4, 10, 30)}

이와같이 유방염감염시 우유중에 증가하는 백혈구수와 정상유방조직세포에서 탈락되는 上皮세포를 함께 일컬어 體細胞(somatic cell)라 하며, 우유 1ml당 체세포수를 측정, 유방염감염 여부를 진단하는 방법은 전세계적으로 널리 이용되고 있다.

이와같은 체세포수 측정에 따른 유방염 진단은 매우 신속하고 정확하기는하나 비유말기, 착유말기와 착유후 잔류우유(stripping)에서는 특히 많은 체세포가 검출되므로 판단에 유의하여야 한다.^{26, 30)}

실제로 우유 1ml당 체세포수 50만개를 기준으로 할때 50만개 모두가 백혈구(好中球細胞)라

면 유방염에 감염된 것이 확실하다고 판단되나 정상상피세포의 혼입을 고려하여 볼 때 목장우유의 질적향상을 위해서는 전체 체세포수가 50만개 이하로 유지되는 것이 이상적이다.^{7, 27)}

이밖에 이러한 우유의 체세포수를 간접적으로 검사하는 化學的인 방법도 널리 이용되고 있다.

1. 物理的인 방법에 의한 유방염진단

1) 측진

물리적인 진단방법은 착유직후의 유방을 살펴보는 것이 가장 확실하다. 왜냐하면 우유를 완전히 배출한 후라야 손상조직을 촉진하여 알아내기가 용이하기 때문이다. 그러나 착유전이라도 불균형을 이룬 분방의 모양으로 쉽게 이상유무를 판단할 수도 있다.^{45, 46)}

앞쪽의 2개분방과 뒷쪽의 2개분방을 서로 비교하기 위해 乳槽(cistern)를 촉진한다. 유두쪽으로 잡아내리면서 다른 한손으로는 유선을 이루는 조직의 비후상태를 측정한다. 만약 섬유소성 염증이나 손상조직을 지니고 있다면 앞쪽과 뒷쪽분방은 두께와 견고성에 있어서 뚜렷하게 틀린것을 알수 있을 것이다.

정상유선조직은 매우 부드럽고 연약하며 촉진시 엄지와 다른 손가락과의 사이가 감염된 분방을 대할때 보다 덜 벌어지는 것을 알수있다. 또한 깊은 촉진으로써 유방내 엉긴 덩어리를 잡아낼수도 있다. 정상상태의 유선에서도 어느정도의 응괴상태는 감지될수 있으나, 이런 경우의 응

*家畜衛生研究所 細菌科

괴는 일정한 배열과 같은 크기의 작고 둥근상태로 양쪽분방 모두에 존재하고 있다.

각 분방밀을 손바닥으로 감지하여 불균형일수록 촉진하고, 분방을 들어올려보아 분방의 크기와 무게를 비교하여 본다.

부종의 크기나 분방의 증창은 이러한 방법을 통하여 쉽게 판단할 수 있다. 급성 유방염에서는 이와같은 증창을 촉진없이도 쉽게 알수있다. 또한 유두끝을 살펴보아 상처, 결함이나 비정상 유무를 관찰하고 유두를 손가락으로 비벼보아 유조(milk cistern)를 촉진한다. 만약에 유조가 완전히 손상을 입었다면 유두끝으로 이어진 굵은 끈과 같은 형태를 찾아볼 수 있다.

2) 스트립 컵(Strip cup)

스트립 컵을 이용한 진단착유시 처음 몇줄기의 우유를 100mesh 정도의 가체에 받아보면 우유의 응고된 덩어리를 쉽게 발견할 수 있다. 또한 검은 판이나 천을 가체에 삽입시켜봄으로써 보다 손쉽게 하얀우유의 응고상태를 찾을수 있게 된다.

스트립 컵을 이용한 진단방법의 장점을 기술하면 첫째, 우유의 비정상적 상태를 쉽게 알아낼수 있으며 둘째, 착유후 처음 몇줄기의 우유를 뽑아냄으로써 착유를 손쉽게 유도할 수 있으며, 셋째로, foremilk에 주로 많이 함유되어 있는 세균을 제거함으로써 우유중에 함유될 수 있는 세균농도를 크게 감소시킬 수도 있는 것이다. 만성유방염에 감염된 경우에는 매 착유마다 항상 비정상적상태가 나타나지 않으므로 유방염의 색출을 효과있게 수행하기 위하여는 스트립 컵 진단법을 매 착유마다 이용하는 것이 바람직하다.

스트립 컵을 이용한 진단법이 비록 유방염을 진단하기에 충분히 민감한 방법은 아니긴 하나, 지속적으로 실시함으로써 좋은 효과를 기대할 수 있다. 또한 검은 천이나 판위로 각 분방의 우유를 구분하여 관찰함으로써 분방마다의 우유 빛깔을 비교하여 볼 수도 있는 것이다.

