

## 진드기 매개질병 감염역학에 대한 새 개념

- 진드기 동시흡혈(co-feeding)시 진드기 사이에서 일어나는  
진드기 매개질병의 병원체 전파에 관하여 -

강 승 원



최근까지만 해도 진드기 매개질병 병원체의 전파는 척추동물내 전신감염된 후 병원체의 단계별 발육에 의해서만 전파될 수 있다고 생각해 왔다. 이제 바이러스나 세균도 숙주의 전신감염을 거치지 않고 두 마리의 진드기가 가까이 동시에 흡혈할 때 병원체가 진드기 사이에서 서로 전파되는 것을 확인하였다. 이 새로운 국소성 전파에 대한 전파역학적인 결론은 진드기 매개질병의 병원체 전파에 대한 새로운 재평가가 이루어져야 한다. 특히 진드기로 인한 피해를 많이 입고 있는 우리로서는 진드기와 타일레리아와의 감염역학에 대한 새로운 해석과 이해가 필요하다. 많은 병원체들은 그들의 생존을 위해 절지동물의 임파혈액을 필요로 한다. 비감염 절지동물이 감염 척추동물을 흡혈할 때 전신감염(예, 바이러스, 세균, 기생충 등)의 정도가 높으면 높을

수록 흡혈 절지동물의 감염기회는 더 많아지는데 이 이론에 근거하여 병원체가 척추동물내 발육후 진드기에 감염된다는 이론이 계속적인 지원을 받아 왔다. 그동안 직간접적인 수많은 진드기 시험을 통하여 국소성(비전신) 감염전파의 가능성이 계속 제안되어 왔다.

여기서 우리는 비전신 감염에 대한 그동안의 증거를 제시하고 진드기에 의한 감염역학을 새롭게 조명함과 동시에 역학적 결론을 유추하여 보자.

### 1. 새로운 전파방법에 대한 증거들 (novel transmission pathway)

감염진드기와 비감염진드기의 동시흡혈에 의한 병원체 전파는 1987년 Thogota virus에서 일어난다고 처음 보고된 바 있으며<sup>1-10</sup>, 표 1에서와 같이 수개의 진드기 매개 바이러스가 확인되었다. 최근에 위와 같은 비

\* 수의과학연구소 기생충과 연구관

슷한 현상이 운동성 세균인 *Borrelia burgdorfi*(Lyme병의 원인체)에서도 보고된 바 있다<sup>11</sup>. *Borrelia* 균이 감염 진드기가 흡혈한 자리에 금방 없어지지 않고 남아 있으므로 동시흡혈시 진드기 꼬리 감염될 수 있음을 시사하였다.

가. 동시흡혈에 의한 전파

비전신성 감염경로에 대한 분명한 요소들이 있는데 1) 비감염 진드기가 감염진드기와 동시에 흡혈할 때 비감염 진드기는 감염될 수 있다. 이 경우 진드기 사이는 적어도 1cm를 넘지 말아야 할 것이다<sup>9</sup>. 2) 다른 방법으로는 감염진드기가 흡혈 탈락후 그 흡혈자리에 비감염 진드기 흡혈이 다시 이루어질 때 감염될 수 있다. 엄격히 말해서 동시흡혈이란 1)번을 두고 하는 말이고<sup>16,7</sup> 2)번의 경우는 동시흡혈의 확대 해석인데 *Borrelia* 균을 예를 들 수 있다. 이 균은 감염진드기가 흡혈후 흡혈부위에 병원체에 잔류함으로써 비감염 진드기에 전파된다.

