



연구실에서 학생들과 함께(앞줄 가운데가 김윤희교수)

경희대 생물학과 **김 윤 희** 교수

신경줄기세포 사용 발생과정 연구

신경줄기 세포를 사용하여 그 발생과정을 연구하고 있는 경희대 생물학과 김윤희교수는 특히 신경성장인자들이 신경세포를 단계적으로 분화하는 신호전달체계를 연구하고 있다. 김교수는 자신의 연구과정을 바탕으로 인간의 탯줄 혈액에서 얻는 성체줄기세포를 신경으로 분화시켜 뇌에 이식하고 있으며 좋은 결과를 얻고 있다.

오 늘날 인간의 뇌신경에 대한 연구는 단순히 학문적 탐구 뿐 아니라 산업적 측면에서도 많은 관심을 불러일으키고 있다. 연구의 학문적 가치 뿐 아니라 뇌신경계질환의 원인을 밝히고 근본적 치료를 하는데 직접 이용되며 또한 산업적으로는 뇌신경에서 배운 지식을 사용하여 인공 지능을 만드는데 적용되어 이로 인

한 3차 산업혁명이 예견되기 때문이다. 이 연구를 위해서는 신경발생학에 대한 이해가 우선 필요하다. 신경발생학은 신경세포가 발생하는 과정을 연구하는 학문이다. 신경세포는 신경줄기세포가 세포 분열하여 일정 수의 세포를 만들고 나면 발생운명을 결정하게 되는데 신경세포 또는 여러 종류의 신경보조세포인 신경교세포로 분화하게

된다. 또한 신경세포는 필요한 부위로 이동하여 어떤 종류의 표적신경세포와 접촉하여 시냅스를 형성하고 신호를 전달할 것인지도 정해야 하는데 이 때 적합한 신경세포와 시냅스를 이루지 못하면 생존인자를 수용하지 못하게 되어 시냅스가 약화되고 세포사멸(apoptosis)하게 된다. 결국 세포사멸과 시냅스 약화 또는 강화로 신경회로망이 형성하게 되는 것이다.

분자수준서 연구진행

이렇게 형성된 신경회로망은 그러나 영구적인 것이 아니며 어른이 되어서도 새로운 것을 학습하고 기억할 때 시냅스가 강화되거나 새로운 시냅스를 만들게 되며 최근에는 신경줄기세포가 성인에도 존재하며 운동 등의 활동으로 그 세포분열이 활발히 일어날 수 있으며 분화하여 기능을 가진다는 것이 보고되어 연구의 가치를 드높이고 있다. 신경발생학 연구는 뇌신경계의 복잡한 구조와 기능 때문에 90년대 초까지도 주로 해부생리학적인 연구에 그쳤으나 최근에는 분자세포생물학의 발달에 힘입어 그 발생과정이 분자수준에서 연구되고 있다. 경희대학교 생물학과 김윤희교수는 이 분야에서 신경줄기세포를 사용하여 그 발생과정을 연구하고 있으며 특히 신경성장인자들이 신경세포를 단계적으로 분화시키는 신호전달체계를 연구하고 있다. 이러한 연구는 최근 줄기세포를 이

용하여 질환을 근본적으로 치료하려는 연구에 직접 응용될 수 있다. 이러한 연구는 신경발생학적 연구 결과이나 성체줄기세포를 신경세포로 분화시켜 뇌에 이식하는 임상 치료의 기초연구가 된다. 김교수는 자신의 연구결과를 바탕으로 인간의 태줄 혈액에서 얻은 성체줄기세포를 신경으로 분화시켜 뇌에 이식하고 있으며 좋은 결과를 얻고 있다. 최근 배아줄기세포는 윤리적 논란을 불러일으키고 있으나 성체줄기세포를 사용할 수 있다면 그러한 우려를 최소화시킬 수 있다는 것이 이 연구의 또하나의 이점이다. 우리 실험실에서는 이러한 신경성장인자들을 신경세포에 전달하기 위해 유전자 치료용 재조합 바이러스로 개발하고 있으며 쥐를 이용한 치매동물 모델에서 좋은 효과를 보고 있다. 또한 치매동물 모델에 재조합 신경성장인자 바이러스를 감염시킨 신경줄기세포를 이식하여 줄기세포의 발생과정 및 치료효과를 연구하고 있다. 한편 척수 및 말초신경계 손상시 신경축색을 자라게 하는 신경성장인자도 연구하여 재조합 유전자치료 바이러스로 개발 중이며 정신분열증과 같은 뇌질환도 신경발생과정에 원인이 있다는 이론의 검증에 의해 정신분열증 모델 쥐의 뇌에 재조합 신경성장인자 바이러스를 주입하고 치료 효과를 연구하고 있다.