2. 化学的인 방법에 의한 유방염진단

1) 염색액을 이용한 Foremilk의 pH측정

브롬크레졸퍼플(BCP=Brom Cresol Purple)은 Hotis Test 뿐만아니라 CMT(캘리포니아 유방염 진단법)에 사용되는 염색액으로서 우유중의 지방 함유농도는 브롬크레졸퍼플의 색깔에 영향을 미친다. 따라서 지방함유량이 낮은 foremilk에서는 유방염으로 인한 우유의 pH 변화를 정확하게 알아낼 수 있는 것이다. 정상우유의 pH는 6.5~6.8이며 초유에서는 약한 산성(6.4이하), 비유말기가 되면 약 알칼리성(6.8이상)이 된다.

정상우유는 BCP와 섞인경우 회색을 띠며 비유말기와 같은 알칼리성 우유에서는 자줏빛으로 변한다. 유방염에 감염된 경우는 유산(lactose) 농도가 감소되며, 혈액성분중의 알칼리성 소금 성분이 우유속으로 빠져나와 우유는 약 알칼리성으로 변한다. 따라서 우유중의 알칼리성 상태는 유방염의 진행상태를 특징적으로 나타내지만 때로는 BCP와 함께 혼합된 경우 노란빛을 띠는 산성을 나타내는 경우도 있다. 이러한 경우는 매우 드물게 나타내며 유방염의 주요원인균의 하나인 *Streptococcus agalactiae*가 유방내에서 급격히 증가함으로써 lactose를 lactic acid로 전환시킬때 주로 일어나는 현상이다.

최근에는 브롬크레졸퍼플대신 브롬티몰블루가 사용되기도 하는데 이는 자줏빛(purple)보다 하늘색(blue)이 보다쉽게 알칼리성 우유를 판단할 수 있기 때문이다.^{12, 16, 45, 46} pH측정은 모든 종류의 유방염을 진단하는데에는 충분치 못한 방법이다.

2) 우유중의 염소(Cl)이온의 검출^{5, 6}

비유기나 유방염상태는 우유중의 lactose와 Cl이온의 함유비율에 영향을 미치며 초유에서는 특히 Cl이온이 높으나, 정상우유로 바뀌면서 그 농도는 급격히 감소하게 된다. 또한 대체로 Cl농도는 비유기에 정상우유에서 증가하기 시작하여 비유말기에는 급격히 증가하게 된다.

젖소 품종간의 Cl이온 함유량은 대체로 큰 차이가 없으며, 일단 유방염에 걸리면 우유중의 lactose 함유량이 감소하고 상대적으로 Cl 이온 농도가 급증하게 된다.⁶⁾

우유중의 Cl이온농도는 0.1N 질산은을 이용하여 측정이 가능하다. 최근 AHI detector 로 우리나라에 소개된 유방염탐지기는 이러한 염소이온의 증가나 나트륨이온의 증가에 따른 유방염 진단방법인 것이다.

3) 카탈라아제 (Catalase Test) 진단법

카탈라아제는 흔히 동식물세포에서 찾아볼 수 있으며 비유전·말기를 제외한 비유기의 정상우유중의 함유농도는 매우 낮다.

유방염감염시의 우유중 카탈라아제 농도는 증가하며, 이러한 현상은 최근 우유중의 체세포수를 간접적으로 측정하는 방법으로 가장 처음 이용된 것이다.^{22, 44)} 이는 야외시험보다는 실험실내 시험에 적합한 방법으로서 5ml의 1% H₂O₂ 나 15ml의 우유를 혼합한후 실온 또는 37°C에서 3시간 배양후 측정되는 산소가스용적을 측정함으로써 유방염감염을 알수있게 된다. 이러한 카탈라아제 시험은 개체별 우유보다는 bulk milk의 질을 측정하는데 보다 적합하다.

표 1. 산소가스용적과 우유중 체세포수와와의 관계

O ₂ %	체세포수 (ml당)
<20	<50만
20~30	50만 ~ 100만
30~40	100만~200만
40<	200만<

4) 호티스 진단법 (Hotis Test)³⁾

주로 우유중의 *Streptococcus agalactiae* 균을 검출해내는 방법으로 멸균된 0.5% 브롬크레졸퍼플용액 0.5ml를 9.5ml의 우유와 혼합하여 37°C에서 24시간 배양한다.²³⁾

만일 연쇄상구균류들이 혼입되어 있다면 lactose로부터 산(acid)이 생성되어 배양기간중 색깔이 본래의 자줏빛으로부터 노란색으로 변한다.

또한 직경이 약 0.5~4.0mm 되는 작은 응고결정들이 시험관 벽에 부착되어 나타난다. *Streptococcus agalactiae*가 혼입되어 있는 경우는 거의 대부분 이와같은 현상을 보인다. 간혹 노란

