

## 특강 - II

# 신경생리

오 우 택  
서울대학교 약학대학

통각의 종류에는 두 종류가 있다. 하나는 피부, 근육 및 뼈에서부터 오는 체성통각(Somatic Pain) 이요 다른 하나는 심장 등의 내장기관에서 오는 내장성통각이다. 체성통각의 전도는 피부나 근육 등에 있는 통각수용체가 자극을 받아 흥분하면 이 전기적 흥분이 체성구심성 섬유를 통하여 척수에 있는 신경세포에 전달된다. 이 신경세포들은 이러한 통각정보를 뇌에 있는 시상이나 망상체에 전달하며 이것이 다시 대뇌 피질로 연결된다. 내장성 동통은 여러가지 면에서 체성동통과 다르다. 첫째로 해부학적인 면에서 다르다.<sup>1)</sup> 즉 내장성 동통은 내장기관에서 통각정보가 시작하여 체성구심성 섬유대신 교감신경 구심성섬유를 통하여 척수에 전달된다. 두번째로 내장성통각의 특징은 이 통각이 어디서 오는지 잘 알 수 없다. 체성통각은 쉽게 아픈 부위를 찾을 수 있지만 내장성통각은 그렇지 못하다. 세째로 내장성통각은 피부나 근육 등에 연관된다는 사실이다.<sup>2)</sup> 예를 들면 협심증의 경우 심장에 이상이 생겨도 실제 통증은 왼쪽가슴 및 어깨와 겨드랑이 부위에서 느껴진다. 이처럼 내장기관에 이상이 생겨 그 주위의 피부나 근육에서 통증이 느껴지는 현상을 연관통이라고 부른다.

연관통을 설명하는 이론들 중에 Ruch의 Convergence-Projection Theory가 인정받고 있다.<sup>3)</sup> 이 이론에 의하면 내장기관으로부터 오는 구심성 섬유가 피부, 근육 등에서부터 오는 체성 구심성 섬유와 척수에서 같은 신경세포에 연결되어 있다. 그리하여 장기에 이상이 생겨 척수에 있는 신경세포를 흥분시키면 우리의 뇌는 이 통각정보가 그 장기를 둘러싸고 있는 피부나 근육에서 오는 것처럼 느낀다는 것이다.

척수 내에는 여러 종류의 통각정보를 전달하는 신경세포들이 있다. 예를 들면 Spinothalamic Tract

neuron(STT), Spinoreticular Tract neuron 및 Spinocervicothalamic Tract neuron 등이 있다. 이 중 STT neuron은 원숭이 이상의 영장류에 잘 발달되어 있다. 이 STT neuron이 통각을 전달하는데 중요한 역할을 한다고 널리 알려져 있으므로<sup>4)</sup> 본 실험에서도 원숭이의 STT neuron을 기록하였다.

협심증의 동통에 대한 신경생리학적 설명은 심장에서부터 통각자극이 흉부의 척수에 있는 STT neuron 등의 통각전달 신경세포에 전달된다는 것이다. 이 때에 이 neuron에 가슴 및 어깨의 피부나 근육에서 오는 구심성 섬유와도 연결되어 있으므로, 실제로 우리는 이 부위에서 통증을 느끼게 된다. 동물실험에서 흉부의 척수에 있는 STT neuron의 전기적 활동을 기록하여 보면, 이 STT neuron은 심장에 유해자극을 주면 흥분할 뿐 아니라 동물의 왼쪽 어깨부위에 강한 자극을 주어도 이 STT neuron이 흥분된다.<sup>5)</sup> 이같은 현상이 바로 연관통을 설명하는 증거가 된다.

본 세미나에서의 주된 실험의 내용은 흉부 척수에 있는 STT neuron이 심장에서부터 구심성섬유에 의해 흥분되는데 반해 여기로부터 멀리 떨어진 곳에서 들어오는 내장성 통각정보에 의해서는 어떻게 비하는가를 관찰하는 것이었다. 이 실험을 위해서 방향을 선택하였다. 이유는 그것이 심장의 구심성 섬유가 들어가는 부위에서 멀리 떨어진 내장기관이며 다루기 쉽기 때문이었다. 실험은 원숭이를 마취시킨 후 이를 Stereotaxic Apparatus에 옮겨 고정한다. 이 원숭이의 흉부에 있는 척추를 제거하여 척수를 들어나게 하였다. 이 척수에 유리로 만든 끝이 아주 미세한 전극을 꽂아서 척수 내의 신경세포의 전기적 활동을 기록하였다. 미세전극에 잡히는 신경세포의 전기적 활동을 앰프로 증폭하였다. 이 앰프

의 출력을 오실로스코프에 실어 이를 관찰하거나, 혹은 앰프의 출력을 컴퓨터에 연결시켜 분석했다. 기록되는 신경세포가 척수에 세포체를 두고 축삭돌기를 시상에 보내는 STT neuron임을 증명하기 위하여 시상에다 금속의 전극을 꽂아두고 필요할 때마다 그 곳을 자극하였다.

이렇게 하여 하나의 STT neuron을 찾으면 이 신경세포가 심장으로부터 구심성섬유의 입력을 받는가를 시험했다. 일단 신경세포가 심장으로부터 구심성 통각정보를 받는다고 확인이 되면 방광을 이완시켜 이 자극이 흉부에 있는 STT neuron의 전기적 활동에 어떤 영향을 미치는가를 관찰하였다. 사십개의 STT neuron을 19마리의 원숭이에게서 기록하였다. 방광을 이완시켰을 때 78%의 STT neuron이 억제됨을 받았고 22%의 neuron이 아무런 반응을 보이지 않았다. 방광의 이완에 의해 세포활동이 증가한 STT neuron은 하나도 없었다. 이처럼 흉부에 있는 STT neuron은 심장에서 오는 구심성 섬유의 입력에 의하여서는 흥분되지만 방광에서 오는 입력에 의하여서는 그 활동이 억제되었음을 발견하였다.

