



체세포 및 세균 감소를 위한 사양관리



백 순 용
성균관대 낙농학과 교수

서론

1. 우유중 체세포수와 백혈구와의 상관성

동 물 체내에 있는 세포는 종류와 크기가 다양하며 또한 세포는 신진대사, 흥분성 자극감수성 생장, 생식 등의 생명체의 특성을 갖는다. 우유중 체세포의 구성물인 상피세포는 보통 뾰뾰하게 덩어리져 있는데 견고한 보호성의 외막을 형성하고 있다.

상피세포의 형태는 여러 가지로 정방형, 원반형, 길쭉한형, 원추형 등이 있다. 건강한 젖소의 우유내 체세포수는 20만 미만으로 세포의 구성은 상피세포가 60% 정도를 차지하지만 유방염을 일으키는 세균, 곰팡이, 효모 등이 침입하면 유방내에서는 이들로부터 유방을 보호하기 위해 백혈구(호중구, 림프구, 단핵구 등)의 숫자가 급격하게 증가하여 우유내 체세포수가 늘어나게 된다.

문헌에 의하면 우유중 체세포수는 상피세포, 호중구, 림프구, 단핵구로 구성되어 있는데 혈액에서 유래한 백혈구가 75% 유방 분비세포(유방내에서 우유를 생산하는 세포)인 상피세포가 25%선으로 정상 우유중 체세포의 대부분은 백혈구라고 기록되어 있다.

우유중 체세포가 많다는 것은 백혈구 숫자가 많다는 것이며 백혈구 숫자가 많다는 것은 우유중에 미생물과 같은 이물질이 침입하였다는 증거이다. 다시 말하면 유방의 염증시에만 백혈구가 증가하는 것이 아니라 염증이 없더라도 미생물과 같은 이물질이 침입하면 우유중 체세포수는 증가하게 된다.

우유중 대부분을 차지하는 백혈구에 대하여 구체적으로 이해하고 있는 낙농가는 많지 않은 것으로 사료되어 백혈구에 대한 것을 기술하고자 하며 이것이 체세포수를 줄이는데 도움이 될 것으로 본다.

우유중 체세포가 많다는 것은 백혈구 숫자가 많다는 것이며 백혈구 숫자가 많다는 것은 우유중에 미생물과 같은 이물질이 침입하였다는 증거이다. 다시 말하면 유방의 염증시에만 백혈구가 증가하는 것이 아니라 염증이 없더라도 미생물과 같은 이물질이 침입하면 우유중 체세포수는 증가하게 된다.

우유중 대부분을 차지하는 백혈구에 대하여 구체적으로 이해하고 있는 낙농가는 많지 않은 것으로 사료되어 백혈구에 대한 것을 기술하고자 하며 이것이 체세포수를 줄이는데 도움이 될 것으로 본다.

2. 백혈구

백혈구는 적혈구에 비해서 비교적 크며 핵을 갖는 무색 투명한 세포로서, 휴식시에는 구상을 나타내나 활동시에는 아메바와 같은 운동을 하며, 그 원형질을 유동해서 체형을 변화하여 자기의 위치를 이동할 뿐만 아니라 자기의 몸보다 작은 모세혈관벽의 내피세포접합부의 공극을 통과하여 조직간극에 이행할 수 있다.

이것을 유주 (또는 僞足通過, diapedesis)라 하며, 조직에 염증(inflammation)이 있을 때 현저한 유주를 볼 수 있다. 유주한 백혈구는 조직에 있는 이물의 농후한 부분을 향해서 가는 성질이 있다. 이것을 향화성 (또는 趨化性, chemotaxis)이라 한다. 이물을 향해서 유주한 백혈구중에는 체형을 변화하여 이물을 체내에 끌어들이 소화 분해하는 작용이 있다.

이와 같은 작용을 식작용(phagocytosis)이라 한다. 이것은 동물체 자위(自衛)의 한 수단이라고 해석되며, 중성호성 백혈구(中性好性白血球, neutrophilic leukocytes 또는 neutrophils)와 단핵구(單核球, monocytes)에서 발달된 것으로 보여지고 있다.