표 2. Hotis Test의 결과 판독요령

반 응 상 태	판 독
○우유가 회색 또는 약간 녹색을 띠며 시험관을 흔들면 거품이 위로 올라간다.	○lactose-fermenting. bact. (Coliform)
○샘플우유의 색이 알칼리성을 나타내는 자줏빛을 띠며, 회색 침전물이 벽에 부착된다.	○샘플이 <i>Bacillus cereus</i> 와 같은 그람 양성간균에 의해 오염.
○회색 침전물이 벽에 부착되지 않고 밑으로 흘러 내릴때.	○ <i>Pseudomonas alruginosa</i>
○시험관 바닥이나 벽에 부착된 침전물의 형태가 흰 중앙과 갈색 또는 녹색으로 가장자리가 이루어져 있는 경우	○ <i>Staphylococcus aureus</i> (장시간 배양하는 동안 <i>Microoccus</i> 도 이같은 반응을 나타낼수 있다)
○노란 침전물이 시험관 바닥에 단단히 부착되어 있다.	○ <i>Streptococcus agalactiae</i> (간혹 그밖의 <i>Streptococcus</i> 나 <i>Stap. aureus</i> 도 이같은 반응을 나타낼 수 있다)
○샘플이 영기고 노란 빛을 띤다.	○빠른 증식을 하는 lactose-fermenting bacteria
	○많은 양의 <i>Streptococcus agalactiae</i> 가 함유되어 있을때.
○노란색의 집락이 크림층의 벽에만 국한되어 부착되어 있는 경우	○ <i>Streptococcus agalactiae</i>

빛이외의 여러가지 빛깔을 띠는 경우도 의양성이나 양성으로 판정한다. 이러한 색깔은 대개 청회색에서 노란색 또는 황금색을 나타낸다. 일단 배양중 이와같은 빛깔이 나타나면 양성으로

판정하여 더이상의 배양은 필요없게 된다.

감염유선(乳腺)으로부터 분비되는 우유중에 *Streptococcus agalactiae*가 존재하는 경우는 배양하는동안 시험관벽이나 바닥에 노란색의 침전물이 생성되지만, 정상유선에서 분비되는 우유에 *Streptococcus agalactiae* 균주를 첨가하더라도 우유빛깔은 노란색으로 변하기는하나 침전은 전혀 생기지 않는다. 이러한 현상은 *Streptococcus agalactiae*로 감염된 유선으로부터 분비되는 우유중에 어떤 특정한 응집소가 존재하여 응집을 형성하기 때문이다.²⁵⁾

5) 화이트사이드 진단법 (Whiteside Test)^{2,13,23)}

유리판에 5방울정도의 차가운 우유샘플을 떨어뜨리고 1% NaOH 1방울을 혼합하여 약 3cm 직경되게 20초동안 잘 섞은후 응집여부를 관찰한다. 따뜻한 우유샘플인 경우는 2방울의 1%

NaOH를 혼합하는 것이 보다 효과적이다.²⁴⁾

이 방법은 유방으로부터 직접 채취한 우유, 착유통의 우유 및 bulk milk에 모두 응용될수 있다. 특히 유질조사를 위한 screening test로 많이 이용된다.

6) 야외에서의 화이트사이드 진단법 (MWT)^{11,24)}

10ml의 foremilk를 0.025g/l농도로 함유된 염색액이 포함된 4% NaOH용액 2ml가 담겨져 있는 스크류캡시험관에 직접 짜넣은후 아래위로 몇차례 뒤집어 잘 혼합한다. 몇번 흔든후 바로 세워놓았을때 유리벽에 미끄러져 내려가는 점액상의 물질의 양을 보아 +, ++, +++로 판정한다.

7) 캘리포니아 유방염 진단법 (CMT)^{8,9,17,18,34,37)}

야외에서 가장 흔히 이용되는 진단방법으로 각 분방별로 2ml의 foremilk를 폴리에틸렌 판위에

표 3. CMT 결과 판독요령

등급구분	반응결과	반 응 상 태	판 독 (체세포수/ml)
-	음 성	혼합액이 액상으로 남아있다	0~20만 0~25% PMN (다핵성 호중성 백혈구)
T	의 양 성	패들을 앞뒤로 흔들때 매우 약한 응집 상태가 나타나며, 지속적으로 흔들면 반응이 사라진다.	15만~50만 30~40% PMN
1	약 양성	응집상태는 보이나 gel을 형성하지는 않는다. 어떤 경우는 간혹 gel을 형성하기도 하나 지속적으로 흔들면 쉽게 사라진다.	40만~150만 40~60% PMN
2	중 양성	혼합액을 gel형성과 함께 즉시 두터워진다. 혼합액이 흔들릴때 형성된 gel은 컵바닥의 주위에 침착되어 영긴채로 남아있다.	80만~500만 60~70% PMN
3	강 양성	혼합액은 gel형성과 함께 즉시 두터워진다. 패들을 멈추면 커다란 응집덩어리가 남아 있게 되어 바닥으로부터 분리가 용이치 않게 된다.	500만 이상 70~80% PMN
+	알칼리성우유 pH 7.0 <	CMT 결과와 함께 자줏빛을 나타낸다.	유 분비능력의 저하로 생기며, 이는 염증상태나 건유기에서 나타난다.
y	산성우유	CMT 결과와 함께 노란빛을 나타낸다. (pH 5.2정도)	매우 드물게 나타나며, 분비선의 세균존재에 의해 lactose가 발효되어 나타나는 현상이다.