나. 야외 실험결과로부터 얻은 증거들

비전신성 전파를 감지하기 위한 직접적인 실험은 하지 않았어도 많은 관찰을 통해 비전신성 전파의 이론을 제공할 수 있었다. Lyme병일 경우 진드기 흡혈부위 피부를 절단하여 PCR (중합효소 연쇄반응 : 진단법의 일종)을 통해 *Borrelia*의 국소적 존재를 확인할 수 있었다<sup>15</sup>. 더 나아가서는 일반적으로 야외관찰을 근거로 하여 새(鳥)로부터 수집한 진드기의 유충에서 *Borrelia*의 높은 감염률을 볼 수가 있었는데 이 새(鳥)에 기생하는 진드기의 발육단계는 대부분 유충과 약충들이 동시흡혈을 하고 있었다. 이로 인해 *Stafford* 등은 진드기는 *Borrelia*에 감염되지 않는 새에서 감염진드기와 비감염 진드기가 동시 흡혈하면 비감염 진드기가 감염될 수 있다고 주장하였다<sup>16</sup>.

2. 진드기와 숙주사이의 관계

가. 흡혈진드기의 분포

자연계에는 수많은 진드기가 있는데 이들은 보통 서로 군집을 이루며 흡혈한다. 이와같은 것을 3가지 현상으로 구분할 수 있는데 첫째는 Ixodid 진드기 종류는 미성숙시 수일동안 흡혈하며 성충이 되면 수주 동안 흡혈하여 미성숙 진드기와 진드기 성충과의 흡혈기간이 중복을 일으킬 수 있다. 이런 현상을 중복흡

혈이라 부른다. 둘째는 숙주내에 진드기의 과다분포는 많은 수의 흡혈하는 진드기를 가지고 있는 상태가 된다. 진드기의 과다분포는 한 숙주내에서 여러 발육단계의 진드기가 동시에 흡혈하고 있다<sup>20</sup>. 셋째는 진드기는 숙주의 흡혈부위에 따른 진드기 종 특이성과 발육단계별 특이성을 나타내어 숙주의 한 부위에서 동시에 반복해서 흡혈한다. 예를 들면 미성숙 *Ixodes* 진드기의 90% 이상이 설치류의 귀와 새의 부리에서만 흡혈한다. 반면 양에서는 발육단계별 진드기가 숙주의 등이나 머리부위에서 흡혈한다<sup>21</sup>.

나. 진드기 흡혈부위의 면역조절에 관하여

진드기의 생활성 물질은 주로 침샘에 존재한다. 이 물질들은 주로 숙주의 지혈을 방해하거나 숙주면역기전에 영향을 준다. 이와같은 물질들은 여러가지 다른 병원체, 매개체, 척추동물 숙주에서 진드기 매개 병원체 전파에 영향을 준다<sup>24,25</sup>. 실제로 진드기 침, 진드기 침샘내용물 및 바이러스에 감수성이 있는 숙주는 동시흡혈 진드기 사이에 바이러스의 비전신적 전파를 인공적으로 유발할 수 있다<sup>26,27</sup>. 바이러스 전파는 감염진드기의 침샘내에 합성된 단백질에 의해 촉진된다. 이듬하여 침샘활성전파(SAT)라고 부른다<sup>27,30</sup>. SAT 요소들은 한개 이상의 면역조절 단백질이다.

이것은 주로 침샘내에 존재하면서 진드기가 흡혈된 부위에 작용하며 진드기의 흡혈을 오래동안 유지할 수 있도록 작용한다. 진드기 흡혈부위에 염증반응은 바이러스 감염을 용이하게 환경을 만들어 준다(예, 세포의 이동과 집합).

3. 역학적 중요성

비전신적 감염의 전파와 동시흡혈을 통한 진드기와 숙주와의 상호반응에 대한 자연적 양상에 대한 여러가지 명확한 증거들이 있는데 그러면 이것의 역학적인 암시는 무엇인가? 비전신적 전파는 일상의 전통적 역학적인 분석방법으로는 아직까지 증명할 수 없는 상태이다. 그리고 지금까지 진드기 매개 병원균의 효과적인 전파에 대한 기전을 설명하거나 질병발생률과 병원성 분포양상을 설명하지 못했다.

이러한 인식은 진드기 매개 병원균의 전파환의 역학과 요소들에 대하여 아주 중대한 재평가가 요구된다. 또한

이제까지 발표된 각종 통계에 대한 재고가 요구된다.

