

인류는 수많은 연구들을 통하여 결핵의 원인균(결핵균: *M. tuberculosis*)과 발병기전을 밝혔으며, 결핵퇴치사업을 전세계적으로 추진하였음에도 불구하고 결핵은 아직도 전 세계적으로 만연하고 있다. 결핵균이 현대의학의 발전에도 불구하고 우리나라를 괴롭히며 전 세계적으로 맹위를 떨치고 있는 대부분의 미생물들과는 달리 결핵균만이 가지는 아주 독특한 생존전략을 가지고 있기 때문이다.

결핵균의 생존전략 ①

글 박재석(단국대학교 병원 결핵클리닉)



인류는 먼 옛날부터 세균과 바이러스와 같은 수많은 종류의 미생물들로 인해 고통을 받아 왔다. 그러나 인류는 문명과 과학의 발전에 힘입어 인류의 건강과 생존을 위협하는 이들 미생물들의 크고 작은 공격들을 대부분 성공적으로 퇴치했다.

1300년대에 흑사병(페스트)이 전 유럽을 휩쓸면서 유럽 인구의 1/3을 사망케 하였지만 인류는 흑사병의 원인균(*Yersinia pestis*)과 전염의 매개체(쥐)를 밝혀내고 흑사병의 퇴치에 성공했다.

천연두(두창, 마마)는 감염된 사람의 절반가량이 죽고 다행히 목숨을 건져도 얼굴에 자국(곰보)을 남기는 전염병으로 오랫동안 인류가 가장 두려워하던 전염병 중의 하나였다. 그러나 18세기 말 제너에 의한 우두법을 시작으로 효과적인 예방백신이 개발되고 전 세계적으로 보급됨에 따라 세계보건기구(WHO)는 1980년 지구상에서 천연두가 박멸되었음을 선언하였다.

결핵 또한 역사적으로 인류에게 가장 많은 고통을 주었고 가장 많은 생명을 앗아간 전염병이다. 그러나 현대의학의 발전에도 불구하고 우리나라를 포함하여 전 세계적으로 맹위를 떨치고 있는 것은 대부분의 미생물들과는 달리 결핵균만이 가지는 아주 독특한 생존전략을 가지고 있기 때문일 것이다. 이 글에서는 결핵균의 탁월한 생존전략에 대한 이해를 돕기 위해 결핵균을 의인화하여 가상의 이야기를 펼쳐본다.

결핵균의 족보

결핵균은 항산균(*Mycobacterium*) 속(genus)에 속하는 막대모양의 세균(간균: bacilli)이다. 항산균 속에 속하는 세균들은 다른 세균들과 달리 세포벽 지방(lipid)이 많아서 일반 세균 염색법(Gram staining)으로는 염색이 되지 않으므로 염색을 위해서는 매염제(carbol-fuchsin)를 추가하여 가열해야 한다. 그리고 이들 세균들은 한번 염색이 되면 산(acid)으로도 탈색이 되지 않는 독특한 성질을 가지고 있다. 그래서 산에 저항하는 세균이라는 의미에서 항산균(acid-fast bacillus: AFB)이라는 이름이 붙게 되었다.

한 조상에서 유래한 수많은 종의 항산균들은 오래전 옛날부터 지구 도처에 자리를 잡고 살아왔다. 그 외중에 돌연변이에 의해서 항산균 속에 속하는 많은 변종(mutant)들이 생겼을 것이며 환경에 잘 적응한 변종들은 살아남을 기회가 많았을 것이고 적응하지 못한 변종

들은 멸종하였을 것이다. 항산균 중에서 (인형)결핵균(*M. tuberculosis*)과 우형결핵균(*M. bovis*)은 다른 대부분의 항산균과는 완전히 다른 생존방법을 선택하는 모험을 강행했다. 일반 항산균들은 대부분 흙이나 물속과 같은 자연 환경에 잘 적응하여 살고 있었는데 이들 두 종류의 결핵균은 물이나 흙 속에서 살기를 거부하고 사람(*M. tuberculosis*)과 소(*M. bovis*)의 몸에 터전을 잡고 살아보기로 결정한 것이다.