채취한후, 동량의 CMT 시액과 혼합하여 흔들어 잘 섞은후 응집상태와 색깔의 변화를 관찰한다.

39,41)

3. 우유중 세포수증가에 따른 점도 (Viscosity) 측정에 의한 유방염 진단

1) 브라반트 유방염 진단법 (BMT)

직경 1.3mm, 길이 2cm 되는 모세관을 통하여 시액과 혼합된 우유가 흘러나가는 속도에 따라 체세포수를 간접적으로 측정한다. 시액의 pH농도유지가 매우 중요하며 이에따라 DNAase 로서의 활력에 차이를 보여 응집상태에 변화를 일으킬 수 있다.

표 4. BMT 결과 판독요령

배출 속도	체 세포 수 (ml당)
5초 이내	av. 250,000
5~10초	av. 800,000
10초 이상	1,000,000 <

2) 위스콘신 유방염 진단법 (WMT)

브라반트 유방염진단법의 변형된것으로서 CM T시액을 증류수로 희석(1:1)하여 실험실내에서 이용할수 있다. 이 방법은 bulk milk에도 적용할수 있다는점이 CMT나 MWT와 다른점이다.

3) 우유점도 측정장치 (Rolling Ball Viscometer)에 의한 진단법

체세포수를 간접적으로 측정하는 방법으로서 매우 간단하며 신속하게 처리할수 있는 잇점을 지니고 있다. 각 유처리장이나 대규모 목장자체에서의 bulk milk 또는 목장별 milk를 검사하는데 쉽게 이용될수 있다. 특히 시험샘플당 소요경비도 매우 낮아 실용적이며 간편한 조작방법으로 사용이 가능하여 각 유처리장에서 짧은시간내에 검사가 가능하다. 이 방법은 이미 외국 선진낙농국의 유업체에서는 routine한 방법으로 써 사용되고있으며 다소 세포수에 대한 판독이

유동적이기는하나, 유방염감염 목장이나 감염우를 찾아내는데 일익을 담당할수있다고 사료된다. Glycerol (28%w/w) 로써 점도를 눈금20에 고정시킨후 시험샘플과 시약 (Viscol 610)을 섞어 세포내의 DNA를 유리시킴으로써 야기되는 점도를 ball이 움직이면서 체세포수를 가리키는 점도 측정장치이다. 이미 우리나라에서도 각 유업체 및 시도가축위생시험소에서는 이 장치를 구입하여 유방염 진단에 응용하고 있다.

4. 우유중 효소활성측정에 따른 유방염 진단

1) 우유중 Antitrypsin 측정에 의한 진단법¹⁹⁾

유방염에 걸리면 작은 분자량의 plasma protein이 우유중으로 빠져나오게되며 이중 Antitrypsin은 유방염의 민감한 반응을 나타내는 것으로서 비색법 (colorimetric procedure) 에 의해 측정될수 있다.

이와같은 milk antitrypsin은 혈액과 우유사이의 투과성이 증가함에 따라 측정될수 있으며 주로 혈액성분으로 부터 유리된다. 이는 이미 상품화되어 나오는 진단Kit인 ("MAST" (Antitrypsin Assay Kit)를 이용 쉽게 측정될수 있다.

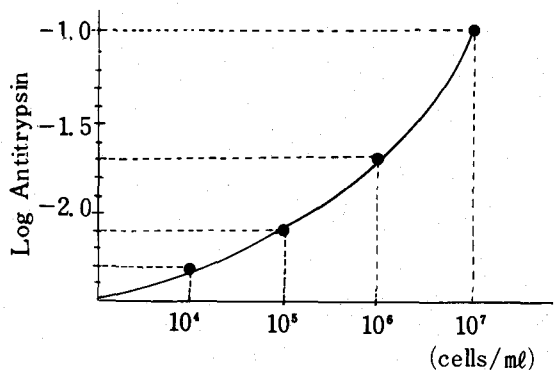


그림1. 우유중 체세포수와 Antitrypsin과의 관계

2) 우유중 Enzyme 활력측정에 의한 진단법⁴⁸⁾

유방염에 감염됨으로써 혈중에서 유리된 각종 효소들의 활력이 우유중에 증가하게되어 이들의 활력을 측정함으로써 유방염진단을 할수있다. 이

들 효소의 종류와 체세포수와 상관관계를 알아보면 다음과 같다.

표 5. 효소활력과 체세포수와의 관계

효 소	log (세포수)
aldose	0. 683 **
crylsulphatase	0. 272 *
α -mannosidase	0. 168 ^{NS}
N-acetyl- β -D-gluco-saminidase	0. 722 **
β -glucuronidase	0. 738 **
acid phosphatase	0. 442 **