1) 백혈구의 분류(distribution of white blood cells)

백혈구는 대략 6~20 μ (소림프구의 직경 6~10 μ 에서 단핵구의

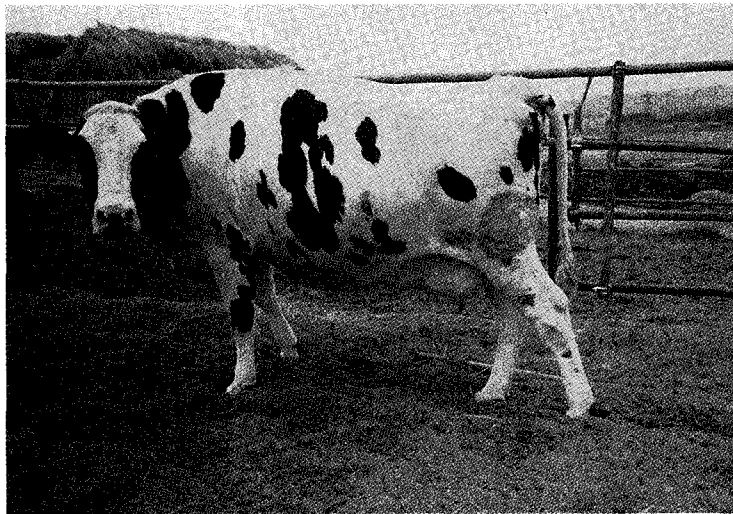
12~22 μ 까지 있다)의 크기를 가지며, 그 핵의 형태 및 세포질(cytoplasm)내의 과립(granules)의 유무에 의해서 과립백혈구(顆粒白血球, granular leukocytes 또는 granulocytes)와 무과립백혈구(無顆粒白血球, agranular leukocytes 또는 agranulocytes)로 크게 나누어진다.

과립백혈구는 세포질내의 과립과, 그 염색성에 의해서 중성호성 백혈구(neutrophils 중성색소에 잘 염색되며 림파구와 더불어 모세혈관 말초혈액중의 대부분을 차지하고 있다), 산호성 백혈구(eosinophils 산성색소에 잘 염색됨), 염기호성 백혈구(basophils 염기성 색소에 잘 염색됨)로 다시 세분되며, 무과립백혈구는 백혈구의 크기와 핵의 형태에 의해서 대·소림파구(lymphocytes)와, 대형이며 세포질에 약간의 과립을

갖는 단핵구(monocytes 수는 별로 많지 않으나 대형 세포임)로 구분된다.

중성 백혈구 : 백혈구 중 수적으로 가장 많으며 운동성이나 탐식능력이 대단히 강해서 세균감염으로부터 우리 몸을 방어하는데 중추적인 역할을 한다. 리소좀(Lysosome)의 변형인 세포질내의 중성 과립은 여러 가지 효소를 함유하므로 세균 등 이물을 파괴하는데 매우 효과적이며 순환계 내에서 반감기(half life)는 6시간 정도이다.

단핵구 : 중성 백혈구보다 강한 탐식능력을 가지고 있다. 혈액 속에 있는 단핵구는 미성숙세포라 할 수 있으며, 혈액으로부터 조직으로 빠져 나온 단핵구는 곧 커지기 시작하여 혈액내 단핵구에 비해서 최고 5배 정도 크고 또 리소좀(lysosome 대량의 가수분해 효소를 함유하고 있는 세포질 내막에 붙어 있는 미립



자)이나 사립체(mitochondria)가 증식하게 되는데 이것을 대식세포(大食細胞)라고 하며 강한 탐식능력을 소유하게 된다.

이 대식세포(macrophage)를 단핵구의 성숙세포라 한다. 대식세포는 크기가 클 뿐만

아니라 리소좀 내에는 여러 가지의 효소들(핵산 분해 효소, 단백질 분해 효소, 탄수화물 분해 효소)이 있어서 세균 뿐만 아니라 손상된 조직편이나 심지어 적혈구, 마라리아(malaria) 원충까지도 탐식한다.

