E-11

멍게 유생의 뇌포에 존재하는 수압수용체의 형성

김길중 · 서형주 · 김정은 · 김혜경 · 박유택
강릉대학교 해양생명공학부

서론

미삭동물아문에 속하는 멍게류는 창고기 등의 두삭동물 및 척추동물과 함께 척삭동물문을 구성한다. 멍게 유생의 체제는 척삭동물의 원형에 매우 가까운 형태를 하고 있는 것으로 생각되고 있어, 멍게 연구를 통하여 인간과 척추동물을 이해하는데 필요한 많은 기초자료들을 얻을 수 있을 것으로 여겨지고 있다. 멍게 유생의 뇌포 (brain vesicle)에는 멜라닌 색소세포를 함유하는 감각기관으로 안점 (ocellus)과 평형기 (otolith)가 존재한다. 안점은 1개의 색소세포와 그 아래에 위치하는 3개의 렌즈세포 및 17개의 광수용세포로 구성된다. 평형기는 중력을 감지하는 기관으로 1개의 거대한 색소과립을 갖는 세포만으로 구성된다. 평형기는 뇌실 (cerebral ventricle)로 돌출되어 존재하며, 세포의 밑부분이 뇌포벽에 연결되어 있다.

유생의 뇌포에는 제3의 감각신경세포로 수압수용체 (hydrostatic pressure receptor)가 존재한다. 섬모성세포인 수압수용체는 각 세포에서 뇌실로 하나씩 돌기를 내밀고 있고, 세포질에는 많은 소포체와 골지체가 관찰된다. 이들의 기능은 아직 명확하게 밝혀진 것이 없으나, 조직해부학적으로 볼 때 어류의 수압수용체 세포와 유사성이 높아 이러한 명칭이 붙었다 (Katz, 1983). 한편으로 경골어류의 뇌실에서 관찰되는 소관세포 (coronet cells: 뇌실로의 이온수송에 관여)와 유사하다는 보고도 있다. 본 연구에서는 척추동물의 기본적인 형태를 하고 있는 멍게 (우렁쉥이; *Halocynthia roretzi*) 유생을 대상으로, 유생의 뇌포에 존재하는 수압수용체 세포의 구조와 세포계보 및 형성기전에 관하여 조사하였다.

재료 및 방법

멍게는 동해안에 서식하는 자연산 및 양식산을 사용하였다. 수정란은 수온 13도에서 약 36시간만에 유생으로 부화하였다. 수압수용체 세포의 분자지표로 사용하기 위하여, 유생의 세포추출액을 항원으로 사용하여 수압수용체를 특이적으로 인식하는 단일클론성 항체 (Hpr-1)를 얻었다. Hpr-1 항체를 이용하여 발생과정에서 항원의 발현 개시시기 및 뇌포내 수압수용체의 위치와 구조를 조사했다. 또한, 수압수용체 세포의 형성에 FGF 신호전달과정이 요구되는지, 요구된다면 그 정확한 시기는 언제인지를 조사했다.

결과 및 요약

얻어진 단일클론성 항체 Hpr-1은 부화직후의 유생에서 뇌포에 존재하는 수압수용체 세포만을 특이적으로 인식하였다. 수압수용체는 좌측 뇌실에 존재하는 타원형 공동(cavity)을 둘러싼 형태로 분포하였다. 각 세포들은 공동내로 돌기를 하나씩 내밀고 있었으며, Hpr-1 항체는 돌기부분을 강하게 염색하였다. 유생의 수압수용체 세포는 평균 19개로 유령멍게 (*Ciona intestinalis*)에서 보고된 것과 일치하였다 (Nicol and Meinertzhagen, 1991). Hpr-1 항원의 발현은 수정 후 약 28시간부터 관찰되었다. 이 시기는 평형기에 이어 안점의 색소화(melanization)가 일어나는 시점으로, 수정 후 약 30시간 경과한 유생은 뇌포의 감각세포 형성이 거의 완료되는 것으로 사료된다.

수압수용체 세포의 세포계보를 연구한 결과, 110세포기의 a8.17 세포쌍 및 a8.19 세포쌍에서 수압수용체가 유래되는 것이 시사되었다. 그러나, 이들 전구세포 중에서 특정세포만이 수압수용체 형성에 관여하는지 전체가 관여하는지 여부를 판정하는데는 추가실험이 필요하다.

멍게의 신경유도는 FGF 신호전달과정에 의존하는 것으로 알려져 있다. FGF 신호를 차단하면 수압수용체 세포의 형성도 억제되었다. 다음으로 FGF 신호전달과정이 멍게 유생의 신경계 분화와 수압수용체 형성에 요구되는 시기를 조사하였다. 먼저, FGF 수용체의 저해제 (inhibitor) SU5402에 대한 감수성은 신경분화지표 유전자 *oth*가 32세포기 후기, *Hrarr*이 64세포기 직전, *HrETR-1*이 64세포기 후기까지 나타냈다. FGF 신호를 세포내로 전달하는 과정에 관여하는 Raf/MEK의 저해제 U0126에 대한 *oth*, *Hrarr* 및 *HrETR-1*의 감수성은 SU5402에 대한 것과 유사하거나 1시간 더 지속되었다. 수압수용체 세포의 형성을 SU5402는 초기 원장배기 (110세포기)까지, U0126은 후기 원장배기 (110세포기 2시간후)까지 억제하였다. 따라서, 멍게 유생의 신경유도가 일어나는 시기는 64세포기까지로 시사되며, 수압수용체 세포의 형성에 FGF 신호전달과정이 후기 원장배기까지 필요하다는 것이 밝혀졌다.

참고문헌

Katz MJ (1983) Comparative anatomy of the tunicate tadpole, *Ciona intestinalis*. Biol Bull 164:1-27.

Nicol D, Meinertzhagen IA (1991) Cell counts and maps in the larval central nervous system of the ascidian *Ciona intestinalis* (L.). J Comp Neurol 309:415-429.