오랜 세월이 흐른 지금 결핵균의 생존전략은 성공하였으며 인류에게 도전한 미생물 중에서 가장 성공한 균이 되었다. 그리고 항산균을 결핵균과 비결핵항산균[non-tuberculous mycobacterium(NTM) 또는 *Mycobacterium other than tuberculosis*(MOTT)]으로 분류함으로써 결핵균을 80여 종이 넘는 다른 항산균들과 구분되는 '특별대우'를 받고 있다.



탁월한 숙주(host) 선택

결핵균들이 최강의 방어시스템을 가지고 있는 것으로 유명한 사람의 몸속에 들어가서 삶의 터전(host)을 잡고 번창하겠다고 결심했을 때 많은 미생물들은 결핵균의 앞날을 매우 우려하였다. 왜냐하면 지금까지 인류를 공격한 미생물 중 제대로 명맥을 유지하고 있는 균들이 거의 없으며 천연두 바이러스와 같은 경우는 지구상에서 멸종되고 말았기 때문이다.

그러나 지금에 와서는 결핵균들이 인류를 숙주와 매개체(carrier)로 선택한 것은 탁월한 선택이었음이 입증되었다. 결핵균은 인류의 막강한 정보력과 저력을 미리 파악하고 있었으며 어떤 형태의 지원군(매개체)도 인류와의 전쟁에서 큰 도움이 되지 않을 뿐 아니라 오히려 결핵균의 전투력을 약화시킬 수 있다는 것을 잘 알고 있었던 것이다.

페스트균은 쥐를 매개체로 해서 사람들을 공격하였는데 인류가 쥐들을 통제함으로써 페

스트균이 더 이상 힘을 발휘할 수 없게 되었다. 최근 각광을 받고 있는 조류 독감의 경우 인류의 정보망에 의해 조류들이 독감 바이러스를 매개하는 것이 발각되어 조류독감 바이러스와 조금이라도 접촉했을 것으로 의심되는 조류들의 대학살이 인류에 의해 지구 곳곳에서 자행되고 있어 바이러스의 전파에 큰 차질을 보이고 있다.

결핵균이 사람을 숙주와 매개체로 삼은 것은 사람이 결핵균에 감염된 다른 사람을 통제하는 데 한계가 있다는 치명적인 약점을 생존의 수단으로 이용한 것이다. 이로 인하여 결핵균은 결핵환자를 매개체로 이용하여 결핵균에 감염되지 않은 다른 사람에게로 쉽게 퍼져나갈 수 있었다. 특히 산업혁명 이후 인구의 도시집중과 교통의 발달에 힘입어 결핵균은 기하급수적으로 늘어나고 전 세계로 퍼지면서 지금과 같은 전성기를 누리게 되었다.

결핵균과 같이 흙에서 살기를 포기하고 모험의 길로 나선던 우형결핵균(M.bovis)은 소를 숙주(host)로 선택하는 치명적인 실수를 범했다. 먼 옛날에는 소가 사람보다 덩치가 크고 힘도 세기 때문에 소를 숙주로 하는 것이 사람을 숙주로 하는 것보다 더 유리하다고 판단했을지 모른다. 그러나 인류 문명의 발달로 소가 사람의 통제 아래 놓이고 전염균의 필수요소인 다른 소와의 접촉이 자유롭게 않고 사람들에게 의해 우형결핵균에 감염된 소들이 도살되면서 지구상에서 우형결핵균은 멸종의 위기에 처하게 되었으며 결핵의 예방을 위한 백신(BCG)의 재료로 이용되는 수모를 겪고 있다.

철저한 위장전략

미생물은 경험을 통하여 막강한 정보력과 전투력을 보유한 인류와 전면전을 벌여서는 승리할 수 없다는 사실을 잘 알고 있었다. 천연두 바이러스는 막강한 힘으로 인류를 공격해서 초기에는 전 세계적으로 인류에게 엄청난 타격을 입힐 수 있었다. 그러나 지혜로운 인간들은 천연두 바이러스의 전략을 철저히 분석, 천연두 바이러스에 치명적인 무기들을 개발하여 결국에서 지구상에서 천연두 바이러스를 멸종시켰다.