또 리파제(lipase 지방분해효소)를 함유하므로 보호막을 가지는 결핵균 등의 침식이 용이하다고 한다. 중성 백혈구와는 달리 소화된 이물의 찌꺼기를 세포 밖으로 배출할 수 있으므로 중성 백혈구가 보통 20개 정도의 세균을 탐식할 수 있는데 비해서 단핵구는 이보다 훨씬 많은 100여 개의 세균을 탐식할 수 있다.

산성 백혈구 : 운동이나 탐식능력이 있다고 하지만 중성 백혈구나 단핵구에 비해서 아주 미약하나 세포질 내 산성 과립은 여러 가지 효소(산화 효소, 과산화 효소, 인산 효소)를 함유하고 있어서 이물에 대한 해



독작용(detoxification)이 강하다. 즉, 이질단백을 주사하면 주사부위에 산성 백혈구를 많이 발견할 수 있으며, 평상시에 이질단백(異質蛋白)이 우리 몸으로 잘 들어 오는 소화관벽, 기도벽에 산성 백혈구가 많이 집합하여 있는 것으로 보아서 이들을 해독하는 것으로 생각된다.

그 외에도 항원-항체의 복합체(antigen-antibody complex)를 향한 화학주성(chemotaxis 化學走性)도 있으며 산성 백혈구는 이 복합체를 파괴 제거한다. 앨러지성 질환, 기생충 감염시 산성 백혈구 수가 증가한다.

염기성 백혈구 : 혈관 주위에 분포하면서 헤파린(heparin), 히스타민(histamine), 세로토닌(serotonin)을 분비하는 비만세포(mast cell)와 비슷한 작용이 있다고 하며, 비만세포는 염기성 백혈구로부터 유래된 것이 아닌가 생각된다.

염기성 백혈구가 염증부위로 이동하여 헤파린을 유리함으로써 염증시에 있을 수 있는 혈액응고를 방지하며 히스타민은 혈관벽의 투과성을 증가시킴으로써 중성 백혈구가 염증부위로 쉽게 이동하도록 유도한다.

임파구 : 임파구

는 질병에 대한 면역성을 유도하는 대단히 중요한 세포이다. 임파구는 동물체를 침범하는 여러가지 병원체(항원 : 세균, 바이러스 등)에 대한 항체를 생성하거나 임파구 자체가 항원-항체 반응을 일으킴으로써 병원체(항원)를 파괴하거나 병원성을 약화시킨다.

임파구는 혈액에만 있는 것이 아니고 모든 임파조직에 광범위하게 분포하고 있으며, 임파조직에서 혈액으로 이동하고 또다시 임파조직으로 이동하는 과정을 반복하는 것이 임파구의 생활사(生活史)이다.

혈액 임파구 수는 우리 몸에 있는 전체 임파구의 약 5% 이내에 불과하며 거의 대부분은 임파조직에 분포하고 있다.

어떤 원인으로 우리 몸에 있는 임파조직이 전부 혹은 상당한 정도 파괴되고 없다면 항원에 의한 항체 생성이 부진하거나 불가능하므로 외부로부터 침



범하는 여러 가지 항원, 특히 세균에 대한 저항력이 약화되어서 감염(感染) 때문에 생명을 유지할 수 없게 된다. 이러한 의미에서 임파조직은 생명유지에 필요 불가결한 존재라 할 수 있다.

2) 백혈구의 수(number of leukocytes)

백혈구 수는 동물의 종류, 품종, 연령, 환경, 하루 중의 시간, 운동, 채식, 개체 및 체혈부위 등에 따라서 상당한 차를 보이고 있다.

더구나 백혈구는 유행중에 존재하지만, 모세혈관과 작은 혈관의 내피 내면에 따라서 머물러 있거나 서서히 통과하기도 한다. 이렇게 말단 혈관내에 저류되어 있는 백혈구는 전백혈구의 50% 이상에 이르며 끊임없이 여기에 출입하고 있으므로, 순환혈액중의 백혈구 수는 같은 개체에서도 각종 조건에 의해서 크게 달라진다.