** P<0.01 * P<0.05

NS not significant

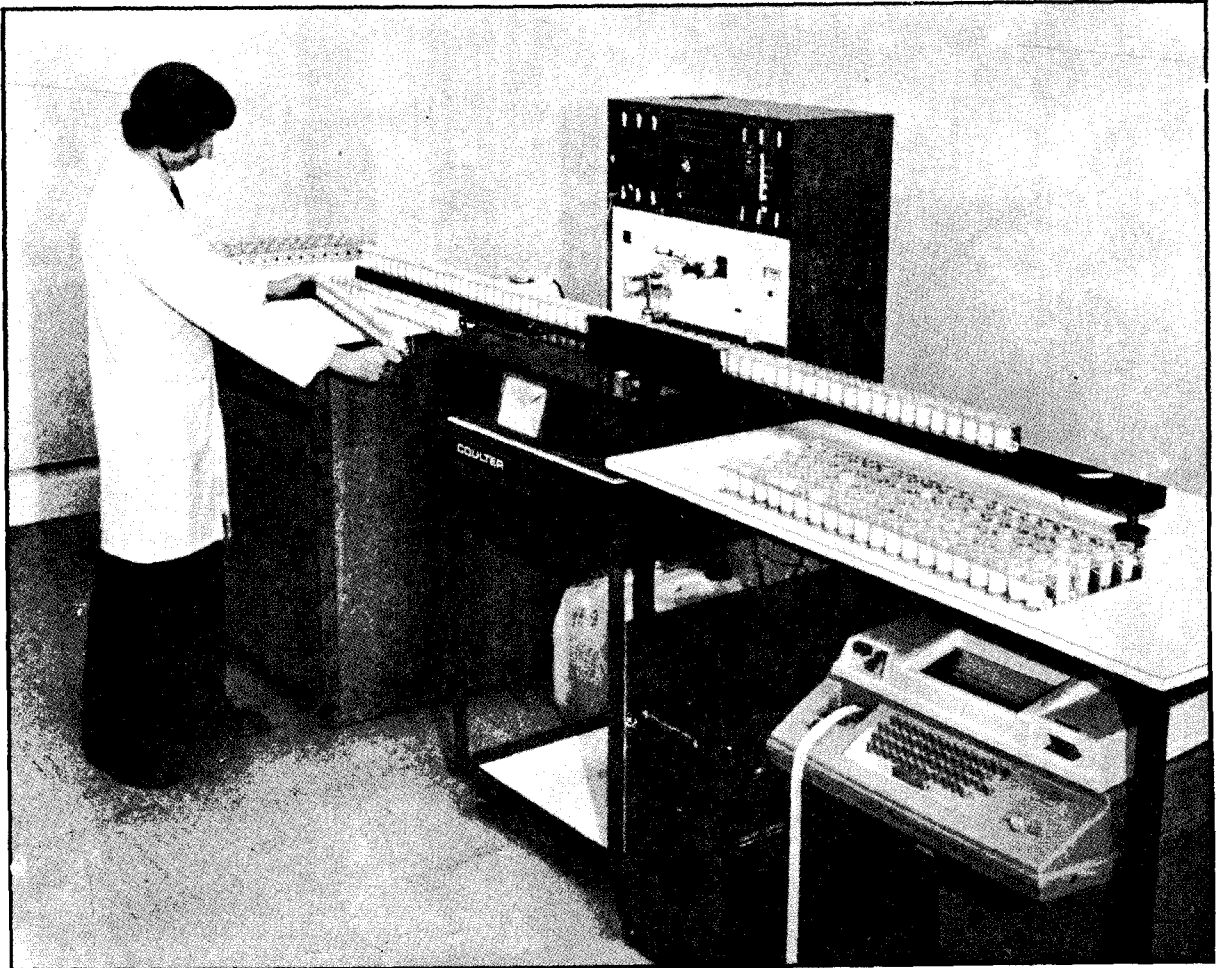
※Fossomatic 에 의한 유방염진단

5. 우유중 체세포수 (Somatic Cell Count) 측정에 의한 유방염 진단. ^{20,42,47)}

1) Fossomatic에 의한 체세포수 측정법

가장 신속하게 우유중 체세포수를 측정할수있는 방법으로서 시간당 200개 이상의 샘플을 측정할수 있다.

이 장치의 원리는 우유중에 포함된 모든 세포에 형광물질인 Ethidium Bromide로써 coating 시켜 순간적으로 일정시간에 통과되는 형광발광 세포를 추정함으로써 이루어지는 방법이다. 세계각국의 유방염진단 연구소나 유방염진단 service center에서는 이미 오래전부터 이 장치를 설치운용하고 있어 목장이나 각 유치리장으



로부터 정밀검사으로써 의뢰된 bulk milk와 젖소 개체별 우유에 대한 검사를 하고 있다.

2) 콜터카운터 (Somatic Cell Counter)를 이용한 체세포수 측정법

이 방법은 전기전극을 이용하여 수은(mercury)을 이동시킴으로써 원하는 크기의 체세포수를 일정한 크기의 유리관구멍을 통과하게 함으로써 일정시간내에 통과되는 세포수를 측정하는 것이다.

원하는 크기의 세포만을 선택하여 측정할수있으며, 크기에 따른 분포율도 조사할수있어 앞서 기술한 Fossomatic에 의한 측정방법과는 달리 연구목적이나 시험사업에의 이용이 가능하다. 이 장치는 현재 가축위생연구소와 서울대학교 동물병원에서 사용되고있다.