최근까지 인류와의 전쟁에서 비교적 선전하고 있는 것으로 알려진 B형 간염 바이러스나 에이즈 바이러스들은 모두 사람의 몸속으로 침투할 때 인체 감염이 일어났는지 모를 정도로 살그머니 들어와 오랜 시간에 걸쳐 서서히 자기들의 세력을 확장해 나가는 전략을 구사하고 있다.

일반 항산균들은 흙이나 물과 같은 험난한 자연 환경 속에서 살아가기 위해 꼭 필요한 무

기와 도구들로 무장하고 있는데 이들 무기는 사람의 면역학적 방어시스템에 금방 발각되므로 일반 항산균이 사람의 몸속으로 침투해 들어가면 바로 죽게 된다. 그러므로 결핵균은 사람의 면역시스템을 자극하거나 발각될 수 있는 무기들과 장비들을 모두 버리고 생존에 필요한 최소한의 장비들만 갖추고 사람의 몸속으로 침투하기로 결정하였다.

그런데 결핵균이 포기한 무기들 중에는 자연환경 속에서 생존하기 위해서는 꼭 필요한 장비들도 포함되어 있으므로 결핵균은 사람의 몸 밖(자연계)에서는 생존할 수 없는 운명이 되고 말았다. 이는 사람 몸 밖에서도 살 수 있는 다른 대부분의 미생물과는 달리 만약 결핵균이 사람의 몸 안에서 생존할 수 없는 상황이 벌어진다면 지구상에서 멸종될 수도 있는 아주 위험한 선택이었다. 결핵균이 이와 같이 엄청난 리스크를 감수하고 너무나 완벽하게 위장하고 인간의 몸속으로 들어오기 때문에 인간의 면역학적 방어시스템은 결핵균의 침입하여 증식하는 것을 감지하지 못한다(감염).

어느 정도 시간이 지나면서 증식한 결핵균들이 우리 몸 곳곳에서 은신처를 만들기 시작한 후에야 면역시스템이 결핵균의 침략을 눈치 채고 활성화되어 결핵균 섬멸작전에 돌입한다. 그러나 활성화된 면역시스템은 활발히 증식하는 결핵균은 대부분 찾아내어 죽일 수 있지만 은신처에서 동면상태에 들어간 소수의 결핵균은 죽이지 못하는 치명적인 한계를 가지고 있다. 동면상태에 들어간 결핵균은 수십 년간 모든 활동을 중단하고 숨어서 지낼 수 있다(잠복기).

오랜 세월이 지나는 동안 여러 가지 이유로 숙주(사람)의 면역학적 방어시스템이 약화되면 은신처에 숨어 있던 결핵균들이 다시 증식하여 병을 일으키게 된다(결핵). 이 때 뒤늦게 다시 활성화된 면역시스템은 이균과 적균을 잘 구별하지 못하고 닥치는 대로 공격하여 폐 조직(방어 진지)에 심각한 손상을 일으킬 수 있다(hypersensitivity reaction).

무너진 방어진지(공동성 폐병변)에서 기하급수적으로 숫자가 늘어난 결핵균들은 기도를 통하여 빠져 나와서 다른 사람들에게 침투해 들어가 또 다른 감염을 일으키면서 퍼져나간다. 결핵균에 감염된 사람은 대부분 아무 증상이 없고 감염된 사람 중에서 10% 정도에서만 평생에 걸쳐 한 번 정도 결핵으로 진행할 뿐 아니라 결핵환자의 증상 또한 심하지 않아 진단이 늦어지는 경우가 많다. 이와 같은 결핵균의 철저한 위장전술과 게릴라 전술, 그리고 장기전은 결핵퇴치를 향한 인간들의 전의와 전투력을 극도로 약화시켜 결핵퇴치를 어렵게 만들고 있다. 卍