일반적으로 표시된 표의 총백혈구 수에는, 이와 같이 혈관 말단에 있는 백혈구는 포함되어 있지 않으며, 채식, 운동, 석양(夕陽), 에피네프린(endogenous and exogenous epinephrine), 에테르마취(ether anesthesia) 및 기타의 긴장상태(other stress conditions) 등의 경우에는 백혈구 수가 증가하여 생리적 백혈구증가증(physiological leukocytosis)을 가져오며, X선

조사시는 감소한다.

동물의 흥분에 의하여 방출되는 에피네프린은 혈관 말단에 저류되어 있는 백혈구를 순환혈중으로 동원하므로, 동물이 흥분하였을 때나 에피네프린 처리를 한 후에는 총백혈구 수가 증가한다.

출생 후의 동물의 백혈구 수는 성숙동물과 거의 같거나 더 적은 것이 많다. 신생돈의 백혈구 수는 큰 돼지의 약 1/2에 불과하나, 5~6주 후에는 큰 돼지와 같게 된다.

신생우(新生牛)의 백혈구 수는 성우와 같으나, 초생우는 큰 닭보다 약간 적다. 평상시 백혈구 수는 혈액 1mm³에 대한 수로 표시되며, 적혈구 수보다 훨씬 적어서 적혈구 수와의 비를 보면, 산양 1/1,300, 면양 1/1,200, 말 1/1,000, 소 1/800, 사람 1/700, 개와 고양이 1/600, 돼지 1/400, 닭 1/100이다. 만일 백혈

구 수가 정상 범위보다 많을 때는 백혈구증가증(leukocytosis)이라 하며, 적을 때는 백혈구감소증(leukopenia)이라 한다. 몇 가지 동물의 백혈구 수를 표시하면 <표 1>과 같다.

병적으로 백혈구증가증이나 백혈구감소증을 일으키는 수가 있으며, 질병에 따라서는 다른 백혈구는 변화가 없으나 어느 특정한 백혈구만이 증가 혹은 감소하는 수가 많다. 그러므로 백혈구의 총수보다도 총수에 대한 각 백혈구의 분포율을 계산하는 감별계수(differential leukocyte counts)가 진단학상 중요시되고 있다.

조직에 외상(trauma), 독소, 출혈, 허혈(ischemia:혈관의 수축에 의한 국소적인 빈혈), 온열이나 방사능에 의한 상처, 또는 세균, 바이러스, 기생충의 침입이 있을 때 증성호성 백혈구는

<표 1> 각종 동물의 백혈구 수와 감별계수

동물명	1mm ³ 중의 백혈구 수	각 백혈구 약%				
		중성호성 백혈구	림파구	단핵구	산호성백혈구	염기호성 백혈구
소	8,000 (4,000~12,000)	28.5 (15~47)	58 (45~75)	4 (2~7)	9 (2~20)	0.5 (0~2)
	9,233 (4,810~14,000)	26.06 (10~38)	66 (50~80)	3.35 (0~9)	4.24 (0~11)	0.35 (0~2)
개	11,500 (6,000~17,000)	70.8 (60~80)	20 (12~30)	5 (3~10)	4 (2~10)	Rare
돼지	16,000 (11,000~22,000)	38 25~30	53 (39~62)	5 (2~10)	3 (1~11)	0.5 (0~2)
닭	20,000~30,000	67	55~60	10	3~8	1~4
			23	7	3	<1
사람 (한국인)	5,500	61.2	28.5	5.1	4.7	0.5