연수나 중뇌에서는 척수에 있는 신경세포들의 활동을 억제하는 신경세포들이 모인 핵들이 있다.<sup>6)</sup> 우리는 방광의 자극에 의해 흉부의 STT neuron이 억제받는 이유는 방광의 구심성 입력이 중뇌나 연수에 있는 핵들에 전달되어 척수에서의 이러한 억제기능을 발휘할 것이라고 가정을 하였다. 이 가정을 시험하기 위하여 연수에 있는 Raphe magnus라는 핵에 있는 세포를 찾아 그 활동을 기록하였다. Raphe magnus 핵을 찾은 이유는 이 핵이 척수에 대한 억제가 강하다고 알려져 있기 때문이며, 또한 축삭돌기가 이 핵에서부터 척수에까지 직접 보내는 신경세포(Raphe-Spinal neuron)가 있기 때문이다. Raphe-spinal neuron을 찾은 다음 방광의 이완이 이 Raphe spinal neuron을 흥분시키는가를 관찰하고자 하였다. 방광의 이완이 Raphe-spinal neuron을 흥분시킬 것이라고 기대하였던 이유는 Raphe-spinal neuron이 척수에 있는 neuron을 억제하기 때문에 만약 방광의 억제작용이 이 Raphe-spinal Pathway를 사용한다면 당연히 방광의 이완이 이 Raphe-spinal neuron을 흥분시켜야 될 것이라고 생각했었다. 그러나 대부분의 Raphe-spinal neur-

on은 방광의 이완에 의해 아무런 영향을 받지 않았으며 상당수는 억제를 받았다. 이것은 Raphe-spinal Pathway가 방광의 척수에 있는 세포에 대한 억제작용에 관여하지 않을 가능성을 시사하였다고 본다.

마지막으로 실험한 것은 방광의 억제작용이 그 정보가 뇌에 갔다가 다시 척수로 되돌아오는 것이 아니라 척수 내에 있는 회로를 이용한다는 것을 증명하는 것이었다. 이 실험에서는 흉부에 있는 척수의 신경세포를 기록하였다. 이 신경세포가 방광의 이완에 의해서 억제를 받는 것을 확인한 후에 척수를 연수와의 접속부위에서 절단하였다. 세포의 활동이 안정을 찾은 후에 다시 방광을 이완시켜보고 이 방광의 자극이 이 신경세포를 계속억제하는가를 관찰하였다. 결과는 척수를 경부에서 절단한 후에도 방광의 이완은 흉부의 신경세포를 계속해서 억제하였다. 이 결과는 방광의 이완에 의한 흉부의 신경세포에 대한 억제작용은 척수 내의 회로를 이용한다는 것을 말한다.

결론적으로 종합하면 1) 통각에 관여하는 척수의 신경세포는 가까운 내장기관에서 오는 통각정보에 의해서 흥분되지만 멀리 떨어져 있는 내장기관에서 오는 정보에 의해서는 억제된다. 2) 이러한 억제작용은 뇌를 통한 회로를 이용하는 것이 아니라 척수 내에 있는 회로를 이용한다는 것을 알 수 있다.

이러한 기전의 생리학적 의미는 첫째 어떤 구심성 섬유를 통하여 들어간 통각정보가 가까운 곳에 있는 신경세포는 흥분시키고 멀리 떨어져 있는 신경세포의 활동은 막기 때문에 정보전달 체계에 있어서 Signal to noise의 비를 높인다는 것이다. 이처럼 감각신경계에서 Signal to noise의 비를 높이면 주위보다 선명한 감각을 지나게 된다는 이론이 있다.<sup>7)</sup> 둘째로 이 기전이 동양에서 진통방법으로 써온 침술 등의 진통효능의 기전을 설명하는데 도움이 될 가능성이 있다.

예를 들면 아픈 부위와 다른 부위에 침을 놓음으로써 진통효과를 보는 것은 본 실험에서 나타난 현상과 유사하다 하겠다.

## 문 헌

- 1) Foreman, R.D.: Spinal substrates of visceral

- pain. Spinal afferent processing, Plenum press, New York, pp.217-242, 1986.
- 2) Foreman, R.D., Hancock, M.B., and Willis, W.D. : Responses of spinothalamic tract cells in the thoracic spinal cord of the monkey to cutaneous and visceral inputs, *Pain* 11, 149-162, 1981.
  - 3) Ruch, T.C., Pathophysiology of pain, Neurophysiology. W.B. Saunders, Philadelphia, pp. 350-3368, 1961.
  - 4) Willis, W.D. and Coggeshall, R.E. : Sensory mechanisms of the spinal cord, Plenum Press, New York, 1978.
  - 5) Foreman, R.D. and Weber, R.N., Responses from neurons of the primate spinothalamic tract to electrical stimulation of afferents from the cardiopulmonary region and somatic structures, *Brain Res.* 186, 463-468, 1980 .
  - 6) Fields, H.L., Basbaum, A.I. Clanton, C.H. and Anderson, S.D., Nucleus raphe magnus inhibition of spinal cord dorsal horn neurons. *Brain Res.* 126 : 441-453, 1977.
  - 7) LeBars, D., Dickerson, A.H. and Besson, J.M. : Diffuse noxious inhibitory controls(DNIC) II. Lack of effect on non-convergent neurones, supraspinal involvement and theoretical implications, *Pain* 6, 305-327, 1978.