지금까지 언급된 요소중에는 숙주의 감염력의 지속 기간이나 전파된 병원균의 대상이 되는 숙주의 종에 대한 정의가 꼭 필요하다. 또한 감염에 대한 어떤 면역이 비전신 전파경로에 영향을 미치는가에 대한 설명이 밝혀져야 한다.

#### 4. 결 론

지금 새로이 인식되어지고 있는 수정된 전파양식은 진드기 매개질병에 대한 역학을 설명하기 위해 정량 정성 결과를 둘 다 이용하고 있다. 병원균의 증식 숙주로서의 설치류에서 TBE(Tick-born encephalitis) 바이러스 증식속도는 전신감염 경로보다 비전신 감염경로가 50% 더 높게 나타났다. 그러나 *Borrelia*(Lyme병 원 인체)는 비전신 감염경로가 전신감염 경로보다 훨씬 낮은 감염률을 나타낸다. 이런 현상을 보면 TBE 바이러스가 *Borrelia*에 비해 훨씬 낮은 증폭 정도를 판단 할 수 있다. 따라서 Lyme병은 TBE에 비해 훨씬 전파 속도가 빠른 반면 TBE은 지역적인 집중발생이 일어난다. 새로운 비전신적 감염경로의 가장 중요한 효과는 질적인 것이며, 여러 원인에 의해 조만간 중요하게 여겨질 것이다. 그리고 장차 이 사실은 진드기 매개질

병의 역학발전에 매우 중요한 결과를 가져올 것이다. 아직까지 진드기 매개질병의 발병율에 진드기 동시흡혈의 경로를 분석요인으로 사용한 사람은 없다.

현재 국내 진드기(주로 *Haemaphysalis* spp.)의 동시 흡혈에 의한 *Theileria*의 진드기 상호간의 수평전파의 보고

표 1. 비전신 감염에 의한 질병전파의 실험적 증거들

바이러스	진드기	비전신성 전파숙주
크리미아 출혈열	<i>Hyalomma truncatum</i> <i>H. impeltatum</i> , <i>H. truncatum</i> <i>H. marginatum rufipes</i>	토끼 기니피 코뿔새
키사누 산림병	<i>Argas persicus</i>	닭
도약병(뛰는 병)	<i>Ixodes ricinus</i>	산토끼
Thogoto	<i>Rhipicephalus appendiculatus</i>	기니피
진드기매개 뇌염	<i>Ixodes persulcatus</i> , <i>Dermacentor marginatus</i> , <i>D. reticulatus</i> <i>R. appendiculatus</i> <i>I. ricinus</i>	토끼, 기니피 생쥐 ( <i>Apodemus flavicollis</i> ) 들쥐 ( <i>Clethrionomys glareolus</i> )
타일레리아	<i>Haemaphysalis longicornis</i>	??????