* 국내의 홀스타인종 암소

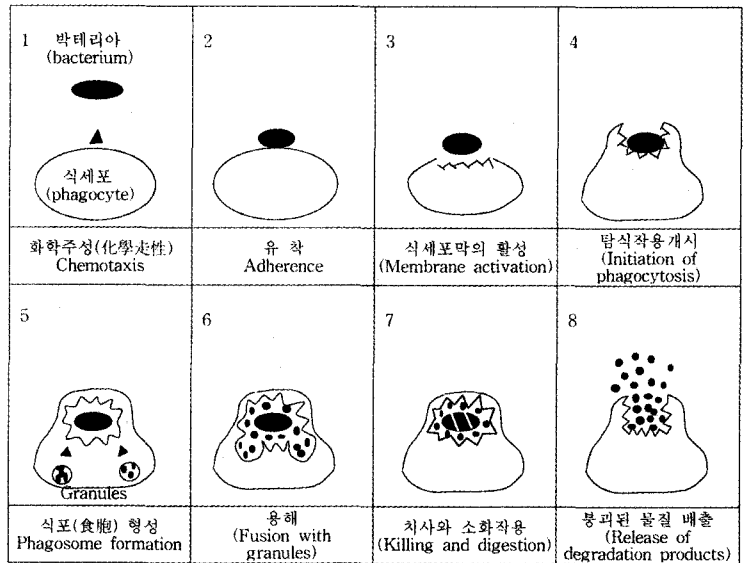
유주나 아메바운동으로 그쪽으로 동원되며, 세균과 기타 이물을 식작용할 수 있도록 손상된 세포로부터 유리된 항화성 화합물질(chemotactic compounds)에 의해서 손상된 곳으로 유인된다.

백혈병(leukemia)시에는 현저한 백혈구 증가가 일어나며, 대개의 급성세균성 전염병(acute bacterial infections)시에는 중성호성 백혈구증가증(neutrocytosis 또는 neutrophilia)을 보이고, 창상성 위염(traumatic gastritis)을 가지고 있는 소에서도 현저한 중성호성 백혈구증가증이 나타난다.

알레르기 상태(allergic conditions), 감전 충격(anaphylatic shock) 및 어떤 기생충(trichina)등의 감염시에는 산호성 백혈구증가증이 나타난다.

가축에서 림파구증가증(lymphocytosis)은 드물지만, 림프계통의 종양(tumors)시에는 순환혈액중의 림프구 수가 적혈구 수와 백혈구 수의 비율을 바꿀 만큼 현저한 증가를 나타낸다. 한편, 백혈구 수의 감소가 일어나는 것은 돼지콜레라(hog cholera), 고양이의 전염성 장염(infectious enteritis), 개의 전염성 간장염(infectious canine hepatitis)등 대개의 바이러스성 질병에서 볼 수 있으며, 특히 중성호성 백혈구 수의 감소를 볼 수 있다.

(그림 1) 탐식세포의 세균 탐식작용



* chemotaxis : 백혈구는 세균이나 기타의 원인으로 발생한 염증부위로 이동하는 성질을 말함

또, 세균성 독소(bacterial endotoxine), 패혈증(septicemia) 및 독혈증(toxemia) 등의 경우에는 백혈구감소증이 나타나며, 어떤 약물(trichloroethylene, bone marrow depressants 등)에 중독된 소에서도 현저한 중성호성 백혈구감소증(neutropenia)을 볼 수 있다.

3) 백혈구의 주요기능

백혈구는 적혈구가 모두 같은 기능을 갖는 것과는 달리, 백혈구의 종류에 따라서 각각 특유한 기능을 나타낸다.

(1) 운동성

백혈구는 모두 운동성을 가지고 있으므로, 조직간극에 이행하여 이물을 섭취할 수도 있다. 건강한 동물에서의 중성호성 백

혈구는 동물에 유해한 항원(antigen)물질을 제거하기 위하여 말단 저장소에서 조직으로 계속 이동한다. 림파구는 능동적인 운동으로 아메바와 같은 활동을 하며 병원체를 파괴 및 약화시킨다. 많은 수의 림파구가 장, 자궁 및 호흡기 점막쪽으로 유주함으로써 상실된다.

(2) 식작용

중성호성 백혈구와 단핵구는 세균이나 바이러스 또는 죽은 조직파편 등의 이물에 접근하여 세포막으로 그것들을 둘러싸서 세포내에 끌어들인다.