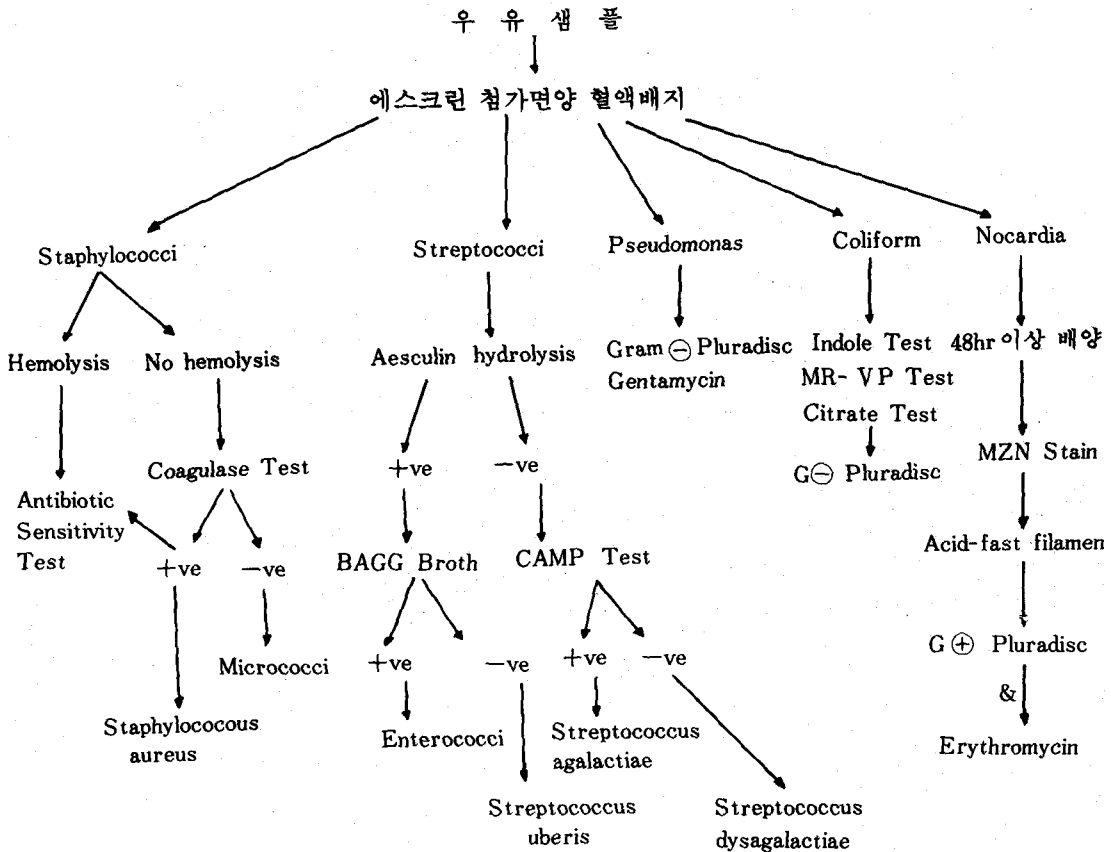
3) 직접현미경 관찰에 의한 체세포수 측정법⁽⁴⁰⁾

우유샘플 0.01ml를 슬라이드 글라스 1m²크기에 도달한후 염색하여 현미경으로 체세포수를 측정하는 방법이다. 많은시간과 노력이 들어서 다수의 샘플을 처리하기에는 전혀 불가능하다.

- *₁: Methylene blue 0.6gm
- Ethyl Alcohol (95%) 54ml
- Tetrachlorethane 40ml
- Glacial Acetic Acid (빙초산) 6ml

*₂: 제조방법: ethyl alcohol과 tetrachlorethane을 먼저 잘 섞은후 60~70°C 항온 수조에서 가온시킨다. methylene blue를 넣고 잘 혼든후 40°C 냉장고에 보관한다. 빙초산을 넣고 여과하여야하며, 여과지의 크기는 10~12μm이하를 사용한다. 광선이 차단된 곳에 저장하고 사용시에 다시 여과한다.

*₃주의점: tetrachlorethane은 유독하므로 사용시 유의하여야 한다.



6. 우유중 원인균 분리에 의한 유방염 진단법. ^{21, 28, 29)}

앞서 기술한 여러가지 방법에 비해 가장 정확하며 유방염을 일으킨 근본적인 원인균을 검출해내어 항생제감수성시험에 따라 효과적인 대책을 세울수 있다.

젖소의 유방과 유두를 깨끗한 물이나 소독수건을 사용하여 잘 닦은후, 알코올 소독면(70%)을 이용 각 유두를 소독한후 멸균된 스크류캡시험관에 2~4ml씩 무균적으로 채취한다. 샘플은 24시간 이내에 처리되어야 하며 aesculin이 첨가된 5% 면양혈액 배지에 배양하거나 항생제가 사용된 우유에 대하여는 5ml Nutrient broth에 약 0.5ml를 첨가한후 37°C에서 하루 중군시킨후 혈액배지에 배양하면 효과적이다. 접종량을 0.025~0.05ml, 내경 6~7mm인 니크롬선 백금이를 사용하며 37°C 항온실에서 24~48시간 배양하면서 유방염 원인균을 분리한다. 혈액배지상에 배양된 집락중 유방염 원인균으로 의심되는 colony중 확실한 균집락을 순수분리한 후, 균집락의 성장, 혈액배지상의 용혈상태, 염색성, Catalase Test, Coagulase Test, DNAase Test 등 실시한다. 방법을 도식하면 위와 같다 ^{4, 14, 15, 31, 35, 35, 43)}.