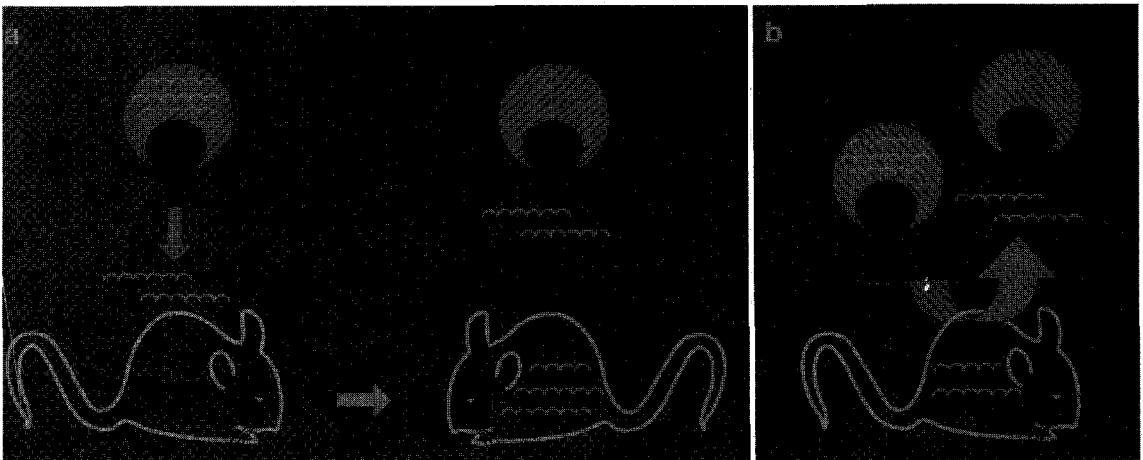


그림 1. 진드기 매개 병원체의 전파경로.

그림 1-a는 진드기의 흡혈에 의해 병원체가 매개숙주의 몸안으로 완전히 들어가 그곳에서 증식한 후 다른 미감염 진드기가 흡혈할 때 다시 진드기 몸안으로 들어가 전파되는 전신감염 전파형, 그림 1-b는 병원체가 숙주의 몸안으로 들어가서 증식하기 이전에 국소적으로 머물러 있어 또다른 진드기에게 직접 병원체를 전파시키는 비전신감염 전파형.

는 없으며 마우스를 이용한 진드기 사육사례 조차 보고 되지 않아 이 분야 연구가 좀더 수행되어야 할 것으로 사료된다.

질병전파의 현상과 기전을 조사하는 실험과 역학연

구를 위한 생화학 분석들은 이 새로운 인식된 감염경로를 고려한 새로운 연구방향을 염두에 두고 실시되어야 한다.

## 참 고 문 헌

1. Jones LD, et al. A novel mode of arbovirus transmission involving a non-viraemic host. *Science*, (1987) 237, 775-777.
2. Gonzalez JP, et al. Sexual and transovarian transmission of Crimean-Congo Haemorrhagic fever virus in *Hyalomma truncatum* tick. *Res Virol*, (1992) 143, 23-28.
3. Gordon SW, et al. Transmission of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus in two species of hyalomma ticks, from infected adults to cofeeding immature forms. *Am J Trop Med Hyg*, (1993) 48, 576-580.
4. Zeller HG, et al. Experimental transmission of Crimean-Congo haemorrhagic fever virus by wild West African ground-feeding birds to *Hyalomma marginatum rufipes* ticks. *Am J Trop Med Hyg*, (1994) 50, 676-681.
5. Singh KRP, et al. Transmission of Kyasanur fever virus by soft tick, *Argas persicus*(Ixodidae: Argasidae). *Indian J Med Res*, (1971) 59, 213-218.
6. Alekseev AN and Chunikhin SP. Exchange of tickborne encephalitis virus between Ixodidae simultaneously feeding on the animals with sub-threshold levels of viraemia. *Med Parazitol Parazit Bolezni*, (1990) 2, 48-50.
7. Labuda M, et al. Efficient transmission of tick-borne encephalitis virus between cofeeding ticks. *J Med Entomol*, (1993) 30, 295-299.
8. Labuda M, et al. Non-viraemic transmission of tick-borne encephalitis virus: a mechanism for arbovirus survival in nature. *Experientia*, (1993) 49, 802-805.
9. Labuda M et al. Importance of localised skin infection in tick-borne encephalitis virus transmission. *Virology*, (1996) 219, 357-366.
10. Nuttall PA and Labuda M. in *Ecological Dynamics of Tick-borne Zoonoses*(Sonenshine, D.E. and Mather, T.N., eds), pp 349-391, Oxford University Press.
11. Gem L and Rais O. Efficient transmission of *Borrelia burgdorferi* between cofeeding *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae). *J Med Entomol*, (1996) 33, 189-192.
12. Shin CM, et al. Delayed dissemination of Lyme disease spirochaetes from the site of deposition in the skin of mice. *J Infect Dis*, (1992) 166, 827-831.
13. Shih CM, et al. Rapid dissemination by the agent of Lyme disease in hosts that permit fulminating infection. *Infect Immunol*, (1993) 61, 2396-2399.
14. Montgomery RR and Malawista SE, (1994) *Borrelia burgdorferi* and the macrophage: routine annihilation but occasional haven? *Parasitol. Today*, (1994) 10, 154-157.
15. Kimura K, et al. Detection of Lyme disease spirochaetes in the skin of naturally infected wild Sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) by PCR. *Appl. Environ Microbiol*, 61, 1641-1642.
16. Stafford KC, et al. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds (Aves) and white-footed mice in Lyme, CT. *J Med Entomol*, 32, 453-466.
17. Randolph SE and Steele GM. An experimental evaluation of conventional control measures against the sheep tick, *Ixodes ricinus*(L) (Acari: Ixodidae). II. The dynamics of the tick-host interaction. *Bull Entomol Res*, (1985) 75, 501-518.
18. Humair PF, et al. *Borrelia burgdorferi* in a focus of Lyme borreliosis: epizootiologic contribution of small mammals. *Folia Parasitol*, (1993) 40, 65-70.
19. Humair PF et al. *Ixodes ricinus* immatures on birds in a focus of Lyme borreliosis. *Folia Parasitol*, (1993) 40, 237-242.
20. Craine, NG et al. Seasonal variation in the role of grey squirrels as hosts of *Ixodes ricinus*, the tick vector of the Lyme disease spirochaete, in a British woodland. *Folia Parasitol*, (1995), 42, 73-80.
21. Norval RAI, et al. *The Epidemiology of Theileriosis in Africa*, Academic Press.
22. Rechav Y, et al. Aggregation response of nymphs to pheromone(s) produced by males of the tick, *Amblyomma hebraeum*, Koch. *Nature*, (1976) 259, 563-564.
23. Norval RAI. and Rechav Y. An assembly pheromone and its perception in the tick *Amblyomma variegatum*(Acarina: Ixodidae). *J Med Entomol*, (1979) 16, 507-511.
24. Law JH, et al. Biochemical insights derived from insect diversity. *Annu Rev Biochem*, (1992) 61, 87-111.
25. Champagne DE. The role of salivary vasodilators in bloodfeeding and parasite transmission. *Parasitol Today*, 10, 430-433.
26. Titus RG and Ribeiro JMC. The role of vector saliva in transmission of arthropod-borne disease. *Parasitol Today*, (1990) 6, 157-