이물을 둘러싼 세포막은 공포(空胞)를 형성하여 용해소체(lysosome)와 융합하고, 다음에 용해소체내의 가수분해효소가 이물을 소화해 버린다. 이 과

정을 식작용이라 하며, 이 작용이 있는 세포들을 식세포라고 한다. 주로 세망내피계에 속하는 간장, 비장, 림프절, 골수 등은 식세포(phagocyte)를 많이 가지고 있다.

산호성 백혈구도 약간의 식작용을 갖는다고 하며, 염기호성 백혈구에는 식작용이 약간 있거나 또는 없다. 백혈구는 이물을 분해하지만, 백혈구 자체도 사망하여 고름(pus)이 된다. 염증이 있는 곳에는 이물의 분해산물, 세균, 죽은 조직과 백혈구 등이 고름을 만들지만, 거의 백혈구의 시체로 만들어진다.

중성호성 백혈구의 과립은 이물을 소화할 수 있는 효소를 공급하는 용해소체를 갖는다. 용해소체는 세균의 세포벽에 작용하는 가수분해효소와, 산화효소를 갖는 항균제(antibacterial agents)이다. 단백질분해효소와 지방분해효소(lipase)는 특히 세포벽에 작용한다. 세균이 중성호성 백혈구에 의해서 죽게 될 때 약간의 과립이 중성호성 백혈구에 남게 되므로, 염증이 있는 곳의 중성호성 백혈구에는 10~20개의 죽었거나 죽어가는 세균을 갖는 경우가 있다.

(3) 효소, 발열물질 및 인터페론의 생산

① 효소생산(酵素生産) : 백혈구는 단백질분해효소, 지방분해효소, 산화효소, 과산화효소, 리

소자임(눈물, 백혈구, 점액, 난백, 장기, 식물중에 들어있는 효소로서 세균용해작용)등을 분비하거나, 혹은 백혈구가 파괴될 때 혈액중에 방출되어 여러 가지 물질을 가수분해한다고 생각하고 있다.

② 발열물질(pyrogens)의 생산 : 중성호성 백혈구는 감염 초기에 발열물질인 피로젠을 생산해서 뇌의 체온조절중추에 작용하여 체온을 상승시킨다. 체온의 상승은 백혈구의 싸움을 돕고 세균과 바이러스의 생식을 늦추는 역할을 한다.

③ 인터페론(interferon)의 생산 : 인터페론은 림프구에 생산되는 항바이러스성 물질로, 체세포가 바이러스와 접촉하고 있을 때 생산되며, 바이러스의 번식을 방해한다. 인터페론은 질병이 확대되고 중태로 되는 것을 방지할 수 있다. 인터페론은 바이러스가

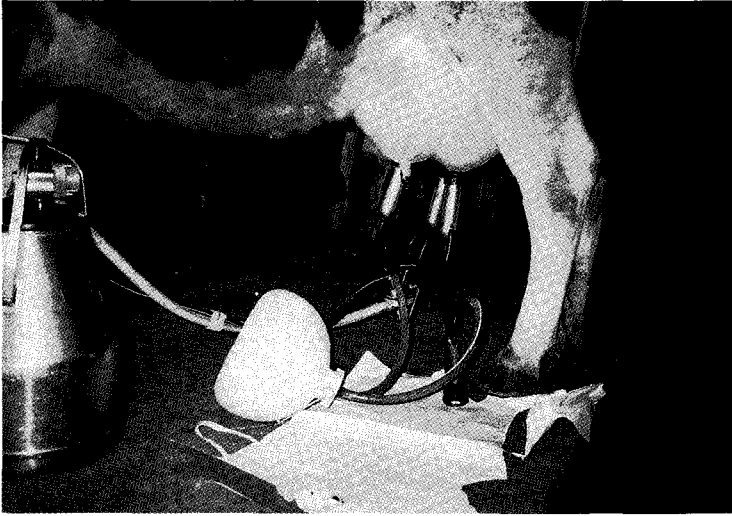
림프구성 반응을 유인해 냈으로써 만들어지며, 다른 체세포를 바이러스로부터 보호하기 위하여 전신을 순환한다.

