

Experimental Models of Bats (Chiroptera)

오 영 근

연세대학교 자연과학부 생명과학과, 원주시 234, 강원도 220-710

박쥐류(익수목, Chiroptera)는 어느 동물종류보다도 기이하고 흥미있는 구조적 및 기능적인 특징을 많이 가지고 있는 포유동물이다. 따라서 박쥐를 실험모델로 하여 실제 얻은 결과를 응용하여 오래 전부터 인류복지에 활용하고자 연구 노력하여 왔다. 박쥐는 유일하게 나는 포유동물로서, 유일하게 헤엄치는 고래와 대조적인 동물이기도 하다.

박쥐의 진화적 기원은 지하 서식성 식충류(두더지, 고슴도치)에서 유래되었으며 설치목(Rodentia) 다음으로 종분화가 많이 된 분류군이라는 점에서, 박쥐의 핵형에 관한 연구도 활발하게 진행되어 왔으며 diploid numbers와 fundamental numbers에 대한 비교검토의 형식으로 연구된 바 있다. 박쥐의 소화기계에 대한 실험모델은 단시간내에 식충성 박쥐의 경우, 체중의 3분의 1 정도의 단백질성 음식을 소화할 수 있는 강력한 소화능력을 가지고 있다는 점에서, 치아(이빨), 위, 혀, 췌장 등에 관한 연구가 진행되어 왔다.

박쥐의 실험모델중 주목을 받고 있는 것은, 냉동생물학과 연관된 동면(hibernation)이다. 북부온대지방에서 많이 볼 수 있는 동면의 연구는, 주위온도(T_a) 체온(T_b) 하강에 따르는 심박률(HR) 호흡률 뇌파(EEG) 시상하부 전후부 등의 변수로 해석하고자 시도되어오고 있다. 각성(arousal)에서 동면으로 돌입(entry into hibernation)되는 과정이 일종의 전간발작(epileptic seizure)이라는 가설이 제시되고 있다. 이 가설의 검증이 인공적인 발작유도(intermittent light stimulation, ILS, metrazole 등) 항전간제(diphenylhydantoin, DPH 등) 투여 후의 뇌파분석의 방법으로 시행되고 있다.

동면하는 박쥐의 생식양식은 매우 특이하여 3가지 유형(일반형, 정자월동형, 배아월동형)으로 나눈다. 특히 정자월동형인 한국큰관박쥐의 생식양식에 관한 연구는 정자저장 자가용해, 난관상피세포의 포식, 고유충에로의 침투, 자궁내막에로의 이동 등의 자성생식도 내에서의 정자의 운명의 추적에 관 연구가 주목을 받고 있다.

박쥐의 한냉환경에서의 적응현상은 근육생리에서도 증명되고 있다. 한국큰관박쥐의 경우, 낮은 체온($10-15\text{ }^{\circ}\text{C}$)에서도 다른 일반 포유동물과는 달리 가장 높은 강축력을 보여주므로서, 동면중임에도 불구하고, 수분섭취나 배뇨 천적으로부터의 도피에 대응할 수 있는 적응성을 보여 주었다. 한편 동면중인 박쥐 대홍근의 근소포체(sarcoplasmic reticulum)의 Ca^{2+} ATPase의 활성과, 일반 토끼의 활성과 비교하면 확실히 차이가 있으며, 두 동물의 근섬유의 굵기와 mitochondria 크기에 있어서도 뚜렷한 차이가 있음을 볼 수 있었다.

박쥐정자에 관한 실험모델은 사정된 정자가 4-5개월이라는 장기간 동안 자성생식도내에 생존하고 있는 생리적 현상에 주목하여, 여러 가지로 시도되어 왔다. Ca^{2+} 의 농도변화와 정자내 Ca^{+} 농도가 박쥐의 acrosome reaction에 어떤 영향을 미치는가를 보면, Ca^{2+} 농도가 중요한 인자로 작용은 하지만, 농도변화와 정자내 Ca^{2+} 농도와는 비례적인 함수관계가 성립되지 않는 사실을 알 수 있다.

특히 박쥐의 실험모델 중 흥미의 대상이 되는 것은, 초음파를 감지하여 위치를 표정하는 반향표정(echolocation), 항상 역위(거꾸로 매달려)로 생활하는 기능과 관련된 심혈관계(cardiovascular system), 0도의 체온에서도 생존하는 체온조절기능, 광견병(rabies virus)를 비롯하여 28가지의 viruses를 갖고 있는 박쥐관련 질병에 대한 연구, 30 μ 밖에 되지 않는 극히 얇은 피부(비막, patagium)의 놀라운 방어기능, 과량의 ammonia gas와 CO₂ 등의 환경조건에도 생존하는 저항력, 호르몬이나 방사선 조사가 색소 세포에 미치는 영향을 직접 관찰한다든지, epinephrine과 세동맥의 신경지배에 관한 실험모델로서도 매우 좋은 동물이다.

끝으로 박쥐가 활용하고 있는 것으로 추측되는 “자기(holography)의 원칙”에 대하여 실험모델을 설정하여 연구해 나아간다면, 금후 뇌신경과학분야의 획기적인 발전을 기할 수도 있을지 모른다. 그러나 1963년 노벨상을 수상한 바 있는 신경생리학자 존 에클즈경(Sir. John Eccles)이 “사람의 뇌는 적어도 금후 수백년간은 수수께끼로 남아 있을 것”이라고 말한 것을 보면, 우리의 뇌를 가지고 우리의 뇌를 생각한다는 것 자체가 자가당착인지도 모른다. Nature does nothing in vain. -Galenus-