160. 27. Nuttall PA, et al. Adaptations of arboviruses to ticks. *J Med Entomol*, (1994) 31, 1-9. 28. Jones LD, et al. Enhancement of virus transmission by tick salivary glands. *J Gen Virol*, 70, 1895-1898. 29. Alekseev AN, et al. Possible role of Ixodidae salivary gland substrate as an adjuvant enhancing the arbovirus transmission. *Med Parazitol Parazit Bolezni*, (1991) 1, 28-31. 30. Labuda M, et al. Enhancement of tick-borne encephalitis virus transmission by tick salivary gland extracts. *Med Vet Entomol*, (1993) 7, 193-196.

## 대한수의사회지 합본판 배포 안내

본회에서 발간하는 대한수의사회지의 연도별 합본판을 한정판으로 제작하여 회원들에게 실비로 배포하고자하니 관심있는 회원님들의 많은 참여를 기대합니다.

### ◆ 합본판 현황

발간년도	발행부수	잔여부수	발간년도	발행부수	잔여부수	발간년도	발행부수	잔여부수
1977-78	7	2	1986	10	3	1992	29	18
1979-80	9	4	1987	10	3	1993	29	12
1981-82	9	4	1988	14	8	1994	29	11
1983	10	4	1989	11	4	1995	29	8
1984	10	3	1990	19	10			
1985	10	4	1991	19	9			

- 공급가격 : 15,000원 / 합본 권당(발송비용 포함)  
(송금후 발송처를 통보하여 주시기 바랍니다)
- 송금구좌 : 은 행 명 : 농협중앙회 신촌지점  
구좌번호 : 037-17-001052  
예 금 주 : 대한수의사회