(4) 단백질의 해독작용과 염증 변화를 일으키는 작용

① 단백질의 해독작용 : 산호성 백혈구는 알레르기일 때나 혹은 조직의 손상의 결과 생긴 히스타민의 중화에 어떤 역할을 하는 등, 단백질(특히 기생충 단백질)의 해독작용에 관여한다. 산호성 백혈구는 항원-항체반응의 장소로 유인되며, 동물이 어떠한 항원에 감작된 뒤에 그 항원을 주사하면, 산호성 백혈구가 주사 부위에 다수 나타나서 항원-항체 복합체를 식작용하는 듯 하다.

② 염증변화를 일으키는 작용 : 염기호성 백혈구는 조직학적으로 모세혈관 주위에서 볼 수 있는 조직 비만세포(mast cell)와





비슷하다.

염증면에 이 두 세포는 혈액응고를 방지하는 헤파린(heparin)과, 알레르기를 일으키는 것으로 생각되고 있는 히스타민, 그리고 브라디키닌(bradykinin : 소의 혈청에 kallikrein을 작용시켜 얻은 펩티드의 일종), 세로토닌(serotonin) 및 용해소체효소(lysosomal enzymes)를 생산한다.

염기호성 백혈구와 비만세포는 알레르기 반응시 만들어진 면역글로불린에 대한 수용체를 갖는다. 그러므로 과민반응(hypersensitive reaction)시에 방출된 물질들은 덩벼드는 병원체(etiological agent)와 싸우기 위해 염증변화(inflammatory changes)를 시작하고 증진하는 것을 돕는다.

4) 염증과 백혈구

조직에 염증성 변화가 일어나

면 국소혈관은 확장되고 모세혈관벽의 투과성이 증가하여 혈장뿐만 아니라 섬유소원과 같은 분자량이 큰 물질 등이 혈관 밖으로 빠져 나오게 됨으로써 염증의 부위는 부종(浮腫)현상을 보이게 되고, 혈액으로부터 중성 백혈구가 감염부위에 모이면서 강한 탐식작용을 한다.

이때를 급성 염증기라고 하며, 혈중 중성 백혈구의 수가 급격히 증가한다. 중성 백혈구의 기능이 최대에 이르게 되는 것은 세균감염 6~12시간 경이라 한다.

이어서 혈액으로부터 단핵구가 조직으로 나오면서 수시간 이내에 대식세포로 변하여 세균, 손상된 조직편, 사망한 중성 백혈구 등을 탐식하게 된다. 시간이 경과함에 따라 염증부위는 산성을 띄게 되므로 중성 백혈구가 더 이상 탐식기능을 유지할 수 없게 되어, 이때부터 대식

세포의 탐식작용이 염증을 치유하는 데 주된 역할을 하게 되어 만성 염증기로 이행한다.

세균감염 후 위에 기술한 바와 같이 탐식세포들이 그 기능을 발휘하는 동안 조직이 파괴되고 혈액 등 체액이 염증부위에 고이게 되며 또 세균, 조직편 등을 탐식한 후 죽은 탐식세포들이 한데 모여서 누런 색깔의 끈적끈적한 액체가 되는데 이것을 농(膿, pus)이라 한다.

결론

유방내에는 우유를 생산하는 수백만개의 유선포가 있으며 이들은 모세혈관이 둘러싸고 있어 유방조직 혈관내에는 많은 수의 백혈구가 항상 존재하고 있다. 이들 백혈구는 건강한 유방내에서는 혈관내에만 존재하므로 우유중 체세포수의 영향을 미치지 못한다.

그러나 유방내에 세균, 바이러스등 이물질이 침입되면 모세혈관을 탈출하여 이물질을 탐식 분해하지만 백혈구 자체도 사망한다. 유방내 이물의 침입은 유두공을 통해서 이루어지므로 축사, 운동장, 착유 등을 위생적으로 처리, 실시하면 이물질의 침입을 줄일 수 있고 이는 체세포수를 줄이는 최고의 방법이다. (㉞)

(필자연락처 : 031-290-7803)