지금까지 기술한 진단법 이외에도 우유중 ATP assay 등 여러가지 방법이 응용되고 있기는하나, 야외에서 짧은시간내에 진단하기에는 용이치 않는것들이다. 마지막으로 야외에서 곰팡이성 유방염을 진단할수 있는 방법을 간단히 기술하면 다음과 같다.

* 곰팡이성 유방염 진단 및 치료

옥시테트라사이클린 250mg을 유두에 주입한후



1시간이내에 유방이 swelling 되고, 단단해지며



곰팡이성 유방염으로 의심하고 saline으로 세척해낸다.



완전히 우유를 짜낸후



5% Sodium Iodide 500ml Dextrose 에 섞어 IV (3일후 2nd IV) 와 10gm Potassium Iodide를 매일 1회 5일간 Oral투여한다.

参 考 文 献

1. Barnm, D.A. and Meek, A.H. : Somatic cell counts, mastitis and milk production in selected ontario dairy herds. *Can. J. Comp. Med.* (1982) 46 : 12-16.
2. Brazis, A.R., Reyes, A.L., Donnelly, C.B., Read, R.B.Jr. and Peeler, J.T. : Comparison of results of mastitis-screening tests of milk from individual and pooled cow quarters *J. Dairy Sci.* (1967) 50 : 500.
3. Brown, J.H. : Significance of the hemolytic streptococci found in milk. *Cornell Vet.* (1937) 27 : 110.
4. Chapman, G.H., Berens, C. and Stiles, M.H. : The coagulation of plasma by staphylococci. *J. Bact.* (1941) 41 : 431.
5. Chapman, G.H. : The significance of sodium chloride in studies of staphylococci. *J. Bact.* (1950) 50 : 201.
6. Caulfield, W.J. and Riddell, W.R. : The chloride content of cow's milk. *Cornell Vet.* (1935) 25 : 333.
7. Cullen, G.A. : A method of counting cells in milk using an electronic cell counter *Vet. Rec.* (1967) 80 : 188
8. Daniel, R.C.W., Biggs, D.A. and Barnum, D.A. : The relationship between California mastitis test scores and monthly milk production and composition *Can. Vet. J.* (1966) 7 : 99.
9. Daniel, R.C.W., Smith, G.C. and Barnum, D.A. : The relationship of California mastitis test (CMT) scores with leucocyte counts on bucket milk samples. *Can. Vet. J.* (1966) 7 : 80.
10. Dohoo, I.R. and Meek, A.H. : Somatic cell counts in bovine milk. *Can. Vet. J.* (1982) 23 : 119-125.
11. Easterday, B.C., Simon, J. and Hanson, R.P. : The use of the Modified Whiteside test as a screen test for bovine mastitis. *J. Am. Vet. Med. Ass.* (1958) 133 : 470.
12. Fay, A.C., Cave, H.W. and Atkeson, F.W. : Detection of mastitis by the brom-thymol-blue test, leucocyte count and the microscopic examination of incubated samples of milk. *Cornell Vet.* (1938) 28 : 40.
13. Frank, N.A. and Pounden, W.D. : Preservatives and extended refrigeration effects on catalase California and Whiteside mastitis tests *J. Am. Vet. Med. Ass.* (1963) 142 : 878.
14. Lernau, H. and Sompolinsky, D. : Bovine mastitis due to dwarf-colony variants of *Staphylococcus aureus*. *Cornell Vet.* (1962) 52 : 445.