김교수가 이 연구를 시작할 당시 미국에서도 분자생물학을 이용하

여 신경계를 연구하는 실험실이 미국 내에 서너개 정도 밖에 없을 정도로 새로운 분야였고, 신경학자들 사이에서도 신기한 분야에 지나지 않았으나 약 10년이 지난 현재는 미국 뇌신경과학회에 세계에서 3만명이 모여며 그중 많은 연구발표가 분자생물학을 이용하고 있다. 당시 Fellow로 있던 실험실의 교수(Dr. Charles Stiles)는 쥐의 발생과정과 인간의 암발생에서 성장인자를 연구해오다가 성장인자가 뇌에서 가장 많이 발현되는 것을 보고 곧바로 신경과 및 신경외과의사와, 뇌조직·세포학·분자생물학·발생학자를 모아 5명을 한팀으로 만들어 신경성장인자의 기능을 연구하도록 하였다.

선진국선 엄청난 연구비 투자

김교수는 쥐의 발생과정에서 유전자의 전사 및 해독 조절이 신호 전달에 의해 일어나는 것을 연구한 후 신경성장인자를 연구하려고 이 실험실에 지원했으므로 새로운 분야인 신경발생과정에서 신경성장인자를 연구하기로 하고 이 팀에 합류하였다. 1994년 한국에 와서도 이 분야를 계속 연구해 왔으며 새로운 분야인 만큼 논문을 발표하는데도 오랜 시간이 걸리는 것이 문제이나 이 분야는 그 후 내내 생물학 분야의 첨단 분야를 유지해 왔다.

이런 연구 성과는 단순히 학문의 발전에 기여하는데 그치지 않는다.

현대사회가 노령화되어 가면서 신경계 질환의 발병률이 높아지고, 또한 교통사고 등 척수 및 말초신경계 손상 장애인의 경우 대개 신경계가 재생이 안되어 치유하지 못하는 경우가 많으므로 선진국에서는 엄청난 연구비를 투자하고 있다. 물론 인공지능 개발을 위해서도 미국과 유럽연합은 뇌의 10년 등으로 규정하고 천문학적 액수의 연구투자를 하고 있으며, 일본의 경우만 해도 첨단시설의 뇌연구센터를 여러개 설립하고 뇌연구에 매년 2조엔을 투자하고 있다. 한국도 뇌연구법을 제정하였으나 아직 그 투자수준은 미비하다고 볼 수 있다. 김교수는 뇌는 가장 복잡한 조직으로 뇌의 신비를 생물학적인 연구로 알게 되어야만 인공지능 등에 응용할 수 있으므로 공학적 연구보다는 뇌의 기초연구에 주력하고 우리도 차세대 산업혁명이 되지 않기 위해서는 연구 투자를 서둘러야 한다고 말한다.

항상 해마다 새로운 학생들과 연구하기 때문에 30세 이후로는 나이를 먹지 않는다는 김교수는 한국외국어대학교 생명공학과 권혁만 교수와 어렸을 때부터 바쁜 부모님을 잘 이해하여 김교수의 든든한 힘이 되고 있는 고등학생 현정양과 함께 가족을 이루고 있다. 그리고 뇌신경과학회 및 생물과학협회지 편집위원을 지냈으며 신경학회의 학술간사로 활발히 활동중이다. ①7

김유경 <본지 4월 기자>