15. Jasper, D.E., Jain, N.C. and Brazil, L.H. : Clinical and laboratory observations on bovine mastitis due to mycoplasma. J. Am. Vet. Med. Ass. (1966) 148 : 1017.
16. Hayden, C.E. and Johnson, S.D. : A non-alcoholic bromthymol blue solution. Cornell Vet. (1934) 24 : 270.
17. Gray, D.M. and Schalm, O.W. : Interpretation of the California mastitis test results on milk from individual mammary quarters, bucket milk, and bulk herd milk. J. Am. Vet. Med. Ass. (1960) 136 : 195.
18. Gray, D.M. and Schalm, O.W. : The mastitis variable in milk yield as estimated by the California mastitis test. Am. J. Vet. Res. (1962) 23 : 541.
19. Markus Sandholm: Milk Antitrypsin Assay. Dept. of Pharmacology and Toxicology. College of Vet. Medicine, Helsinki 55, Filand. (1982) : 571.
20. McDonald, J.S. and Anderson, A.J. : Total and differential somatic cell counts in secretions from noninfected bovine mammary glands : The peripartum period. Am. J. Vet. Res. (1981) 42 : 1366.
21. Moak, H. : Control and eradication of infectious mastitis in dairy herds. Cornell Vet. (1916) 6 : 36.
22. Monlux, A.W. : The catalase test in the diagnosis of infectious bovine mastitis. Cornell Vet. (1948) 38 : 389.
23. Murphy, J.M. : The value of the Hotis test in detecting mastitis streptococci in milk. Cornell Vet. (1939) 29 : 279.
24. Murphy, J.M. and Hanson, J.J. : A modified Whiteside test for the detection of chronic bovine mastitis. Cornell Vet. (1941) 31 : 47.
25. Murphy, J.M., Stuart, O.M. and Reed, F.I. : An evaluation of the Camp test for the identification of *Streptococcus agalactiae* in routine mastitis testing. Cornell Vet. (1952) 42 : 133.
26. Paape, M.J. and Tucker, H.A. : Somatic cell content variation in fraction collected milk. J. Dairy Sci. (1966) 49 : 265.
27. Phipps, L.W. and Newbould, F.H.S. : Determination of leucocyte concentrations in cow's milk with a Coulter counter. J. Dairy Res. (1966) 33 : 51.
28. Pier, A.C., Gray, D.M. and Fossatti, M.J. : A newly recognized pathogen of the mastitis complex. Am. J. Vet. Res. (1958) 19 : 319.
29. Pier, A.C., Mejia, M.J. and Willers, E.H. : *Nocardia asteroides* as a mammary pathogen of cattle. I. The disease in cattle and the comparative virulence of 5 isolates. Am. J. Vet. Res. (1961) 22 : 502.
30. Prescott, S.C. and Breed, R.S. : The determination of the number of body cells in milk by a direct method. J. Inf. Dis. (1910) 7 : 332.
31. Schalm, O.W. : Hotis test reactions produced by toxicogenic coagulase-positive staphylococci. Am. J. Vet. Res. (1948) 9 : 11.
32. Schalm, O.W. : Merits and deficiencies of mastitis diagnostic tests. J. Am. Vet. Med. Ass. (1944) 105 : 398.
33. Schalm, O.W. and Woods, G.M. : Micrococcus pyogenes in bovine milk. I. Identification. Am. J. Vet. Res. (1953) 14 : 530.
34. Schalm, O.W. and Noorlander, D.O. : Experiments and observations leading to development of the California mastitis test. J. Am. Vet. Med. Ass. (1957) 130 : 199.
35. Schalm, O.W. and Lasmanis, J. : Distribution of micrococci and other bacteria in milk samples from a single herd after twelve years of mastitis control. Am. J. Vet. Res. (1957) 18 : 778.
36. Schalm, O.W. and Ziv-Silberman, G. : The incidence of mastitis. Comparison as indicated by the California mastitis test applied to three different fractions of the same quarter milk samples. Vet. Rec. (1968) 82 : 184.
37. Schalm, O.W. and Ziv-Siberman, G. : The incidence of mastitis. Comparison as indicated by the California mastitis test applied to three different fractions of the same quarter milk samples. Vet. Rec. (1968) 82 : 184.
38. Schalm, O.W., E. J. Carroll and N.C. Jain : Bovine Mastitis. Lea & Febiger. Philadelphia (1971) p. 360.
39. Schneider, R. and Jasper, D.E. : Standardization of the California mastitis test. Am. J. Vet. Res. (1964) 25 : 1635.
40. Schneider, R., Jasper, D.E. and Eide, R.A. : The relationship between bulk tank microscopic cell counts and the individual cow California mastitis test reactions. Am. J. Vet. Res. (1965) 27 : 1169.
41. Schroeder, R.J., McIntyre, R.W., Delli Quadri, C.A., Votaw, F.C. and Smith, F.F. : How a large milk-producing country met the mastitis control challenge. J. Am. Vet. Med. Ass. (1968) 153 : 1676.
42. Schultz, L.H. : Somatic cell counting of milk in production testing programs as a mastitis control technique. JAVMA (1977) 170 : 1244.
43. Slanetz, L.W., Howe, A.F. and MacLeod, H.P. : Characteristics of staphylococci and staphylococcal toxins. New Hamp. Ag. Exp. Sta. Tech. Bull. (1945) 84 : 2.
44. Spencer, G.R. and Simon, J. : The catalase, California, and cell count tests for detecting abnormalities in milk. Am. J. Vet. Res. (1960) 21 : 578.
45. Udall, D.H. and Johnson, S.D. : The diagnosis and control of mastitis. Cornell Vet. (1931) 21 : 190.
46. Udall, D.H., Johnson, S.D. and Ferguson, J. : The control of mastitis in New York State. Vet. Rec. (1938) 50 : 1417.
47. Whittlestone, W.G. and De Langen, H. : The cell count of milk and rapid tests for mastitis. Pro. of the N.Z. Society of Animal Production, (1965) 25 : 173.
48. 小原嘉昭 : 牛の疾病. 乳汁中酵素活性測定에 의한乳房炎診断. 北海道支場.